ISSN 2520-2227

# ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКИ

Бахши Таҳқиқотҳои муҳандисӣ

1 (65) 2024



**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК** Серия: Инженерные исследования

POLYTECHNIC BULLETIN Series: Engineering studies

# ПАЕМИ политехники

БАХШИ ТАХКИКОТХОИ МУХАНДИСЙ

155N 2520-2227 1(65) 2024



#### МАЧАЛЛАИ ИЛМЙ – ТЕХНИКЙ

http://vp-es.ttu.tj/ E-mail: vestnik\_politech@ttu.tj

**Published since January 2008** 

Ба руйхати нашрияхои такризии КОА назди Президенти Чумхурии Точикистон дохил карда шудааст. Включен в Перечень рецензируемых изданий ВАК при Президенте Республики Таджикистан

Мачалла дар Вазорати фарханги Чумхурии Точикистон ба қайд гирифта шудааст № 231/МЧ-97 аз 27 январи соли 2022 Индексн обуна 77762

РАВИЯИ ИЛМИИ МАЧАЛЛА	НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЖУРНАЛА	SCIENTIFIC DIRECTION
05.14.00 Энергетика 05.16.00 Металлургия ва маводшиносй 05.17.00 Технологияи кимиёвй 05.22.00 Нақлиёт 05.23.00 Сохтмон ва меъморй	05.14.00 Энергетика 05.16.00 Металлургия и материаловедение 05.17.00 Химическая технология 05.22.00 Транспорт 05.23.00 Строительство и архитектура	05.14.00 Energy 05.16.00 Metallurgy and materials science 05.17.00 Chemical technology 05.22.00 Transport 05.23.00 Construction and architecture

Муассис ва ношир	Учредитель и издатель	Founder and publisher		
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi		
Хар семоха нашр мешавад	Издается ежеквартально	Published quarterly		
Мачалла дар шохиси иқтибосоварии Россия қайд гардидаст	Журнал включен в РИНЦ	The journal is included in the Russian Science Citation Index		

Нишонй	Адрес редакции	Editorial office address		
734042, г. Душанбе, хиёбони	734042, г. Душанбе, проспект	734042, Dushanbe, Avenue of		
академикхо Рачабовхо, 10А	академиков Раджабовых, 10А	Academicians Radjabovs, 10A		
Тел.: (+992 37) 227-04-67	Тел.: (+992 37) 227-04-67	Tel.: (+992 37) 227-04-67		

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК СЕРИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

POLYTECHNIC BULLETIN
SERIES: ENGINEERING STUDIES

РИЧИТЕ В В В В В В В В В В В В В В В В В В В	РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
САРДАБИР	ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Қ.Қ. ДАВЛАТЗОДА	К.К. ДАВЛАТЗОДА
доктори илмхои иктисодй, профессор	д.э.н., профессор
Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА	Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА
н.и.т., дотсент, муовини сармухаррир	к.т.н., доцент, зам. главного редактора
Ш.А. БОЗОРОВ	Ш.А. БОЗОРОВ
н.и.т., дотсент, муовини сармухаррир	к.т.н., доцент, зам. главного редактора
АЪ3ОЁН	ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ
А.И. СИДОРОВ	А.И. СИДОРОВ
д.и.т., профессор (Федератсияи Россия)	д.т.н., профессор (Российская Федерация)
А.Г. ФИШОВ	А.Г. ФИШОВ
д.и.т., профессор (Федератсияи Россия)	д.т.н., профессор (Российская Федерация)
3.Ш. ЮЛДАШЕВ	3.Ш. ЮЛДАШЕВ
д.и.т., дотсент Л.С. КАСОБОВ	д.т.н., доцент <b>л.с. касобов</b>
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент
А.К. КИРГИЗОВ	А.К.КИРГИЗОВ
н.и.т., и.в. дотсент	к.т.н., и.о. доцента
и.н. ганиев	и.н. ганиев
академики АМИТ, д.и.х., профессор	академик АН РТ, д.х.н. профессор
Х.О. ОДИНАЗОДА	Х.О. ОДИНАЗОДА
узви вобастаи АМИТ, д.и.т., профессор	член-корр. АН РТ, д.т.н., профессор
Т.Ч. ЧУРАЕВ	Т.Дж. ДЖУРАЕВ
д.и.т., профессор	д.т.н., профессор
М.М. ХАКДОД	М.М. ХАКДОД
узви вобастаи АМИТ, д.и.т., профессор	член-корр. АН РТ, д.т.н., профессор
А.Б. БАДАЛОВ	А.Б. БАДАЛОВ
узви вобастаи АМИТ, д.и.х., профессор	член-корр. АН РТ, д.х.н., профессор
А.С. ФОХАКОВ	А.С.ФОХАКОВ
д.и.т., дотсент В.В.СИЛЯНОВ	д.т.н., доцент В.В.СИЛЬЯНОВ
	д.т.н., профессор (Российская Федерация)
д.и.т., профессор (Федерацияи Россия) <b>Р.А. ДАВЛАТШОЕВ</b>	д.т.н., профессор (госсийская Федерация) Р.А. ДАВЛАТШОЕВ
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент
м.ю. юнусов	м.ю. юнусов
н.и.т., и.в. дотсент	к.т.н., и.о. доцента
Р.САЛОМЗОДА	Р.САЛОМЗОДА
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент
д.н. низомов	Дж.Н. НИЗОМОВ
узви вобастаи АМИТ, д.и.т., профессор	член-корр. АН РТ, д.т.н., профессор
И. КАЛАНДАРБЕКОВ	И.КАЛАНДАРБЕКОВ
д.и.т., и.в. професс	д.т.н., и.о. профессора
А. Г. ГИЯСОВ	А. Г. ГИЯСОВ
д.и.т., профессор (Федератсияи Россия)	д.т.н., профессор (Российская Федерация)
H.H. XACAHOB	H.H. XACAHOB
доктори меъморй, и.в. профессор Р.С. МУКИМОВ	доктор архитектуры, и.о. профессора <b>Р.С. МУКИМОВ</b>
доктори меъморй, профессор	доктор архитектуры, профессор
<b>Ч.Х. САИДЗОДА</b>	доктор архитектуры, профессор Дж.Х. САИДЗОДА
доктори илмхои техникй, профессор	д.т.н., профессор
Р.Х. РАСУЛОВ	Р.Х. РАСУЛОВ
д. и. т., профессор (Чумхурии Узбекистон)	д.т.н., профессор (Республика Узбекистан)
H.M. XACAHOB	H.M. XACAHOB
д.и.т., дотсент	д.т.н., доцент

Материалы публикуются в авторской редакции, авторы опубликованных работ несут ответственность за оригинальность и научно-теоретический уровень публикуемого материала, точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений. Редакция не несет ответственность за достоверность информации, приводимой авторами.

Автор, направляя рукопись в Редакцию, принимает личную ответственность за оригинальность исследования, поручает Редакции обнародовать произведение посредством его опубликования в печати.

### МУНДАРИЧА – ОГЛАВЛЕНИЕ

ЭНЕРГЕТИКА - ENERGY	6
БАХОДИХИИ ИҚТИДОРИ ЗАХИРАХОИ ЭНЕРГИЯИ ОФТОБӢ ДАР ХУДУДИ ЧУМХУРИИ ТОЧИКИСТОН	6
С.Р. Ниёзй, Б.С. Чамолзода, Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Х.С. Саидзода	
ALIA BUZ MATEMATURECUNY METO BOD MUTEEDA BUROŬ SVEBEDTROŬ OLIERIVA B.B.B. BREBUVTADROŬ	
АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ДЛЯ ПРЕДИКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	11
Дж.С. Ахьеев¹, М.Х. Сафаралиев², Дж.Б. Рахимзода¹, У.У. Косимов¹, Ш.А. Бобозода¹	11
дж.с. Ахьеев , м.л. сафаралиев-, дж.в. гахимзода , у.у. косимов , ш.л. вооозода	1 1
<u>БАХОДИХИИ ИСТИФОДАБАРИИ ЭНЕРГИЯИ ОФТОБ БАРОИ ЭЛЕКТРОТАЪМИНКУНИИ ИСЕЪМОЛКУНАНДАГОНІ</u>	
<u>АВТОНОМЙ ТАВАССУТИ ТАТБИҚИ КОМПЛЕКСХОИ ЭНЕРГЕТИКЙ</u>	
Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Х.С. Саидзода, Б.С. Чамолзода	22
ЛИКВИДАЦИЯ ОДНОФАЗНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В ДВУХЦЕПНЫХ	
ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ	
С.Г. Гулмуродзода, Ф.О. Исмоилов, Х.С. Саидзода, Б.С. Джамолзода,	28
С.Р. Ниёзи, М.М. Саидзода	28
ТАХЛИЛИ САМАРАНОКИИ ИСТИФОДАБАРИИ ЧАРОҒХОИ СВЕТОДИОДЙ ВА ЧАРОҒХОИ НАМУДИ ДНаТ ДАР	
ТАДЛИЛИ САМАГАПОКИЙ ИСТИФОДАВАГИИ ЧАГОТДОЙ СВЕТОДИОДИ ВА ЧАГОТДОЙ ПАМУДИ ДПСТ ДАГ СИСТЕМАИ РЎШНОИДИХИИ КЎЧАХО	34
Б.С. Чамолзода, Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Х.С. Саидзода	34
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СИСТЕМ АПК В ЦИФРОВОМ РЕЖИМЕ	
В.Н. КАРПОВ <sup>1</sup> , З.Ш. ЮЛДАШЕВ <sup>2</sup>	39
<u>СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ИНТЕГРАЦИИ В НЕЁ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИК</u>	<u>) B</u>
ЭНЕРГИИ	
Н. Хасанзода, М.И. Сафаров	45
ОПТИМАЛЬНОЕ ДОЛГОСРОЧНОЕ ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РОГУНСКОЙ ГЭС	53
М.Ш. Раджабов, Ш.М. Султонов	
МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАВОДШИНОСЙ - МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ -	
METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE	60
ВЛИЯНИЕ ГАЛЛИЯ, ИНДИЯ И ТАЛЛИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВО-	
БЕРИЛЛИЕВОГО СПЛАВА AlBe1	60
Р.Д. Исмонов, А.М. Сафаров, С.С. Раджабалиев, С.Т. Бадурдинов	
ГАРМИҒУНҶОИШ ВА ТАҒЙИРЁБИИ ФУНКСИЯХОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ХӮЛАИ АЛЮМИНИЙ	
	61
<u>АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 ВОБАСТА АЗ ХАРОРАТ</u> О.Ш. Давлатов, И.Н. Ғаниев, С.С. Рачабалиев, С.С. Бадурдинов	64
<u>ПЕШГЎИИ ДИАГРАММАХОИ ХОЛАТИ ТИЛЛО БО БАЪЗЕ ЭЛЕМЕНТХОИ ЧАДВАЛИ ДАВРЙ</u> Б.М. Мирзоева	69
INFLUENCE OF IRON ON THE SPECIFIC HEAT CAPACITY AND HEAT TRANSFER COEFFICIENT OF	:
ZINC-ALUMINUM ALLOY Zn55AI	
J.N. Aliev, Z.F. Narzulloev, I.N. Ganiev	74
ВОБАСТАГИИ ХАРОРАТИИ ИҚТИДОРИ ГАРМЙ ВА ФУНКСИЯХОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ХЎЛАИ НОҚИЛИИ	
АЛЮМИНИЙИ AlTi0.1 БО БАРИЙ	<u>78</u>
И.Н. Ғаниев, Ф.Ш. Зокиров, Р.Ч. Файзуллоев	78
ТАДҚИҚОТИ ТАЧРИБАВИИ РАВАНДИ ХОТИМАКОРИИ АБРАЗИВИИ МАРКАЗГУРЕЗ	<u>8</u> 7
И. Мирзоалиев, А.И. Мирзоалиев, Т.А. Хочаев	
VI. IVII pocarii ce, 7 (.vi. IVII pocarii ce, 7 .v. 7 c (ace	

TEXHOЛОГИЯИ КИМИЕВИ - ХИМИЧЕСКАЯ TEXHOЛОГИЯ - CHEMICAL TECHNOLOGY	92
ОМЎЗИШИ ТАРКИБИ МИНЕРАЛОГЙ, ХИМИЯВЙ ВА РАВАНДИ СИАНИДКУНИИ ТИЛЛО АЗ МАЪ	ДАНИ
<i>МАВЗЕИ ЧУЛБОЙ</i>	
А.И. Шамсиддинов, Ш.Р. Самихов	92
КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ СЕРЕБРА (I) С N, N'-ДИЭТИЛТИОМОЧЕВИНОЙ В ВОДНО-	
<b>ДИМЕТИЛФОРМАМИДНЫХ И ВОДНО-ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДНЫХ РАСТВОРАХ</b> Ё.К. Кудратуллоев	
Е.К. кудратуллоев	90
<u>ИЗОТЕРМАИ ФАЗАХОСИЛШАВӢ ДАР СИСТЕМАИ № , Ca²+//SO₄²-,HCO₃⁻−H₂O БАРОИ 298 К</u>	103
Н.В. Олимчонова, М.Т. Жумаев, Л. Солиев	103
<u>ПРОЦЕСС МОДЕЛИРОВАНИЯ АЗОТНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАРОР</u>	
Г.Н. Солехова, Ш.Р. Самихов, Н. Шерматов	107
т.п. оолехова, ш.г. Самихов, п. шерматов	107
<u>ТАХЛИЛИ СИФАТЙ ВА МИҚДОРИИ КИСЛОТАХОИ ТАРКИБИ НАМУНАХОИ ТАХҚИҚШАВАНДАИ РАВҒАНИ ЗА</u>	FИР 113
Р.Ч. Чурахонзода, Ф.Х. Назаров, Т.М. Махмудзода	113
НАҚЛИЁТ - ТРАНСПОРТ - TRANSPORT	119
УСУЛИ ТАХКИКИ МУТОБИКАТИ АВТОМОБИЛХО БАРОИ ИСТИФОДАБАРЙ ДАР ШАРОИТХОИ	
ЭКСТРЕМАЛЙ	119
Р.А. Давлатшоев, Б.Ж. Мажитов	119
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОБЕГА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНЫ	
А.М. Умирзоков, Ф.И. Джобиров, А.Л. Бердиев	124
<mark>ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ОСЕВЫХ НАГРУЗОК НА АВТОДОРО</mark>	ΓΑΧ
ТАДЖИКИСТАНА	129
С.Б. Мирзозода, Ф.С. Мирзоев	129
METORIAKA KORIAUECTRELIUOK OUEUKA KAUECTRA REMOUTIARVEMLIV TEVUAUECKAV OACTEM	127
<u>МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РЕМОНТИРУЕМЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ</u> P.X. Саидзода, А.М. Умирзоков	137 137
т.л. оалдзода, д.м. Умирзоков	137
РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ПО СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМИ АКТИВАМИ	141
С.Б. Мирзозода, О.А. Красиков, И.Н. Косенко	141
NAACTA BALA DODIA BOOMA TEVILO BOELAGVOM MITTA BOOTĀ BAD TAUDIANA BAD BATIMA VADAMATA DOCIATAVO	14
МАСЪАЛАИ ВОРИДСОЗИИ ТЕХНОЛОГИЯХОИ ИТТИЛООТЙ ДАР ТАНЗИМИ ДАВЛАТИИ ХАРАКАТИ ВОСИТАХО НА ИЛИЁТИ МУСОФИРЕ АРИ ШАХРЙ	
НАҚЛИЁТИ МУСОФИРБАРИ ШАХРЙ М.И. Исмоилов¹, М.Р. Саидзода¹, Ф.С. Расулов²	148
м. и. истольов, ил Саидосда, ч.с. г асулов	1 10
НАҚШ ВА АХАМИЯТИ ЛОГИСТИКАИ НАҚЛИЁТЙ ДАР РУШДИ ИҚТИСОДИЁТИ МАМЛАКАТ	
Ф.Н. Низомзода	155
COXTMOH BA МЕЪМОРЙ - СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА - CONSTRUCTION AND	
ARCHITECTURE	158
<u>ТАМОЮЛХОИ МУОСИР ДАР САНЪАТИ БАДЕЙ ВА МЕЪМОРЙ - ОРОИШИИ ДОХИЛИ БИНОХОИ ЧАМЪИЯТЙ</u>	158
(ДАР МИСОЛИ ДУШАНБЕ)	
М.У. Шерматов.	158
<u>КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В ВИДЕ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК</u>	
М.Ш. Набизода	164
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИТО-ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ СТО	чных
ВОДВОД	
П. Марина, М.Б. Марамов, И.И. Калдандарбеков,	
М.С. Собиров, Д.Д. Ходжибоев, С.К. Ходжиев, Т.Х. Содикзода	170

<u>ИСТИФОДАБАРИИ ПАРТОВХО, ХАМЧУН САРЧАШМАИ БАДАСТОРИИ ГЛАЗУР БАРОИ ИСТЕХСОЛИ І</u>	
<u>САФОЛЙ</u>	176
ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВО ЦЕМЕНТА	180
А.А. Акрамов	180
ВОПРОСЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ГРАДОСТРОИТЕЛЬНО-ЛАНДШАФТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ЖИЗНЕС	
ГОРОДОВ И РАЙОНОВ ТАДЖИКИСТАНА	184
Ш.И. Рахматуллозода, Н.И. Рахматуллаева	184
ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФОФЕРРИТНОГО К	
А.А. Акрамов, И.Ш. Ашуров, И.С. Муминов, Р.Р. Саидов	190
ВЫБОР КОНСТРУКТИВНОЙ ОБДЕЛКИ И ЦЕМЕНТАЦИОННЫЕ РАБОТЫ	195
СТРОИТЕЛЬНОГО ТОННЕЛЯ СТ-4 РОГУНСКОЙ ГЭС	
М.Х. Саидов¹, М.А. Сулеймонова¹, М.Н. Хасанов²	195
ЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ СОЛЕЙ И ГРУНТОВЫХ ВОД В ДРЕВНИХ СООРУЖЕНИЯХ	203
М.Р. Джуракулов, Дж.Х. Саидзода, А. Мирджамолов, Х.Х. Саидов	203
ВЫБОР КРЕПИ УЧАСТКА РАЗВЕТВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ТОННЕЛЯ СТ-4 РОГУНСКОЙ ГЭС	207
М.А. Сулейманова <sup>1</sup> , М.Н. Хасанов <sup>2</sup> , А.М. Алимардонов <sup>1</sup> , С.А. Саидов <sup>1</sup>	207
ТАХЛИЛИ САНЪАТИ ПЛАСТИКЙ ДАР МЕЪМОРИИ ШАХРИ ДУШАНБЕ	215
Ф.Ё. Эмомова, Н.У. Рачабов	215
ЛОИХАКАШИИ БИНОХОИ ЭНЕРГИЯСАМАРАНОК БО ДЕВОРХО АЗ МАСОЛЕХХОИ ТАБИЙ	219
П.С. Хучаев, Ч.Х. Саидзода, Ч.Ш. Ғанизода, Д.Ғ. Сафарзода	219
ОМИЛХОИ ТАЪИНОТИИ ТАШКИЛИ МУХИТИ ДОХИЛАИ МУАССИСАХОИ МАХСУСИ ТАВОНБАХШЙ	226
Ч.Х. Саидзода, Ч.Ш. Ғанизода, Д.Ғ. Сафарзода	
ТОНКОДИСПЕРСНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В КОМПЛЕКСЕ С ХИМИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ	I ДЛЯ
ДОРОЖНОГО БЕТОНА	 229
Р.Х. Сайрахмонов, А.С. Рахматзода, Я.Г. Назиров	
<u>ТЕНДЕНЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА И ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ Н.</u>	
ПУНКТОВ ГОРНЫХ РАЙОНОВ ТАДЖИКИСТАНА	239
Акбаров Акрам	239
ДОРОЖНЫЙ БЕТОН С ХИМИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ	
Р.Х. Сайрахмонов, Я.Г. Назиров, А.С. Рахматзода	245
ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЦЕССА МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ В ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОЙ СЫРЬЕВОЙ СМЕС	и от влияния
ОКСИДА НАТРИЯ А.М. АБЛУГАНИЕВ, А.А. АКРАМОВ, А.К. МУМИНОВ, Я.Г. НАЗИРОВ	
А М Аблуганиев А А Акрамов А К Муминов Я Г Назиров	250

#### ЭНЕРГЕТИКА - ENERGY

УДК 620.92

#### БАХОДИХИИ ИҚТИДОРИ ЗАХИРАХОИ ЭНЕРГИЯИ ОФТОБӢ ДАР ХУДУДИ ЧУМХУРИИ ТОЧИКИСТОН

#### С.Р. Ниёзй, Б.С. Чамолзода, Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Х.С. Саидзода

Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй

Барои баходихии иктидори захирахои энергияи офтобй як катор маводхои зерин истифода гардидаанд: давомнокии камтарин ва зиёдтарини дурахши (тобишй) нурхои офтоб, тибки натичаи ченкунихои стансияхои обухавошиносй, шиддатнокии радиатсияи офтоб ва ғайра. Дар натичаи тахкиқот иктидори умумй, техникй ва аз чихати иктисодй манфиатнок будани энергияи офтоб дар кишвар муайян гардид. Аз натичаи тахлилхои гузаронидашуда муайян гардид, ки мамлакат иктидори калонро рушди энергетикаи офтобй доро буда, мавриди истифода карор гирифтани ин иктидорхои мамлакат на танхо барои бехтар намудани таъминоти ахолй ба энергия мусоидат менамояд, балки сатхи зиндагии ахолии дар нохияхои душворгузари кухии чумхурй истикоматкунанда бехтар мегардад. Аз натичагирй муайян шуд, ки иктидори захирахои манбахои барқароршавандаи энергия (МБЭ), аз он чумла энергияи офтоб, ки дар муддати сол ба худуди чумхурй ворид мегардад, хачми истеъмолшавандаи захирахои энергетикиро зиёд менамояд. Ин холат заминаи хубро барои ба пуррагй дохил намудани МБЭ ба мувозинаи сузишворй - энергетикии мамлакат бо мақсади таъмин намудани бехатарии устувории экологии рушди энергетиаи кишварро ба миён меорад.

**Калимахои калидй:** манбахои барқароршавандаи энергия, усулхои ғайрианъанавй, энергияи офтоб, радиатсияи офтоб, иқтидори офтоби, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

#### ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

#### С.Р. Ниёзи, Б.С. Джамолзода, Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Х.С. Саидзода

Для оценки потенциальных ресурсов солнечной энергии, были использованы ряд следующих материалов: наименьшая и наибольшая продолжительность солнечного сияния по результатам измерений метеостанций, интенсивность и потенциал солнечной радиации и т.д. Во время исследования были определены: валовый, технический и экономический целесообразный потенциал солнечной энергии в стране. Исходя из выше проведенных исследований можно сделать вывод, что страна имеет большой потенциал для развития солнечной энергетики. При использовании этих потенциалов страна сможет способствовать не только улучшению энергообеспеченности населения, но и повышению их жизненного уровня, особенно проживающих в труднодоступных горных районах республики. Потенциальные ресурсы возобновляемых источники энергии (ВИЭ), в частности, солнечная энергия, поступающая в течение года на территорию страны, многократно повышают потребляемые объемы энергоресурсов. Это обстоятельство создаёт хорошие предпосылки для масштабного вовлечения ВИЭ в топливно-энергетический баланс страны в целях обеспечения устойчивого экологически безопасного развития энергетики страны.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, солнечная энергия, солнечная радиация, солнечный потенциал, Республика Таджикистан.

# ASSESSMENT OF POTENTIAL RESOURCES OF SOLAR ENERGY IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

#### S.R. Niyozi, B.S. Jamolzoda, F.O. Ismoilov, S.G. Gulmurodzoda, Kh.S. Saidzoda

To assess the potential resources of solar energy, a number of the following materials were used: the smallest and largest duration of sunny radiance according to the results of measurements of weather stations, the intensity and potential of solar radiation, etc. During the study,: gross, technical and economic appropriate potential of solar energy in the country were determined. Based on the above studies, we can conclude that the country has great potential for the development of solar energy. When using these potentials, the country will be able to contribute not only to improve the energy supply of the population, but also to increase their living standards, especially those living in hard -to -reach mountainous regions of the republic. Potential resources of renewable energy sources (renewable), in particular, solar energy that enters the country's territory during the year, repeatedly increase the consumed volumes of energy resources. This circumstance creates good prerequisites for the large-scale involvement of renewables in the country's fuel and energy balance in order to ensure a sustainable environmentally friendly development of the country's energy.

Key words: renewable energy sources, solar energy, solar radiation, solar potential, Republic of Tajikistan.

Вазъи масъалагузорй: тачрибаи чахонй дар бисёр давлатхои тараққикарда истифодаи манбахои барқароршавандаи энергия (МБЭ), омили асосй барои рушди соҳаи энергетика ҳисобида мешавад. Ин тамоюли рушд дар энергетикаи точик низ ба назар мерасад, ки барои ичрои он як қатор барномаҳо ва қонунҳо дар сатҳи Ҳукумат барои рушди ин соҳа қабул гардидаанд. Иқтидори захираҳои МБЭ, аз он чумла энергияи офтоб, ки дар муддати сол ба ҳудуди чумҳури ворид мегардад, ҳачми истеъмолшавандаи захираҳои энергетикиро зиёд менамояд. Ин ҳолат заминаи ҳубро барои ба пуррагй дохил намудани МБЭ ба мувозинаи сӯзишворй энергетики мамлакат бо мақсади таъмин намудани бехатарии устуворй экологии рушди энергетиаи кишвар ба миён меорад. Аз ин чиҳат дар ин мақола масъалаи санчидани иқтидори захираҳои энергияи офтобй дар ҳудуди Чумҳурии Точикистон баррасй карда мешавад.

Чумхурии Точикистон кишвари кӯҳӣ ва офтобӣ буда, дар минтақаи Осиёи Марказӣ чойгир шудааст. Худуди чумхурӣ 141,4 км² [1] мебошад. Аз ин ҳудуд 93 % - ро кӯҳҳо ташкил медиҳанд.Тибқи [2] аҳолии чумҳурӣ 10078,4 ҳаз. нафарро ташкил медиҳад. Дар Ҷумҳурии Точикистон 71% аҳолӣ дар деҳот зиндагӣ менамояд [3].

Чумхурии Точикистон ба туфайли чойгиршавии географй ва шароити табии иклимиаш, иктидорхои калони МБЭ барои истифодабарй доро мебошад. Мувофики [4] МБЭ ба намудхои сузишвории баркарорнашаванда мансуб набуда, инхо баркароршаванда мебошанд, ки доимо мавчуданд ё ин ки даврй дар мухити атроф аз сели офтоб, бод, обхои гарми зеризаминй, биомасса ва дарёхо ба вучуд меоянд. МБЭ тибки конунгузории Чумхурии Точикистон [4] инхоянд:

- энергияи офтоб;
- энергияи бодй;
- энергияи оби равони табии ва обанборхо;
- энергияи гармии зеризаминй;
- пасмондахои чуб, биомасса дар шакли партовхои саноатй, хочагии кишлок ва чангал, хочагии коммуналй-маишй ва партовхои маишй;

МБЭ шартан ба ду гурўх чудо карда мешаванд [5].

**Анъанавй:** энергияи обй, ки дар неругоххои обии барқй (НОБ)-и иқтидорашон зиёда аз 30 МВт ба энергияи электрикй табдил дода мешавад; энергияи биомаса, ки барои хосил намудани гармй бо усулхои анъанавии сўхтанй (хезум, торф ва дигар намудхои сўзишвории дар оташдон истифодашаванда); энергияи гармии замин.

**Fайрианъанавй:** энергияи офтоб ва бод, энергияи мавчи бахр, мачрои мадди укёнус, энергияи обй ки дар НОБ - и хурд ба энергияи электрикй табдил дода мешавад, энергияи биомаса, ки барои хосил намудани гармй бо усулхои анъанавй истифода намешавад, энергияи хароратии потенсиалаш хурд ва дигар намудхои "нави" энергияи баркароршаванда.

Қайд намудан зарур аст, ин таснифот то андозае шартан буда, он қадар нақши амалии калонро ичро наменамояд, бо истиснои як лаҳза. Мутобиқи он, энергияи обй ба ду дараҷаи ҳархела ҷудо шудааст ва ба манбаҳои ғайрианъанавии барқароршавандаи энергия (МҒБЭ) ва НОБ иқтидорашон камтар аз 30 МВт дохил гардидаанд. Аз таснифоти МБЭ бар меояд, ки тибқи қонунгузории Ҷумҳурии Тоҷикистон энергияи офтоб ба МҒБЭ-е дохил мешавад, ки дертар дида мебароем.

#### Потенсиали иктидори энергияи офтоб дар Чумхурии Точикистон

Тадқиқот нишон дод, ки дар Чумхурии Точикистон истифодаи саноатии иқтидори энергияи офтобй вучуд надорад, вале тавре ки дар боло қайд гардида буд, Чумхурии Точикистон аз руи мавқеи чойгиршавии чуғрофй ва шароити табиию иқлимии худ яке аз минтақахои мувофиқ барои истифодаи энергияи офтоб ба хисоб меравад. Стандарт [6] истилохот ва мафхумхои сохаи энергетикаи офтобиро муқаррар намуда, дорои стандартхои зерини тасдиқшудаи давлатй мебошад, ки дар қаламрави Чумхурии Точикистон амал менамоянд.

"Энергияи ғайрианъанавӣ". Энергияи офтобӣ. Истилоҳот ва муқаррарот» бо № СТ ҶТ ГОСТ Р 51594-2010:

- «Энергетикаи ғайрианъанавй». Энергияи офтобй. Коллекторҳои офтобй. Шартҳои умумии техникй» бо № СТ ЧТ ГОСТ Р 51595-2010;
- «Энергетикаи ғайрианъанавй». Энергияи офтобй. Коллекторҳои офтобй. Усулҳои санҷиш» бо № СТ ЧТ ГОСТ Р 51596-2010;
- «Энергетикаи ғайрианъанавй». Модулҳои фотоэлектрикҳои офтобй. Намудҳо ва параметрҳои асосй» бо № СТ ЧТ ГОСТ Р 51597-2010.

Чумхурии Точикистон дар байни 36° 40° то 41° 05° арзи шимолй чойгир буда, тамоми худуди он ба истилох дар «камарбанди офтобии чахонй» (45° аш. - 45° ач) қарор дорад. Иқлими континенталй бо тағйирёбии назарраси ҳавои шабонарузй ва мавсимй, боришоти кам, ҳавои хушк, кам абрнокй ва давомнокии рузҳои офтобй хос аст. Давомнокии рузҳои офтобй дар як сол 2100-3166 соат ва шумораи рузҳои офтобй ба 280-330 руз дар як сол баробар аст [7,8]. Тибқи [9-11] давомнокии умумии нурҳои офтоб аз руи натичаҳои ченкунии баъзе стансияҳои обуҳавошиносй чунин аст:

- стансияи обухавошиносии «Дехавз» -2097 соат дар як сол (дар болооби дарёи Зарафшон дар баландии 2500 м);
  - стансияи обухавошиносии «Пиряхи Федченко» 2116 соат дар як сол (дар баландии 4169 м);
  - стансияи обухавошиносии «Панч» 3029 соат дар як сол (дар чануби чумхурй);
  - стансияи обухавошиносии «Карокул» 3166 соат дар як сол (дар шарки чумхурй дар Мурғоб).

Ин минтакахо барои истифодаи энергияи офтоб бештар мувофиканд.

Тибқи маълумоти баъзе стансияҳои обуҳавошиносии ҷумҳурӣ шумораи рӯзҳои бе офтоб дар ҳудуди Ҷумҳурӣ дар як сол тақрибан 30-60 рӯзро ташкил медиҳад [12].

Ба гуфтаи мутахассисони ин соҳа, шиддати радиатсияи офтобӣ дар аксари манотиқи кишвар то ба 1000 Вт/м² ва миқдори солонаи радиатсияи офтоб аз 2000 кВт/м² мегузарад.

Дар ин чо қимати миёнаи шуоъҳои офтобӣ 700—800 Вт/м² ҳисоб карда мешавад. Қайд кардан мумкин аст, ки ин нисбат ба арзи миёнаи Аврупои, ки энергияи офтоб ба таврӣ васеъ истифода мешавад, ду баробар зиёд аст [13].

Бо истифода аз энергияи офтобии дастрас дар Чумхурии Точикистон мо метавонем то 10-20 % талаботи чумхуриро бо энергияи электрикй таъмин намоем. Тибки хисобхои пешакй, иктидори радиатсияи офтобй дар Чумхурии Точикистон 25 миллиард кВт/соатро ташкил медихад. [12-15]. Аз нуктаи назари мутахассисони ин

соҳа дар давоми 10 моҳ 60-80 фоизи талаботи аҳолии ҷумҳуриро бо энергияи офтоб таъмин кардан мумкин аст. Тибқи ҳисоб мутобиқ ба сузишвории шартй ин қариб 400 ҳазор тонна сузишвории шартиро ташкил медиҳад, ки ин ба 460 миллион м³ газ ё 528 ҳазор тонна мазут баробар аст [9]. Дар асоси параметрҳои яклухт нишондодҳои шиддатнокии радиатсияи мустақими офтобй аз 10,3 кВт/м² (июн-июл) то 5,9 кВт/м² (декабр-январ) ҳисоб карда мешавад [8]. Дар нуқтаҳои асосии аҳолинишини ҷумҳурй радиатсияи умумии моҳонаи офтоб қариб 200 Вт/м² - ро ташкил медиҳад.

Дар шароити баландкуҳ ба ғайр аз астроиқлим ва мавҷудияти абрҳо, давомнокии нури офтоб аз дараҷаи миқдори равшании нишебиҳо ва сатҳи пушидашавй ва доираи уфуқии пуштаҳои атроф низ вобаста аст. Дар водиҳои маҳдуд, нишебиҳо ва ҷариҳо шумораи соатҳои нури офтоб афтанда, кам мешавад. Дар фасли баҳор нисбат ба сатҳи уфуқӣ, нишебиҳои шимолӣ, ки нишебиашон 10° ва 30° аст, мутаносибан 10 - 15 ва 15-20% камтар нурҳои офтобро мегиранд. Дар мавсими тобистон паҳншавии радиатсияи умумӣ ба фазои уфуқӣ ба ҳеҷ ваҷҳ фарқ намекунад. Ба гуфтаи коршиносон, қимати миёнаи шабонарузии радиатсияи назариявии офтоб барои Тоҷикистон дар як рузи соф 228 Вт/м² аст. Ин маълумотҳо бо мушоҳидаҳои бевоситаи стансияҳои обуҳавосанҷӣ комилан мувофиқат мекунанд (ҷадвали 1).

**Чадвали 1** - Радиатсияи офтоби дар нуктахои асосии ахолинишини **Ч**умхурии Точикистон (тибки маълумотхои стансияхои обухавосанчи)

		етипенидон обудивоеин (н)										
Бузургӣ		Моххо										
$BT/M^2$	1	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12										
Мин.	80	114	153	209	275	326	322	290	232	164	100	65
Миёна	87,2	121,6	160,4	225,1	280,9	330,7	328,9	294,1	244,1	167,4	110	75,6
Макс	96	137	187	320	304	350	340	305	258	172	114	86

#### Хисоб ва тахлили захирахои энергияи офтобии Чумхурии Точикистон

Қимати миёнаи қувваи нурҳои офтобӣ тибқи ҷадвали 1 202,2 Вт/м² мебошад. Тавре дар боло зикр гардид, ки масоҳати Ҷумҳурии Тоҷикистон ба 141,4 ҳазор километри мураббаъ баробар буда, иқтидори умумии солонаи он 28934820 МВт мебошад. Бо дарназардошти он, ки истифодаи энергияи офтоб танҳо дар минтақаҳое, ки сокинон иқомат доранд ва он ҳамагӣ 7 фоизи ҳудуди Ҷумҳуриро (93 фоиз)-ро ташкил медиҳад, захираҳои умумии нерӯи офтобӣ дар Ҷумҳурӣ чунин мебошанд:

 $28591080 \cdot 0.07 = 2001375.6 \,\mathrm{MBT}$ 

Қимати дарёфтгардидаи радиатсияи офтоб барои ҳолате мебошад, ки дар тамоми сол рӯзҳо офтоби мебошанд. Дар воқеъ, тавре пештар қайд карда будем, давомнокии солонаи нури офтоб дар қаламрави Ҷумҳурӣ дар як сол аз 2100 то 3166 соатро ташкил медиҳад. Қабул мекунем, ки шумораи умумии рӯзҳои офтоби дар як сол 90% аст, мо иқтидори умумии эҳтимолии энергияи офтобиро барои Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳисоб менамоем:

#### $2001375,6 \cdot 0,9 = 1801238,04 \text{ MBT}$

Аз нуқтаи назари техникй, панелҳои офтобй метавонанд танҳо дар як минтақаи хурд ҷойгир карда шаванд ва майдони чунин батареяҳо барои як нафар истиқоматкунанда ба 2 м² баробар хоҳад буд. Чи тавре ки дар боло қайд карда шуд, аҳолии ҷумҳурй 10 миллиону 78 ҳазор нафарро ташкил медиҳад. Бо назардошти он ки шумораи руҳҳои офтобй дар ҷумҳурй ба ҳисоби миёна солона 90 % - ро ташкил медиҳад, иқтидори умумии ба ин ҳудуд мувофиқро ба даст меоварем:

202,2 Bт/м $2 \cdot 2$ м2/одам · 10,0784 миллион нафар · 0,9=3668,13 MBт

Бояд ба назар гирифт, ки ҳангоми бевосита ба энергияи электрикй табдил додани энергияи офтоб, тавоной дар баромад кам мешавад. Агар қабул намоем, ки дар батареяҳои офтобй кристаллҳое, ки қабулкунандаи фотон буда, коэффитсиенти кори муфидашон 0,16 % ё ба ҳамин монанд истифода мешаванд, пас иқтидори техникии энергияи офтобии дар ҷумҳурй ҳосилшаванда ба ин баробар аст:

$$3668,13 \cdot 0,16 = 586,90 \text{ MBT}$$

Энергияи офтобй дар мамлакат бо гидроэнергетика рақобат карда наметавонад. Арзиши хоси сохтмони нерўгохи барки обй дар Точикистон худуди 1000 доллар/кВт, тарифаш 2,8 сент.кВт·соатро ташкил медихад [16]. Дар хамин хол, арзиши хоси як нерўгохи офтобй бо иктидори 1000 МВт, ки имрўз дар Чин, дар дашти Ордо, ки дорои радиатсияи баланди офтоб сохта мешавад, ба 2500 доллар/кВт баробар буда, тарифи пешбинишуда 18,8÷20 сенти ИМА барои як кВт·соат мебошад [9].

Дар чумхурй дар давраи тирамоху зимистон (моххои ноябр - феврал) аз сабаби кам шудани чоришавии об дар дарёхо ва кам шудани истехсоли энергияи электрикй махдудияти истифодаи энергияи электрикй чори карда мешавад. Дар асоси ин ва дар чунин шароит иктидори энергияи офтобй, пеш аз ҳама, маҳз дар давраи тирамоху зимистон (ноябр - феврал) талаб карда мешавад. Аз ин чо бармеояд, ки иктидори аз чиҳати иктисодй самаранокии энергияи офтобй дар кишвар чунин аст:

586,9.0,365 = 214,22 MBT

214,22 МВт-ро метавон такрибан бо неругохи барки обии Сангтуда - 2 мукоиса кард. Дар шароити Точикистон зиёда аз 120 адад хамин гуна неругоххои электрикии оби сохтан мумкин аст. Дар натичаи ин тахлил

гуфтан мумкин аст, ки дар боло қайд карда шуд, энергияи офтоби дар Ҷумҳурии Тоҷикистон имрӯз тадбиқи калони саноати надорад.

Агар захираҳои энергияи офтобиро дар ҷумҳурӣ ба тоннаи сузишвории шартӣ (т.с.ш.) гузаронем, шакли зеринро дарёфт менамоем:

- иқтидори умумй -1801238,04 MBт =4737,25 млн т.с.ш./сол;
- иқтидори техникй 586,90 MBт = 1,54 млн т.с.ш.ше/сол;
- иқтидори аз чиҳати иқтисодӣ имконпазир 214,22 МВт = 0,564 млн. т.с.ш/сол.

Таҳлили дар боло овардашуда ба табдили бевоситаи энергияи офтоб ба энергияи электрикӣ даҳл дорад. Истифодаи энергияи офтоб барои баҳши иҷтимоию маишӣ, барои гарм кардан ва бо оби гарм таъмин намудани он наҳши муҳим дорад.

Агар иқтидори энергияи офтобии дар боло зикргардидаро дар Чумхурии Точикистон (барои истифода дар саноати энергетикаи электрикй гирифта шудааст) ба энергияи гармй табдил дихем, қиматҳои зеринро дарёфт менамоем: қабул мекунем, ки 1 кВт⋅соат = 860 Ккал.

- иқтидори умумй 13732,94 млн. Гкал/сол.
- иқтидори техникй -3,763 млн Гкал/сол.
- иқтидори аз чихати иқтисодй самаранок 1,37 миллион Гкал/сол.

Дар Чумхурии Точикистон ба ғайр аз истифодаи энергияи офтоб дар тачхизоти фотоэлектрикй, инчунин технологияи ба энергияи гармй табдил додани энергияи офтоб низ сахми калон дорад. Истехсоли чунин дастгоххо аз истифодаи маводи махалй бо чалби ширкатхои саноатии махаллй ва инфрасохтор имконпазир мебошад. Инчунин тачхизоти обгармкунандаи офтобй метавонанд барои истехсоли оби гарм ва гармй, барои таъмини оби гарм дар бинохои истикоматй, хонахои истирохатй, мехмонхонахо, хамомхо дар бустонсаройхои тобистона, дар дехот ва гармхонахо васеъ истифода шаванд.

Ширкатҳои сайёҳии байналмиллалӣ ба таъминоти мустақили барқ бо истифода аз дастгоҳҳои фотоэлектрикӣ мунтазам таваҷҷӯҳ зоҳир мекунанд [17]. Бо ин мақсад дар равандҳои технологӣ чорӣ намудани ин дар Ҷумҳурӣ ашёи хом, базаи зарурии истеҳсолӣ ва илмӣ мавҷуд аст.

Дар алоқамандй бо ин мушкилй Ҷамъияти сахомии кушодаи «Системавтоматика», ки зиёда аз 20 сол боз бо ҳамгироии қарорҳои муосири технологй сару кор дорад ва дар қаламрави Тоҷикистон ба технологияҳои муосир дастрасй дорад, бо олимон ва мутахассисони варзидаи худ дар атрофи ин мушкилй фаъолият карда истодааст.

Кормандони ин ширкат барои рушди инфрасохтор дар саросари кишвар корхои илмй-таҳқиқотй ва сохтмониро анчом медиханд.

Аз чониби ЧСК «Системавтоматика» дар Чумхурии Точикистон неругоххои баркии офтобӣ, аз қабили Маркази миллии тиббии «Қараболо» бо иқтидори муқаррашудаи - 120 кВт, таваллудхонаи №1 - 40 кВт, Осоишгоҳи ЧДММ. «Баҳористон» тавоноии - 30 кВт сохта ба истифода дода шуданд. Иқтидори умумии онҳо зиёда аз 500 кВт мебошад.

Дар асоси тахкикотхои дар боло овардашуда ба чунин хулоса омадан мумкин аст, ки Ҷумхурии Точикистон барои рушди энергетикаи офтобй имкониятхои калон дорад. Бо истифода аз ин иктидорхо Ҷумхурии Точикистон на танхо ба бехтар намудани таъминоти энергия ба ахолй, балки ба баланд шудани дарачаи некуахволии онхо, махсусан сокинони нохияхои дурдасти кухсори чумхурй хисса гузошта метавонад.

Муқарриз: Мирзозода Б.М. — н.и.т., дотсент, мудири қафедраи химояи релей ва автоматикунонии шабақахои энергетиқй.

#### Адабиёт

- 1. Электронный ресурс]: https://ru.wikipedia.org/wiki/ Таджикистан.
- 2. Статистический ежегодник Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан-2023, 419 с.
- 3. Таджикистан: Ускорение прогресса в достижении ЦРТ путем улучшения доступа к энергосбережению (UNDP). Душанбе -2010, -58 с.
- 4. Закон Республики Таджикистан «Об использовании возобновляемых источников энергии» от 12 января 2010 года № 587.
  - 5. Ларан Э. Нефть-М., 2008. 432 с.
- 6. Приказ Агентство по стандартизации, метрологии, сертификации и торговой инспекции при Правительство Республики Таджикистан (Таджикстандарт) «Об утверждении проектов национальных стандартов Республики Таджикистан», от 1 сентября 2010 г. № 07.
- 7. Galaktion V.Shvedov., Sirojiddin R.Chorshanbiev., Ekaterina V. Shvetsova., Khurshed B. Nazirov. «Impact of Solar Generation Connected to 0.4 kV Grid on the Power losses and the Shape Factor of Load Curve», IEEE Saint Peterburg, Russia Young Researchaers in Electrical and Electronic Engineering Con. (EIConRus), 2018. pp. 781-784.
- 8. Сулейман С.Ш. О зависимости солнечного излучения от географических факторов местности. / Гелиотехника.1985-№5,-с 68-71.
- 9. Киргизов А. К. «Развитие и оптимизация режимов электроэнергетической системы с распределенными возобновляемыми источниками энергии методами искусственного интеллекта (на примере Республики Таджикистан)»: дис....канд.техн.наук: спец. 05.14.02 / Киргизов Алифбек Киргизович. Н., 2017. 178 с.

- 10. Сирожев Б. Развитие электроэнергетики Таджикистана.- Душанбе: Ирфон, 1984. 110 с.
- 11. Лавриненко П.Н., Кабилов З.А. Возможности использования солнечной энергии в Таджикистане.-Обзор инф.-Душанбе, 1980. 50 с.
- 12. Кабутов К. Возобновляемые источники энергии проблемы и перспективы использования в Таджикистане/ К.Кабутов// Материалы международной конференции. «Хартия» Земли и устойчивое развитие Таджикистана» Душанбе , -2011.- 75-81 с.
- 13. Ахмедов Х.М., Каримов Х.С., Кабутов К. Возобновляемы источники энергии в Таджикистане: состояние и перспективы развития./ Физико- Технический институт им.С.У.Умарова Академии наук Республики Таджикистан.-Доклад- Душанбе:-2010. 30 с.
- 14. Khurshed B. Nazirov., Galaktion V.Shvedov., Sirojiddin R.Chorshanbiev., Shokhin D. Dzhuraev.« Study of the Operating Modes of the 0.4 kV Main Distribution Network, in Dushanbe city of the Republic of Tajikistan, with Distributed Solar Generation for Power Losses and Power Quality Estimation», IEEE Saint Peterburg, Russia Young Researchaers in Electrical and Electronic Engineering Con.(EIConRus), 2018. pp. 743-747.
- 15. Г.В.Шведов, С.Р.Чоршанбиев, Й.А.Морсин. «Влияние распределенной солнечной генерации на потери электроэнергии в электрических сетях»,/ материалы VIII международной молодежной научно технической конференции «Электроэнергетика глазами молодежи 2017», г. Самара, 02-06 октября 2017 г., В 3 т. Т.2. . С. 125 128.
- 16. Прейскурсант №09-01-2023 « Тарифы н электрическую и тепловую энергию». Открытая Акционерная Холдинговая Компания (ОАХК) «Барки Точик»- Душанбе, 2023.- 45 с.
- 17. Bukarica, V. United nations development programme Tajikistan: Energy efficiency master plan for Tajikistan/V.Bukarica, Morvaj, S.Robic// Dushanbe, 2011, -73p.
  - 18. Открытое Акционерное Общество "Системавтоматика" [электронный ресурс]: http://systemavto.tj.
- 19. Презентация Герерального директора Открытое Акционерное Общество "Системавтоматика", Глава Ассоциации возобновляемой энергии Таджикистана, Умархон Мадвалиева на тему: «Испольование возобновляемых источников энергии в Республики Таджикистан на примере проектов реализованных ОАО «Системаавтоматика»». З декабря 2013 г. Душанбе.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

AUTHORS								
TJ	RU	EN						
Ниёзй Сирочиддин Рачаббоқй	Ниёзи Сироджиддин Раджаббоки	Niyozi Sirojiddin Rajabboqi						
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor						
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi						
	e. mail: <u>niyozi@maorif.tj</u>							
TJ	RU	EN						
Чамолзода Бехрузи Саъдонхуча	Джамолзода Бехрузи Саъдонхуджа	Jamolzoda Behruzi Sadonkhuja						
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor TTU named after Academician M.S.						
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени академика М.С. Осими	Osimi						
	e. mail: Jamolzoda behruz@mail.ru							
TJ	RU	EN						
Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Ismoilov Firdavs Olimshoevich						
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor						
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi						
	e. mail: ismoilovFO@yandex.com							
TJ	RU	EN						
Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Gulmurodzoda Saiyod Gulmurod						
н.и.т	К.Т.Н	Candidate of technical sciences, associate professor						
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi						
401	e. mail: jononaev.87@mail.ru							
IJ	RU	EN Said-ada Khashdil Said						
Саидзода Хушдил Саид н.и.т	Саидзода Хушдил Саид к.т.н	Saidzoda Khushdil Said Candidate of technical sciences, associate professor						
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi						
	e. mail: khushdil.sangov@mail.ru							

УДК 621.311

# АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ДЛЯ ПРЕДИКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Дж.С. Ахьеев¹, М.Х. Сафаралиев², Дж.Б. Рахимзода¹, У.У. Косимов¹, Ш.А. Бобозода¹

<sup>1</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

<sup>2</sup>Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

В настоящее время все большее значение приобретает диагностика текущего технического состояния высоковольтного оборудования в энергосистемах. Это позволяет более точно оценить реальное техническое состояние энергетического оборудования с выводом его в ремонт по результатам диагностики. В данной работе представлен сравнительный анализ экспертных оценок с использованием среднего арифметического и медианных значений экспертных оценок. В работе рассматриваются три подхода: метод средних арифметических оценок, метод медианных оценок, основанный на методе медианы Кемени, и аналитический иерархический процесс Саати. Рассмотренные методы позволяют очень быстро принимать решения по эксплуатации энергетического оборудования.

Ключевые слова: текущая диагностика; экспертная оценка; системность; медиана Кемени; процесс анализа иерархий

# ТАХЛИЛИ УСУЛХОИ МАТЕМАТИКИИ АРЗЕБИИ ИНТЕГРАЛИИ ЭКСПЕРТЙ БАРОИ ТАШХИСИ ПЕШГЎИИ ТАЧХИЗОТИ БАРКЙ

#### Ч.С. Ахьеев, М.Х. Сафаралиев, Ч.Б. Рахимзода, У.У. Косимов, Ш.А. Бобозода

Дар айни замон ташхиси холати техникии хозираи тачхизоти баландшиддат дар системахои энергетикй ахамияти бештар пайдо мекунад. Ин имкон медихад, ки холати вокеии техникии тачхизоти энергетикй бо таъмири он аз руи натичахои ташхис дакиктар арзёби карда шавад. Дар ин кор тахлили мукоисавии арзёбихои экспертй бо истифода аз арзишхои миенаи арифметикй ва миёнаи арзёбихои экспертй пешниход карда шудааст. Дар кор се равиш баррасй карда мешавад: усули баходихии миенаи арифметикй, усули баходихии медианй, ки ба усули Медианаи Кемени асос ёфтааст ва раванди иерархии тахлилии Саати. Усулхои баррасишуда имкон медиханд, ки карорхои истифодаи тачхизоти энергетикй хеле зуд кабул карда шаванд.

Калимахои калиди: ташхиси чори; арзёбии коршиносон; систематики; Медианаи Кемени; раванди тахлили иерархияхо.

# ANALYSIS OF MATHEMATICAL METHODS OF INTEGRATED EXPERT ASSESSMENT FOR PREDICTIVE DIAGNOSTICS OF ELECTRICAL EQUIPMENT

#### J.S. Ahyoev, M.Kh. Safaraliev, J.B. Rahimzoda, U.U. Kosimov, Sh.A. Bobozoda

Currently, diagnostics of the current technical condition of high-voltage equipment in power systems is becoming increasingly important. This makes it possible to more accurately assess the actual technical condition of the power equipment with its withdrawal for repair based on the results of diagnostics. This paper presents a comparative analysis of expert estimates using the arithmetic mean and median values of expert estimates. The paper considers three approaches: the method of arithmetic averages, the method of median estimates based on the Kemeny median method, and the analytical hierarchical Saati process. The considered methods make it possible to make decisions on the operation of power equipment very quickly.

Keywords: current diagnostics; expert assessment; consistency; Kemeni median; hierarchy analysis process

#### Введение

Развитие энергосистем и повышение требований к качеству их функционирования в значительной степени определяется техническим состоянием энергетического оборудования и уровнем его эксплуатации. В настоящее время предприятия по передаче и распределению электроэнергии часто сталкиваются с проблемами, связанными с реформированием отрасли, ужесточением требований, растущими запросами потребителей и ужесточением требований к надежности систем. При этом электроэнергетические компании должны обеспечить экономическую эффективность своих затрат и полное использование вложенных средств для повышения производительности и надежности систем [1–3].

В связи с этим оптимизация ресурса энергетического оборудования является одной из важнейших задач управления энергосистемой [4].

Плановая эксплуатация электросетевых объектов регламентируется соответствующими нормативными документами на основе системы планово-предупредительного ремонта. Техническое обслуживание и ремонт объектов электросетевого хозяйства в связи с их техническим состоянием повышает требования к методам и моделям планирования [5,6].

Решение задачи оценки технического состояния оборудования электрических сетей во многом связано с внедрением эффективных методов контроля и технического мониторинга энергетического оборудования, что требуется для поддержания оптимального состояния и работоспособности энергосистем и оборудования [7]. Внедряя передовые решения по диагностике и мониторингу, операторы электростанций могут повысить эффективность работы с минимизацией незапланированных простоев и затрат на техническое обслуживание [8–11].

Раннее обнаружение и диагностика отказов позволяет повысить надежность и эффективность процессов генерации, передачи и распределения электроэнергии, а также предотвратить потенциально

катастрофические отказы и длительные остановки на техническое обслуживание, вызванные работой в деградированных условиях [12].

Система диагностики показала высокую эффективность в решении задач раннего выявления дефектов высоковольтного энергетического оборудования, прогнозирования развития дефектов и оценки их опасности, определения объемов ремонтно-восстановительных работ, оптимизации технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования [13].

Передача электроэнергии включает в себя следующие этапы: преобразование напряжения с шин электростанции до уровня, соответствующего критериям экономической целесообразности, передача мощности на центры нагрузки, преобразование мощности в номинальное напряжение потребителей электроэнергии. Передача электроэнергии осуществляется по электрическим сетям энергосистемы к центрам нагрузки, как правило, по воздушным линиям [14].

В процессе диагностики текущего технического состояния энергетического оборудования на основе экспертных оценок эксперт, как правило, имеет дело с лингвистическими переменными. Следовательно, необходимо определить запас, при котором силовое оборудование должно быть немедленно снято для ремонта или оставлено в эксплуатации с более частым контролем. Процесс оцифровки полученных данных обеспечивает численные оценки. На основании этих численных оценок лицо, принимающее решения, может принять решение о дальнейшей эксплуатации энергетического оборудования, его выводе в ремонт или замене. В то же время обнаруженный дефект может быть симптомом неисправности, что косвенно указывает на неисправный элемент. Поэтому неисправную ситуацию следует изучать как единое целое с поиском возможных альтернатив [15—17].

Принятие решения – это процесс накопления данных, анализа информации об объекте и выбора оптимального решения из нескольких возможных вариантов. Принятие решения на основе экспертных оценок может быть принято после осмотра энергетического оборудования и выявления симптомов отказа [18–20].

Можно ввести термин «оценка текущего технического состояния» [21]. Он подразумевает сбор данных с эксплуатируемого трансформаторного оборудования и анализ этой информации для получения определенного вывода о техническом состоянии оборудования [22]. Такая диагностика проводится после осмотра энергетического оборудования и выявления симптомов отказа [23–25].

Современная энергосистема характеризуется высокой мощностью, высоким напряжением, интеллектуальностью, высокой надежностью и устойчивым развитием на основе возобновляемых источников энергии [26]. Значительное увеличение рабочего напряжения предъявляет повышенные требования к изоляции силового оборудования [18,19]. Поэтому контроль и оценка условий изоляции становится все более важным. Интеллектуальная энергосистема в первую очередь базируется на интеллектуальном энергетическом оборудовании, которое характеризуется высокой эффективностью и надежностью. Поэтому для достижения более высокого уровня интеллектуальности энергетического оборудования оно должно точно контролироваться и быстро диагностироваться.

Интеллектуальная сеть — это высокоинтеллектуальная и широко распределенная сеть, состоящая из передовых технологий мониторинга, высокопроизводительных электронных устройств, более надежных информационных технологий и коммуникационных технологий [23, 25]. Внедрение в энергосистему различных электронных устройств (таких как выпрямитель, частотно-регулируемый привод или тиристор) может привести к возникновению более сложных гармоник, отличающихся от существующих сигналов, и, следовательно, к ускоренному старению изоляции, перегреву силового оборудования и сокращению срока службы силового оборудования.

Выявленные источники свидетельствуют о том, что на сегодняшний день существует значительный пробел в данной области исследований, за исключением примитивного подхода, основанного на среднем арифметическом, в результате чего целью данной работы является математическое обоснование нового направления, которое характеризуется как прогностическая диагностика. Авторами проведено исследование реальных рекомендаций по использованию статистических методов анализа экспертных оценок в зависимости от текущего технического состояния энергетического оборудования. Основная мотивация к работе обусловлена желанием и необходимостью снижения финансовых и материальных затрат, а также затрат на измерительные автоматизированные диагностические системы в целом, которые в настоящее время могут составлять до 30% от стоимости самого электрооборудования. Для достижения поставленной цели был проведен сравнительный анализ трех математических методов комплексной оценки мнений группы экспертов: среднего арифметического, медианы Кемени и попарного сравнения по Саати.

Структура работы включает введение и методологию интегральной оценки экспертных мнений на основе трех подходов, а именно:

- Среднее арифметическое;

- Медиана Кемени (как медиана с точки зрения теории вероятностей и математической статистики более корректно отражает свойство статистической совокупности);
- Попарное сравнение экспертных оценок по методу Саати, включающему результаты экспертных суждений нескольких экспертов для диагностики текущего состояния электрооборудования, а также обсуждение результатов, заключение и список литературы.

#### Методы исследования

В настоящее время прогностическая диагностика и контроль разрабатываются с соответствующим обоснованием. Они основаны на прогнозе, который в некоторых случаях является определяющим для принятия решений. Обработка экспертных заключений называется методом экспертных оценок, при котором экспертные мнения выражаются в качественной и количественной формах. При анализе экспертных мнений могут использоваться различные статистические методы, при этом основными широко применяемыми методами математической обработки экспертных оценок можно выделить следующие: проверка согласованности экспертных мнений и усреднение экспертных мнений внутри непротиворечивой группы.

Процесс экспертной оценки осуществлялся путем формирования экспертной группы. Затем будет проведен экспертный опрос и получение количественных оценок [26]. Далее будет проведена статистическая обработка результатов и определение согласованности мнений.

В соответствии с общенаучной концепцией устойчивости, которая рекомендует использовать разные методы обработки одних и тех же данных с целью нахождения выводов, полученных одновременно разными методами, целесообразно использовать одновременно два метода, такие как метод стандартного отклонения и метод медианы Кемени.

Оценка согласованности экспертных заключений на основе метода стандартного отклонения

Если количество экспертов в группе равно (i = 1, 2, ..., n) и количество оцениваемых факторов равно (j = 1, 2, ..., m), то можно выполнить оценку непротиворечивости.

Математическое ожидание вычисления ј-го фактора равно

$$M(x_j) = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}}{n} \tag{1}$$

где  $x_{ii}$  — оценка i-го эксперта по j-му фактору и n — количество экспертов.

Дисперсия вычисления для ј-го множителя вычисляется по формуле

$$D(x_j) = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_{ij} - M(x_j))^2}{n-1}$$
 (2)

Стандартное отклонение вычисления для ј-го множителя равно

$$\sigma(x_j) = \sqrt{D(x_j)} \tag{3}$$

Коэффициент согласованности для оценки согласованности всех экспертов (i=1, 2, ..., n) для каждого коэффициента (j=1, 2, ..., m) равен

$$\mu_j = 1 - \frac{\sigma(x_j)}{M(x_j)} \tag{4}$$

Если полученный результат находится в диапазоне  $\mu j = 0,7-0,9$ , то это свидетельствует о высокой согласованности экспертов при отсутствии сговора между ними.

Блок-схема процесса описания этапов предлагаемого метода приведена на рисунке 1.

В качестве исходных данных использовались экспертные оценки в виде нечетких причинноследственных связей. Данные оценки представляют собой субъективную вероятность развития дефекта в энергетическом оборудовании в случае отклонения контролируемых параметров от нормативных значений.

Симптомы и параметры дефектов приведены ниже, где *Xi* — симптом, а *Yi* — контролируемый параметр.

 $\dot{X}1$  — непрерывное прерывание сквозного тока короткого замыкания на стороне низкого напряжения трансформатора;

X2—недостаточная электродинамическая прочность обмоток к токам короткого замыкания;

Х3—отказ системы охлаждения;

X4—снижение механической прочности изоляции;

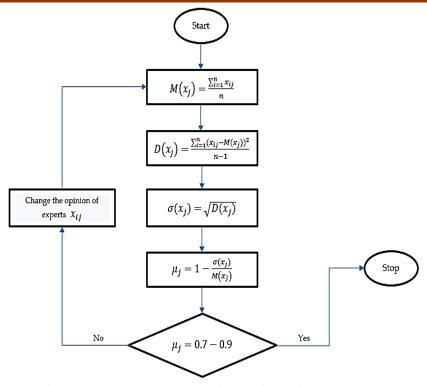
*Y1*—перегрев обмотки;

Y2 — деформация обмотки;

ҮЗ—увлажнение и загрязнение изоляции обмоток;

Y4 — износ изоляции обмотки.

Исходная информация сведена в таблицу 1.



**Рисунок 1** – Блок-схема процесса методом среднеквадратичного отклонения Таблица 1 – Причины и неисправности обмоток трансформатора.

Причины X1X2Х3 *X*4 *Y1* 0,9 0,5 0,8 0,3 Дефекты *Y*2 0,6 0,5 0,3 0,7 *Y3* 0,4 0,3 0,8 0,7 *Y4* 0,7 0,6 0,4 0,6

Для экспериментальных результатов была отобрана группа компетентных специалистов-практиков, связанных с эксплуатацией электроэнергетических систем и систем электроснабжения, в возрасте от 29 до 53 лет со стажем работы от 7 до 28 лет.

В качестве сравнения рассматривались шесть и девять экспертов. В таблице 2 приведены экспертные оценки по четырем причинам X1, X2, X3 и X4 и их согласованность по второму параметру Y2.

Таблица 2 – Экспертные оценки по второму параметру.

Y2	XI	X2	X3	X4
Эксперты				
1	1,0	0,8	0,3	0,7
2	0,9	0,7	0,4	0,5
3	0,6	0,5	0,3	0,7
4	1,0	0,6	0,5	0,8
5	0,9	0,5	0,4	0,7
6	0,7	0,8	0,5	0,5
7	0,9	0,8	0,3	0,7
8	0,7	0,6	0,5	0,5
9	0,8	0,7	0,8	
	Согл	асованность для Ү	2	
		6 экспертов		
$\mu_j$	0,807	0,788	0,776	0,811
		9 экспертов	·	·
$\mu_j$	0,830	0,839	0,783	0,812

Коэффициенты согласованности для параметра *Y2* соответствуют рекомендуемому уровню согласованности и находятся в диапазоне 0,7–0,9. Аналогичным образом определялась согласованность экспертных мнений по другим параметрам *Y1*, *Y3* и *Y4*.

В практической психологии считается, что не более 20% решений могут быть ошибочными. Иными словами, не менее 80% решений должны быть правильными. Относительная погрешность почти всегда подчиняется нормальному закону распределения. То есть все достоверные решения попадают в диапазон  $\pm$  3 $\sigma$  (где  $\sigma$  — стандартная ошибка) с вероятностью 0,997. Таким образом, приняв коэффициент непротиворечивости (CR) 0,8  $\pm$  0,1 = 0,7–0,9, мы получаем, с указанной выше вероятностью, область надежных решений при условии, что  $\pm$ 0,1 эквивалентно отклонению  $\pm$ 3 $\sigma$ .

#### Оценка согласованности экспертных заключений на основе метода медианы Кемени

Использование медианы Кемени основано на вводе метрики в множество экспертных мнений с аксиоматическим вводом расстояния между элементами в наборе экспертных мнений. В данном случае важно, как представлены заданные мнения, поскольку это определяет сложность проблемы.

Каждая матрица попарных сравнений представлена элементом из множества экспертных мнений *P*. С другой стороны, если ввести метрику и поместить в пространство элементы P-множества, то элементы будут представлены точками в этом пространстве, что схематически проиллюстрировано на рисунке 2.

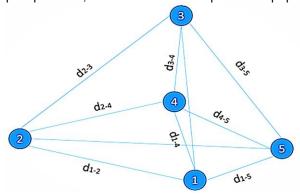


Рисунок 2 – Пространство экспертных мнений

Таким образом, медиана Кемени может быть определена как элемент множества P, имеющий наименьшее расстояние до других элементов. Математически это наименьшая сумма расстояний от неподвижного элемента множества P до других элементов этого множества:

$$M^*(P_1, ..., P_m) = \arg\min \sum_{i=1}^m d(P, P_i)$$
 (5)

Согласованность экспертных мнений с использованием медианы Кемени предлагается оценивать по следующей формуле, где сначала должен быть определен индекс несогласованности (II):

$$II = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^{m} \frac{\sum_{i=1}^{n-1} |C_{ik} - C_{kk}|}{m}$$
 (6)

где n — количество экспертов; m — количество симптомов; i — текущий номер эксперта; k — текущий номер симптома; Cik — оценка i-го эксперта по k-му симптому; u Ckk — оценка эксперта по методу медианы Кемени для k-го симптома.

Затем коэффициент согласованности определяется следующим образом:

$$CR = 1 - II. (7)$$

Согласованными считаются оценки в диапазоне от 0,9 ≤ *CR* <1, при этом согласованность по всей экспертизе определяется с помощью медианы Кемени.

Результаты расчета медианы Кемени и оценки согласованности для второго параметра *Y2* представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Кемени медианы между мнением одного эксперта по отношению к другим по второму параметру для 6

		3KCII	сртов.			
Экспертов	1	2	3	4	5	6
Сумма расстояний	2,9	2,7	3,5	3,1	3,0	3,5

Таблица 4 – Кемены медианы между мнением одного эксперта по отношению к другим по второму параметру для 9

экспертов.									
Экспертов	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сумма расстояний	2,1	0,6	4,2	3,0	0,3	0,6	1,2	2,4	1,2

По второму параметру медиана между 6 экспертами – это мнение эксперта №2, а медиана между 9 экспертами – это мнение эксперта №5. Коэффициент согласованности приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Коэффициент согласованности (СП) для второго параметра Y2.

	Симптомы			
Количество экспертов	XI	X2	<i>X3</i>	X4
6 экспертов	0,945	0,955	0,970	0,955
9 экспертов	0,966	0,975	0,981	0,959

Коэффициенты согласованности для параметра Y2 соответствуют рекомендуемому уровню согласованности, находящемуся в диапазоне 0,9 ≤ CR < 1.

Проведен сравнительный анализ экспертных оценок для 9 экспертов, а также согласованность по второму параметру Y2 со значительными отклонениями мнений эксперта №1 (табл. 6 и 7).

Таблица 6 – Кемены медианы между мнениями одного эксперта по отношению к другим в случае отклонений мнений

			Oμ	цпого экс	nepra.				
Экспертов	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сумма расстояний	2,4	0,5	6,6	3,3	0,6	0,3	1,5	2,1	1,5

В случае отклонений мнений одного эксперта медианным значением является мнение эксперта №6.

Таблица 7 – Согласованность экспертных заключений с отклонениями мнений одного эксперта.

	Причины				
Y2	XI	X2	X3	X4	
	Метод стандартного отклонения				
МДЖ	0,766	0,724	0,635	0,677	
Метод медианы Кемени					
ЧР	0,963	0,966	0,972	0,963	

В исследовании показано, что медианные оценки менее подвержены искажениям со стороны отдельных выбросов оценочных мнений, так, например, при согласованности по среднеквадратичному коэффициент непротиворечивости при отклонении мнения одного из экспертов (диссидента) выходил за пределы  $\mu j = 0,6$ , что не попадает в общепринятый интервал.

Наряду с вышесказанным, экспертные оценки широко используются в сравнительном анализе, основанном на предпочтительности тех или иных решений и оцениваемых в баллах (интенсивностях значимости) по методу Саати.

#### Оценка текущего технического состояния на основе процесса анализа иерархий

На первом этапе проводятся попарные сравнения симптомов друг с другом по каждому возможному поводу. Сравнение этих симптомов осуществляется с помощью девяти степеней важности из фундаментальной шкалы Саати, где 1 - равная важность (или равнозначно предпочтительная) и 9 - чрезвычайная важность (или абсолютно предпочтительная). При сравнении элемента с самим собой мы получаем равную важность, поэтому ставим «1» на пересечении прямой А со столбцом А в позиции (А, А). Поэтому главная диагональ матрицы должна состоять из значений, равных 1. Элементы попарных сравнений располагаются над главной диагональю, а соответствующие им обратные значения - под главной диагональю. Затем мы устанавливаем соответствующие обратные значения: 1, 1/3, ..., или 1/9. После этого, используя матрицу попарных сравнений, необходимо определить вектор-столбец приоритетов (CVP) симптомов отказа по каждой возможной причине [25]. В математическом плане это означает вычисление главного собственного вектора, который после нормализации становится вектором приоритетов.

Перемножив матрицу попарных сравнений с помощью вектора-столбца приоритетов, мы получим новый вектор собственных значений. Затем мы делим первый компонент этого вектора на первый компонент вектора оценки решения, второй компонент этого компонента на второй компонент вектора оценки решения и так далее. Поэтому определяем вектор собственных значений для матрицы. Разделив сумму компонент этого вектора на число компонент, мы получим приближение к значению  $\lambda max$  (называемому максимальным или главным собственным значением), используемому для оценки непротиворечивости, представляющей пропорциональность важности. Чем ближе  $\lambda max$  к n (количеству объектов или действий в матрице), тем более согласованным будет результат. Отклонение от консистенции можно рассчитать следующим образом:

$$(\lambda_{max} - n)/(n-1) \tag{8}$$

Это значение называется индексом *согласованности* (CI). Затем, используя АНР Саати, необходимо перейти к коэффициенту *консистенции* (CR). Эта CR определяется делением CI на константу в зависимости от порядка матрицы. CR, меньший или равный 0,100, считается приемлемым.

В качестве параметров были выбраны рассмотренные выше причинно-следственные связи. Затем иерархия строилась поэтапно, от нижнего уровня к верхнему, как показано на рисунке 3, следующим образом:

Четвертый (нижний) уровень иерархии включает в себя ключевые симптомы отказов маслонаполненного силового трансформатора: Y1 - перегрев обмотки; Y2 - деформация обмотки; Y3 - увлажнение и загрязнение изоляции обмоток; и Y4 - износ изоляции обмоток.

Третий уровень включает в себя основные причины развития данных отказов: *X1* - непрерывное прерывание сквозного тока короткого замыкания на стороне низкого напряжения трансформатора; *X2* - недостаточная электродинамическая прочность обмоток к токам короткого замыкания; *X3* - отказ системы охлаждения; *X4* - снижение механической прочности обмоток.

На втором уровне иерархии представлены основные причины, влияющие на быстрый переход трансформатора в неработоспособное состояние: P1 - неисправность релейной защиты; P2 - разрушение уплотнения обсадной колонны; P3 - отсутствие ограничителя перенапряжений или его неисправность; P4 - нарушение правил эксплуатации.

Первый уровень иерархии является главной целью. Он подразумевает определение кратчайшего времени перехода трансформатора в неработоспособное состояние.

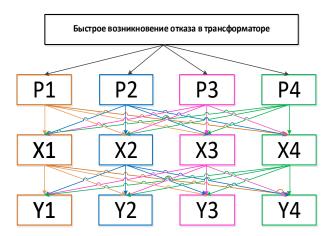


Рисунок 3 – Иерархическая модель причин и симптомов неисправности маслонаполненного трансформатора.

Расчеты проводились по каждой из четырех возможных причин, а также по другим уровням иерархии, описанным выше, на основании суждений экспертов № 5 и № 6.

С помощью процесса анализа иерархий (АНР) была составлена таблица попарных сравнений возможных симптомов неисправностей по числу возможных причин, где были вычислены векторы столбцов приоритетов (CVP), основных собственных значений ( $\lambda_{max}$ ), индекса согласованности (CR) (табл. 8).

Таблица 8 – Попарные сравнения симптомов при непрерывном прерывании сквозного тока короткого замыкания.

	Эксперт №5					
	Y1	<i>Y</i> 2	<i>Y3</i>	Y4	Ценностное предложение	
Y1	1	5	2	3	0,464	
Y2	1/5	1	1/3	1	0,106	
<i>Y3</i>	1/2	3	1	3	0,316	
Y4	1/3	1	1/3	1	0,112	
ЧР			0,021			
KE			0,019			
λтах			4,057			

Продолжение таблицы 8

Эксперт №6					
Y1	1	2	5	3	0,522
Y2	1/2	1	1	1	0,166
<i>Y3</i>	1/5	1	1	1	0,152
Y4	1/3	1	1	1	0,158
ЧР			0,034		
КЕ			0,031		
λтах			4,093		

По мнению эксперта No5, наиболее вероятным симптомом является перегрев обмотки с приоритетом 0,464. На втором месте — увлажнение и загрязнение изоляции обмоток с приоритетом 0,316. На третьем месте — износ изоляции обмоток с приоритетом 0,112. Коэффициент согласованности CR = 0,021, что ниже 0,100 и соответствует условию согласованности по процессу анализа иерархий Саати. CI = 0,019. Главное собственное значение равно  $\lambda max = 4,05$ .

По мнению эксперта No6, наиболее вероятным симптомом также является перегрев обмотки с приоритетом 0,523. На втором месте – деформация обмотки с приоритетом 0,166. На третьем месте – износ изоляции обмоток с приоритетом 0,158. Коэффициент согласованности CR = 0,021, что ниже 0,100. CI = 0,031. Главное собственное значение равно  $\lambda max$  = 4,093.

Таким образом, порядок приоритета отказа идентичен для обоих экспертов, только с разными значениями.

Для достижения основной цели необходимо произвести итоговую интегральную оценку взаимосвязи между причинами первого уровня и результирующими приоритетными оценками о возможности перехода трансформатора или другого оборудования в неработоспособное состояние. Это вызвано тем, что трансформатор, или любое другое оборудование, может иметь дефекты, но находиться в работоспособном состоянии. Для решения рассматриваемой задачи предлагается использовать умножение векторов-столбцов приоритетов со всеми иерархическими уровнями. Векторы столбцов приоритетов для каждого уровня иерархии по экспертам №5 и №6 приведены ниже в таблице 9.

		Эксперт №5		
	XI	X2	<i>X3</i>	X4
Y1	0,464	0,437	0,457	0,457
Y2	0,107	0,328	0,122	0,274
<i>Y3</i>	0,316	0,171	0,146	0,152
Y4	0,113	0,063	0,274	0,116
		Эксперт №6		
<i>Y1</i>	0,523	0,393	0,349	0,459
Y2	0,166	0,196	0,218	0,161
<i>Y3</i>	0,152	0,224	0,349	0,307
<i>Y4</i>	0,158	0,187	0,083	0,073

Таблица 9 – CVP для четвертого уровня иерархии

Результирующий столбчатый вектор влияния каждого симптома на наиболее быстрый переход трансформатора в неработоспособное состояние может быть определен путем перемножения матриц векторов столбцов приоритетов от нижнего уровня к верхнему. Получен результирующий интегральный вектор-столбец, характеризующий влияние каждого симптома на конечную цель, и показан в таблице 10.

	Гаолица 10 – целочисленный вектор-столоец.				
Эксперт №5		Эксперт №6			
Y1	0,451	<i>Y1</i>	0,435		
Y2	0,219	Y2	0,186		
<i>Y3</i>	0,105	<i>Y3</i>	0,164		
Y4	0,019	<u>Y</u> 4	0,105		

Таблица 10 – Целочисленный вектор-столбец.

Таким образом, если следовать экспертным предпочтениям Саати, то, по мнению эксперта №5, признаком отказа (дефектом), заставляющим маслонаполненный трансформатор за кратчайшее время с наибольшей вероятностью перейти в неработоспособное состояние, является перегрев обмотки с приоритетом 0,451. На втором месте — деформация обмотки с приоритетом 0,219. На третьем месте — увлажнение и загрязнение изоляции обмоток с приоритетом 0,105. По мнению эксперта №6, наиболее вероятным симптомом также является перегрев обмотки с приоритетом 0,435. На втором месте — деформация обмотки с приоритетом 0,186. На третьем месте — увлажнение и загрязнение изоляции обмоток с приоритетом 0,164.

#### Обсуждение результатов

В данной работе предложена методика определения индекса несогласованности и коэффициента согласованности по отношению к медиане Кемени, которая никогда не определялась и ранее не появлялась. Без оценки коэффициента согласованности использование медианы Кемени возможно только в социологических опросах, что снижает качество этих опросов.

Таким образом, предложенный метод оценки согласованности экспертных мнений по отношению к медиане Кемени имеет существенную новизну и дополняет общую методологию оценки согласованности

экспертных мнений, особенно для случаев, основанных на лингвистических переменных теориях нечетких множеств.

При этом важно сопоставление согласованности экспертных оценок. Сравнение согласованности экспертных мнений выполнено в данной работе с использованием следующих критериев: стандартное отклонение оценок среднего арифметического и медианных оценок на основе метода медианы Кемени. Наши исследования показали, что медианные оценки в меньшей степени подвержены искажениям от единичных выбросов суждений. Например, при оценке непротиворечивости с помощью средних арифметических коэффициент согласованности при отклонении экспертных (диссидентских) мнений превышает пределы, будучи равным  $\mu$  ј = 0,6, что выходит за пределы условного интервала согласованности  $\mu$  ј = 0,7−0,9. Кроме того, такое же отклонение оценки по второму симптому по методу медианы Кемени приводит к замене эксперта №5 на эксперта №6, который наилучшим образом представляет мнение экспертной группы. Однако согласованность мнений в целом уменьшилась, но не превысила условный интервал согласованности  $\mu$  ј = 0,7−0,9. В свою очередь, экспертные оценки возможных причин и последствий неудач, организованные по четырем уровням иерархии, несмотря на несколько отклонений на среднем уровне, показали тот же результат. Перегрев обмоток является основной причиной выходов из строя маслонаполненного силового трансформатора.

В целом анализ приведенных выше результатов показывает, что наряду с автоматизацией систем диагностики мнения и суждения квалифицированных специалистов представляют собой очень важную функцию для диагностической оценки текущего технического состояния высоковольтного оборудования и другого электрооборудования.

Однако до сих пор эти мнения в необходимой мере не могли быть представлены на строго математической основе в качестве достоверной интегральной коллективной оценки. Представление мнений в виде среднего арифметического является довольно приблизительным приближением, мало чем отличающимся от средней температуры тела пациентов в больнице. Наряду с этим, использование медианных оценок для медианы Кемени, аналогично любой медианной оценке, дает более достоверный результат. Как следует из обзора литературы, медиана Кемени ранее не использовалась в инженерных дисциплинах, в том числе в технической диагностике. Его применение ограничивалось только социологическими и экономическими дисциплинами. Таким образом, новизна и практическая значимость данной работы с учетом предложенных новых формул индекса несогласованности и коэффициента согласованности является инновационной.

Новая методика может быть применена на практике в сочетании с некоторыми, пусть и достаточно простыми, автоматизированными измерительными системами. В то же время интегральные оценки экспертных заключений являются прогнозированием возможных дефектов. Следует учитывать, что это новый раздел диагностики, а именно предиктивная диагностика, то есть диагностика по прогнозированию.

Некоторые ограничения предлагаемого метода предиктивной диагностики обусловлены подбором достаточно квалифицированных специалистов, имеющих опыт работы и высказывающих правдоподобные суждения, что компенсируется снижением финансовых затрат на автоматизированную систему, так как она не требует дополнительных затрат на выражение экспертных мнений и за счет этого, в большинстве случаев, совпадает с их служебными обязанностями.

#### Заключение

В данной работе предложены и рассмотрены методы диагностики текущего технического состояния электрооборудования по прогнозу экспертной группы (которые следует называть предиктивной диагностикой, для которой в настоящее время не выбран устойчивый математический аппарат). Основным вкладом авторов в предиктивную диагностику является достоверный выбор согласованности экспертных мнений на основе коэффициента согласованности.

Проведенные нами исследования показывают, что сравнительный анализ принятия решений, в частности предиктивная диагностика на основе оценки стандартного отклонения, медианная оценка на основе медианы Кемени и экспертные предпочтения на основе метода Саати, дали разные результаты. Решения, основанные на медиане Кемени, представляются наиболее взвешенными, так как в ней в основном выбирается мнение эксперта, которое наиболее точно отражает коллективное мнение экспертной группы, в данном случае мнение эксперта No5. В качестве метафоры можно считать, что это мнение соответствует «условному центру тяжести» экспертной группы, так как их квалификация различна, что является основанием для дачи разных экспертных заключений.

Целесообразность предложенной математической методики прогнозирования предаварийного и аварийного состояния энергетического оборудования на основе оценки влияния тех или иных дефектов позволяет существенно сократить аварийно-восстановительные работы за счет перехода от плановопредупредительного ремонта, регламентирующего обязательный ремонт на определенный период

эксплуатации энергетического оборудования, к предиктивной диагностике на основе текущего технического состояния каждого объекта.

Наряду с этим, предложенная математическая модель оценки согласованности мнений экспертов по медиане Кемени, а именно индекса несогласованности и коэффициента согласованности, может быть рекомендована для повышения достоверности результатов оценки общественных и социологических опросов. Предложенная математическая модель оценки согласованности экспертных мнений, а именно индекс согласованности и коэффициент согласованности, может быть рекомендована для повышения достоверности результатов оценки общественных и социологических опросов, где она ранее никогда не использовалась.

#### Рецензент: Джураев Ш.Дж. — қ.т.н., ст. преподаватель қафедры электроэнергетики ДФ ННУ "МЭН".

#### Литература

- 1. Orlov, A.I. *Organizational and Economic Modeling: Textbook: In 3 PartsPublishing House*; Bauman Moscow State Technical University: Moscow, Russia, 2009; p. 567
- 2. VGorsky, G.; Orlov, A.; Gritsenko, A. Method of matching clustered rankings. *Autom. Telemechanics* **2000**, *3*, 159–167.
- 3. Manusov, V.; Ahyoev, J. Technical Diagnostics of Electric Equipment with the Use of Fuzzy Logic Models. *Appl. Mech. Mater.* **2015**, 792, 324–329, https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.792.324.
- 4. Dmitriev, S.; Safaraliev, M.; Gusev, S.; Ismoil, O.; Ahyoev, J.; Khujasaidov, J.; Zicmane, I. Analysis and evaluation of experts judgements consistency during electrical equipment diagnostics. In Proceedings of the 2020 IEEE 61st Annual International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University, RTUCON, Riga, Latvia, 5–7 November 2020; doi:10.1109/RTUCON51174.2020.9316577.
- 5. Levin V M 2018 Methodological Aspects of Assessing State of HPP Transformers in Monitoring Mode XIV Int. In Proceedings of the 2018 XIV International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE), Novosibirsk, Russia, 2–6 October 2018; pp. 38–43.
- 6. Levin, V.M.; Guzhov, N.P.; A Chernenko, N.; Cheganova, N.F. Optimization of impacts parameters on the equipment of electrical networks during operation according to the technical condition. *IOP Conf. Series: Mater. Sci. Eng.* **2021**, *1089*, 012017, https://doi.org/10.1088/1757-899x/1089/1/012017.
- 7. Dmitriev, S.A.; Khalyasmaa, A.I. Power Equipment Technical State Assessment Principles. *Appl. Mech. Mater.* **2014**, 492, 531–535, https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.492.531.
- 8. Khlebtsov, A.P.; Shilin, A.N.; Rybakov, A.V.; Klyucharev, A.Y. Development of a fuzzy expert system for power transformer diagnostics. *J. Physics: Conf. Ser.* **2021**, 2091, https://doi.org/10.1088/1742-6596/2091/1/012064.
- 9. Khlebtsov, A.P.; Zaynutdinova L. K.; Shilin, A.N. Development of methods and devices for diagnostics of electric power equipment of transformer substations. *Electrotechnical complexes and systems* **2020**, *16*, 14–27 (In Russian)
- 10. Khlebtsov, A.P.; Rybakov, I.A.; Svishchev, N.D.; Shilin, A.N. Expert system for predicting the state of transformers based on fuzzy logic. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* **2020**, *976*, 012001.
- 11. Khalyasmaa, A.I.; Dmitriev, S.A.; Glushkov, D.A.; Baltin, D.A.; Babushkina, N.A. Electrical Equipment Life Cycle Monitoring. *Adv. Mater. Res.* **2014**, *1008-1009*, 536–539, https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.1008-1009.536.
- 12. Grabchak, E.P. Assessment of the technical condition of power equipment in the digital economy, Nadezhnost' ibezopasnost' energetiki. *Reliab. Saf. Energy* **2017**, *74*, 10268. (In Russian)
- 13. Kosolapov, A.B. System of Technical Diagnostics of Electrotechnical Complexes // Success of Modern Natural Science. 2005, No. 2, pp. 28–29. Available online: https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=7980 (accessed on 28 October 2022) (In Russian).
- 14. Manusov, V.Z.; Orlov, D.V.; Frolova, V.V. Diagnostics of Technical State of Modern Transformer Equipment Using the Analytic Hierarchy Process. 2018 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM),
  - 15. Moscow, Russia, 12–15 June 2018; pp. 1–6, doi: 10.1109/EEEIC.2018.8493904.
- 16. NSinyagin, N.; Afanasyev, N.; Novikov, S. System of Planned Preventive Maintenance for Power Equipment and Networks of Industrial Power Engineering; Energoatomizdat: Moscow, Russian, 1984. (In Russian)
- 17. Manusov, V.Z.; Ahyoev, D.S. Diagnosis of transformer electric equipment based on expert models with fuzzy logics. *ELEKTRO Elektrotekhnika Elektroenerg. Electrotekhnicheskayapromyshlennost* **2015**, *5*, 45–48.
- 18. Kofman, A. Introduction into the Theory of Fuzzy Sets: Translation from French-M.:RadioiSvyaz, 1982; 432p, (In Russian).
- 19. Manusov, V.Z.; Kovalenko, D.I. Fuzzy Mathematical Models of Transformer Equipment Diagnosis; Nauchnyie problemyi transporta Sibiri I Dalnego Vostoka: 2012; p. 254–257. (In Russian)
- 20. Manusov, V.Z.; Demidas, J.M. *Defect/Fault Statistics Resulting in Breakdown of Power Transformers*; Nauchnyie problem I transporta Sibiri I Dalnego Vostoka: 2009; p. 405–407. (In Russian)

- 21. Bury, H.; Wagner, D. Application of Kemeny's Median for Group Decision Support. In *Applied Decision Support with Soft Computing*. *Studies in Fuzziness and Soft Computing*; Yu, X., Kacprzyk, J., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2003; Volume 124. https://doi.org/10.1007/978-3-540-37008-6\_10
- 22. Dmitriev, S.A.; Manusov, V.Z.; Ahyoev, J.S. Diagnosing of the current technical condition of electric equipment on the basis of expert models with fuzzy logic. In Proceedings of the 2016 57th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), Riga, Latvia, 13–14 October 2016; Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.: Interlaken, Switzerland. https://doi.org/10.1109/RTUCON.2016.7763126.
- 23. Khalyasmaa, A.I.; Dmitriev, S.A.; Kokin, S.E.; Eroshenko, S.A. Fuzzy neural networks' application for substation integral state assessment. *WIT Trans. Ecol. Environ.* **2014**, *190*, 599–605. https://doi.org/10.2495/EQ140581
  - 24. Kemeny, J.; Snell, J. Cybernetic Modeling: Some Applications; Soviet Radio/Sovetskove Radio, 1972; 192p.
- 25. Ахьеев, Д. С. Диагностика технического состояния электрооборудования на основе нечетких признаков / Д. С. Ахьеев // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. − 2021. № 1(53). С. 10-14.
- 26. Диагностика технического состояния электрооборудования по методу анализа иерархий / В. З. Манусов, Д. С. Ахьеев, Д. В. Орлов, Д. Б. Рахимов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2018. № 4(44). С. 13-17.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS					
TĴ	RU	EN			
Ахьёев Цавод Саламшоевич	Ахьёев Джавод Саламшоевич	Ahyoev Javod Salamshoevich			
н.и.т. дотсент, дотсенти кафедраи	к.т.н., доцент, доцент кафедры	Can.tech.scien., Associate Professor,			
неругоххои электрикй	«Электрические станции»	Department of Power Stations			
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S.			
		Osimi			
	лефон:(+992) 55-999-10-00, E-mail: <u>Javod@</u> 1				
TJ	RU	EN			
Сафаралиев Муродбек	Сафаралиев Муродбек Холназарович	Safaraliev Murodbek Kholnazarovich			
Холназарович					
н.и.т., ходими калони илмии	к.т.н., старший научный сотрудник	PhD., senior researcher of the			
кафедраи автоматонии шабакахои	кафедры «Автоматизированные	Department of "Automated Electrical			
электрикй	электрические системы»	Systems"			
Донишгохи федералии Урал ба	УрФУимени первого Президента	UrFU named after the first President of			
номи аввалин президенти Россия	России Б. Н. Ельцина	Russia B. N. Yeltsin			
Б. Н. Ельцин					
Телефон: (	(+7) 950-564-49-67, E-mail: <u>murodbek.safaral</u>	<u>iev@urfu.ru</u>			
TJ	RU	EN			
Рахимзода Цамшед Бобомурод	Рахимзода Джамшед Бобомурод	Rahimzoda Jamshed Bobomurod			
н.и.т. дотсент, дотсенти кафедраи	к.т.н., доцент, доцент кафедры	Can.tech.scien., Associate Professor,			
неругоххои электрикй	«Электрические станции»	Department of Power Stations			
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S.			
		Osimi			
Телефо	н: (+992) 98-747-77-71, E-mail: <u>jam-rahimov</u>				
ТЈ	RU	EN			
Қосимов Улуғбек Умриевич	Косимов Улугбек Умриевич	Kosimov Ulugbek Umrievich			
н.и.т., дотсенти кафедраи химояи	к.т.н., доцент кафедры «Релейная	Can.tech.scien., Associate Professor of			
ререи ва автоматикаи ситемахои	защита и автоматизация энергосистем»	the Departments of relay protection and			
электроэнергетикй		automation of power systems			
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S.			
дтт ба номи академик м.с. Осими	1 ГУ имени академика W.C. Осими	Osimi			
Толо	Телефон:(+992) 907-37-24-24, E-mail: <u>kosimov@list.ru</u>				
TI					
Бобозода Шукруллох Абдуғафор	Бобозода Шукруллох Абдугафор	Bobozoda Shukrulloh Abdugafor			
унвончуи кафедраи неругоххои	соскатель кафедры «Электрические	Researcher of the Department of Power			
электрикй	соскатель кафедры «электрические станции»	Stations			
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S.			
дттоа номи академик м.с. Осими	113 имени академика W.C. Осими	Osimi Osimi			
Тапафон (±0	02) 037 00 30 07 E mail: shukrullohohozoda				
Телефон:(+992) 937-00-30-07, E-mail: shukrullobobozoda3@gmail.com					

УДК 621.472

# БАХОДИХИИ ИСТИФОДАБАРИИ ЭНЕРГИЯИ ОФТОБ БАРОИ ЭЛЕКТРОТАЪМИНКУНИИ ИСЕЪМОЛКУНАНДАГОНИ АВТОНОМЙ ТАВАССУТИ ТАТБИКИ КОМПЛЕКСХОИ ЭНЕРГЕТИКЙ

Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Х.С. Саидзода, Б.С. Чамолзода

Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй

Дар кори мазкур дар асоси натичахои хисобхои тадкикоти илмй имкониятхои истифодаи энергияи офтоб бо максади электротаъминкунии истеъмолкунандагони автономй ва дурдасти Чумхурии Точикистон тавассути истифодабарии комплексхои энергетикии неругохи фотоэлектрикии офтобй-неругохи баркии обии хурд (НФЭО-НБОХ) бахогузорй карда шудааст. Тачрибаи истифодабарии дастгоххои электрикй дар асоси манбаъхои баркароршавандаи энергия дар тамоми чахон нишон медихад, ки истифодаи комплексхои энергетикй дар асоси манбаъхои баркароршавандаи энергия бартарихои назаррас дорад ва аксар вакт яке аз роххои рафъи бухрони энергетикии минтакахои мушаххас ба хисоб меравад. Мукаррар карда шудааст, ки электротаъминкунии истеъмолкунандагони дурдаст бо рохи истифодабарии комплексхои энергетикй дар асоси МБЭ дар холати вучуд доштани захираи ду ва зиёда МБЭ самаранок шуда метавонад.

Дар кишвар бо вучуди зиёд будани захирахои техникй ва иктисодии энергияи офтоб ва об истифодабарии комплексхои энергетикии НФЭО-НБОХ имконпазир мебошад. Дар Чумхурии Точикистон то ин замон шумораи кофии НБОХ бунёд шудаанд ва микдори муайяни онхо то имруз хам мавриди истифода карор доранд. Дар кори мазкур дастгоххои офтобй барои илова ба НБОХ, ки алакай дар истифода карор доранд, барои истифодабарии якчоя хамчун комплексхои энергетикй пешниход карда мешавад. Вобаста ба ин, комплексхои энергетикии НФЭО-НБОХ дар кори мазкур барои шароити минтакаи баландкухи дурдасти кишвар – нохияи Мургоб зери тадкикот карор дода мешавад. Бо ин максад дар навбати аввал имкониятхои энергияи офтобро бахогузорй намуда, самаранокии истифодабарии онро дар асоси истифодабарии комплекси энергетикй муайян намудан лозим мебошад.

Калидвожахо: электротаъминкунй, комплексхои энергетикй, энергияи офтоб, манбаъхои барқароршавандаи энергия.

# ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСОВ Ф.О. Исмоилов, С.Г., Гулмуродзода, Х.С. Саидзода, Б.С. Чамолзода

В работе на основе результатов научно-исследовательских расчетов дана оценка возможности использования солнечной энергии с целью электроснабжения автономных и отдалённых от объединённой энергосистемы потребителей Республики Таджикистан путем применения энергетических комплексов СФЭС-МГЭС. Опыт эксплуатации электроустановки на основе МБЭ во всем мире показывает, что применение энергокомплексов на базе МБЭ имеет много достоинств и часто считается одним из способов выхода из энергетического кризиса конкретных регионов. Установлено, что энергетические комплексы на основе МБЭ эффективнее использовать для электроснабжения отдаленных территорий, имеющие два или более видов ресурсов МБЭ. Из всех имеющихся видов МБЭ в стране солнечная и гидравлическая энергии ввиду большего технического и экономического запаса могут использоваться в комбинации в ЭК СФЭС-ГЭС. В Республике Таджикистан до сегодняшнего дня было построено достаточное количество малых ГЭС и определённое их количество по сей день функционирует. Предполагается использовать солнечную энергию и установки на их основе в дополнение к уже имеющимся МГЭС. В связи с этой ЭК СФЭС-ГЭС исследуется применительно к условиям характерного высокогорного отдаленного региона страны — Мургабского района. Для этого естественно в первую очередь необходимо исследовать возможности солнечной энергии и дать оценку эффективности её использования на базе энергетических комплексов.

Ключевые слова: электроснабжение, энергокомплекс, солнечная энергия, возобновляемые источники энергии.

# ASSESSMENT OF THE USE OF SOLAR ENERGY FOR ELECTRIC SUPPLY OF AUTONOMOUS CONSUMERS BY USING ENERGY HYBRID SYSTEM

#### F.O. Ismoilov, S.J., Gulmurodzoda, Kh.S. Saidzoda, B.S. Jamolzoda

The work, based on the results of scientific research calculations, assesses the possibility of using solar energy to supply electricity to autonomous and remote consumers of the Republic of Tajikistan through the use of SPV-HPP energy hybrid systems. Experience in the operation of electrical installations based on renewable energy sources around the world shows that the use of energy hybrid systems based on renewable energy sources has many advantages and is often considered one of the ways to overcome the energy crisis of specific regions. It has been established that it is more efficient to use energy hybrid systems based on renewable energy sources for power supply to remote areas that have two or more types of renewable energy resources. Of all the available types of renewable energy sources in the country, solar and hydraulic energy, due to their greater technical and economic reserves, can be used in combination in the HS SPV-HPP. A sufficient number of small hydroelectric power stations have been built in the country and a certain number of them are still operating today. It is planned to use solar energy and installations based on them in addition to existing SHPP. In this regard, in the work of the HS SPV-HPP, it is studied in relation to the conditions of a characteristic high-mountainous remote region of the country - the Murghab region. To do this, it is natural, first of all, it is necessary to study the possibilities of solar energy and assess the effectiveness of its use on the basis of energy complexes.

Key words: electricity supply, energy hybrid system, solar energy, renewable energy sources.

Имрўз ҳамаи нерўгоҳҳои электрикии амалкунандаи Тоҷикистон ба ҳисоби миёна 20 млрд. кВт⋅соат/сол нерўи барқ истеҳсол мекунанд ва талаботи солона ба нерўи барқ дар ҷумҳурй бо назардошти дурнамо тақрибан 23-25 млрд. кВт⋅соат/сол-ро ташкил медиҳад. Бо ба истифода додани нерўгоҳи барқи обии Роӻун, мушкилоти норасоии нерўи барқ хеле беҳтар хоҳад шуд, аммо мушкилоти электротаъминкунии бисёр маҳалҳои

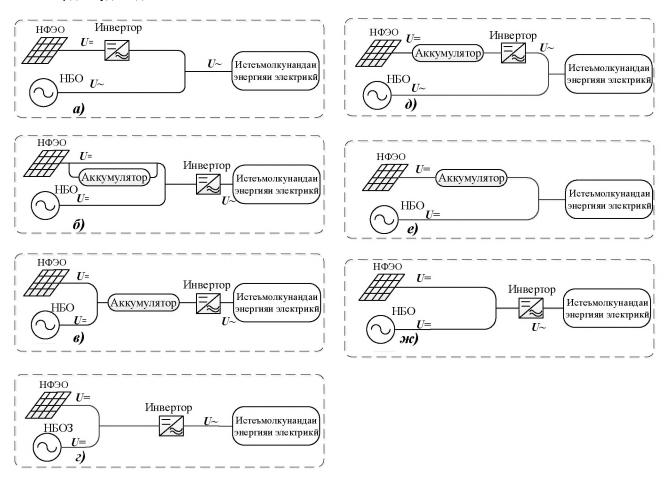
ахолинишини аз хатхои интиколи барки марказй дур чойгир буда ва минтакахои ахолинишини кухи хал нашудааст.

Мувофики тадкикот [1] истифодаи комплексхои энергетикй (энергокомплекс) дар асоси МБЭ бартарихои зиёд дорад ва хамчун яке аз роххои баромадан аз бухрони энергетикии чумхурй кабул шудааст. Дар навбати аввал, комплексхои энергетикии дар асоси МБЭ барои таъмини энергияи электрикй ба минтакахои дурдасти ахолинишин, ки дорои ду ё зиёда намуди захирахои МБЭ мебошанд, самараноктар истифода мешавад. Чойхои мусоид барои насби мачмаахои энергетикй дар пойгохи МБЭ дар корхо муайян карда шудаанд [1,2].

Дар Точикистон, хусусан дар минтақаҳои куҳй, ки ба шабакаҳои электрикии марказй пайваст нестанд, шумораи зиёди НБО-ҳои микро, мини ва хурд фаъолият мекунанд, ки талаботи аҳолиро ба энергияи электрикй пурра қонеъ карда наметавонанд. Ин маънои онро дорад, ки инчунин масъалаи илова кардани НФЭО ба неругоҳҳои хурди барқии обй ва таҳқиқи самаранокии фаъолияти якчояи онҳо зарур аст.

Тавре ки дар боло қайд шуд, мубодилаи якчанд намуди энергияи барқароршаванда дар комплексҳои энергетикй, ки якчанд дастгоҳҳои энергияи барқароршавандаро дар бар мегиранд, амалй карда мешавад. Вобаста аз манбаъҳои энергиябарандаҳои аввала, таъинот ва як қатор омилҳои дигар, комплексҳои энергетикй метавонанд ичроиш ва соҳти гуногун дошта бошанд.

Имрўзхо бисёр вариантхои ичрои комплексхои энергетикии дар асоси манбаъхои барқароршавандаи энергия коркард ва дар амал татбиқ карда шудаанд. Аз рўи захирахои энергияи барқароршаванда ва дастрасии онхо, аз рўи дарачаи омўхтагии захирахо, аз рўи мавчудияти заминаи истехсолй-техникй ва сатхи рушди заминаи илмй-техникй дар Точикистон истифодаи энергияи об ва офтоб аз бокимонда намудхои энергияи бештар афзалият доранд. Дигар намудхои манбаъхои энергия то имрўз аз рўи аломатхои дар боло зикршуда ба дуюм чой гузошта шудаанд. Истифодаи комплексхои энергетикии НФЭО-НБОХ дар бисёр корхои илмй баррасй карда шуда, бисёр схемахои ичроиши онхо тахия ва пешниход шудаанд. Баъзе аз ин схемахо дар расми 1 оварда шудаанд.



Расми 1 – Схемахои ичроиши комплексхои энергетикии  $H\Phi$ ЭО-HEOX.

Комплексхои энергетикии схемахои  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{6}$ ,  $\mathbf{e}$ ,  $\mathbf{e}$ ,  $\mathbf{e}$ ,  $\mathbf{a}$ , дар расми 1 дар истифодабарй осон мебошанд, аммо барои ичрои тархбандии чунин схемахо, иловатан насби инвертор талаб карда мешавад. Схемаи  $\mathbf{e}$  дар расми 1 дар таркиби худ инвертор надорад ва танхо барои таъмини истеъмолкунандагони чараёни доимй пешбинй шудааст, ки истифодаи васеи онро махдуд мекунад. Дар расми 1 схемахои  $\mathbf{6}$ ,  $\mathbf{e}$ ,  $\mathbf{d}$  ва  $\mathbf{e}$  эътимоднокии баланд доранд, зеро дар таркиби онхо дастгохи чамъкунанда (аккумулятор) мавчуд аст. Дар схемаи  $\mathbf{e}$  дастгохи иловагии аккумуляторй насб карда намешавад, зеро вазифаи аккумуляторро дар ин схема неругохи барқии обзахиравй (НБОЗ) ичро мекунад.

Қариб дар ҳама схемаҳои расми 1 агар дар назди нерӯгоҳи обӣ обанбор мавчуд бошад, дастгоҳи иловагии аккумуляторро насб накардан мумкин аст. Дар ин ҳолат бо ёрии НБО захиракунии обро ба роҳ мондан мумкин аст.

Вариантҳои комплексҳои энергетикии НФЭО-НБОХ дар боло овардашуда хусусиятҳои хос доранд, онҳо қодиранд ҳам дар реҷаи автономӣ ва ҳам дар ҳайати системаи электроэнергетикии калон фаъолияти самарабахшро ба роҳ монанд.

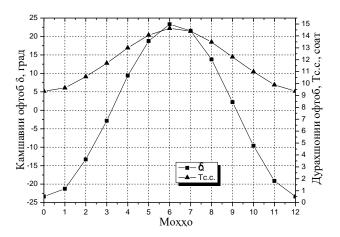
Дар робита ба гуфтахои боло, дар ин кор самаранокии энергетикии комплексхои энергетикии НФЭО-НБОХ дар минтакахои дурдаст барои электротаъминкунии истеъмолкунандагони мустакил, дар мисоли нохияи Мурғоби Вилояти Мухтори Кухистони Бадахшон тадқиқ карда мешавад. Самаранокии энергетики-иктисодии комплексхои энергетикии НФЭО-НБОХ аз речахо ва бузургии энергияи офтоби ва об, чойгиршавии мушаххаси комплексхои энергетики, хусусият ва речахои кори НБОХ, мавчудияти обанбор ва намудхои танзим, таносуби иктидорхои НБОХ ва НФЭО ва иштироки алохидаи онхо дар пушонидани графикаи борхо вобастаги дорад.

Азбаски параметрҳо ва хусусиятҳои истифодаи энергияи об алакай муфассалтар омӯхта шудаанд, аз он ҷумла НБО-ии минй ва микро, дар ин кор имкониятҳои техникии истифодаи энергияи Офтоб бо истифодаи минбаъдаи онҳо дар ҳайати комплексҳои энергетикии НФЭО-НБОХ барои электротаъминкунии истеъмолкунандагони мустақил тадқиқ карда шуданд.

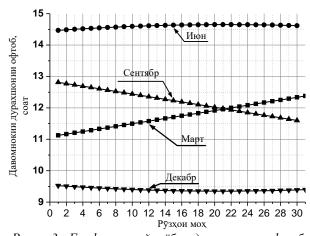
Хамин тариқ, пеш аз ҳама, бояд хусусиятҳои захиравӣ ва техникии истифодаи энергияи офтобро дар мисоли ноҳияи Мурғоби ҶТ таҳқиқ кард. Ноҳияи Мурғоб дар баландии 3600-4000 м аз сатҳи баҳр бо координатаҳои арзи шимолӣ ҷойгир аст: φ=38°11' ва дарозии шарқӣ φ=74°00'.

Хангоми халли масъалаи мазкур ба параметрхои зарурии энергияи офтобй бузургихои радиатсияи офтобй дохил мешаванд: радиатсияи офтобй дар моххои хоси сол дар осмони соф ва хавои абрнок, тағйирёбии чараёни радиатсияи офтобй дар давоми сол, давомнокии офтоб дар давоми руз, тағйирёбии давомнокии офтоб дар давоми сол, кунчи самарабахши панели офтобй дар ин минтақа дар вақти мушаххаси сол [4].

Мувофики хисоб, натичахои ба даст овардашуда аз руи хисоб кардани давомнокии офтоб аз руи моххои сол ва тағйирёбии он дар давоми соли тақвими ва майл кардани офтоб дар расми 2 оварда шудаанд.

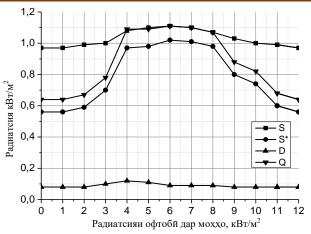


Расми 2 - Камшавии офтоб ва давомнокии офтоб дар як сол дар нохияи Мургоб. Арзишхои миёна ба рузи 15-уми хар мох мувофикат мекунанд.



Расми 3 - Графики тағйирёбии дурахшонии офтоб барои моҳҳои хоси сол дар ноҳияи Мургоб.

Тибқи маълумоти хадамоти обуҳавошиносӣ, ки дар ин минтақа муддати тӯлонӣ мушоҳида кардаанд, чадвали тағйиребии омадани радиатсияи офтобӣ дар минтақаи ноҳияи Мурғоб тартиб дода шудааст [1], (расм.4. ва 5.).



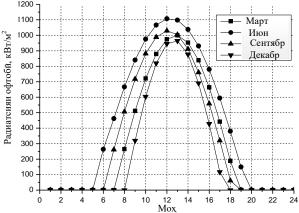
1,0 S S\* D 0,8 Q Радиатсия кВт/м<sup>2</sup> 0,6 0,4 0,2 0.0 10 11 Радиатсияи офтоби дар моххо, кВт/м<sup>2</sup>

Расми 4 — Ташкилдиҳандаҳои сели радиатсияи офтобӣ дар минтаҳаи Мургоб дар рузи офтобӣ.

Расми 5 — Ташкилдихандахои сели радиатсияи офтоби дар минтақаи Мургоб дар рузи обрнок.

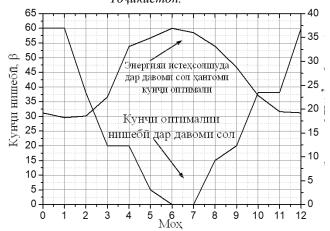
Дар расми 4 ва 5: **S** радиатсияи мустақими офтоб, ки ба сатҳи ба нурҳои офтоб перпендикуляр ворид мешавад, **S**\* радиатсияи мустақими офтоб, ба сатҳи уфуқӣ воридшаванда, **d** радиатсияи пароканда, ки ба сатҳи уфуқӣ ворид мешавад, **Q** радиатсияи чамъбастшуда, ки ба сатҳи уфуқӣ ворид мешавад.

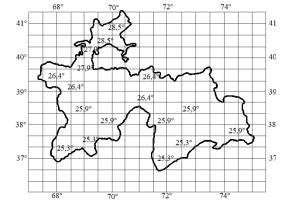
Арзишхои максималии сели радиатсияи офтобй, рузхои хоси моххои хоси сол дар шакли графикхо дар расми 6 оварда шудаанд. Тағйирёбии сели энергияи офтоб ва радиатсияи офтобй дар давоми сол дар минтақаи Мурғоб дар расми 7 нишон дода шудааст.



Расми 6- Радиатсияи максималии офтобии рузхои хос барои моххои хоси сол дар н охияи Мургоби Точикистон.

Расми 7- Тағйироти сели энергияи офтоб ва радиатсияи офтоби дар давоми сол дар нохияи Мургоб.





Расми 8 - Кунчи оптималии насби панели офтоби барои хар мохи сол ва энергияи тахти кунчи оптимали воридшаванда дар нохияи Мургоб.

Расми 9- Кунцхои оптималии насби дастгоххои офтоби дар давоми сол барои тамоми қаламрави цумхури.

Барои ба даст овардани истехсоли максималии нерўи барқ аз дастгоххои офтобй, зарур аст, ки онхо дар давоми сол дар кунчи бехтарин чойгир карда шаванд. Бо ин максад кунчи оптималии насби панелхои офтобй дар давоми сол бо усули дар корхои [4-10] овардашуда хисоб карда шуд.

Хисоб кардани кунчи оптималии насби панелхои офтобй барои тамоми пахноии Қаламрави Точикистон анчом дода шуд. Натичахои хисоб кардани кунчи оптималии насби панели офтобй барои хар мохи сол ва энергияи дар кунчи оптималй воридшаванда дар нохияи Мурғоб дар расми 7 оварда шудаанд, ва арзишхои кунчхои оптималии насби панелхои офтобй барои қаламрави чумхурй дар расми 8 нишон дода шудаанд.

Барои шароити нохияи Мурғоб бо арзи шимол $\bar{\nu}$  = 38° кунчи оптималии насби модулхои офтоб $\bar{\nu}$  дар давоми сол ба 25,9° баробар буд.

Аз рўи натичахои тахкикоти анчомдодашуда бояд хулосахои зерин бароварда шаванд:

- 1. Давомнокии дурахшонии офтоб барои кутохтарин рузхои декабр 9,5 то 14,5 соатро ташкил медихад ва арзиши миёнаи он на камтар аз 12 соат дар як сол аст, ки ба баланд бардоштани самаранокии истифодаи энергияи офтоб мусоидат мекунад;
- 2. Радиатсияи мустақими офтоб дар сели умумии радиатсияи офтоб арзиши калон дорад, ки ин ба самаранокии истифодаи панелҳои офтобие, ки дар самтҳои амудӣ ва уфуқӣ танзим карда намешаванд, таъсири калони мусбат мерасонад. Ин хусусият барои аксари қаламрави кишвари мо хос аст;
- 3. Арзишҳои радиатсияи максималии офтобии минтақа барои рӯзҳои хоси моҳҳои сол аз 950 то 1100 Вт/м² мебошанд.
- 5. Самаранокии комплексхои энергетикии НФЭО-НБОХ афзуда мешавад, агар НБОХ дар таркиби худ обанбори танзими шабонарӯзӣ дошта бошад;
- 6. Ҳамаи натичаҳои дар боло зикршуда энергияи офтобро барои истифода дар ҳайати комплексҳои энергетикии НФЭО-НБОХ на танҳо дар шароити ноҳияи Мурғоб, балки дар тамоми ҳаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон хеле самаранок мегардонанд.

Муқарриз: Султонзода Ш.М. — н.и.т., мудири қафедраи нерў гоххои электрикии ФППП ба номи ақадемик М.С. Осимй.

#### Адабиёт

- 1. Исмоилов Ф.О. Комплексное использование источников возобновляемой энергии в условиях Таджикистана. Политехнический Вестник №1 (37) 2017. Серия Инженерные исследования. Издание Таджикского технического университета имени академика М. С. Осими, Душанбе 2017г. -с.17-27.
- 2. Исмоилов Ф.О. Проектирование энергокомплексов на базе возобновляемых источников энергии в условиях Таджикистана. Политехнический Вестник №1 (37) 2017. Серия Инженерные исследования. Издание Таджикского технического университета имени академика М. С. Осими, Душанбе 2017г. -с.27-37.
- 3. Ахмедов Х. М., Каримов Х. С., Кабутов К. Возобновляемые источники энергии в Таджикистане: состояние и перспективы развития./Физико-Технический институт им. С. У. Умарова Академии наук республики Таджикистан. Доклад. Душанбе: 2010г. 30с.
- 4. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов / В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина, Кузнецова, Н. К. Малинин; под ред. В. И. Виссарионова. М.: Издательский дом МЭИ, 2008. 276 с.
- 5. Исмоилов Ф. О., Давроншоев Ш. Р., Ашуров А. Возможные схемы энергокомплекса СЭС-ГЭС и выбор оптимального варианта в условиях Таджикистана./ Материалы V-й международной научно-практической конференции «Перспективы применения инновационных технологий и усовершенствования технического образования в высших учебных заведениях стран СНГ» Материалы конференции. Издание Таджикского технического университета имени академика М. С. Осими, Душанбе 2011. -с.110-114.
- 6. Кабутов К. Перспективы использования альтернатиных источников энергии в Таджикистане. /Физико-Технический институт им. С. У. Умарова Академии наук Республики Таджикистан. Душанбе: 2009г. 15с.
- 7. Исмоилов Ф.О., Виссарионов В. И., Давроншоев Ш. Р. Гарантированное электроснабжение автономных потребителей энергокомплексом на базе возобновляемых источников энергии /Вестник Таджикского технического университета имени академика М. С. Осими. Душанбе. 2012. №1 (17), С. 48-52.
- 8. Бреусов В.П., Елистратов В.В. Обоснование комбинированных энергосистем, работающих на энергии возобновляемых источников //Известия Академии Наук Энергетика. 2002, №6. с.36 41.

- 9. Ташимбетов М. А. Комбинированное использование энергоустановок на основе возобновляемых источников для электроснабжения локальных потребителей. Автореф. дис. канд. техн. наук. СПб.: 2005.
- 10. Сейиткурбанов С. Комбинированные гелиоветроэнергетические установки /Под ред. акад. Р.Б. Байрамова. Ашхабад: «Ылым», 1991. 144с.

# СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

AUTHORS				
TJ	RU	EN		
Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Ismoilov Firdavs Olimshoevich		
н.и.т	К.Т.Н	Candidate of technical sciences, associate professor		
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi		
	e. mail: <u>ismoilovFO@yandex.com</u>			
TJ	RU	EN		
Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Gulmurodzoda Saiyod Gulmurod		
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor		
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi		
	e. mail: jononaev.87@mail.ru			
TJ	RU	EN		
Саидзода Хушдил Саид	Саидзода Хушдил Саид	Saidzoda Khushdil Said		
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor		
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi		
	e. mail: khushdil.sangov@mail.ru			
TJ	RU	EN		
Чамолзода Бехрузи Саъдонхуча	Джамолзода Бехрузи Саъдонхуджа	Jamolzoda Behruzi Sadonkhuja		
н.и.т	K.T.H	Candidate of technical sciences, associate professor		
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi		
e. mail: <u>Jamolzoda behruz@mail.ru</u>				

УДК 621.311

# ЛИКВИДАЦИЯ ОДНОФАЗНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В ДВУХЦЕПНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ

С.Г. Гулмуродзода, Ф.О. Исмоилов, Х.С. Саидзода, Б.С. Джамолзода, С.Р. Ниёзи, М.М. Саидзода

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье рассматриваются особенности ликвидации однофазных коротких замыканий (ОКЗ) в двухцепных воздушных линиях (ВЛ). При этом значительная часть однофазных коротких замыканий представляют неустойчивые дуговые аварии, которые могут быть успешно ликвидированы в цикле быстродействующего автоматического повторного включения (БАПВ) или однофазного автоматического повторного включения (ОАПВ). Двухцепные линии нередко используются в дальних электропередачи (ДЭП), что позволяет повысить их пропускную способность и надёжность работы. В этом случае целесообразно при возникновении ОКЗ на одной из цепей осуществлять её отключение на время, достаточное для устранения устойчивых ОКЗ. Дело в том, что заметный процент ОКЗ является устойчивыми и поэтому при использовании быстродействующего автоматического повторного включения (БАПВ) есть вероятность включения линии на неустранившееся ОКЗ, что усугубляет характер динамического перехода. Во всем мире ДЭП проектируются и эксплуатируются так, чтобы удовлетворять критерию надежности N-1. Этот критерий означает, что при потере одного независимого элемента в энергообъединении оно должно выполнять свои функции, по крайней мере, в послеаварийном режиме в полном объёме. Рассмотрим традиционное решение проблемы надёжности для ДЛЭП, которым является сооружение двухцепных линий. Критерий N-1 должен выполняться при всех авариях на отдельной цепи за исключением весьма редких случаев одновременной потери двух цепей, а также полного отказа одной из полстанций.

**Ключевые слова:** ликвидация однофазных коротких замыканий, двухцепные воздушные линии, быстродействующего автоматического повторного включения, динамического перехода, критерию надежности N–I, дальних электропередачах, секционированная двухцепная IЭI, послеаварийные режимы, двухцепная несекционированная I3I3I4.

# ELIMINATION OF SINGLE PHASE SHORT CIRCUITS IN A TWO CHAIN AIR LINES S.J. Gulmurodzoda, F.O. Ismoilov, Kh.S. Saidzoda, B.S. Jamolzoda, S. R. Niyozi, M.M. Saidzoda

The article analyzes the features of eliminating single-phase faults in an overhead circuit line. At the same time, a significant part of single-phase short circuits represent intermittent are accidents, which can be successfully eliminated in the cycle of high-speed automatic reclosing or single-phase automatic reclosing. Double-circuit lines are used in long-distance power transmission, which makes it possible to increase their throughput and operational reliability. In this case, it is advisable, if an short circuit occurs on one of the circuits, to turn it off for a time sufficient to eliminate stable short circuits. The fact is that a significant percentage of the short circuits are stable and therefore, when using high-speed automatic restart, there is a possibility of switching on the line to the unresolved short circuit, which aggravates the nature of the dynamic transition. Moreover, from a reliability standpoint, the line can be sectioned into sections, so that damage is eliminated by turning off the emergency circuit of the corresponding section. All over the world, EPS are designed and operated to meet reliability criterion N–1. This criterion means that if one independent element in the energy system is lost, it must perform its functions, at least in the post-emergency mode, in full. Let's consider the traditional solution to the reliability problem for DPS, which is the construction of double-circuit lines. Criterion N–1 must be met for all accidents on a single circuit, with the exception of very rare cases of simultaneous loss of two circuits, as well as a complete failure of one of the substations.

**Keywords**: recovery voltage, secondary arc currents, double-chain overhead lines, fast-acting automatic re-activation, secondary arc resistance, dynamic transition process, reliability criterion N-1, long-range power transmission, partitioned double-chain, two-chain unsectioned overhead line.

# БАРХАМ ДОДАНИ РАСИШИ КУТОХИ ЯКФАЗА ДАР ХАТХОИ ИНТИКОЛИ ХАВОИИ ДУ ЗАНЧИРА С.Г. Гулмуродзода, Ф.О. Исмоилов, Х.С. Саидзода, Б.С. Чамолзода, С.Р. Ниёзӣ, М.М. Саидзода

Дар ин мақола хусусиятҳои хоси барҳам додани расиши кутоҳи якфаза дар хатҳои ҳавоии ду занчира дида шудааст. Дар мавриди истифодаи хатҳои шиддати фавқулбаланд қисми зиёди расиши кутоҳи якфаза, хосияти ноустуворро хос аст, яъне дар давраи пайвасткунии такрори автоматии якфаза (ПТАЯ), бартараф карда мешаванд. Дар ин ҳолат, қисми зиеди расиши кутоҳи якфаза садамаҳои камоии ноустуворро ташкил медиҳад, ки метавонанд дар давраи муваффақияти пайвасти такрори худбахуди зудамал (ПТХЗ) ё пайвасткунии такрори автоматии якфаза (ПТАЯ) бо муваффақият бартараф карда мешаванд.

Хати интиколи ду занчира на хама вакт дар хатхои интиколи дар масофаи дур истифода бурда мешавад, ки имконияти баланд бардоштани этимодноки ва кобиляти чараёнгузаронии онро таъмин менамояд. Дар ин холат мувофики максад буда хангоми таъсиррасонии расиши кутохи якфаза, дар яке аз занчирхо вучуд доштани хомушкунии дар мудати вакт, басанда хаст барои бартараф кардани устувории расиши кутохи якфаза. Гап дар он аст, ки фоизи назарраси расиши кутохи якфаза, устувор аст ва бинобар ин хангоми истифодаи зудпайвасткунии якфазаи автоматии такрорй (ЗЯАТ) имкони он аст, ки пайваст кардани хати интикол дар холати ноустувории расиши кутохи якфаза, ки характери гузариши динамикиро тезу тунд мегардонад. Гузашта аз ин, аз нуктаи назари эътимодноки, хати интикол кисм банди шуда дар китахо, пас аз ин бархам додани зарархои вучуддоштаи хомушкунии садамавй дар занчирхои кисм банди карда шуда. Дар саросари чахон, дар хатхои интиколи масофаи дур барои конеъ кардани меъёри эътимоднокй N-1 тархрезй ва истифода мешавад.

**Калимахои калиди:** барҳам додани расшии кутоҳи якфаза, хатҳои интиқоли ду занҷира, зудпайвасткунии якфазаи автоматии такрорӣ, гузариши динамика, меъёри эътимоднокӣ N-1 хати интиқоли барқ дар масофаи дур, қисмбандии хатҳои интиқоли ду занҷира, реҷаи бад аз садамавӣ.

#### Введение

Развитие электроэнергетики, в частности, рост номинального напряжения ваздушных линий электропередачи 500 –750 кВ обусловили повышение требований, предъявляеемых к устройству АПВ этих

линий, особенно в отношении быстродействия, чувствительности и расширения выполняемых функций. Использование двухцепных ЛЭП высокого напряжения как правило приведет к повышению пропускной способности и надёжности дальних электропередач в целом. В этом случае целесообразно при возникновении ОКЗ на одной из цепей осуществлять её отключение на время, достаточное для устранения устойчивых ОКЗ. Дело в том, что заметный процент ОКЗ является устойчивыми и поэтому при использовании БАПВ есть вероятность включения линии на неустранившееся ОКЗ, что усугубляет характер динамического перехода. Более того, с позиций надёжности линия может секционироваться на участки (рис.1), так что ликвидация повреждения осуществляется отключением аварийной цепи соответствующей секции.

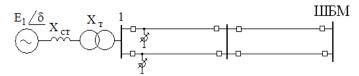


Рисунок 1– Секционированная двухцепная ДЭП

#### Двухцепная несекционированная ВЛ

При длинах линий не превышающих 350–400 км обычно используются несекционированные двухцепные ДЭП (рис.2.). Рассмотрим характер динамического перехода в такой ДЭП при ликвидации ОКЗ путем отключения аварийной цепи.



Рисунок 2 – Ликвидация ОКЗ в несекционированной двухцепной ЛЭП

Угловые характеристики позволяют проанализировать характер динамического перехода, используя метод площадей. Для определения изменения угла генераторов станции во времени требуется решение уравнения движения.

Найдём требование к угловой характеристике послеаварийного режима по условию сохранения динамической устойчивости (Рис.3). Требуемая амплитуда угловой характеристике послеаварийного режима находится из равенства площадок ускорения и торможения в процессе динамического перехода.

площадок ускорения и торможения в процессе динамического пер
$$\delta_{OK3}$$
  $(P_O-P_{OK3~max}\cdot\sin\delta)d\delta = 0$  (1)  $\delta_O$   $(P_O-P_{IIA~max}\cdot\sin\delta)d\delta = 0$  (1)  $\delta_O$   $(P_O-P_{IIA~max}\cdot\sin\delta)d\delta = 0$   $(P_O-P_{II$ 

Рисунок 2 — Ликвидация ОКЗ в несекционированной двухцепной  $\Pi$ ЭП

После преобразований получим следующее уравнение для определения амплитуды угловой характеристике послеаварийного режима, при которой обеспечивается устойчивый динамический переход.

$$P_{o}\left(\pi - \delta_{o} - \arcsin\frac{P_{o}}{P_{\Pi A \max}}\right) - \left(P_{\Pi A \max} \cdot \cos\delta_{oK3} + \sqrt{P_{\Pi A \max}^{2} - P_{o}^{2}}\right) + P_{OK3 \max}\left(\cos\delta_{oK3} - \cos\delta_{oK3}\right) = 0$$
(2)

Решение этого уравнения при принятых данных даёт  $P_{max} = 2190 \ MBm$ .

Повышение уровня угловой характеристике послеаварийного режима наиболее просто достигается увеличением ЭДС станции за счет автоматического регулирования возбуждения генераторов. При этом необходимая степень увеличения ЭДС определяется соотношением

$$K_{E} = \frac{E_{1\Pi A}}{E_{1}} = \frac{P_{\Pi A \max}}{P_{H \max}} \cdot \frac{X_{63.\Pi A}}{X_{63.H}}$$
 (3)

где  $X_{63.H}$ ,  $X_{63.H}$  – взаимные сопротивление схемы соответственно в нормальном и послеаварийном режимах.

Для рассмотренного примера при длине ВЛ 350 км  $K_{E}=1,12$ , т.е. степень увеличения ЭДС составляет 12 % и находится в приемлемых пределах.

С ростом длины линии требования к системам APB генераторов ужесточаются. Так, при длине линии 500 км требуется степень увеличения  $K_{\scriptscriptstyle E}=1,35$ , что находится за пределами, которые могут обеспечить APB генераторов. И в этом случае эффективным путем является секционирование линии (рис.4.), которое, как мы убедимся несколько позже, требуется и по условиям послеаварийного режима. Однако при длинах ВЛ порядка 450 - 500 км и выше одного секционирования для обеспечения динамической устойчивости недостаточно (рис.5.) и требуются дополнительные меры, в частности, рассмотренное выше повышение ЭДС станции за счет APB генераторов. В данном случае для определения необходимой степени увеличения ЭДС в послеаварийном режиме также справедливы уравнение (4) и соотношение (5). В результате для рассматриваемого примера имеем  $P_{Mames}=2130~MBm$  и  $K_{\scriptscriptstyle E}=1,1$ .

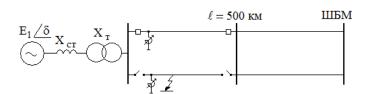
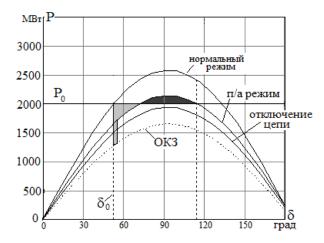


Рисунок 4 – Ликвидация ОКЗ в секционированной двухцепной ДЭП



Pисунок 5-Угловые характеристики при отключении цепи секционированной  $B\Pi$ 

#### Несекционированная двухцепная ЛЭП

На рис.6. приведены схемы несекционированной двухцепной ЛЭП в нормальном и послеаварийном режимах.

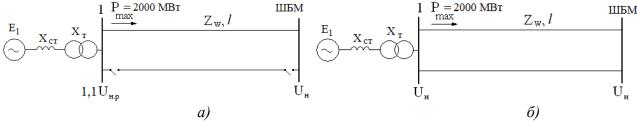


Рисунок 6 – Несекционированная двухцепная ЛЭП: а – нормальный режим; б – послеаварийный режим.

Примем, что максимальная передаваемая мощность по каждой цепи близка к максимальной натуральной мощности (1000 MBт). В нормальном режиме по концам линии поддерживается номинальное напряжение. При этом коэффициент запаса по статической устойчивости удовлетворяет условию  $K_3 \ge 0, 2$ .

В послеаварийном режиме после отключения одной цепи согласно критерию N-1 необходимо обеспечить передаваемую мощность, как и в исходном нормальном режиме. Но в этом случае допускается снижение коэффициент запаса по статической устойчивости, так что  $K_{3,na} \geq 0,08$ . Кроме того, в послеаварийном 20-минутном режиме допускается повышение напряжения на подстанциях и линии до  $1,1U_{Hp}$ . Как правило, со стороны приёмной системы реализовать повышенный уровень напряжения не удаётся, и поэтому будем принимать, что в послеаварийном режиме напряжение приёмной системы остается неизменным. Что касается отправной станции, то здесь имеется возможность поддержания повышенной э.д.с. в послеаварийном режиме, так чтобы на шинах ВЛ иметь максимально допустимое напряжение  $1,1U_{Hp}$ . Тогда пропускная способность ЭП в послеаварийном режиме составит.

$$P_{\Im\Pi.na} = \frac{U_1 U_2}{X_{g_3 na} (1 + K_{3 na})},\tag{4}$$

где  $X_{\it 63.na}$  — взаимное сопротивление ЛЭП в послеаварийном режиме относительно точек, в которых поддерживается напряжение. Согласно сказанному выше  $U_1=1,1U_{\it Hp}$ ,  $X_{\it 63.na}=Z_{\it w}\sin\beta\ell$ . С учетом этого на рис.7 приведена зависимость пропускной способности в послеаварийном режиме от длины линии. Как видно из этого рисунка, при длинах линии в пределах 450 км критерий N-1 выполняется, а при более длинных линиях требуется секционирование линии.

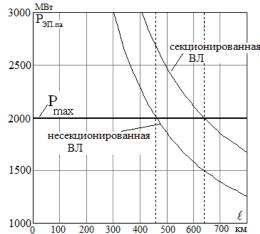


Рисунок 7- Зависимость пропускной способности послеаварийном режиме от длины линии

#### Секционированная двухцепная ЭП

На рис.8. приведены схемы секционированной двухцепной ЭП в нормальном и послеаварийном режимах.

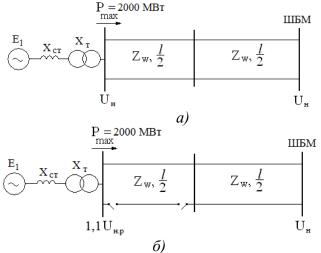


Рисунок 8 – Секционированная двухцепная ЭП: а – нормальный режим; б – послеаварийный режим

Полагая как и ранее, что в послеаварийном режиме на шинах ВЛ поддерживается максимально допустимое напряжение  $1{,}1U_{Hp}$  и имея в виду, что  $X_{e3.na}=0{,}75Z_{W}\sin\beta\ell$  , пропускная способность Л47ЭП в послеаварийном режиме составит

$$P_{\mathcal{I}\Pi.na} = \frac{1,1U_{Hp}U_{H}}{0,75Zw \cdot \sin\beta\ell \left(1 + K_{3.na}\right)}$$
 (5)

#### Выводы

- 1. Как видно, секционирование позволяет удовлетворить критерию N-1 при длине линии в пределах 650 км. Понятно, что если длина линии будет превышать данную величину, то потребуется секционирование линии на три части или использование других путей повышения пропускной способности в послеаварийном режиме, например, установки регулируемых УРМ в промежуточном пункте линии.
- 2. Критерий N–1 должен выполняться при всех авариях на отдельной цепи за исключением весьма редких случаев одновременной потери двух цепей, а также полного отказа одной из подстанций.
- 3. В послеаварийном режиме после отключения одной цепи согласно критерию N–1 необходимо обеспечить передаваемую мощность, как и в исходном нормальном режиме. Но в этом случае допускается снижение коэффициент запаса по статической устойчивости, так что  $K_{3,na} \geq 0,08$ .

Рецензент: Рабизода Н. — қ.т.н., доцент, диреқтор инженерно-педагогичесқого қолледжа города Душанбе.

#### Литература

- 1. Беляков Н.Н, Зилес Л.Д, Камнева Н.П Исследование ОАПВ в электропередачах 750 кВ с четырехлучевым реактором // Электрические станции.-1982.-№ 12.-С.43–48.
- 2. С.Г. Джононаев., М.А. Балаев. Определение требуемой длительности паузы ОАПВ в ВЛ по условию гашения токов дуги подпитки// Политехнический вестник. Серия: инженерные исследования. Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. 2020.—№1 (49).— С. 45—49
- 3. Некрасова А.М., Рокотяна С. С Дальние электропередачи 500 кв: сборник статей/. Москва; Ленинград: Энергия. 1964. 390 с.
- 4. Джононаев, С.Г. Ликвидация неустойчивых однофазных КЗ в транспонированных линиях в цикле ОАПВ с использованием АШФ // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета.— 2018.—№3 (72).— С. 157—174.
- 5. Kimbark, W. Supression of Ground-Fault Arcs on Single-Pole Switched EHV Lines by Shunt Reactors [Text] / W. Kimbark // IEEE Transaction on Power Apparatus and System. Mar.-Apr., 1964. Vol. 83. P. 285–290.

- 6. Левинштейн, М. Л. Компенсация токов подпитки дуги при ОАПВ ЛЭП с однократным циклом транспозиции // Изв. АН СССР. Сер. Энергетика и транспорт. 1988. № 5. С. 45–51.
- 7. Красильникова Т.Г., Джононаев, С. Г. Влияние продолжительности паузы ОАПВ на пропускную способность электропередачи // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Сборник: Международного научного семинара имени Ю.Н. Руденка.— Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, 2017. С. 112—120.
- 8. Красильникова Т.Г., Джононаев, С. Г. Влияние длительности паузы ОАПВ на пропускную способность электропередачи по условию динамической устойчивости // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета.-2017. -2.(67) С. 163-176.
- 9. Красильникова Т.Г., Джононаев, С. Г Сравнительный анализ способов ликвидации неустойчивых однофазных КЗ в нетранспонированных линиях сверх- и ультравысокого напряжения // Электричество. − 2017. − №11. − С. 22−29.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

AUTHORS				
TJ	RU	EN		
Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Gulmurodzoda Saiyod Gulmurod		
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor		
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi		
	e. mail: jononaev.87@mail.ru			
TJ	RU	EN		
Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Ismoilov Firdavs Olimshoevich		
н.и. т	к.т. н	Candidate of technical sciences, associate professor		
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi		
	e. mail: <u>ismoilovFO@yandex.com</u>			
TJ	RU	EN		
Саидзода Хушдил Саид	Саидзода Хушдил Саид	Saidzoda Khushdil Said		
н.и. т	к.т. н	Candidate of technical sciences, associate professor		
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi		
	e. mail: khushdil.sangov@mail.ru			
TJ	RU	EN		
Чамолзода Бехрузи Саъдонхуча	Джамолзода Бехрузи Саъдонхуджа	Jamolzoda Behruzi Sadonkhuja		
н.и. т	к.т. н	Candidate of technical sciences, associate professor		
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi		
/DI	e. mail: Jamolzoda_behruz@mail.ru	FM		
ПЛ Ниёзй Сирочиддин Рачаббокй	КU Ниёзи Сироджиддин Раджаббоки	Niyozi Sirojiddin Rajabboqi		
н.и.т	к.т. н	Candidate of technical sciences, associate professor		
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi		
	e. mail: <u>niyozi@maorif.ti</u>			
Covers Magazin Mayor	KU	EN Saidzada Masmur Mirgalik - :		
Саидзода Масрур Мирзохон	Саидзода Масрур Мирзохон	Saidzoda Masrur Mirzokhon		
д.и.т., и.в. профессор	доктор технических наук	Doctor of Technical Sciences, Acting Professor		
Коллечи техникии Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.Осимй	Технический колледж ТТУ имени академика М.Осими	Technical College TTU named after academician M. Osimi		
e. mail: masrur.gulomov.88@mail.ru				

УДК 621.311.21

# ТАХЛИЛИ САМАРАНОКИИ ИСТИФОДАБАРИИ ЧАРОГХОИ СВЕТОДИОДЙ ВА ЧАРОГХОИ НАМУДИ ДНАТ ДАР СИСТЕМАИ РЎШНОИДИХИИ КЎЧАХО

Б.С. Чамолзода, Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Х.С. Саидзода

Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй

Дар ин макола тахлили самаранокии энергетикй ва истифодаи чароғхои светодиодй ва чароғхои ДНаТ дар системаи рушноидихии кучахо оварда шудааст. Барои тахлил ду намуди рушной, аз қабили манбахои муосири рушноидихии светодиодй ва чароғхои анъанавии газпартавй намуди ДНаТ мукоиса карда шуд. Дар асоси талаботи байналмилалй оид ба равшании рохи автомобилгард чароғхои ДНаТ-250 ва чароғи сиветодиодй шабехи он интихоб карда шуданд. Дар ин макола аз руи нишондихандахои зерин баходихии мукоисавии манбахои асосии рушной гузаронида шуд: мухлати хизматрасонй, сарфи кувваи электрикй, сербории шабакаи электрикй, бехатарии экологй, вакти бакордарории рушноидиханда; харорати речаи корй хангоми истифодабарй, коэффитсиенти тавоной, нарх. Дар асоси мукоиса, мо метавонем хулоса барорем, ки чароғхои светодиодй баландтарин самаранокии энергетикй, эътимодноки, мухлати хизматрасонии дарозро таъмин мекунанд ва амалан ба таъмиру нигохдорй ниёз надоранд. Аз ин ру, тавсия дода мешавад, ки чароғхои светодиодй барои ноил шудан ба ҳадди самаранокии энергия дар системаи рушноидихии кучахо истифода шаванд.

**Калимахои калидй:** равшанй, воситахои рўшноидихій, манбаъхои рўшной, тавоной, самаранокии рўшной, қувваи рўшной, чарогноя, чароги светодиодій, чароги намуди ДНаТ.

#### АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП И ЛАМП ТИПА ДНАТ В СИСТЕМЕ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

#### Б.С. Джамолзода, Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Х.С. Саидзода

В данной статье проведена оценка энергоэффективности и использования светодиодных ламп и ламп типа ДНаТ в системе уличного освещения. Для анализа было проведено сравнение двух типов освещения таких как современные светодиодные источники света и традиционные газоразрядные лампы типа ДНаТ. Исходя из международных требований по освещенности автомагистралей были выбраны лампы ДНаТ-250 и их светодиодные аналоги. В данной статье выполнена сравнительная оценка основных источников света по следующим показателям: срок службы источника света; потребление электроэнергии; нагрузка на электросети; коэффициент пульсации; экологическая безопасность светильника; время пуска источника света; температурные режимы работы во время эксплуатации; коэффициент мощности; цветовая температура; потеря светового потока; стоимость. Исходя из проведенного сравнения, можно сделать вывод о том, что светодиодные светильники обеспечивают высочайшую энергоэффективность, надежность, длительный срок службы, и практически не требуют обслуживания. Поэтому рекомендуется использовать светодиодные лампы для достижения максимальной энергоэффективности в системе уличного освещения.

**Ключевые слова:** освещение, осветительные приборы, источники света, мощность, световая эффективность, силы света, светильники, светодиодная лампа, лампы типа ДНаТ.

# ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF USE OF LED LAMPS AND HPS LAMPS IN THE STREET LIGHTING SYSTEM

#### B.S. Jamolzoda, F.O. Ismoilov, S.G. Gulmurodzoda, Kh.S. Saidzoda

This article evaluates the energy efficiency and use of LED lamps and HPS lamps in a street lighting system. For the analysis, a comparison was made of two types of lighting such as modern LED light sources and traditional gas-discharge lamps such as HPS. Based on international requirements for highway illumination, DNAT-250 lamps and their LED analogues were selected. This article provides a comparative assessment of the main light sources according to the following indicators: service life of the light source; electricity consumption; power grid load; ripple factor; environmental safety of the lamp; light source start time; temperature conditions during operation; Power factor; Colorful temperature; loss of luminous flux; price. Based on the comparison, we can conclude that LED lamps provide the highest energy efficiency, reliability, long service life, and require virtually no maintenance. Therefore, it is recommended to use LED lamps to achieve maximum energy efficiency in a street lighting system.

Key words: lighting, lighting devices, light sources, power, luminous efficiency, luminous intensity, lamps, LED lamp, DNAT lamps.

Дар саросари чахон истеъмоли энергия пайваста бо суръат афзоиш меёбад. Барои мисол, истеъмоли нерўи барқ аз рўи шумораи ахолй ду баробар дар кишвари мо афзудааст ва афзоиши минбаъдаи он дар назар аст. Саволи асосие, ки ба миён меояд, фоиданоктар ин аст: зиёд кардани иктидори истехсолй ё кам кардани истеъмолй барк. Ва хама бешубха ба хулосае меоянд, ки он аз чихати иктисодй фоидаовар ин ба вучуд наовардани иктидорхои нав (сохтмони зеристгоххои электрикй, хатхои интиколи энергияи электрикй ва чй дар оянда низ) ва сиёсати ба вучуд овардани тадбирхои сарфачўии энергияи электрикй мебошад. Қонуни Чумхурии Точикистон «Дар бораи сарфачўй ва самаранокии энергия». Сарфачўии энергия - истифодаи окилона ва кам кардани талафот дар чараёни истехсол, тачдид, интикол ва истеъмоли энергия [1].

Системаҳои муосири рӯшноидиҳии кӯчаҳо дар шаҳрҳо ва шаҳракҳо яке аз истеъмолкунандаҳои муҳими системаҳои энергетикӣ мебошанд. Аз ин рӯ, тадбирҳои сарфаи энергия дар онҳо самараи назарраси иқтисодиро медиҳанд. Муҳимтарин шарти кам кардани сарфи энергия дар воситаҳои рӯшноидиҳӣ ин гузариш ба истифодаи сарфакоронай манбаъҳои муосири рӯшноидиҳӣ мебошад. Барои он ки параметрҳои техникӣ дар

муддати тўлонй (5 - 10 сол) нигох дошта шаванд, ба манбаъхои рўшноидихие, ки мўхлати истифодабарии зиёд доранд, гузаштан лозим аст.

Дар ин мақола аз рўи нишондиҳандаҳои зерин баҳодиҳии муқоисавии манбаъҳои асосии рўшной гузаронида мешавад: сарфи қувваи электрикй; сарбории шабакаи электрикй; вақти бакордарории рўшноидиҳанда; ҳарорати реҷаи корй ҳангоми истифодабарй; коэффитсиенти тавоной; нарх. Дар мақолаи мазкур ченкуниҳои параметрҳои асосии манбаъҳои рўшноидиҳи дар стенди озмоишии универсиалии кафедраи электротаъминкунии ДТТ ба номи ак. М.С. Осимй гузаронида шуд.

Дар айни замон барои равшанй намудани баъзе кўчахои шахрхо, шахракхо ва роххои автомобилгард чароғпохои анъанавии бо чароғхои газпартавй фишори баланд истифода бурда мешаванд. Камбудихои ин намуди рўшноидиханда аппарати корандози танзимкунанда, андозахои калон, хасоснокии баланд хангоми тағйирёбии шиддат, корношояй дар ҳар гуна бузургии чараён ва муддати дарозй расидан ба речаи корй мебошад [1].

Аммо дар айни замон, чароғҳои светодиодӣ пайдо шудаанд, ки чиҳати таснифоти техникии худ аллакай ба беҳтарин манбаъхои нури анъанавӣ наздиканд [2].

Чароғҳои газпартавй ба намудҳои чароғҳои симобй, маводгалогенй ва чароғҳои натрий тақсим карда шудаанд [3].

Дар айни замон чароғҳои ДНаТ барои равшан кардани баъзе кӯчаҳои шаҳрҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, шоҳроҳҳои нақлиётии он ва дар баъзе иншоотҳо истифода мешаванд.

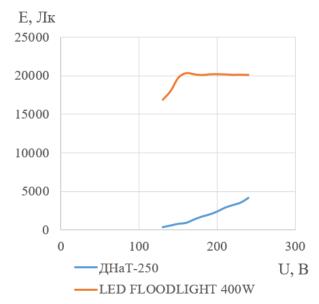
Чароғҳои ДНаТ дар байни чароғҳои газпартавй самаранокии баландтарини рўшноидиҳиро вобаста ба коҳиши хурдтарини сели рўшной ҳангоми мўҳлати хизматрасонй доро мебошанд. Аз сабаби хеле баланд будани коэффитсиенти чаҳишхурй ва тамоюли калони дуршавии спектрй чароғ дар ҳудуди сурҳ, ки ранги ашёро нопура менамояд ва аз ин лиҳоз истифода бурдани чароғҳои ДНаТ - ро барои рўшноидиҳй доҳили биноҳои саноатй ва истикоматй тавсия кардан мумкин нест [3]. Вобастагии калони нурафканй ва шиддати корандозии чароғҳои ДНаТ аз таркиб ва фишори гази доҳилй, аз чараёни гузаранда ва ҳарорати гармй ба сифати истеҳсол ва шароити кори чароғҳои ДНаТ талаботҳои бештар андешида мешаванд. Инчунин ба мӯҳлати хизматрасонии чароғҳои ДНаТ сифати воситаҳои импулсдиҳии корандозии истифодашаванда таъсири калон мерасонанд [4]. Муҳлати хизмати чароғҳои ДНаТ одатан ба 50 000 соат мерасанд [5].

Самаранокии манбаъҳои рушноидиҳии светодиодӣ дар назари аввал ба самаранокии чароғҳои газпартавӣ монанд аст. Аввалин чизе, ки одатан байни ин воситаҳои равшанӣ муҳоиса карда мешавад, ин дурахшонии онҳо мебошад.

Бо вучуди ин, манбаъхои светодиодй системаи дохилии тақсимотй нур (кунчи нурдихии хурд) доранд, дар холе ки чароғхои газпартавй ба хама самтхо нур медиханд ва дар натича кисми зиёди нурхо хамчун гармй пароканда мешаванд. Мушкилот дар тархрезии чарогпояхои анъанавй ин нурафканй мебошад, ки инъикоскунии он дар давоми соли аввал то 40% кам мешавад, ки ин боиси кохиши нурафкании бевосита мегардад. Ғайр аз нури мукаррарии «сафед» чароғхои газпартавй шуоъхои ултрабунафш меафкананд, ки дар зери таъсири он шишаи мухофизатии чароғпоя шаффофияти худро зуд гум мекунад. Хамин тариқ, тавассути бартараф кардани парокандашавии рушной, харочоти энергияи электрикиро метавон хеле кам кард. Светодиодхои пуриктидор сарчашмахои бехтарини рушноидихии нуктавй буда бо оптикаи дарунсохт мучахаз мебошанд, ки ташкили идеалии шаклхои диаграммавии муайяншудаи сели рушноиро таъмин мекунанд. Аппаратхои корандозй танзимкунандае, ки дар чароғхои анъанавй истифода мешаванд, инчунин коэффитсиенти кори фоиданокии онхоро ба таври назаррас кохиш медиханд. Аз руйи [6] имкон медихад, бо максади сарфачуйи энергияи электрикй сатхи равшании шабона барои рушноидихии кучахо то 30-50% кам карда шавад ва ин махсусан дар чароғхои светодиодй тавассути паст кардани шиддат амалй карда мешавад (расми 1). Хамаи ин омилхо бартарихои зиёди манбаъхои нури светодиодй аз чихати истеъмоли энергияи электрикй мебошад. Сарфи назар аз мўхлати зиёди истифодаи манбаъхои нури муосири газпартавй, нишондихандахои эътимоднокй дар шароити вокей аксар вакт аз параметрхои дар мушаххасот зикршуда якчанд маротиба камтаранд. Масалан, хангоми рушноидихии кучахо истифода бурдани симчуби шабакаи тамосии троллейбус, ки дар чароғпоя ларзиши чароғ зиёд шуда, боиси суст шудани чароғпоя дар кронштейн мегардад, ки ин ба корношоямии чароғи газпартавй оварда мерасонад. Дар чароғхои светодиодй бошад мухлати хизматрасонй ба 50 000 соат баробар буда, ба зарба ва ларзиш тобовар мебошанд.

Мушкилоти дигари чароғҳои газпартавй ҳассосият ба тағийрёбии шиддат дар шабака мебошад (расми 1). Ҳадди ками хомушшавй (тақрибан 100 волт) дар чароғҳои светодиодй имкон медиҳад, ки онҳо дар шабакаҳои ноустувор истифода шаванд ва дар ин ҳол сели рушной бетағйир боқй мемонад (расми 1). Набудани чараёни бакордарорй дар чароғҳои светодиодй кафолат медиҳад, ки дар лаҳзаи фурузоншавй ба шабакаҳои электрикй сербории изофй ба вучуд намеоранд (расми 2,3). Дар айни замон чароғҳй ДНаТ, ки холо барои равшании кучаҳо васеъ истифода мешаванд, дар ҳарорати паст ғайриҳаноатбахш кор мекунанд (расми 4). Чароғҳои светодиодй ҳангоми пайвасти шиддат ва новобаста аз ҳарорати муҳити зист фаврй ба кор медароянд.

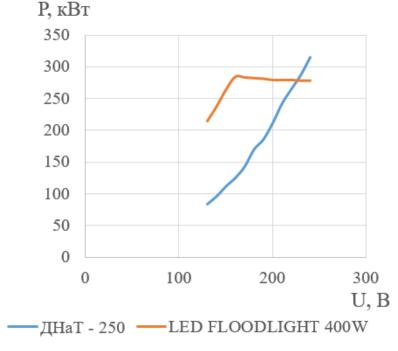
Аз чихати бехатарии экологӣ чароғҳои ДНаТ амалгами натрий-симоб ва ксенон дорад, дар ҳоле ки чароғҳои светодиодӣ комилан безарар мебошанд.



Расми 1 - Вобастагии таснифоти равшандихии чарогхои ДНаТ ва LED FLOODLIGHT 400W аз шиддати шабака

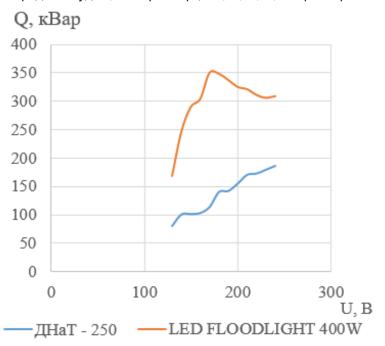
Чароғпояҳои светодиодӣ аҷиб ба назар мерасанд, аммо чароғҳои сведодиодӣ ҳеҷ камбудиҳои техникӣ надоранд. Илова бар ин чароғҳои светодиодӣ ҷараёнҳои корандозиро талаб намекунанд ва аз ин рӯ буриши кундалангии симӣ хурдтарро талаб мекунанд. Ягона камбуди дар он аст, ки дар нарх хеле пештаранд.

Бо дарназардошти ҳама омилҳои марбут ба хароҷоти кори чароғҳои ДНаТ, муҳлати хароҷотбарори дар чароғҳои светодиодӣ аз 3 сол оғоз мешавад. Яъне дар 3 сол (ё бештар аз он) чароғи светодиодӣ хароҷоти худ пардохт мекунад ва дар ҳама солҳои минбаъда фоида меорад. Дар муҳоиса бо дигар технологияҳои рушноидиҳӣ рушноии сифати баландро таъмин менамоянд. Ҳамин тариҳ, чароғҳои светодиодӣ баландтарин самаранокии энергетикӣ, эътимоднокӣ, муҳлати хизматрасонии дарозро таъмин мекунанд ва амалан ба таъмиру нигоҳдорӣ ниёз надоранд.

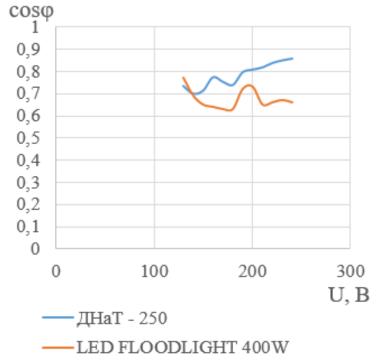


Расми 2 - Вобастагии таснифоти тавоноии фаъоли чарогхои ДНаТ ва LED FLOODLIGHT 400W аз шиддати шабака

Барои чен кардани параметрхои чароғхо тачхизоти махсусеро истифода кардам, ки тавсифи муфассали манбаъро муайян менамоянд. Барои чен кардани равшанй люксметри навъи DT-1309 ва тачхизоти ченкунандаи универсалии Omix P94 - MX истифода намудем, ки параметрхои I, P, Q, S, соѕф ва f-ро чен мекунанд [7].



Расми 3- Вобастагии таснифоти тавоноии реактиви чарогуои ДНаТ ва LED FLOODLIGHT 400W аз шиддати шабака



Расми 4 - Вобастагии таснифоти коэффитсиенти тавоноии чарогхои ДНаТ ва LED FLOODLIGHT 400W аз шиддати шабака

Чунон ки аз расми 1 ва 2 дида мешавад, барои кори пурсамари чароғҳои ДНаТ шароити кори «қулай» - устувории баланди шиддати таъминот, ҳарорати муҳити атроф аз -20°С то +30°С таъмин кардан лозим аст. Гузаштан аз шароити кори «қулай» боиси якбора кам шудани муҳлати истифодабарии чароғ ва кам шудани рушноидиҳй мегардад.

Аз натичаи ченкунихо муайян гардид, ки чароғи анъанавии ДНаТ бо тавоноии 250 ватт равшандихии 3220 люкс-ро дорад. Чароғи истехсоли Чин LED FLOODLIGHT 400W бошад бо тавоноии 279 Ватт то 20140 люкс равшанй медихад, яъне такрибан 6 маротиба бештар аз равшании чароғи ДНаТ мебошад (расми 2).

Бо гузаронидани баҳодиҳи ва муҳоисавии манбаҳои асосии рушной, ба хулосае омад, ки дар айни замон манбаҳои светадиодй аз ҳама ояндадор ҳисобида мешаванд. Манбаъҳои светадиодй ҳам хусусиятҳои техникй ва ҳам иҳтисодии беҳтарро доранд.

Муқарриз: Султонзода Ш.М. — н.и.т., мудири қафедраи нерў гоххои электрикии ФППП ба номи академик М.С. Осимй.

#### Адабиёт

- 1. Қонуни Чумхурии Точикистон «Дар бораи сарфачуй ва самаранокии энергия» (АМОЧТ с.2013, №8-9, мод.651).
- 2. Достоинства и недостатки различных источников света // РОСЭЛЕКТРОСВЕТ URL: <a href="http://rsvet.org/info/dostoinstva">http://rsvet.org/info/dostoinstva</a> i nedostatki razlichnyh istochnikov sveta
- 3. В.Б. Козловская, В.Н. Радкевич, В.Н. Сацукевич // Электрическое освещение/ Минск: Технопереспектива, 2007. 255с.
- 4. Гуторов, М. М. Основы светотехники и источники света: учеб. пос. для ВУЗов [Текст]/ - 2-е изд. - М.: Энергоиздат, 1993. - 384 с.
- 5. Светодиодные лампы и срок их службы // <a href="https://www.solarhome.ru/equipment/lamp/ledlamps.htm">https://www.solarhome.ru/equipment/lamp/ledlamps.htm</a>?ysclid=lti8dxbeh7418007943
  - 6. Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"
  - 7. Мультиметр щитовой Отіх Р94-МХ. Руководство по эксплуатақии.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Чамолзода Бехрузи Саъдонхуча	Джамолзода Бехрузи Саъдонхуджа	Jamolzoda Behruzi Sadonkhuja
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi
	e. mail: Jamolzoda_behruz@mail.ru	<u> </u>
TJ	RU	EN
Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Ismoilov Firdavs Olimshoevich
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi
	e. mail: ismoilovFO@yandex.com	
TJ	RU	EN
Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Gulmurodzoda Saiyod Gulmurod
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi
	e. mail: jononaev.87@mail.ru	
TJ	RU	EN
Саидзода Хушдил Саид	Саидзода Хушдил Саид	Saidzoda Khushdil Said
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi
	e. mail: <u>khushdil.sangov@mail.ru</u>	

УДК 621.311

# ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СИСТЕМ АПК В ЦИФРОВОМ

В.Н. КАРПОВ<sup>1</sup>, З.Ш. ЮЛДАШЕВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный аграрный университет <sup>2</sup>ТАУ имени Шириншо Шотемур

В статье изложен новый метод, основанный на измерениях, анализа энергетических процессов в каждом техническом элементе и во всей потребительской энергетической системе (ПЭС). Метод конечных отношений (МКО) позволяет учитывать не только пространственную структуру, создаваемую элементами, но и ввести в анализ и расчеты цифровые показатели, разделяющие полезно используемую энергию и потери, а также оценить влияние этого разделения на прибыльность предприятия. Техническая основа потребительской энергетической системы (ПЭС) в виде стационарных и мобильных технических элементов (ТЭ) создает пространственную дискретность в потоках потребляемой энергии. Сочетание свойств потока энергии (скорость, мощность) и каждого ТЭ (сопротивление движению энергии, величина наружной поверхности, наличие или отсутствие наружного ограждения, эффективность преобразования энергии и др.) создает дискретную (структурную) совокупность энергетических показателей. Общим признаком этого структурного разнообразия является уменьшение из-за потерь передаваемой энергии в каждом ТЭ.

Ключевые слова: энергоемкость, технический элемент, удельный расход энергии, потребительская энергетическая система

#### САМАРАНОКИИ ЭНЕРГЕТИКИИ СИСТЕМАХОИ ИСТЕЪМОЛКУНАНДАХОИ КАС ДАР РЕЧАИ РАҚАМЙ

В.Н. КАРПОВ<sup>1</sup>, З.Ш. ЮЛДАШЕВ<sup>2</sup>

Дар макола усули нави тахлили равандхои энергетики дар хар як элементи техники ва дар тамоми системаи энергетикии истеъмолкунанда (СЭС) асос ёфтааст. Усули таносуби нихоии (УТН) имкон медихад, ки на танхо сохтори фазоии аз чониби элементхо офаридашуда ба назар гирифта шавад, балки инчунин ба тахлил ва хисобхо нишондихандахои ракамй, ки энергия ва талафоти муфидро чудо мекунанд ва инчунин бахо додани таъсири ин чудошавй ба даромаднокии корхона мебошад. Асоси техникии системаи энергетикии истеъмолкунанда (СЭС) дар шакли элементхои техникии статсионарй ва сайёр (ТЭ) дар чараёни энергияи истеъмолшуда дискретии фазоиро ба вучуд меорад. Мачмуи хосиятхои чараёни энергия (суръат, тавоной) ва хар як элементи техникй (муковимат ба харакати энергия, андозаи сатхи берунй, мавчуд ё набудани девори беруна, самаранокии табдили энергия ва ғайра) дискретиро (структурй) мачмуй нишондихандахой энергетикро ба вучуд меорад. Хусусияти умумии ин гуногунии сохтори камшави аз хисоби талафоти энергияи интиколшаванда дар хар як элементи техникй мебошад.

Калидвожахо: энергогунцоиш, унсури техники, масрафи хоси энергия, системаи энергетикии истеъмолкунанда

#### **ENERGY EFFICIENCY OF CONSUMER SYSTEMS IN THE DIGITAL MODE** V.N. KARPOV, Z. SH. YULDASHEV

The article outlines a new method, based on measurements, for analyzing energy processes in each technical element and in the entire consumer energy system (CES). The finite ratio method (FRM) allows you to take into account not only the spatial structure created by the elements, but also to introduce into the analysis and calculations digital indicators that separate useful energy and losses, and also to evaluate the impact of this separation on the profitability of the enterprise. The technical basis of the consumer energy system (PES) in the form of stationary and mobile technical elements (TE) creates spatial discreteness in the flows of consumed energy. The combination of the properties of the energy flow (speed, power) and each fuel cell (resistance to energy movement, the size of the outer surface, the presence or absence of an external fence, energy conversion efficiency, etc.) creates a discrete (structural) set of energy indicators. A common feature of this structural diversity is a decrease due to losses of transmitted energy in each fuel cell.

Key words: energy intensity, technical element, specific energy consumption, consumer energy system

#### Введение

Техническая основа потребительской энергетической системы (ПЭС) в виде стационарных и мобильных технических элементов (ТЭ) создает пространственную дискретность в потоках потребляемой энергии. Сочетание свойств потока энергии (скорость, мощность) и каждого ТЭ (сопротивление движению энергии, величина наружной поверхности, наличие или отсутствие наружного ограждения, эффективность преобразования энергии и др.) создает дискретную (структурную) совокупность энергетических показателей. Общим признаком этого структурного разнообразия является уменьшение из-за потерь передаваемой энергии в каждом ТЭ [1].

Научная школа (НШ) «Эффективное использование энергии» при Санкт-Петербургском государственном аграрном университете занимается вопросами энергосбережения и повышения энергоэффективности в энерготехнологических процессах [2].

НШ ввела, основываясь на современных возможностях измерения энергии (технического интегрирования), новый показатель кратности этого меньшения – относительная энергоемкость, определяемая как отношение подводимой к ТЭ энергии (начальной  $Q_{_{\rm H}}$ ) к отводимой (конечной  $Q_{_{\rm K}}$ ), то есть:  $Q_{_{\rm 9}}=\frac{Q_{_{\rm H}}}{Q_{_{\rm K}}}.$ 

$$Q_{9} = \frac{Q_{H}}{Q_{\kappa}}.\tag{1}$$

#### Материалы и методы

Разложение начальной энергии на сумму конечной  $Q_{\kappa}$  и потерь  $\Delta Q$  преобразует не только выражение относительной энергоемкости, но и общее представление о численном содержании этого показателя:  $\frac{Q_{\rm H}}{Q_{\rm K}}Q_{\rm 9} = \frac{Q_{\rm K} + \Delta Q}{Q_{\rm K}} = 1 + \Delta Q/Q_{\rm K}\,.$ 

$$\frac{Q_{\rm H}}{Q_{\rm K}}Q_{\rm g} = \frac{Q_{\rm K} + \Delta Q}{Q_{\rm K}} = 1 + \Delta Q/Q_{\rm K}. \tag{2}$$

При  $\Delta Q \to 0$   $Q_{_{\Im}} \to 1$ ; при  $\Delta Q \to Q_{_{K}}$   $Q_{_{\Im}} \to 2$ ; при промежуточном значении  $\Delta Q = \alpha Q_{_{K}} (\alpha < 1, \ Q_{_{H}} = Q_{_{K}} (1+\alpha)$ , а  $Q_{_{\Im}} = (1+\alpha)$ . Таким образом, исходное выражение для относительной энергоемкости послужило основой цифрового представления процессов в каждом ТЭ и основой цифрового моделирования совокупного (системного) энергетического процесса в ПЭС [3]. Спецификой этого нового метода, связанного с энергоэффективностью, является отсутствие информации в проходном ТЭ об использовании конечной энергии, исключающее определение энергоэффективности в передающих линиях. Это означает, что в проходном ТЭ определяется показатель эффективности только процесса передачи энергии. Системное представление ПЭС и предложенный математический аппарат дают более существенные результаты анализа в сравнении с методами энергосбережения, используемые в развитых странах [4].

Научной школой в схеме ПЭС особо выделены ТЭ, в которых осуществляются энерготехнологические процессы (ЭТП), то есть, процессы использования энергии для создания показателей, обеспечивающих выполнение технологии производства продукции.

Для энерготехнологических процессов введено обобщающее понятие прямого действия энергии на технологические среды и объекты, обеспечивающего получение заданного технологией производства результата R. Базовые знания физических свойств и зависимостей в этих процессах, как правило, позволяют рассчитать расход энергии  $Q_{_{\! I\! J}}$  (минимальный) на получение результата. Общий вид выражения для интегрального результата такого расчета:

$$Q_{\pi} = Q^{y\pi} * R, \tag{3}$$

где Q<sup>уд</sup> – удельный расход энергии (на единицу результата), то есть производная энергии по результату действия. Если действие обеспечивается мощностью, то необходимая мощность определяется выражением:

$$P = P^{yA} * r(t). \tag{4}$$

Этим же выражением определяется действие мощности, компенсирующее потери во внешнюю среду. Прямое определение потерь, сопровождающих действие и зависящих от многих факторов, серьезно затруднено, но их влияние на получение результата в ЭТП неизбежно. Методы НШ позволяют получить цифровое выражение потерь в каждом ЭТП ПЭС и перевести влияние потерь на системный показатель энергоемкость продукции. Отметим, что в цифровом выражении потери представлены долей энергии  $Q_{\pi}$  (не мощности), то есть отношением  $\Delta Q/Q_{_{I\!\!A}}$ . При определении влияния потерь на количество подводимой к ПЭС энергии (определение спроса на энергию) методами НШ эта доля при повторностях может меняться. То есть, ПЭС является единственной структурной подсистемой во всей системе энергообеспечения, позволяющей получить в численном выражении два объективных цифровых показателя – спрос на энергию и эффективность использования энергии [5, 6].

Энергия у производственного потребителя используется для получения вещественных результатов, предусмотренных технологией производства продукции. Такие процессы в линиях передачи энергии находятся в ее конце (это пространственный предел движения энергии в ПЭС). Современный показатель энергоэффективности должен определяться как энергоемкость валового регионального продукта (ВРП), что делает этот показатель принципиально отличным от энергоемкости продукции предприятия. Использование в ЭТП физических знаний процесса и цифрового показателя энергоемкости получаемого в ЭТП результата позволяет дифференцировать энергоемкость продукции в единицах действующей энергии и системных потерь, то есть определить эффективную относительную единичную энергоемкость, обеспечивающую доходность предприятия при реализации продукции, и приращение энергоемкости в виде относительных потерь, снижающих доходность. Для управления энергоэффективностью необходимо различать в ПЭС все ТЭ по энергоемкости и, следовательно, по прибыльности, для определения направлений совершенствования технологии [7].

Теория управления энергоэффективностью, реализуемая методами НШ, основана на возможности линейного графического моделирования энергетических процессов прямыми линиями, прямоугольными треугольниками (ПТ) и прямоугольниками (ПУ) в декартовых координатах (ДК). Можно показать, что прямоугольному треугольнику, отображающему гипотенузой линейную спадающую функцию мощности P(t), присущи соотношения, положенные в основу методов НШ:

$$\frac{P_{M}}{P_{m}} = 1 + \frac{\Delta P}{P_{m}} . \tag{5}$$

В формуле использованы конечные по времени наибольшее  $P_{\rm M}$  и наименьшее  $P_{\rm m}$  значения мощности и их разность  $\Delta P$  (потери мощности). Анализ и управление энергоэффективностью сводятся к значению второго слагаемого в правой части. Отметим, что  $\Delta P$  - не потери энергии, поскольку рассматриваемый пример относится к функции мощности, для которой отрицательное приращение зависит от вида функции. Целенаправленно организованный сбор и обработка эксплуатационных данных в ПЭС создаст возможность перевода значения энергоемкости продукции в оперативный показатель, подпадающий под постоянный контроль энергетической службы предприятия и компьютерного интеллекта [8].

Любой вид энергии при контакте с объектом оказывает какое — либо первичное действие, поэтому действие можно отнести к одному из свойств, присущих энергии и проявляющихся в первую очередь. В свою очередь, действие характеризуется каким-либо изменением свойства объекта, которое может быть принято за результат действия. Связь результата действия с величиной энергии достаточно хорошо исследована и физически описана, очевидно, по причине первичности действия. Поскольку движущаяся энергия характеризуется двумя показателями — мощностью и энергией, то и действие должно подразделяться на действие мощности и действие энергии. Такое же подразделение должно существовать и для результатов действия. Рассмотрим математическую связь мощности и энергии. Она укладывается в рамки математических операций дифференцирования и интегрирования функций, то есть мощность является производной энергии по времени  $P = \frac{dQ}{dt}$ , а, соответственно, энергия, определяемая из выражения дифференциала энергии dQ = Pdt, есть определенный интеграл, то есть

$$Q = \int_{t}^{t} p(t)dt. \tag{6}$$

Следует помнить, что дифференцирование не всякого интеграла дает в результате исходную подынтегральную функцию мощности. Ранее отмечено, что дифференциал энергия есть произведение постоянной мощности (производной в точке) на дифференциал независимой переменной - времени. Из высшей математики известно, что дифференциал функции мощности P(t) может содержать аддитивные величины разного порядка малости, зависящего от характера изменения производной функции в пределах границ отрезка независимой переменной. Следовательно, и результат действия энергии на объект, если порядок малости имеет значение, может быть двояким, что предполагает в общем случае неопределенную зависимость результата действия от времени. Приведенные общие соображения о действии энергии и мощности имеют прямое отношение к энергоэффективности, поэтому необходимо провести более глубокий анализ энергетических процессов в ПЭС [9].

Особенностью ПЭС является ее техническая структура, обусловленная техническими элементами, выбранными по максимальной мощности при проектировании предприятия и упорядоченными в энергетические линии, заканчивающиеся энерготехнологическими процессами (ЭТП), востребованными (через результаты действия) технологией производства продукции. Технические элементы (энергетическое оборудование) являются технической базой ПЭС. Энергетическую систему на основе технической базы создает постоянно движущаяся энергия. Необходимо отметить, что многочисленные ЭТП в проекте предприятия отсутствуют как процессы, но представлены энергетическим оборудованием с указанием только номинальной мощности. Можно уверенно считать, что в начале каждой энергетической линии ПЭС установлен счетчик поступающей в нее энергии [10].

Таким образом, при прохождении энергии по линии в каждом ТЭ происходит определенный энергетический процесс. Проходными ТЭ линии обеспечивается передача энергии, преобразование из одного вида в другой, трансформация показателей и т.п. Причем эти трансферные процессы в каждом ТЭ сопровождаются потерями. Процессы в ЭТП обсуждаются и анализируются только в указанных литературных источниках и других, связанных с ними методически.

Энергетической спецификой ЭТП в линиях является их подчиненность технологии производства продукции в виде заданного значения получаемого результата R, времени t его получения, места этого результата в общей технологии (где, как и когда он используется) и др. Главной энергетической особенностью ЭТП является возможность определения расчетом по заданному значению результата действия R необходимого минимального количества энергии, которое должно рассматриваться как физически востребованное.

При анализе энергетических процессов в каждом ТЭ потребительской системы методами высшей математики следует иметь ввиду, что именно технические элементы, ограничивающие или разделяющие объемы, содержащие среды, испытавшие действие энергии, нарушившее энергетическое равновесие объема с окружающей средой, являются причиной спонтанно возникающих потерь энергии. Математические выражения, определяющие зависимости различных показателей, как правило, потери не учитывают за исключением некоторых специальных случаев. Примером может служить выражение для приращений дифференцируемой функции  $\Delta y = A\Delta x + \alpha(\Delta x)\Delta x$ , в котором учтено линейное приращение, обусловленное

производной в точке A и остальное приращение функции  $\alpha(\Delta x)\Delta x$ , которое должно быть отнесено к приращению более высокого порядка малости. Однако предположительно можно сказать, что управления энергоэффективностью в условиях неуправляемого влияния потерь одного метода разделения значений по величине мало. В математике существует теория сходимости, определяющая существование предела [11].

#### Результаты

выражению

На примере эмпирического эксперимента с электронагревом воды рассмотрим влияние расчета востребованной энергии на анализ энергоэффективности полученного необходимого результата (нового свойства воды) – конечной температуры нагрева. Известна из физики нагрева формула в виде:

$$Q = cm(T_{KOH} - T_{HAY}), \tag{7}$$

где c —удельная энергоемкость воды, m — масса нагреваемой воды, T — температура (строчная буква для отличия от обозначения времени).

При известной массе нагреваемой воды, не меняющейся при нагреве, и при постоянстве «с» перемножим эти величины и обозначим как  $Q^{yд}$ . Тогда формула примет вид:

$$Q = Q^{ya}(T_{KOH} - T_{Hay}). \tag{8}$$

Эта формула имеет для энергоэффективности принципиальное значение. Во-первых, расчет энергии выполнен под требование технологии производства продукции (ею задано значение  $T_{\text{кон}}$ ), во-вторых, в ней не учтены потери энергии, поэтому полученное значение энергии является минимальным для нагреваемой массы воды, в-третьих, появился коэффициент пропорциональности между энергией и приращением температуры. Для получения более общих выводов обозначим разность температур как результат действия R. Отметим, что введение действия энергии в анализ процессов в ПЭС в конце энергетической линии позволило путем простого расчета получить первичное (для всей системы передачи энергии) численное значение спроса на энергию для конкретного ЭТП, но только в единицах энергии, без связи с мощностью и временем получения результата. Поскольку в расчет Q не введены потери энергии, то с точки зрения энергоэффективности полученное значение соответствует максимальной эффективности процесса.

Таким образам, ЭТП как формирователь спроса на энергию дает предельное (минимальное) значение энергии, с которым можно сравнивать все другие, возникающие в процессе эксплуатации оборудования. Так как нагреватель представлен техническим агрегатом – имеется трубчатый электронагреватель (ТЭН) с известной постоянной мощностью Р (технической, то есть, определяемой не дифференцированием функции и не измерением), то возможно расчетное определение времени нагрева t (минимального). Если при эксперименте контролировать получение результата R, то все отклонения от расчетных показателей в процессе нагрева могут быть объяснены потерями, которые ни расчетным путем, ни прямыми измерениями не могут быть определены. Подчеркнем еще раз, что введение в ПЭС энерготехнологических процессов (ЭТП) позволяет не только технически контролировать измерениями соблюдение требований технологии, но и до минимума сократить неопределенность процесса, затрудняющую управление эффективностью использования энергии. Проведенные эксперименты с электронагревом воды показали, что фактическое время нагрева и количество потребленной энергии больше расчетных значений. Поскольку эксперимент ставился как эмпирический, то предпринимались попытки снять кривую роста R(t). По физически объяснимым причинам всю кривую снять не удается, но конечная часть кривой, содержащая характер нелинейности, оказалась зафиксированной. Это позволило линеаризовать процесс роста результата действия и получить среднее значение скорости роста  $R^*$ , которое при графическом сопоставлении с расчетной средней скоростью ( $R^* = \frac{Q}{r}$ , t=Q/P) образовала дифференциальное неравенство за счет приращения времени нагрева  $\Delta t$ . Общий итог эксперимента в сравнении с расчетными данными заключается в появлении приращения энергии и приращения времени при уменьшении скорости роста результата (рис.). Полученные численные данные позволили рассчитать отрицательное приращение подводимой мощности (то есть мощность потерь) по

$$-P_{H} = Q^{YA} (R^* - R_{cp}^*)$$
 или -  $\Delta P_{H} = Q^{YA} \Delta R^*$ . (9)

На диаграмме обозначены: Q –энергия,  $\Delta T$  – приращение температуры воды, t – время. Исходные расчетные (без потерь) показатели – квадраты без штриховки. Значения интенсивных показателей показаны в градусах. Приращения потребленной энергии и времени –числами при осях.

С учетом времени продолжительности процесса  $(t+\Delta t)$  определим также отрицательное приращение мощности действия энергии. Получим аналогичное выражение  $\Delta P_{\mu} = Q^{y\mu}\Delta R^*$ . Получено численное свидетельство равенства приращений мощностей потерь и действия. Более глубокий результат эксперимента характеризуется так называемым динамическим тождеством:

$$Q_{H} = Q_{\Lambda} + \Delta Q. \tag{10}$$

$$Q_{H} = P^{-}t + \Delta t. \tag{11}$$

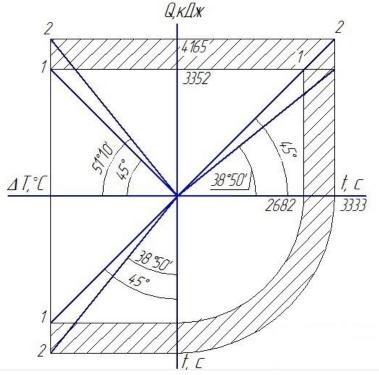


Рисунок – Диаграмма в четырех квадрантах электронагрева воды с постоянной мощностью.

Анализ на предельные значения указанных показателей дает следующие результаты: при  $\Delta t \to 0$   $R_{cp}^* \to R^*$ , а если  $\Delta t \to t$ , то  $R_{cp}^* = \to \frac{1}{2}$   $R^*$  и  $P_{d\,cp} = \to \frac{1}{2}$   $P_d$ . Измерение подводимой к нагреваемой воде энергии позволило по окончании эксперимента сразу же определить понесенные потери как разность  $Q_{\text{подв}} - Q = \Delta Q$ , что оправдало отнесение эксперимента к числу эмпирических, то есть углубляющих знания, в частности, в области эффективности использования энергии.

Подведенные кратко итоги по эксперименту подтверждают целесообразность введения понятия действия энергии так как именно это свойство энергии достаточно хорошо изучено наукой и позволяет получать путем расчета минимальную величину энергоемкости результата. Эта энергоемкость является первичной в ПЭС и объективной по научному содержанию. Из энергоемкостей всех результатов ПЭС складывается, в конце концов, энергоемкость выпускаемой предприятием продукции. Это обстоятельство заставляет рассматривать повышение энергоэффективности как внутреннюю задачу руководства и профессиональную обязанность энергетической службы предприятия. Следует особо отметить другие свойства показателя  $Q^{yд}$  кроме объективности его значения. Прежде всего это свойство индифферентности, то есть, это коэффициент пропорциональности и энергии и мощности численному значению получаемого результата и, соответственно, его производной. Описанным экспериментом установлено, что потери только уменьшают действующую энергию, поэтому время энерготехнологического процесса возрастает обратно пропорционально потерям. Отметим, что введение понятия «действующая энергия» в ПЭС, определяющая расчетный минимум расхода энергии, позволяет также определить некоторые другие важные для энергоэффективности пределы [2].

#### Заключение

Разработан и экспериментально проверен метод анализа потребительских систем, имеющих техническую структуру, в показателях энергоэффективности. Очевидным достоинством метода является возможность адресного управления и возможность перевода результатов управления на энергоемкость продукции предприятия и на прибыль. Метод оперирует цифровыми данными в полном объеме системного управления эффективностью, что позволяет применять в системах сбора, обработки и передачи данных цифровой формат, а также может быть использован как инновационное направление при подготовке квалифицированных кадров по энергетике и экономике. Метод универсален, что позволяет использовать его в любом предприятии АПК. Однако, несомненно, продолжение исследований с целью определения

существования и проявления в анализе пределов изменяющихся величин. Без этих результатов невозможно оценить профессиональную грамотность традиционного определения энергоемкости продукции предприятий.

Рецензент: Сафаров А.Г. — д.т.н., доцент, главный научный сотрудник ФПИ имени С.У. Умарова НАН Паджикистана.

#### Литература

- 1. Карпов В.Н., Юлдашев З.Ш. Технологическая востребованность и техническое сопровождение увеличения потребления энергии в АПК. Монография. -СПб.: СПбГАУ, 2021. -168 с. ISBN 978-5-85983-359-7.
- 2. Карпов В.Н., Юлдашев З.Ш. Нишондихандахои самаранокии энергетикии системахои амалкунандаи техникй (мухандисии кишоварэй): монография. -Душанбе: Дониш, 2023. -205 сах.
- 3. Карпов В., Юлдашев З., Карпов Н. Методы повышения эффективности использования энергии. Saarbrucken, Deutshland: Lambert Academic Publishing, 2013. 174 с.
- 4. Стасинопулос П., Смит Майкл Х., Карлсон «Чарли» Харгроувс, Черил Деша. Проектирование систем как единого целого. Интегральный подход к инжинирингу для устойчивого развития. М.: Эксмо, 2012. 288 с.
- 5. Kabanen T.V., Karpov V.N., Yuldashev Z. Sh., Nemsev A.A., Nemsev I.A. Basic theory and method of managing energy efficiency in consumer systems / //Agronomy Research 14(5), 1619-1625, 2016. <a href="http://agronomy.emu.ee/category/volume-14/number-5/#abstract-4682">http://agronomy.emu.ee/category/volume-14/number-5/#abstract-4682</a>.
- 6. Kabanen T., Karpov V. Addition to the structural theory of optimizing energy efficiency in consumer system. // Agronomy Research Biosystem Engineering. Special Issue 1, 2011. P. 77-81. Tallinn University of Technology. Estonia.
- 7. Александров И.К. Энергетический анализ механизмов и машин. Теоретическое и экспериментальное обоснование принципов исследования и определения энергетических потерь в механизмах и машинах: монография. Вологда: ВоГТУ, 2011. 244 с.
- 8. Ракутько С.А. Прикладная теория энергосбережения в энерготехнологических процессах АПК // Известия РАН. Энергетика. -009. №6. C.168-175.
- 9. Бровцин В.Н. Исследование и оптимизация динамических объектов сельскохозяйственного назначения средствами вычислительного эксперимента. СПб.: СЗНИИМЭСХ, 2004. 364 с.
  - 10. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. М.: Наука, 1977. 872 с.
- 11. Бесекерский В.А. Микропроцессорные системы автоматического управления. Л.: Машиностроение, 1988. 365 с.

# СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN					
Карпов В.Н.	Карпов В.Н.	Karpov V.N.					
д.и.т., рохбари мактаби илмии "Истифодабарии самараноки	д.т.н., руководитель научной школы «Эффективное	Doctor of Technical Sciences, Head of the Scientific School "Efficient Use of					
нерў", профессори кафедраи барқтаъминкунии корхонахо ва	использование энергии», профессор кафедры	Energy", Professor of the Department of Energy Supply of Enterprises and					
технологияхои электрикй	профессор кафедры энергообеспечение предприятий и электротехнологий	Electrical Technologies					
Донишгохи давлатии аграрии Санкт-Петербург	Санкт-Петербургский государственный аграрный университет	St. Petersburg State Agrarian University					
TJ	RU	EN					
Юлдашев З.Ш.	Юлдашев З.Ш.	Yuldashev Z.SH.					
д.и.н., профессор кафедраи электрификации и автоматизации сельского хозяйства	д.т.н., профессор кафедры электрификации и автоматизации сельского хозяйства	Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electrification and Automation of Agriculture					
Донишгохи аграрии Точикистон ба номи Шириншо Шотемур	ТАУ имени Шириншо Шотемур	Agrarian University of Tajikistan named after Shirinsho Shotemur					
	e. mail: zarifjan yz@mail.ru						

УДК 621.311

#### СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ИНТЕГРАЦИИ В НЕЁ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

#### Н. Хасанзода, М.И. Сафаров

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Актуальность исследований обусловлена необходимостью оптимизации режимов электропотребления с функцией двустороннего потока энергии, как от энергосистемы, так и от своих источников распределенной генерации. Это позволяет гибко регулировать потоки энергии и выравнивать график нагрузки, а также свести к минимуму финансовые затраты на потребляемую электроэнергию. Разработана оптимальная система электропотребления при разных ценовых показателях от всех возможных источников генерации: от энергосистемы, ветроустановок, солнечных электростанций и накопителя энергии. Предложена математическая модель оптимального электропотребления потребителем в виде системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Модель предусматривает некоторый набор правил оптимального балансирования режимов сети с учетом возможности аккумулирования энергии.

**Ключевые слова:** Электропотребление, ветроэлектрическая станция, солнечная электростанция, аккумулирование энергии, оптимизационная модель, приоритетность правил.

# СИСТЕМАИ ОПТИМАЛИИ ИСТИФОДАИ НЕРУИ БАРҚ ХАНГОМИ БА ОН ВОРИД НАМУДАНИ МАНБАЪХОИ БАРКАРДАШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ.

#### Н. Хасанзода, М.И. Сафаров

Акуалияти тадкикот аз зарурияти оптимали намудани речаи истифодаи неруи барк бо функсияи сели дутарафаи энергияи электрикй чун аз энергосистема, хамчунон аз манбахои истехсоли худй. Ин имконият медихад, ки сели энергияро чандир танзим намуда, графики борбастро баробар карда, хамчунон харчхои молиявиро ба энергияи баркй истифодашуда ба камтарин расонанд. Системаи оптималии истифодаи неруи барк хангоми нишондихандахои гуногун аз хамаи манбаъхои имконпазири истехсоли энергия: аз энергосистема, дастгоххои бодй, неругохи баркии офтобй ва захиракунандаи энергия. Модели математикии истифодаи оптималии неруи баркй истифодабаранда дар намуди системаи муодилахои хатти алгебравй пешниход шудааст. Модел як катор коидахои мувозинати оптималии речахои шабакаро бо назардошти имконияти захиракунии энергия пешбини мекунад.

**Калимахои калидй.** Истифодабарандаи неруи барқ, неругохи бодии барқ*й, неругохи барқии офтобй, захиракунии* энергия, модели оптимизатсионй, бартарияти қоидахо.

## THE SYSTEM OF OPTIMUM ELECTRIC CONSUMPTION WHILE THE INTEGRATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

#### N. Khasanzoda, M.I. Safarov

The relevance of the research is due to the need to optimize power consumption modes with a two-way energy flow function, both from the power system and from their own sources of distributed generation. This allows flexible regulation of energy flows and load schedule equalization, as well as minimizing the financial cost of consumed energy. An optimal system of power consumption at different price points from all possible generation sources: from the energy systems, wind turbines, solar power plant and energy storage is developed. A mathematical model of optimal power consumption by a consumer in the form of a system of linear algebraic equations (SLAE). The model provides a set of rules for optimal balancing of network modes, taking into account the possibility of energy storage.

Keywords: Electricity consumption, wind farm, solar power plant, energy storage, optimization model, rule prioritization.

#### Введение

Возобновляемые источники энергии играют большую роль в энергетике, что улучшает экологическую ситуацию и позволяет потребителям иметь собственные источники энергии.

После того как объединённая электроэнергетическая система Средней Азии разделилась на отдельные энергосистемы, в Республике Таджикистан (РТ) из-за доминирующей доли гидроресурсов в зимний период нарушается энергобаланс в системе по причине нехватки первичного ресурса, приводящей к снижению генерируемой мощности с одновременным повышением спроса на электроэнергию. Наиболее остро проблема нехватки генерируемой мощности наблюдается в локальных электроэнергетических системах удалённых населенных пунктов, где в зимний период русла малых рек замерзают до 80%.

За последние три десятилетия Правительством Республики Таджикистан был принят ряд мер по снижению дефицита, генерирующего мощности в зимний период, об этом свидетельствуют доработка нормативно-правовых документов, принятие ряда постановлений и их реализация. Из содержания этих документов можно сделать вывод о том, что изучению и внедрению ВИЭ уделяется особое внимание для повышения надежности, эффективности, безопасности и социальной обеспеченности населения, проживающего в труднодоступных и удаленных населенных пунктах республики.

В качестве перспективного объекта исследования в данной работе выбрана локальная электроэнергетическая система Мургабского района, расположенная в Горно-Бадахшанской автономной области (ГБАО) Таджикистана.

#### Постановка задачи

В значительной степени отличие режимов выбранной системы заключается в том, что в зимний период является энергодефицитным, а в летний период - энергоизбыточным. Мургабский район состоит из 20 разбросанных населённых пунктов, расположенных в 50 - 150 км друг от друга, которые не присоединены к системам центрального электроснабжения ГБАО. Расстояние от административного центра области до районного центра составляет 320 км. Возведение для этих целей воздушных ЛЭП 35 – 10/0,4 кВ с учетом постоянно растущих цен на строительные материалы представляется для района и области техническим и экономически нецелесообразным. Принимая во внимание вышеизложенные обстоятельства, правильным вариантом для повышения эффективности систем электроснабжения может стать рассмотрение вопроса комплексного использования местных энергоресурсов на основе ВИЭ.

Отметим, что комплексное использование возобновляемых источников энергии с учетом их стохастичного характера прихода возлагает дополнительные требования к балансированию режимов. Дополнительно также необходимо учитывать необходимость применения накопителей электрической энергии, где требуется уточнение его режимов эксплуатации в составе энергокомплекса.

Решение данных проблем является актуальной задачей и связано с оптимизацией процессов преобразования, распределения, регулирования в подобных электроэнергетических системах.

#### Энергетический баланс и условия оптимальных режимов энергосистемы

Чтобы выполнить анализ энергетического потенциала исследуемой энергосистемы Мургабского района, следует учесть суточный интервал применимости ВИЭ. Основной разницей между режимами этой системы является недостаток энергии в зимний и ее избыток в летний периоды, в связи с чем было выбрано по одному дню по каждому из периодов. Для того чтобы оптимизировать режимы использования электрической энергии были применены статистические изменения скорости ветра, солнечной радиации, выработка мощности ГЭС, а также суточный график энергопотребления [1].

Район располагает лишь одной малой гидроэлектростанцией (МГЭС) «Таджикистан» (рис.1), мощность которой всего 1,5 МВт, которая была сдана в эксплуатацию в сентябре 2018 года энергетической компанией «Памир Энерджи» при финансовой поддержке Правительства Германии.



 $\overline{P$ исунок  $1-M\Gamma \ni C$  «Таджикистан» в Мургабском районе

Основным препятствием на пути реализации электроснабжения в данном районе является наличие единственной малосточной реки Ак-Су, которая при сильных заморозках (-50°С) практически на 80% замерзает. Район включает двадцать селений, находящихся на расстоянии от 50 до 150 км друг от друга. Данные селения не имеют выхода к системам центрального электроснабжения Горно-Бадахшанской области, поскольку до административного центра области расстояние от этих населенных пунктов составляет 320 км [2, 3]. В связи с тем, что стоимость строительных материалов стремительно растет, проведение воздушных ЛЭП 35 – 10/0,4 кВ экономически и технически не представляет выгоды. С учетом вышеизложенного для данного района использование гидроэнергетических ресурсов не представляется возможным.

Таким образом, для населения Мургабского района одним из приоритетных решений данной проблемы является применение возобновляемых источников энергии (энергия ветра, солнца), потенциалы которых в районе значительны. Наиболее эффективным представляется применение комбинированных, или так называемых совместных энергоустановок, т.е. СЭС и ВЭУ. Это позволяет выравнивать пики при избытке и недостатке выработки электроэнергии.

ВЭУ целесообразно применять в зимнее время, когда скорость ветра достигает свой максимум (январьмай 6,5 м/сек), а в летнее время года СЭС, поскольку зимний максимум находится в противофазе со среднегодовым коэффициентом солнечной инсоляции, т.е. совместное их использование наиболее эффективно.

#### Ветровые и солнечные ресурсы Мургабского района

Для различных участков рассматриваемой территории скорость ветра может отличаться. Мургабский район в данном случае также не является исключением.

Метеорологические данные о скорости ветра Мургабского района (Рисунок 2) доказывают целесообразность строительства ветровой электростанции (ВЭС) мощностью до 500 кВт

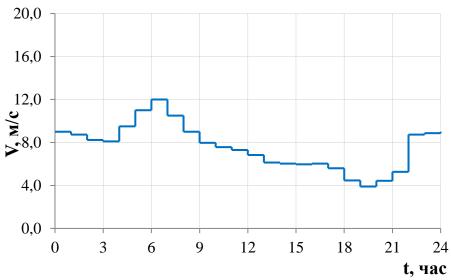


Рисунок 2 – Среднесуточные графики скорости ветра

Мощность ВЭУ имеет непосредственную зависимость от скорости ветра, который изменчив во времени и зависит от климатических показателей. Ее с учетом омываемой площади установки A (м²) можно рассчитать так

$$P = \frac{1}{2}\rho C_p A V^3, \tag{1}$$

где ho – плотность воздушного потока (кг/м³), которая также зависит от температуры и давления воздуха; А – омываемая лопастями, площадь; V – скорость ветра;  $C_p$  – коэффициент, описывает КПД ветряной турбины.

Определяют омываемую поверхность лопаток

$$A = \pi R^2, \tag{2}$$

где  $\it R$  – радиус колеса ветряной электростанции, м.

Уравнение (1) соответствует кубическому закону, которое описывает зависимость мощности энергоустановки от скорости истечения ветра.

Выражение (1) соответствует кубическому закону, которое описывает зависимость мощности энергоустановки от скорости истечения ветра.

Также скорость потока ветра преобразовать в мощность можно, использовав характеристики самой установки согласно методике [4-6]. После установления точной скорости ветра ее преобразуют в электрическую мощность согласно характеристикам по мощности установки (рисунок 3).

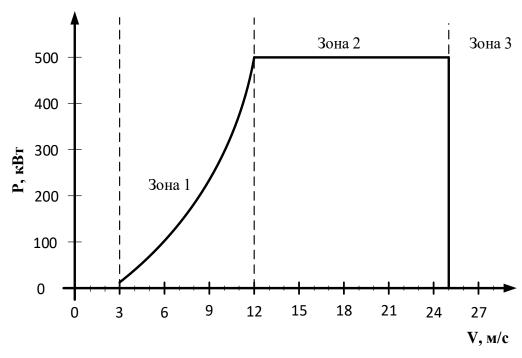


Рисунок 3 – Характеристика мощности ВЭС

Согласно графику, изображенному на рисунке 3, мощность начинает вырабатываться при скорости ветра от 3 м/с. Номинальная мощность соответствует скоростям от 3 м/с до 12 м/с, а при 12 м/с до 25 м/с, мощность поддерживается на номинальном уровне. [7]. При скорости ветра 25 м/с осуществляется автоматическая остановка установки. Преобразование мощности представлено на рисунке 4.

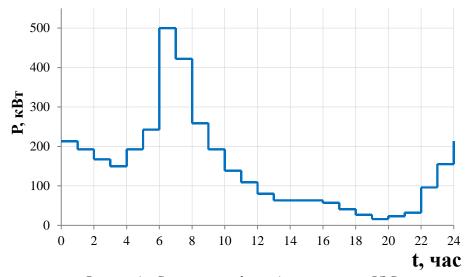


Рисунок 4 – Суточный график выдачи мощности ВЭС

#### Солнечная энергетика

Одним из самых распространенных источников возобновляемой энергии является Солнце, в том числе и в Республике Таджикистан. Среди стран Центральной Азии Таджикистан считается одним из лидеров по потенциалу солнечной энергии [8].

Так, согласно оценке экспертов, солнечный потенциал Таджикистана составляет приблизительно 25 миллиардов кВт. ч/г., что соответствует 10-20% от общенациональной потребности в энергии. Суммарное значение солнечной радиации соответствует 701-801 Вт/м2 или 7500-8001 МДж/м² в условиях ясного неба.

На территориях Мургабского района согласно оценкам местных экспертов [8] интенсивность прямой солнечной радиации составляет 10,3 кВт-ч/м2 в летний период (июнь-июль) и 5,9 кВт ч/м² в зимний период (декабрь-январь).

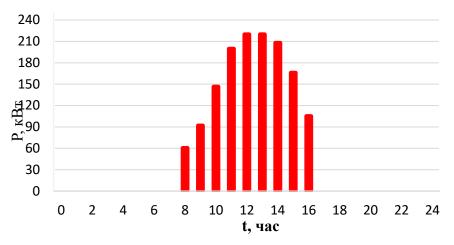


Рисунок 5 – Среднесуточные графики выдачи мощности СЭС

Согласно графику 2 повышенный спрос электроэнергии в утренние часы совпадает с максимальной скоростью ветра, что также предшествует применению ветроустановки в утренние часы. Солнцестояние у нас в республике составляет от 8 до 16 ч [9], а это соответствует продолжительности электрической нагрузки в течение рабочего дня. Общая мощность солнечных станций 220 кВт с КПД 20,65%.

Для зимнего периода выработка мощности ГЭС, суточный график нагрузки, вырабатываемая мощность на ВЭС и СЭС представлены на рисунке 6. Исходная мощность накопителя принята 10 кВт.

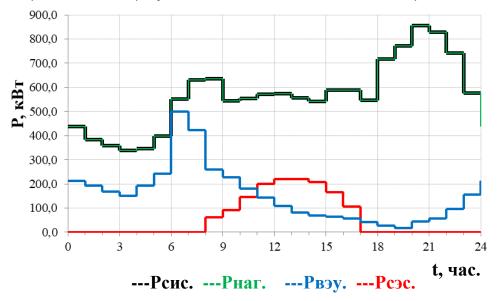


Рисунок 6 – Исходные данные энергетического баланса для типичного зимнего дня

#### Математическая модель энергетического баланса потребителя

Баланс мощностей для рассматриваемой системы определяется в виде

$$P_{CMC} + P_{BY} + P_{CYC} \pm P_{AKK} = P_{\Pi} + \sum \Delta P, \qquad (4)$$

где  $P_{\it CHC}$  — мощность, полученная от внешнего источника;  $P_{\it B3V}$  — максимальная мощность от ветряков;  $P_{\it C3C}$  — максимальная мощность аккумуляторной батареи;  $P_{\it II}$  — потребляемая мощность;  $\sum \! \Delta \! P$  — общая потеря активной мощности в сети, расходы и CH.

В суточном интервале энергетический баланс можно записать в интегральной форме

$$\int_{0}^{24} P_{CHC}(t)dt + \int_{0}^{24} P_{B3V}(t)dt + \int_{0}^{24} P_{C3C}(t)dt \pm \int_{0}^{24} P_{AKK}(t)dt = \int_{0}^{24} P_{\Pi}(t)dt + \int_{0}^{24} \sum \Delta P(t)dt$$
(5)

Это дает возможность получать энергию из разных источников: энергетические системы, ветроустановки, солнечные электростанции и аккумуляторы, себестоимость которых отличительна. Эффективность от их применения определяется как соотношение полученной энергии различной стоимости для каждого часа применения. Задача носит оптимизационный характер [10].

В качестве математической модели для выбора источника энергии для нормализации расходов потребителя мы воспользовались системой нелинейных алгебраических уравнений (СНАУ) с возможностью ее преобразования в систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Расход электроэнергии за сутки нормируется произведением данных входного вектора производимой/передаваемой электроэнергии и матрицы цен. Ежечасное усредненное значение мощности использованной электроэнергии совпадает с расчетным значением за этот же час. При энергии система имеет следующий вид

$$\begin{cases} c_{11} \cdot P_{CHC} + c_{12} \cdot P_{B \ni V} + c_{13} \cdot P_{C \ni C} + c_{14} \cdot P_{A \kappa \kappa.} = m_{1} \\ c_{21} \cdot P_{CHC} + c_{22} \cdot P_{B \ni V} + c_{23} \cdot P_{C \ni C} + c_{24} \cdot P_{A \kappa \kappa.} = m_{2} , \end{cases}$$

$$\begin{cases} c_{31} \cdot P_{CHC} + c_{32} \cdot P_{B \ni V} + c_{33} \cdot P_{C \ni C} + c_{34} \cdot P_{A \kappa \kappa.} = m_{3} \\ c_{41} \cdot P_{CHC} + c_{42} \cdot P_{B \ni V} + c_{43} \cdot P_{C \ni C} + c_{44} \cdot P_{A \kappa \kappa.} = m_{4} \end{cases}$$

$$(6)$$

где  $m_i$  — стоимость потребленной электроэнергии; i = 1,2,3,4 — четыре возможных источника энергии для потребителя.

Применив метод исключения Гаусса, выполняется решение СЛАУ на каждом шаге итерации. Прямым ходом требуется свести к нулю поддиагональные элементы, а обратным ходом требуется решить уравнения с верхней точки треугольной матрицы. Первым ходом определяется последнее по номеру неизвестное значение.

Матрица цен записывается в следующем виде

$$\begin{pmatrix}
c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} \\
c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} \\
c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} \\
c_{41} & c_{42} & c_{43} & c_{44}
\end{pmatrix}.$$
(7)

В данной матрице диагональные элементы представляют цены на электроэнергию для каждого из отдельных источников, а недиагональные элементы представляют собой среднее значение цен на электроэнергию со всех источников. Нормирование потребления электрической энергии матрицы цен приобретает диагональный вид

$$\begin{pmatrix}
c_{11} & 0 & 0 & 0 \\
0 & c_{22} & 0 & 0 \\
0 & 0 & c_{33} & 0 \\
0 & 0 & 0 & c_{44}
\end{pmatrix},$$
(8)

где  $c_{11}$  — цена электроэнергии за 1 кВт-час из ЭЭС;  $c_{22}$  — цена электроэнергии за 1 кВт/час от ветровой электростанции;  $c_{33}$  — цена электроэнергии за 1 кВт/час от солнечной электростанции;  $c_{44}$  — цена электроэнергии за 1 кВт/час от аккумулирования энергии.

Понижение расходов для потребителя осуществляется решением нижеследующего уравнения

$$M = \sum_{i=1}^{4} \sum_{j=1}^{4} C_{ij} \cdot P_j \cdot t \to \min,$$
(9)

где С – ценовая матрица потенциальных источников генерации электроэнергии; P – вектор потребляемой мощности, состоит из  $\left(P_{C\!M\!C},P_{B\!\supset\!V},P_{C\!\supset\!C},P_{A\!\kappa\!\kappa}\right)^T$  элементы; M – общее потребление электроэнергии

$$M = \sum_{i=1}^{4} m_i$$
;  $t=1$   $\text{ y.}$ 

При определении значений генерируемой или передаваемой мощности по входному вектору должны выполняться следующие условия:

$$0 \le P_{\text{\tiny u,max}}^{II} \le P_{CUC};$$
  $0 \le P_{C\supset C} \le P_{\max}^{C\supset C}$ 

$$0 \le P_{\text{q,max}} \le P_{CMC}$$
,  $0 \le P_{BOY} \le P_{\text{max}}^{BOY}$ ;  $0 \le P_{A\kappa\kappa} \le P_{\text{max}}^{A\kappa\kappa}$ 

Использовав настоящую математическую модель, для решения данной задачи был представлен алгоритм на соответствующей компьютерной программе на языке Microsoft Access Database.

Контрольные измерения были проведены суточным графиком использования электрической энергии в зимний период. При этом была учтена выработка электроэнергии на ВЭС и СЭС с ее возможным аккумулированием. Процесс аккумулирования электроэнергии производится при ее избытке, а при ее недостатке получают от аккумулятора и энергосистемы.

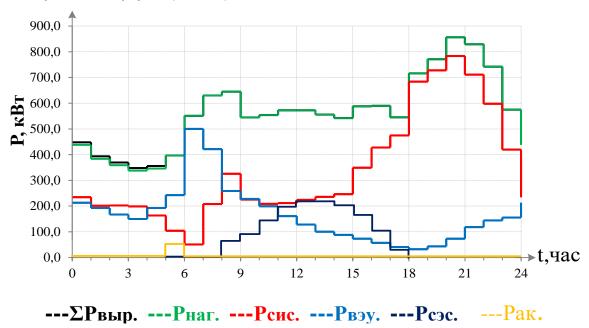


Рисунок 7 – График результатов решения задачи оптимизации электропотребления потребителей  $\sum P_{Bup.}$  — черная линия,  $P_{ ext{нагр.}}$  — зеленая линия,  $P_{cuc.}$  — красная линия,

$$P_{B \ni \mathcal{V}}$$
. – синяя линия,  $P_{C \ni C}$ . – темно-синяя линия и  $P_{A \kappa \kappa}$ . - желтая линия

#### Заключение

- 1. Доказано что Таджикистан имеет большой потенциал возобновляемых энергоисточников. Гидроэнергия является достаточно изученной и распространённой и применяется очень давно. На территории республики располагаются огромные запасы гидроэнергетики, что составляют почти гидроэнергетической запасов Средней Азии.
- В данное время в промышленности странные используется потенциал ветровой и солнечной энергии. Несмотря на это, климатические условия республики благоприятно способствуют применению ветровой и солнечной энергии.

- 3. Разработана математическая модель оптимального электропотребления потребителем, а именно району Мургаба с учетом выработки электроэнергии от ВЭИ, СЭС и аккумуляторов.
- 4. Разработаны и предложены алгоритмы для оптимизация режимов энергопотребления как от отдельно вырабатывающих источников энергии, так и их совокупности. По компьютерному программированию данных алгоритмов было получено свидетельство о государственной регистрации программ для электронновычислительных машин (ЭВМ).

Рецензент: Джураев Ш.Дж. — қ.т.н., ст. преподаватель қафедры элеқтроэнергетики ДФ ННУ "МЭН".

#### Литература

- 1. Сафаров М.И. Моделирование прихода солнечной инсоляции для климатических условий Республики Таджикистан / Б.Н. Шарифов, Ш.М. Султонзода, М.И. Сафаров, Р.Х. Диёрзода, Дж.Х. Каримзода // Политехнический вестник. Научно-технический журнал. Серия: Инженерные исследования. Душанбе, 2022. -№2(58). -С. 38-47.
- 2. Гидроэлектростанции (ГЭС) являются базовыми генерирующими электроэнергию источниками Таджикистана [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://tj.sputniknews.ru/20180804/tajikistan-ges-gidroelektrostaciya-1026367719.html(дата обращения: 30.04.2021)
- 3. Сангов Х.С. Современная ветроэнергетика: мировые тенденции и преспективы ее развития // Материалы IX Международной научно-технической конференции «Электроэнергетика глазами молодёжи 2018». Казань. 2018. С. 160 164.
- 4. Твайделл, Д. Возобновляемые источники энергии / Д. Твайделл, А. Уэйр. Москва: Энергоатомиздат, 1990. 393 с.
- 5. Удалов, С.Н. Моделирование ветроэнергетических установок и управление ими на основе нечеткой логики / С.Н. Удалов, В.З. Манусов. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. 200 с.
- 6. Khasanzoda, N. Using Wind Resources of Far East in Smart Grid Technology with the Optimum Two-Way Energy Flow / V.Z. Manusov, N. Khasanzoda, B.V. Palagushkin // The 13th International Forum on Strategic Technology (IFOST-2018). 2018. P. 713–718.
- 7. Хасанзода, Н. Исследование оптимальных режимов интеллектуальных сетей с двухсторонним потоком энергии / В.З. Манусов, Н. Хасанзода, Ш.А. Бобоев // Научный вестник НГТУ. 2018. №3. С. 175–190.
- 8. Петров, Г.Н., Ахмедов Х.М., Кабутов К., Каримов Х.С. Общая оценка ситуации в энергетике в мире и Таджикистане // Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2009. № 2 (135). С. 101-111.
- 9. Таджикистан: углубленный обзор энергоэффективности / Секретариат Энергетической Хартии, 2013 // Boulevard de la Woluwe, 56 B-1200 Brussels, Belgium.
- 10. Мадалиев Умар Состояние и перспективы развития альтернативной энергетики в Республики Таджикистан [Электронный ресурс]. Режим доступа:https://carnegieendowment.org/files/Presentation\_%20Madvaliev%20Rus.pdf (дата обращения: 11.06.2020).

#### СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN					
Хасанзода Насрулло	Хасанзода Насрулло	Khasanzoda Nasrullo					
н.и.т.	к.т.н.	Candidate of technical sciences					
ДТТ ба номи академик М.С.	ТТУ имени академика М.С.	TTU named after academician M.S.					
Осимй	Осими	Osimi					
	e. mail: nasrullo-5445@mail.ru						
TJ	RU	EN					
Сафаров Манучехр Исуфович	Сафаров Манучехр Исуфович	Safarov Manuchehr Isufovich					
Муаллими калон	Старший преподаватель	Senior teacher					
ДТТ ба номи академик М.С.	ТТУ имени академика М.С.	TTU named after academician M.S.					
Осимй	Осими	Osimi					
e. mail: manu 1804@mail.ru							

УДК 621.311

# ОПТИМАЛЬНОЕ ДОЛГОСРОЧНОЕ ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РОГУНСКОЙ ГЭС

М.Ш. Раджабов, Ш.М. Султонов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

При долгосрочном управлении режимами ГЭС правила эксплуатации водохранилищ широко используются для принятия решений в эксплуатации водохранилищ, поскольку они могут помочь диспетчерам принять оптимальное решение при ограниченной информации о стоке. Данная работа направлена на определение эффективных правил эксплуатации для долгосрочной эксплуатации ГЭС с водохранилищем. В работе на основе гидрологических временных данных построена кривая обеспеченности реки Вахш, определены маловодные и средневодные годы. Была создана стохастическая гидрологическая модель временных рядов притока водохранилища. Для оптимального долгосрочного управления режимами Рогунской ГЭС с многолетним регулированием построен диспетчерский график. Диспетчерские графики позволяют ориентировочно назначить оптимальный режим сработки и заполнения водохранилища в условиях неопределенности речного стока. Более того, построенный диспетчерский график может эффективно использоваться управляющими водохранилищ при разработке и определении эффективных правил эксплуатации для долгосрочной эксплуатации водохранилищ ГЭС.

Ключевые слова: гидроэлектростанции, водохранилище, диспетчерский график, Рогунская ГЭС.

# ИДОРАКУНИИ ОПТИМАЛИИ ДАРОЗМУДДАТИ ДИСПЕТЧЕРИИ РЕЧАХОИ НБО РОҒУН М.Ш. Рачабов, Ш.М. Султонов

Дар идоракунии дарозмуддати нерўгоххои барки обй, коидахои истифодаи обанборхо барои кабули карорхо дар мавриди истифодабарии обанборхо васеъ истифода мешаванд, зеро онхо метавонанд ба менечерхо дар кабули карори бехтарин бо иттилооти махдуди чараёни об кумак расонанд. Ин кор ба муайян кардани коидахои самарабахши кори дарозмуддати станцияхои электрикии обй бо обанборхо нигаронида шудааст. Дар ин кор дар асоси маълумотхои вакти гидрологи хаттй таъминоти дарьён Вахш сохта шуда, солхои камоб ва миёна муайян карда шуд. Модели силсилаи стохастикии гидрологии воридшавии обанбор сохта шуд. Барои назорати оптималии дарозмуддати речахои НБО Рогун бо танзими дарозмуддат чадвали интикол тахия карда шуд. Графики диспетчерй имкон медихад, ки режими оптималии кор ва пур кардани обанбор дар шароити номуайяни чараёни дарё тахминан таъин карда шавад. Илова бар ин, аз чадвали ирсолии сохташуда метавонад аз чониби рохбарони обанборхо дар тахия ва муайян намудани коидахои самараноки кори обанборхои дарозмухлати истифодаи обанборхо самаранок истифода шавад.

Калидвожахо: НБО, обанборхо, нақшахои диспетчерй, НБО Рогун.

# OPTIMAL LONG-TERM DISPATCH CONTROL OF THE MODES OF THE ROGUN HPP M.Sh. Rajabov, Sh.M. Sultonov

In long-term management of hydroelectric power plants, reservoir operating rules are widely used for decision-making in reservoir operation, since they can help managers make the optimal decision with limited flow information. This work is aimed at determining effective operating rules for long-term operation of hydroelectric power plants with reservoirs. In this work, based on hydrological time data, a supply curve for the Vakhsh River was constructed, and low- and medium-water years were determined. A stochastic hydrological time series model of reservoir inflow was created. For optimal long-term control of the modes of the Rogun HPP with long-term regulation, a dispatch schedule was created. Dispatcher schedules make it possible to roughly assign the optimal operating mode and filling of the reservoir under conditions of uncertain river flow. Moreover, the constructed dispatch schedule can be effectively used by reservoir managers in the development and determination of effective operating rules for the long-term operation of hydroelectric power station reservoirs.

Keywords: hydroelectric power plants, reservoir, dispatch schedule, Rogun HPP.

#### Введение

Задача оптимального управления режимами ГЭС в энергетических системах можно разделить на три подзадачи. Первая – оптимизация долгосрочных режимов ГЭС, вторая оптимизация среднесрочных режимов ГЭС и третья оптимизация краткосрочных режимов ГЭС [1]. Оптимизация долгосрочных режимов включает в себя нахождение оптимальных режимов работы ГЭС для всего цикла регулирования. Определяется режим использования водно-энергетических ресурсов водохранилищ, по которым определяются графики сработки и наполнения водохранилищ. При назначении долгосрочных режимов работы ГЭС определяется оптимальное распределение гидроресурсов за весь период регулирования. Долгосрочная оптимизация, сформированная на основе прогнозов стока, может играть руководящую роль на этапах предварительной эксплуатации водохранилища, но с течением времени статическая схема оптимизации будет значительно отклоняться от реальной ситуации. В этих условиях краткосрочные и среднесрочные планы эксплуатации водохранилища в последней части периода планирования обычно должны быть независимыми от схемы долгосрочного планирования и, таким образом, формулируются отдельно. Сперва, определяются оптимальные режимы ГЭС с водохранилищами в долгосрочном периоде (год, несколько лет) в энергосистеме, после эти данные применяются в планировании оптимальных среднесрочных и краткосрочных режимов ГЭС в энергосистеме [2]. Оптимизация долгосрочных режимов работы водохранилищ ГЭС является сложной задачей, которую можно решить с использованием системного подхода. Модели оптимизации включают в себя распределение ресурсов, разработку стратегий регулирования стока и правил эксплуатации, а также принятие решений о

выпуске в реальном времени в рамках правил эксплуатации. Оптимизация режимов водохранилищ ГЭС на основе метеорологических прогнозов и гидрологических прогнозов имеет высокую степень неопределенности, в основном из-за стохастического характера осадков и притока. Такая неопределенность притока оказывает существенное негативное влияние на долгосрочную работу водохранилища.

#### Теоретическая часть

Эксплуатация водохранилищ и управление ими являются одной из наиболее сложных проблем комплексного освоения и управления водными ресурсами. Эксплуатация водохранилища ГЭС является сложной и комплексной задачей, из-за неопределенности притока воды на реке. Для решения проблемы неопределенности работы водохранилищаможно применить правила эксплуатации в качестве руководства для принятия решений по эксплуатации водохранилища из-за их способности справляться с неопределенностью притока и простоты реализации.

Правила эксплуатации водохранилищ могут быть представлены в виде графиков (диспетчерских), таблиц или функций и определять эксплуатационные решения в течение каждого периода как функцию соответствующей доступной информации (например, текущей или предыдущий уровень воды в водохранилище, текущий или предыдущий приток водохранилища и время года) [3].

Учитывая различные функциональные формы правил эксплуатации и оптимальные решения диспетчеризации детерминированной оптимизации водохранилищ, различные правила эксплуатации водохранилищ ГЭС быть получены с использованием линейных или нелинейных методов аппроксимации [4].

Оптимальный режим работы водохранилища ГЭС в долгосрочном периоде можно определить, используя диспетчерские графики, которые содержат линию ограничения наполнения водохранилища в многоводных условиях, линию ограниченных подач при маловодных условиях, а также линию наполнения и сработки водохранилища. Эти линии строятся в начале года после получения прогноза объема стока за год по реке и с учетом объема наполнения водохранилища в начале года. Для этого необходимо иметь график внутригодового распределения стока по реке, график гарантированных подач воды потребителям и данные о составляющих водного баланса [5].

Диспетчерские графики - это одна из форм правил управления водохранилищами или одна из разновидностей управляющих функций. Наиболее распространенная форма диспетчерских графиков — графическая зависимость отдачи гидроузла от резерва воды, аккумулированной в водохранилище. Резерв воды выражается обычно либо в виде объема водохранилища, либо в виде уровней воды в нем. Диспетчерский график представляет собой совокупность: а) правил сохранения резервов воды для обеспечения той или иной гарантированной отдачи; б) правил своевременного опорожнения емкости водохранилища для аккумуляции наволочного стока и в) правил перераспределения во времени воды или энергии, превышающей гарантированную. На характер сочетания этих правил влияет главным образом назначение гидроузла в народном хозяйстве, его регулирующие возможности и функции в управлении системой, а также особенности ее развития. В зависимости от назначения гидроузла, от состава потребителей, которых он обслуживает, вид диспетчерского графика может быть неодинаковым. Количество зон на диспетчерском графике возрастает с увеличением комплексности гидроузла и сложности задач регулирования речного стока водохранилищем [6].

По натурным гидрологическим данным стока реки за несколько лет (30-40 лет) определяются маловодные, средневодные и многоводные годы. По этим данным определяется оптимальный режим наполнения и сработки водохранилищ. Диспетчерский график составляется на основе линий ограничения наполнения и линий ограничения расхода воды из водохранилища [5].

#### Постановка задачи

Моделирование гидрологических временных рядов

Основной исходной информацией при управлении долгосрочными режимами водохранилищ являются [7]: многолетний гидрологический ряд притока реки; характеристика верхнего бьефа, то есть кривая объема водохранилища от уровня верхнего бьефа; кривая зависимости уровня нижнего бьефа от расхода воды; уровня воды в водохранилище (НПУ, УМО, ФПУ).

Чтобы создать долгосрочную последовательность притока в водохранилище, которая отражает как особенности исторического притока, так и характеристики возможного будущего притока, необходимо построить гидрологическую имитационную модель. Гидрологические элементы, включая приток водохранилища, имеют асимметричное распределение.

Вахш одна из крупнейших рек Таджикистана. Верхняя часть бассейна реки расположена на северной окраине Памира в пределах Памирского и Алайского гидрогеологических массивов, средняя и нижняя части – в Южно-Таджикской депрессии, образующей сложный артезианский бассейн. Около 30% площади бассейна

располагается выше отметки 4000 м и лишь 13% водосборной площади находится в пределах равнинной части. Длина Вахша 524 км, общая площадь бассейна составляет 39100 км², водосборная площадь в створе плотины Рогунской ГЭС - 30390 км². Намечаемый створ Рогунского гидроузла расположен в верхнем течении Вахша, в 338 км от устья и в 34 км ниже слияния Сурхоб и Обихингоу.

Увеличение стока реки Вахш начинается в апреле, наибольшие расходы воды наблюдаются в июле, иногда в конце или начале августа, с середины августа начинается спад, продолжающийся до октября [8,9]. Кроме того, вода для этой мелкомасштабной ирригационной установки берется из притоков реки Вахш, а не берется непосредственно из самой реки. Следовательно, вода, используемая для этой цели, не подтверждается измерением стока реки [8].

Сток реки Вахш до створа Рогунской ГЭС из-за географического расположения практически не используется в целях орошения. В основном для ирригации используются притоки реки Вахш, а не сток самой реки. Следовательно, вода, используемая для этой цели, не подтверждается измерением стока реки. Среднегодовые расходы воды изменяются от 460 м³/с до 870 м³/с при среднемноголетнем значении 637 м³/с. Основной сток воды р. Вахш проходится на период с мая по сентябрь и составляет 76% от годового стока. Максимальные расходы воды на р. Вахш – могут изменяться от 1780 м³/с (30.05.1951г.) до 3730 м³/с. (10.07.1953 г.) [10].

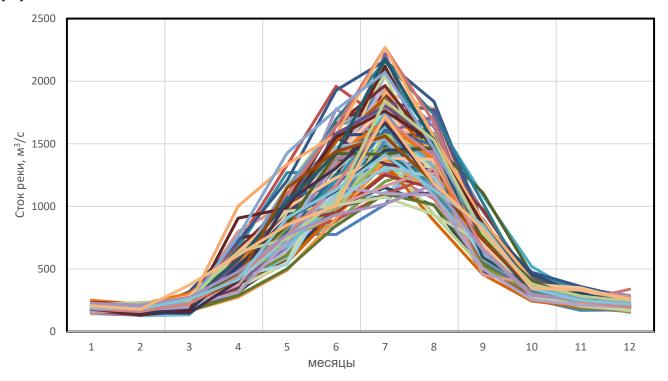


Рисунок 1 – Среднемесячные стоки реки Вахии (1927-2022гг).

Как известно сток воды в реках изменяется по годам и имеет стохастический характер, она может быть представлена в виде кривой обеспеченности стока. При регулировании стока водохранилищем его отдача по воде или мощности гарантируется с определенной обеспеченностью, под которой понимается относительное число случаев, когда отдача больше или равна заданной [1, 11]. Обеспеченность выражается в процентах от общего числа случаев и определяется по данным ряда наблюдений.

По среднемесячным расходам реки Вахш за 1927-2022гг. построена кривая обеспеченности стока реки в заданном створе Рогунской ГЭС по формуле:

$$P = \frac{m}{n+1} \cdot 100, \%$$
 (1)

где m – номер года; n – количество лет.

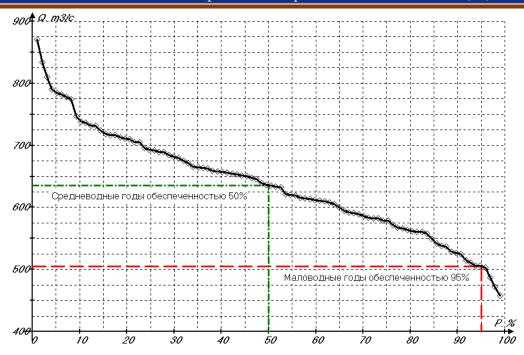


Рисунок 2 – Кривая обеспеченности реки Вахш

Кривая обеспеченности позволяет в рассматриваемом интервале определить маловодные, средневодные и многоводные годы. Маловодным является год с расчетной обеспеченностью  $P=95\,\%$ , средневодным является год с  $P=50\,\%$  а многоводным с расчетной обеспеченность 3-5%. По кривой обеспеченности видно, что среднегодовой сток в маловодном году составляет примерно  $Q=505\,$  м $^3$ /с, а в средневодном году равен  $Q=635\,$  м $^3$ /с. Изменение расходов воды по месяцам в маловодных и средневодных годов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные маловодные и средневодные годы реки Вахш в 1927-2022гг.

								Twestings T Twe termine Manage Andre is a page page 10 Apr page 2 and 2								
No			Месяцы								ср. год					
п/п	Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	м <sup>3</sup> /с		
Расчетные маловодные годы, Р≈95 %																
1	1972	153	136	170	322	706	988	1090	1108	667	312	229	184	505		
2	1986	166	164	164	275	491	901	1373	1114	646	327	230	190	504		
	Расчетные средневодные годы, Р≈50 %															
1	1960	186	188	207	316	708	1260	1800	1490	678	338	256	211	636,5		
2	2011	187	151	170	519	901	1122	1447	1464	789	338	307	220	635,2		

Эксплуатационная модель оптимизации водохранилищ

Оптимизационная модель эксплуатации водохранилищ ГЭС можно представить в виде целевой модели [10] и ограничения.

. Целевая функция

(1) Максимум выработки электроэнергии ГЭС

$$W = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^{T} \sum_{j=1}^{M} P_{ij} \cdot \Delta t_{i,j} \longrightarrow max$$
 (2)

где W — среднегодовая выработка электроэнергии ГЭС, Т и М — количество лет и периодов времени в году,  $P_{i,j}$  — мощность j — того периода в i — ом году, МВт;  $\Delta t_{i,j}$  -длительность j — го интервала в i -ом году, ч; Мощность станции

$$P_{ij} = 9.81 \cdot Q_{ij} \cdot H_{ij} \cdot \eta_{ij} \tag{3}$$

ГДе  $H_{i,j}-$  средний за расчетный период напор;  $Q_{ij}-$  расход воды через турбины;  $\eta_{ij}-$  к.п.д. гидроагрегата; Уравнения ограничений для каждой ГЭС:

Баланс воды в водохранилище

$$V_{j,t+1} = V_{j,t} + (Q_{j,t} - q_{j,t})\Delta t \tag{4}$$

где  $V_{j,t}$  и  $V_{j,t+1}$  – объем j -того водохранилища в начале и конце периода  $t;\ Q_{j,t}$  – приток воды;  $q_{j,t}$  – расход воды из водохранилища в период времени t.

По гидравлической связи

$$Q_{j,t} = \sum_{k}^{\Omega} \left( Q_{q_k,t} + q_{k,t} \right) \tag{5}$$

где  $\Omega_j^{\,-}$  представляет собой узел водохранилища выше по течению;  $Q_{q_k,t}$  - боковой приток между резервуаром k и резервуаром j.

По уровням водохранилища.

$$Z_{BEminij} \le Z_{BEij} \le Z_{BEmaxij}$$
 (6)

где  $Z_{\mathit{BEj}}-$  уровень верхнего бьефа ГЭС (м), определяемый по характеристикам верхнего бьефа ГЭС.

По мощности

$$P_{minij} \le P_{ij} \le P_{maxij},\tag{7}$$

где  $P_{T 
eg Cij}$ — текущая мощность j— ой ГЭС и её минимальная и максимальная мощности.

По расходу воды

$$Q_{minij} \le Q_{ij} \le Q_{maxij} \tag{8}$$

где  $\mathit{Q}_{ii}$ — расход воды через турбину j -ой ГЭС;

Диспетчерские графики строятся на основе анализа работы водохранилища в гидрологических условиях года и его периодов для расчетных обеспеченностей. Диспетчерские графики строятся на основе водно-энергетических расчетов. Диспетчерские графики строятся следующем образом: по оси ординат откладывается уровень воды в водохранилище, по оси абсцисс – время (период цикла регулирования). График имеет несколько зон, каждая из которых соответствует определенному режиму работы водохранилища [12,15].

Правительство Таджикистана активно работает над завершением строительства Рогунской ГЭС, которая расположена перед Нурекской ГЭС на реке Вахш. Рогунская ГЭС с установленной мощностью 3600 МВт станет самой крупной станцией в Таджикистане, со среднегодовой выработкой электроэнергии 13,1 млрд. кВт-ч. Рогунский гидроэнергетический узел является наиболее крупным на р. Вахш, обеспечивающий наиболее эффективную работу всего каскада. С вводом этой станции возможно практически полное освоение водноэнергетического потенциала всей реки Вахш, а также зарегулирование стока реки Амударья. На данный момент введено в эксплуатацию два гидроагрегата Рогунской ГЭС. При наличии Рогунской ГЭС, уровень воды в водохранилище Нурекской ГЭС можно будет поддерживать на постоянном уровне, в то время как водохранилище Рогунской ГЭС будет использовано для регулирования стока, разница уровня воды в нём будет варьироваться до 30 метров. Это позволит установить постоянный сезонный режим стока для Нурекской ГЭС. С вводом Рогунской ГЭС станет возможным экспорт электроэнергии в большом объеме не только в летнем периоде, но и в зимнем [13,14].

Рогунской ГЭС даёт возможность управлять ГЭС Вахшского каскада так, чтобы режим речного стока вниз по течению оставался без изменений. Водохранилище Рогунской ГЭС осуществляет многолетнее регулирование стока р. Вахша, т.е. увеличивает сток в нижнем бьефе гидроузла в X-III или X-IV за счет сработки водохранилища и уменьшает в V-IX при наполнении водохранилища, также позволяет повысит эффективность функционирования каскада ГЭС на реке Вахш, рационально использовать водные ресурсы бассейна [14].

Диспетчерские графики дают возможность определить оптимальный режим эксплуатации водохранилищ, в том числе режим заполнения и сработки. Задачи, решаемые при диспетчерском управлении, следующие [15,16]: обеспечение безопасности гидротехнических сооружений расположенных верхнем и нижнем бьефах водохранилища; обеспечение нормальной гарантированной выработки электроэнергии; обеспечение пониженной гарантированной выработки, недопущение глубоких перебоев благодаря своевременному переходу водохозяйственных установок на пониженное потребление; максимальное

эффективное использование водных ресурсов и минимальный объем холостых сбросов. Обычно диспетчерские графики имеют четыре основные режимные зоны: а) зона нормальной гарантированной выработки; б) зона повышенной (максимальной) выработки; в) зона пониженной гарантированной отдачи; зона принудительной сработки [15].

На основе гидрологических данных и учитывая вышеизложенного был построен расчетный диспетчерский график для Рогунской ГЭС.

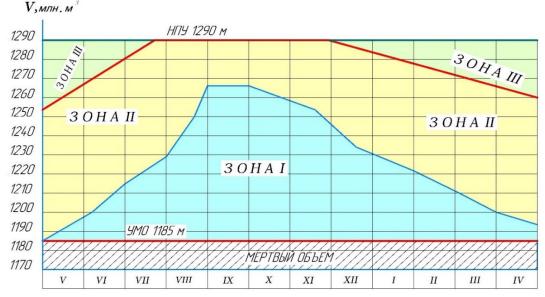


Рисунок 3 – Расчетный диспетчерский график Рогунской ГЭС.

На рисунке 2 показан, расчетный диспетчерский график Рогунской ГЭС. Как известно, при оптимальной эксплуатации уровень воды в водохранилище будет меняться между уровнями НПУ (максимум) и УМО (минимум). Зона I область, где станция будет работать со сниженной гарантированной мощностью. Зона II станция будет работать с гарантированной мощностью. Зона III — зона максимальной отдачи (выработки). Водохранилище достигает свой минимальный уровень примерно в конце апреля, начиная с мая приток воды на реке увеличивается и соответственно уровень водохранилища поднимается. В зависимости от водности года водохранилище заполняется до НПУ с июля по августу. Оптимальными считаются режимы, когда сработка и заполнение водохранилища выполняется по зоне II.

#### Выводы

Таким образом, в данной работе на основе гидрологических данных построен расчетный диспетчерский график Рогунской ГЭС для оптимизации долгосрочных режимов. Диспетчерские графики позволяют назначить оптимальные режимы сработки и заполнения водохранилища в долгосрочном периоде по критериям максимальной выработки электроэнергии и рационального использования водных ресурсов. Диспетчерские правила эксплуатации широко применяются при эксплуатации ГЭС с водохранилищами годового и многолетнего регулирования из-за простоты их реализации. Диспетчерские графики пересматриваются и уточняются в период эксплуатации водохранилища ГЭС, изменения водохозяйственных условий, экологических требований к режиму использования водно-энергетических ресурсов. Эффективность диспетчерских графиков использования водно-энергетических ресурсов требуют корректировку структуры с учетом прогнозирования сброса к водным ресурсам и геофизических процессов, связанных с вероятным изменением климата.

Рецензент: Джураев Ш.Дж. — қ.т.н., ст. преподаватель қафедры электроэнергетики ДФ ННУ "МЭН".

#### Литература

- 1. Оптимальное управление режимами ГЭС в электроэнергетических системах. Монография / Секретарев Ю.А., Султонов Ш.М. // Душанбе: ТТУ имени академика М.С. Осими, 2020. 144 стр..
- 2. Гидроэнергетика: учебное пособие / Т.А. Филиппова, М.Ш. Мисриханов, Ю.М. Сидоркин, А.Г. Русина. 2-е изд., перераб. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. -620 с.
- 3. Liu Y., Qin H., Mo L., Wang Y., Chen D., Pang S., Yin X. Hierarchical Flood Operation Rules Optimization Using Multi-Objective Cultured Evolutionary Algorithm Based on Decomposition // Water Resour. Manag. 2019. No. 33. pp. 337-354.

- 4. Zhou J., Jia B., Chen X., Qin H., He Z., Liu G. Identifying Efficient Operating Rules for Hydropower Reservoirs Using System Dynamics Approach—A Case Study of Three Gorges Reservoir, China // Water. 2019. Vol. 11.
- 5. Гаппаров Ф. А., Кодиров С. М., Гаффарова М. Ф. Диспетчерский график по рациональному наполнению и сработке водохранилищ // Гидроэнергетика. 2018. Vol. 4 (53). pp. 48-50.
  - 6. Резниковский А.Ш., Рубинштейн М.И. Управление режимами водохранилищ гидроэлектростанций. 1974.
- 7. М.П. Саинов, В.А. Серов. О водноэнергетических расчетах Рогунской ГЭС // Вестник МГСУ. 2009. No. 4. pp. 206-214.
- 8. Прогнозирование среднемесячных значений стоков рек с применением необобщающей модели машинного обучения и преобразованием пространства признаков (на примере реки Вахш) / Матренин П.В., Сафаралиев М.Х., Кирьянова Н.Г., Султонов Ш.М. // Проблемы региональной энергетики. 2022. № 3 (55). С. 99-110.
- 9. Исследования ТЭО проекта строительства Рогунской ГЭС. гидрология, ОАХК «Барки Точик», Отчет №: Р.002378 RP 07 Ред. Д, Январь 2013.
- 10. Анализ режимов работы водохранилищ гидроэлектростанций работающих в каскаде / М.Ш. Раджабов, Х.И. Усмонов, Ш.М. Султонов У.У. Косимов // Политехнический вестник. Серия: Серия Инженерные исследования. №4 (60), 2022. –Душанбе: ТТУ имени акад. М.С. Осими, 2022. С.52-58, ISSN 2520-2227
- 11. Особенности управления гидроэлектростанциями в энергосистеме республики Таджикистан. / Кокин С.Е., Сафаралиев М.Х., Султонов Ш.М. // Известия НТЦ Единой энергетической системы. 2017. № 2 (77). С. 109-118
- 12. Маркин В.Н., Матвеева Т.И. Управление водохозяйственными системами. РГАУ-МСХА ed. Москва. 2015. 172 pp.
- 13. Исследования ТЭО проекта строительства Рогунской ГЭС / Фаза II Том. 3 Глава 5: Исследования по моделированию эксплуатации водохранилища, ОАХК «Барки Точик», Отчет №: Р.002378 RP40 Ред. Д, Август 2014
- 14. Анализ режимов работы Рогунской ГЭС в электроэнергетической системе Республики Таджикистан / М.Ш. Раджабов, // Политехнический вестник. Серия: Серия Инженерные исследования. №3 (63), 2023. –Душанбе: ТТУ имени акад. М.С. Осими, 2022. С.42-48, ISSN 2520-2227
- 15. Д.А. Алиев, О.Е. Кулешова. Особенности разработки правил использования малых водохранилищ дальнего востока (на примере нерюнгринской водохозяйственной системы) // Природообустройство. 2014. No. 2. pp. 79-85.
- 16. Specifics of hydropower plant management in isolated power systems / Sultonov S., Dzhuraev S., Safaraliev M., Kokin S., Dmitriev S., Zicmane I. // Przeglad Elektrotechniczny. 2022. № 4. C. 53-57.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

ii ciii ou						
TJ	RU	EN				
Рачабов Мирзошариф Шарифович	Раджабов Мирзошариф Шарифович	Rajabov Mirzosharif Sharifovoch				
Докторант PhD	Докторант PhD	PhD				
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi				
	e. mail:					
TJ	RU	EN				
Султонзода (Султонов) Шерхон Муртазо	Султонзода (Султонов) Шерхон Муртазо	Sultonzoda (Sultonov) Sherkhon Murtazo				
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент					
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi				
	e. mail: <u>sultonzoda.sh@mail.ru</u>					

# METAЛЛУРГИЯ ВА МАВОДШИНОСЙ - МЕТАЛЛУРГИЯ И MATEPИAЛОВЕДЕНИЕ - METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

УДК 669.45

# ВЛИЯНИЕ ГАЛЛИЯ, ИНДИЯ И ТАЛЛИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВО-БЕРИЛЛИЕВОГО СПЛАВА AIBe1

Р.Д. Исмонов, А.М. Сафаров, С.С. Раджабалиев, С.Т. Бадурдинов

В работе представлены результаты изучения влияния галлия, индия и таллия на микроструктуру и механические свойства алюминиево-бериллиевого сплава AlBe1. Показано, что добавки легирующих компонентов существенно измельчают микроструктуру и повышают твердость и прочность алюминиевого сплава AlBe1.

Ключевые слова: алюминиево-бериллиевый сплав AlBe1, галлий, индий, таллий, микроструктура, твердость, прочность.

#### ТАЪСИРИ ГАЛИЙ, ИНДИИЙ ВА ТАЛЛИИЙ БА МИКРОСОХТОР ВА ХОСИЯТХОЙ МЕХАНИКИИ ХӮЛАИ АЛЮМИНИЙ-БЕРИЛИЙ AIBe1

Р.Д. Исмонов, А.М. Сафаров, С.С. Рачабалиев, С.Т. Бадурдинов

Дар мақола натичаҳои омӯзиши таъсири галлий, индий ва таллий ба микросохтор ва хосиятҳои механикии хӯлаи алюминий-бериллий AlBe1 оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки илова намудани компоненти лигарй микросохтори дохилии онро хеле хурд намуда, сахтй ва мустаҳкамии хӯларо зиёд мекунад.

Калимахои калиди: хулаи алюминий-бериллий AlBe1, галлий, индий, таллий, микросохтор, сахти, мустахками.

# INFLUENCE OF GALLIUM, INDIUM AND THALLIUM ON THE MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF ALUMINUM-BERYLLIUM ALLOY AIBe1

R.D. Ismonov, A.M. Safarov, S.S. Radjabaliev, S.T. Badurdinov

The paper presents the results of studying the influence of gallium, indium and thallium on the microstructure and mechanical properties of the aluminum-beryllium alloy AlBe1. It has been shown that the addition of an alloying component significantly refines the microstructure and increases the hardness and strength of the AlBe1 aluminum alloy.

Key words: aluminum-beryllium alloy AlBe1, gallium, indium, thallium, microstructure, hardness, strength.

#### Введение

Технический прогресс в ряде важных отраслей промышленности определяется качеством легких сплавов на основе алюминия. Среди них наибольшее применение находят алюминиево-бериллиевые сплавы, благодаря малому удельному весу, высокой удельной прочности, способности выдерживать большие температуры, высокой коррозионной стойкости, теплопроводности и теплоемкости. В качестве конструкционных материалов они широко применяются в авиации, атомной, ракетной и космической технике, а также в электронике и электротехнике [1-3].

Применение алюминиево-бериллиевых сплавов в космических аппаратах в качестве конструкционного материала может дать значительную экономию в весе по сравнению с алюминиево-магниевыми сплавами и чистым бериллием. Эти сплавы обладают высокой пластичностью, технологичностью, свариваемостью, значительно меньшей чувствительностью к поверхностным дефектам. Стоимость их заметно ниже, чем стоимость чистого бериллия.

В условиях радиационного облучения сплавы с бериллием сохраняют конструктивные характеристики, а величина возникающей в них наведенной радиации не представляет опасности для человека [4-7].

Легирование сплава алюминия марки AlBe1 галлием, индием и таллием оказывает существенное положительное влияние на его коррозионные свойства. Это открывает широкие перспективы для использования подобных материалов в разных областях промышленности (автомобилестроении, кораблестроении, космическом оборудовании, ракетостроении и др.).

В последнее время в качестве легирующих добавок широко стали применять элементы подгруппы галлия. Эти металлы представляют собой практически неиссякаемый источник материалов с уникальными свойствами. Изучение структуры и свойств отдельных элементов подгруппы галлия позволило открыть у них особые свойства, необходимые для работы новейших физических приборов. Учитывая всестороннее преимущество этих уникальных металлов, в представленной работе в качестве легирующих добавок к алюминиевому сплаву использованы такие элементы, как галлий, индий, таллий [8-11].

В общедоступной научной литературе не имеются сведения о микроструктуре и механических свойствах сплава AIBe1, легированного галлием, индием и таллием.

В данной работе представлены результаты исследования микроструктуры, твердости по Бринеллю и расчетной прочности сплава AlBe1, легированного галлием, индием и таллием, в литом состоянии.

#### Экспериментальные результаты и их обсуждение

Металлографическое изучение микроструктуры дает возможность определять влияние различных деформационных и термических обработок на свойства готовой алюминиевой продукции, а также анализировать причины ее брака.

Исследования позволяют наблюдать изменения микроструктуры в зависимости от состава и температуры. Удается точно определить протяженность границы гомогенных и гетерогенных областей, а также наличие интерметаллидных фаз в системе.

Микроструктуру сплава AIBe1 с галлием, индием и таллием исследовали с помощью светового микроскопа марки БИОМЕД-1 (Украина). Для исследования микроструктуры исследуемых образцов из полученного расплава отливались цилиндрические образцы диаметром 10-16 мм и длиной 5-10 мм. Каждый образец предварительно отшлифовывали, обезжиривали спиртом и погружали в металлографический 0,5%ный водный раствор HF. Время травления составляло от 10 до 20 с. После травления микрошлиф промывали в проточной воде и тщательно высушивали прижатием к чистой фильтровальной бумаге [12, 13].

Микроструктура сплава AlBe1, легированного галлием, индием и таллием, представляет собой твердый раствор алюминия с включениями эвтектики ( $\alpha$ +Al+ $\beta$ -Be), количество и размер которой зависит от содержания легирующего элемента в сплаве. Сплавы с относительно малыми добавками галлия, индия и таллия характеризуются довольно крупнозернистой структурой. Дальнейшее повышение содержания легирующего компонента измельчает микроструктуру алюминиевого сплава AlBe1, и она становится однородной и мелкозернистой (рис.)

В данной работе твердость сплавов измерили по Бринеллю согласно стандартной методике на приборе ТШ-2. Испытанию подвергались образцы толщиной 10 мм, диметром 16 мм [14].

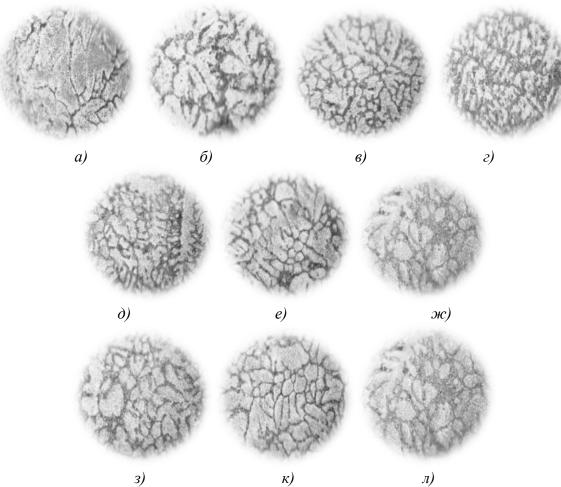


Рисунок — Микроструктуры (x500) алюминиево-бериллиевого сплава AlBe1 (a), легированного галлием (б, в, г), индием (д, е, ж) и таллием (з, к, л).

Между твердостью по Бринеллю и пределом прочности металла существует приближенная зависимость

 $\sigma_B$ = κ·HB, MΠa.

Значение к для алюминиевых сплавов равно 0,25. С учётом этого пересчитаны значения  $\sigma_{\scriptscriptstyle B}$  для сплавов. Результаты расчетов представлены в таблице.

Как видно из таблицы, при легировании алюминиевого сплава AlBe1 галлием, индием и таллием в количествах 0,05 ÷ 0,5 мас. % твердость и расчётная прочность увеличиваются, это связано с изменениями микроструктуры алюминиевого сплава AlBe1.

Твёрдость и расчётная прочность алюминиевого сплава AlBe1, легированного галлием, индием и таллием

Содержание галлия, индия и таллия в	Твёрдость НВ,	Расчетная прочность $\sigma_{\text{в}}$ ,
сплаве, мас.%	МПа	МПа
AlBe1 (Al+1%Be)	64,82	16,20
(1)+0,05%Ga	74,98	18,74
(1)+0,1% Ga	78,81	19,70
(1)+0,5% Ga	82,95	20,73
AlBe1 (Al+1%Be)	64,82	16,20
(1)+0,05% In	54,48	13,62
(1)+0,1% In	64,99	16,24
(1)+0,5% In	68,09	17,02
AlBe1 (Al+1%Be)	64,82	16,20
(1)+0,05%Tl	59,40	14,85
(1)+0,1% Tl	78,81	19,70
(1)+0,5% Tl	88,42	22,11

#### Заключение

В результате проведенных металлографических исследований установлено, что структура изученных сплавов однотипная и состоит из твердого раствора алюминия. Также наблюдаются частицы интерметаллических фаз (Al<sub>2</sub>Be<sub>3</sub>), образовавшихся в процессе кристаллизации сплава (рисунок). Количество и размер частиц второй фазы в конечном итоге влияют на механические свойства исходного сплава. Повышение концентрации легирующего компонента измельчает структуру, и она становится однородной и мелкозернистой. Твердость и прочность алюминиевого сплава AlBe1 с ростом концентрации галлия, индия и таллия увеличиваются.

Рецензент: Ганиев И.Н. – д.х.н., профессор -чл. қорр, ақадемиқ НАНПІ.

#### Литература

- 1. Мондольфо Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов. М.: Металлургия. 1973. 639 с.
- 2. Воронцова Л.А. Алюминий и алюминиевые сплавы в электротехнических изделиях. М.: Энергия, 1971. 224 с.
- 3. Горбунов Ю.А. Роль и перспективы редкоземельных металлов в развитии физико-механических характеристик и областей применения деформируемых алюминиевых сплавов // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: техника и технологии. 2015. Т. 8. № 5. С. 636–645.
- 4. Белов Н.А., Гершман Е.И., Гершман И.С., Горячева И.Г., Загорский Д.Л., Котова Е.Г., Маховская Ю.Ю., Мезрин А.М., Миронов А.Е., Муравьева Т.И., Сачек Б.Я., Столярова О.О., Торская Е.В. Алюминиевые сплавы антифрикционного назначения. М.: МИСиС, 2016. 223 с.
  - 5. Коган Б.И., Копустинская К.А., Топунова Г.А. Бериллий. М.: Наука, 1975. 372 с.
- 6. Сафаров А.М., Ганиев И.Н., Одинаев Х.О. Физикохимия алюминиевых сплавов с бериллием и редкоземельными металлами. Душанбе: Филиал МГУ. 2011. 284 с.
  - 7. Басс Н.В. Бериллий. М.: Изд-во иностранной литературы, 1960. С. 33–37.
- 8. Исмонов Р.Д., Одиназода Х.О, Сафаров А.М. Алюминиевый сплав АБ1 с элементами подгруппы галлия. Монография, Душанбе, 2023, 136 с.
- 9. Исмонов Р.Д., Ганиев И.Н., Одиназода Х.О, Сафаров А.М. О коррозионном потенциале сплава АБ1, легированного индием, в среде электролита NaCl // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. ТТУ. 2017. № 3 (39). С. 17–23.
- 10. Обидов З.Р., Ганиев И.Н., Эшов Б.Б., Амонов И.Т. Коррозионно-электрохимические и физико-химические свойства сплава Al+2,18% Fe, легированного индием // Журнал прикладной химии. 2010. № 2 Т. 83. С. 264–267.

- 11. Исмонов Р.Д., Ганиев И.Н., Одинаев Х.О., Сафаров А.М., Курбонова М.З. Влияние содержания галлия, индия и таллия на анодное поведение алюминиевого сплава АБ1 (Al+1%Be), в нейтральной среде // Вестник Сибирский государственный индустриальный университет. 2018. №2 (24), -С. 22-26.
- 12. Давлатзода Ф.С., Ганиев И.Н., Иброхимов Н.Ф., Раджабалиев С.С., Караев П.Н. Влияние титана, ванадия и необия на микроструктуру и механические свойства алюминиевого сплава АМг2 // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования ТТУ. 2019. №2 (46). С. 67-71.
- 13. Иброхимов Н.Ф. Влияние скандия, иттрия и церия на микроструктуру и механические свойства алюминиевомагниевого сплава АМг6 // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. ТТУ. 2021. №3 (55). С. 28-31.
- 14. Механические свойства металлов и сплавов и методы их определения: методические указания. // Сост. Т.Ю. Малеткина. Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2015. 27 с.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

	Aditions						
TJ	RU	EN					
Исмонов Рустам Довудович	Исмонов Рустам Довудович	Ismonov Rustam Dovudovich					
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Ph.D., associate professor					
ДТТ ба номи академик М.С.	ТТУ имени академика М.С.	TTU named after academician M.S.					
Осимй	Осими	Osimi					
	e. mail: <u>ird-78@mail.ru</u>						
TJ	TJ RU EN						
Сафаров Ахрор Мирзоевич	Сафаров Ахрор Мирзоевич	Safarov Ahror Mirzoevich					
д.т.н., профессор	д.т.н., профессор	Doctor of Technical Sciences,					
		Professor					
ДТТ ба номи академик М.С.	ТТУ имени академика М.С.	TTU named after academician M.S.					
Осими	Осими	Osimi					
	e. mail: ahrorsafarov1963@mail.ru						
TJ	RU	EN					
Рачабалиев Сафомудин	Раджабалиев Сафомудин	Radjabaliev Safomudin Saidalievich					
Сайдалиевич	Сайдалиевич						
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Ph.D., associate professor					
ДТТ ба номи академик М.С.	ТТУ имени академика М.С.	TTU named after academician M.S.					
Осимй	Осими	Osimi					
	e. mail: safo 02@mail.ru						
TJ	RU	EN					
Бадурдинов Садуло Точидинович	Бадурдинов Садуло	Badurdinov Sadulo Tojidinovich					
	Тоджидинович						
н.и.т., и.в. дотсент	к.т.н., и.о. доцента	Ph.D., associate professor					
ДТТ ба номи академик М.С.	ТТУ имени академика М.С.	TTU named after academician M.S.					
Осимй	Осими	Osimi					
	e. mail: tillo69@ttu.tj						

УДК 669.45

# ГАРМИҒУНЧОИШ ВА ТАҒЙИРЁБИИ ФУНКСИЯХОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ХӮЛАИ АЛЮМИНИЙ АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 ВОБАСТА АЗ ХАРОРАТ

О.Ш. Давлатов, И.Н. Ғаниев, С.С. Рачабалиев, С.С. Бадурдинов

Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С.Осимй

Барои омухтани гармиғунчоиш ва функсияхои термодинамикии хулаи алюминий АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 конуни хунуккунии Нютон — Рихманро истифода намудем. Хамаи металлхо, ки харораташон аз харорати мухити атроф болотар аст, хунук мешаванд ва суръати хунукшавии онхо аз коэффисиенти гармигузаронй ва кобилияти гармиғунчоишй чисм вобаста аст. Барои тадкики гармиғунчоиши хулаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 намунахо дар оташдони тамғаи СШОЛ гирифта шудаанд. Микдори охан, магний, рух ва мис дар таркиби хула бо истифода аз микроанализер бо микроскопи электронии Кореяи Цанубй, силсилаи AIS-2100 назорат карда шудааст. Намунахои тадкикотй дар шакли силиндр бо баландии 30 мм ва кутри 16 мм пешниход карда шуданд. Дар натичаи тадкикот маълум гардид, ки бо баланд шудани харорат гармиғунчоиши хос, коэффитсенти гармигузаронй, тағйирёбии энталпия ва энтропияи хулаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 зиёд шуда, қимати энергияи Гиббс кам мешавад.

**Калимахои калиді:** хўлаи алюминиий АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, гармигунцоиш, функсияхои термодинамикії, энталпия, энтропия, энергияи Гиббс

# ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОЁМКОСТИ И ИЗМЕНЕНИЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 О.Ш. Давлатов, И.Н. Ганиев, С.С. Раджабалиев, С.С. Бадурдинов

Для изучение температурной зависимости теплоёмкости и изменений термодинамических функций алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, был исползовано закон охлаждения Ньютона — Рихмана. Любой предмет, имея температуру выше окружающей среды, охлаждается, и скорость его охлаждения зависит от коэффициента теплоотдачи и величины теплоемкости тела. Для исследования теплоемкости алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 были получены образцы в печи сопротивления марки СШОЛ. Количество железо, магния, цинка и меди контролировалось в сплавах с помощью микроанализатора к электронному растровому микроскопу серии AIS-2100 Южно-Корейского производства. Объекты исследования были представлены в форме цилиндра высотой 30 мм и диаметром 16 мм. Установлено что, при повышении температуры увеличиваются удельная теплоёмкость и коэффициент теплоотдачи, изменения энтальпии и энтропии алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, а изменение энергии Гиббса снижается.

**Ключевые слова:** алюминиевый сплав АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, теплоёмкость, термодинамические функция, энтальтия, энтропия, энергия Гиббса

# TEMPERATURE DEPENDENCE OF HEAT CAPACITY AND CHANGES IN THERMODYNAMIC FUNCTIONS OF ALUMINUM ALLOY A3X2.4M5.3Mr1.1L4Kp3 O.Sh. Davlatov, I.N. Ganiev, S.S. Raiabaliev, S.S. Badurdinov

To study the temperature dependence of the heat capacity and changes in the thermodynamic functions of the aluminum alloy AЖ2.4M5.3Mr1.1Ц4Кp3, the Newton–Richmann cooling law was used. Any object, having a temperature above the environment, is cooled, and the rate of its cooling depends on the heat transfer coefficient and the heat capacity of the body. To study the heat capacity of the aluminum alloy AZh2.4M5.3Mr1.1Ц4Кp3 were obtained in a resistance furnace of the SSHOL brand. The amount of iron, magnesium, zinc and honey in the alloys was controlled using a microanalyzer for an electron scanning microscope made in South Korea, AIS-2100 series. The research objects were presented in the form of a cylinder with a height of 30 mm and a diameter of 16 mm. It has been established that, with increasing temperature, the specific heat capacity and heat transfer coefficient, changes in enthalpy and entropy of the aluminum alloy AЖ2.4M5.3Mr1.1Ц4Кp3 increase, and the change in Gibbs energy decreases.

Key words: aluminum alloy AX2.4M5.3Me1.1Ц4Кp3, heat capacity, thermodynamic function, enthalpy, entropy, Gibbs energy

#### Муқадима

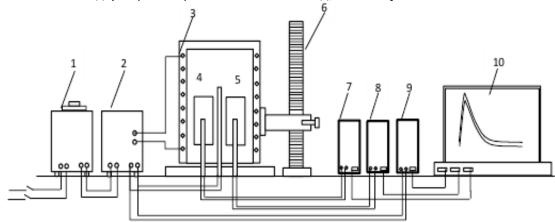
Дар солхои охир талабот нисбат ба истехсол ва чорй намудани масолеххои нави конструксионй, ки нисбат ба масолеххои анъанавй хосиятхои баланди механикй ва демпфирй доранд, рў ба афзоиш аст. Аз ин рў, тахия ва тадкикоти хўлахои нави алюминий бо компонентхои гуногуни чавхарй, ки ба мухити сахтаъсир тобоваранд ва кобилияти пароканда кардани энергияи ларзишро доранд, хеле мухим аст. Аз тарафи дигар, оид ба омўхтани гармигунчоиши металлхои холис, ки дар речаи «гармкунй» ба даст оварда мешаванд, корхои зиёд ба анчом расонида шудааст. Тагйирёбии монотони дар речаи «гармкунй»-и харорати объект аз сабаби мавчудияти як катор омилхои беруна (гармигузаронй, мухити атроф, шиддат дар шабакахои таъминоти оташдон ва гайра), душвор аст, зеро ин тачрибахо бисёромилй бахисоб мераванд. Аз ин нуктаи назар омўзиши намунахо дар речаи «хунукшавй» соддатар ва кобили кабултар хисобида мешавад [1-2].

#### Натичахои тадкикот ва мухокимаи онхо

Муайян намудани гармиғунчойш одатан дар дастгохи ИТС-400, ки барой омухтани гармиғунчойши хос вобаста аз ҳарорат таъин шудааст, гузаронида мешавад.

Мо тадқиқоти гармиғунчоишй металлҳоро бо усули дар адабиётҳо нашршуда [1-3] ва дар дастгоҳе, ки нақшаи он дар расми 1 нишон дода шудааст, гузаронидаем. Дастгоҳи маскур ба истифодаи калориметри динамикии С бо қабати адиабатй ва ҳароратсанч асос ёфтааст [1].

Схемаи дастгох барои ченкунии гармиғунчоиши чисмхои сахт (расми 1) аз қисмхои зерин иборат аст: оташдони барқй (3) ба стенд (6) гузошта шудааст, ки дар баробари он ба боло ва поён харакат карда метавонад (тирча самти харакатро нишон медихад). Намунаи озмоишй (4) ва эталон (5) (инро ҳам метавонем мавкеашро иваз кунем) як силиндри дарозиаш 30 мм ва қутраш 16 мм бо сурохи пармашуда дар як канори он, ки термопараҳои (4) ва (5) дар сурохии он гузошта шудаанд. Нугҳои термопараҳо ба термометри раҳамии «DigiBil Multimeter DI9208L» (7,8 ва 9) пайваст карда шудаанд. Оташдони барҳй (3) ба воситаи автотрансформатори лабораторй (ЛАТР) (1) ба кор андохта, бо ёрии термостат (2) ҳарорати зарури муҳаррар карда мешавад. Мувофиҳи нишондодҳои ҳароратсанчҳои раҳамии «DigiBil Multimeter DI9208L» (7,8 ва 9), кимати ибтидоии ҳарорат сабт карда мешавад. Намунаи озмоишй (4) ва эталонро (5) ба оташдонй барҳй (3) ворид намуда онро то ҳарорати зарурй гарм мекунем ва ҳароратро мувофиҳи нишондодҳои ҳароратсанчҳои раҳамии "DigiBil Multimeter DI9208L" дар компютер назорат мекунем (10). Дар як ваҳт намунаи озмоишй (4) ва эталонро (5) аз печи электрикй (3) мегирем ва аз ҳамин лаҳза ҳароратро кайд мекунем. Нишондиҳандаҳои ҳароратсанчҳои раҳамии «DigiBil Multimeter DI9208L» (7, 8 ва 9)-ро дар компютер (10) дар ҳар 10 сония, то даме ки ҳарорати намунаи озмоишй ва стандарти (эталон) то 35°C паст нашавад, сабт мекунем.



Расми 1 — Нақшаи дастгоқ барои муайян намудани гармиғунчоиши чисмқои сахт дар речаи «хунуккунй»: 1автотрансформатор; 2- терморегулятор; 3- Оташдони барқй; 4- намунаи озмоишй; 5- эталон; 6- дастаки оташдони барқй; 7- термометри рақамй барои ченкунии рақамй; 8- термометри рақамй таъиноти умумй; 9- термометри рақамй барои эталон; 10-компютер.

Ченкунии тачрибавӣ гармиғунчоиш дар ҳароратҳои гуногун яке аз усулҳои асосии ченкунии хосиятҳои термодинамикии моддаҳо ба ҳисоб меравад. Ҳангоми ҳисоб намудани тағйирёбии энтропия ва энталпияи моддаҳо дар фосилаи 0-Т интеграл аз гармиғунчоиш истифода бурда мешавад:

Ченкунии гармиғунчоиш ба он асос ёфтааст, ки чараёни гармие, ки аз қисмати миёнаи ҳисобкунаки гармй мегузарад, барои гарм кардани ампула бо намунаи санчишй нигаронида шудааст. Миқдори чараёни гармие, ки тавассути ҳисобкунаки гармй ворид мешавад, ҳисоб карда мешавад, ки он аз руи иқтидори гармигузаронии ҳисобкунаки гармй ва фарқияти ҳарорат дар ҳисобкунаки гармй, ки аз тачрибаҳои мустақили калибрченкунй бо истифода аз намунаи мис муайян карда мешавад, ҳисоб карда мешавад. Диапазони ҳарорат то 550°С – ро дар бар мегирад. Дар ин усул хатогии асбоб то 4% - ро ташкил медиҳад.

Барои муайян намудани гармиғунчоиши хоси металлҳо қонуни хунуккунии Нютон – Рихманро истифода мебарем. Ҳамаи металлҳо, ки ҳарораташон аз ҳарорати муҳити атроф болотар аст, хунук мешаванд ва суръати хунукшавии онҳо аз коэффисиенти гармигузаронй ва қобилияти гармиғунчоишй чисм вобаста аст [3-4].

Барои муқоиса качхатаҳои хунукшавии ду намунаи металлии шакли якхела (силиндрй) дошта, ки яке аз оҳо эталон мебошад (суръати хунукшавй ва гармиғунҷоиши он маълум аст), ва ҳангоми ҳисоб намудани суръати хунуккунии он гармиғунҷоишй намунаи озмоиширо ҳисоб намудан мумкин аст.

Чисми пешакй гармкардашуда (вазнаш m), ки микдори гармии  $\delta Q$ -ро хангоми хунуккунй (ба T градус) гум мекунад, бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\delta Q = C_p^0 m dT, \tag{1}$$

дар ин чо  $C_n^0$  – гармиғунчоиши хоси модда.

Бо назардошти он ки талафоти энергия тавассути сатхи чисм рух медихад, микдори гармие, ки  $dQ_S$  чисм дар давоми вакт  $d_\tau$  тавассути сатхи худ аз даст медихад, ба масохати сатх S, вакт  $\tau$ , гуногунии харорати чисм (T) ва мухити атроф  $(T_0)$  вобаста буда, бо формулаи зерин хисоб карда мешавад:

$$\delta Q_S = -\alpha (T - T_0) \cdot S d\tau. \tag{2}$$

Хангоми фаркияти харорат 1 К коэффисиенти гармидихй α (Βτ/(м2 Κ)) на хамавакт доимист ва аз фаркияти харорат вобаста аст, ки дар натича конун тахминй мешавад. Хангоми дида баромадани селаи гармй хамчун вектор, бояд ба инобат гирифт, ки он ба сатхи хамвории аз он хангоми харорати ягонаи фишордиханда  $\alpha$ - микдори гарм $\bar{\mu}$  дар як ченаки вакт бо  $1m^2$  додашаванда ба хамвор $\bar{\mu}$  амуд $\bar{\mu}$  равона мебошад. Ба селаи гарм $\bar{\mu}$ як қатор омилхо таъсир мерасонанд: шакли геометрии чисм, холати хамворй ва самти чоришавй; речаи гузариш ва намуди конвектсия; намуди гармигузаронанда ва ҳарорати он. Хамин тарик, α-функсияи раванди гармидиҳй ченаки чадвалй хисобида намешавад, балки тарики тачрибавй хисоб карда мешавад.

Хангоми чудошавии гармй дар чисм харорати хамаи нуктахои он якхела тағйир меёбад, дар ин холат баробарии зерин мувофиқ аст:

$$\delta Q = dQ_S \, \operatorname{id} C_p^0 m dT = \alpha (T - T_0) \cdot S d\tau. \tag{3}$$

Баробарии 5-ро дар намуди зерин пешкаш менамоем:

$$C_p^0 m \frac{dT}{d\tau} = \alpha (T - T_0) S. \tag{4}$$

Хисоб намоем, ки  $C_p^0$ ,  $\rho$ ,  $\alpha$ ,  $\Gamma$  ва  $\Gamma_0$  дар фосилаи харорати ночиз бо координатахои нуктахои сатхи намуна алоқаманд набуда, харорати онхо ба харорати атроф мувофикат мекунад. Вобастагии 6 барои ду намуна дар намуди зерин оварда шудааст:

$$C_{p_1}^0 m_1 S_2 \alpha_2 \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1 = C_{p_2}^0 m_2 S_1 \alpha_1 \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2. \tag{5}$$

Баробарии мазкур барои ду намуна (яке аз инхо эталон мебошад), ки андозахои якхела S₁=S₂ ва холати сатхӣ доранд, истифода мешаванд. Дар ин маврид коэффитсиенти гармидихии онхо ба α1= α2 баробар буда бо баробарй ба намуди зерин қабул карда шудааст:

$$C_{p_1}^0 m_1 \left( \frac{dT}{d\tau} \right) = C_{p_2}^0 m_2 \left( \frac{dT}{d\tau} \right). \tag{6}$$

 $C_{p_1}^0 m_1 \left( rac{dT}{d au} 
ight) = C_{p_2}^0 m_2 \left( rac{dT}{d au} 
ight).$  (6) Гармиғунчоиши хос  $C_p^0$ , суръати хунуккунй  $\left( rac{dT}{d au} 
ight)_2$  намунахои озмоишй ва вазни онхоро ( $m_1$  ва  $m_2$ ) истифода намуда, гармиғун<br/>чоиши чисмҳоро  $\mathsf{C}^0_\mathsf{p}$  бо ифодай зерин ҳисоб менамоем:

$$C_{p_{2}}^{0} = C_{p_{1}}^{0} \frac{m_{1}}{m_{2}} \frac{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_{1}}{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_{2}}.$$
 (7)

(8)

Тадқиқи гармиғунчоиш ва функсияхои термодинамикии хулаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 вобаста аз харорат мувофики усули дар банди 2.1 тавсифшуда гузаронида шудааст [2, 4-5].

Качхатахои вобастагии харорат аз суръати хунуккунии хулаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, ки дар натичаи тадқиқот ба даст овардашудааст дар расми 2 нишон дода шудааст. Вобастагии хосилшудаи качхаттаи хунуккунии хулахо бо ифодаи зерин хисоб карда мешавад:

$$T = T_0 + \frac{1}{2} \Big[ (T_1 - T_0) \, e^{-\tau/\tau_1} + (T_2 - T_0) e^{-\tau/\tau_2} \Big].$$

$$\begin{array}{c} 1.8 \\ 1.6 \\ 1.4 \\ 1.2 \\ 1.0 \\$$

Расми 2 – а) Графики тагйирёбии харорати намуна вобаста аз вакти хунукшавй барои хулаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, б) Суръати хунукшавии хўлаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 ва эталон (Си тамгаи (М00) вобаста аз харорат

Муодилаи диффиренсиалии (10) ва т-ро истифода намуда, дигар намуди муодиларо барои муайян намудани суръати хунуккунии хулахо ба даст меоварем:  $\frac{dT}{d\tau} = \frac{1}{2} \left[ -(\frac{T_1 - T_0}{\tau_1}) e^{-\tau/\tau_1} - (\frac{T_2 - T_0}{\tau_2}) e^{-\tau/\tau_2} \right].$  Бо истифода аз муодилаи (2.11) суръати хунукшавии намунахои хулаи

$$\frac{dT}{d\tau} = \frac{1}{2} \left[ -\left(\frac{T_1 - T_0}{\tau_1}\right) e^{-\tau/\tau_1} - \left(\frac{T_2 - T_0}{\tau_2}\right) e^{-\tau/\tau_2} \right]. \tag{9}$$

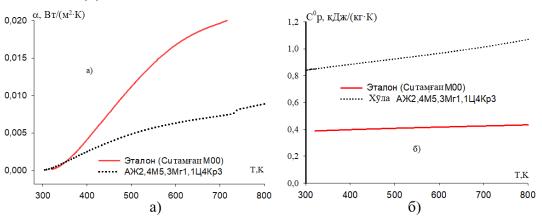
АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 хисоб намудаем, ки натичаи он дар расми 3 ба намуди графикй нишон дода шудааст.

Бо истифода аз натичахои хисобшудаи гармиғунчоиши хулаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 ва натичахои озмоишии суръати хунукшавии намунахо, коэффитсенти гармигузаронии lpha(T) х $ar{y}$ лаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 ва эталон (Си тамғаи (М00) бо ифодаи зерин муайян карда мешавад.

$$\alpha = \frac{Cm\frac{dT}{d\tau}}{(T - T_0) \cdot S},\tag{10}$$

Дар ин чо T ва  $T_0$  – харорати намуна ва мухити атроф, S ва m – масохати сатх ва вазни намуна. Вобастагии коэффисиенти гармигузарони аз харорат барои хулаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 дар расми расми 4 оварда шудааст:

$$|\alpha(T)| = -12.5597 + 0.0605T - 7.6352 \cdot 10^{-5}T^2 + 9.4713 \cdot 10^{-8}T^3.$$
 (11)



Расми 3. а) Коэффитсентй гармигузаронии, б) гармигунцоиши хоси хулаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 ва эталон (Си марки (М00), вобаста аз харорат

Дар натичаи тадқиқот (суръати хунукшавии намуна ба хисоб гирифта шудааст) барои муайян намудани гармиғунчоишй хос (расми 5) вобаста аз ҳарорат барои хӯлаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 дар фосилаи харорати 300-800К формулаи зерин ба даст оварда шуд  $C_P^{0.4\text{X}2,4\text{M}5,3\text{M}r1,1\text{Ц}4\text{Kp}3}=0.6579+0.0008241T-9$ 

$$C_P^{0\text{AW2,4M5,3Mr1,1II4Kp3}} = 0.6579 + 0.0008241T - 9.0895 \cdot 10^{-7}T^2 + +6.5293 \cdot 10^{-10}T^3. \tag{12}$$

Барои хисоб намудани тағйирёбии энергияи Гиббс, энталпия ва энтропия вобата аз харорат, интегралхо́ аз гармиғунчоиши хос қабул шудааст (кДж/(кг·К)):

$$[H^{o}(T) - H^{o}(T_{0})] = a(T - T_{0}) + \frac{b}{2}(T^{2} - T_{0}^{2}) + \frac{c}{3}(T^{3} - T_{0}^{3}) + \frac{a}{4}(T^{4} - T_{0}^{4}); \tag{13}$$

$$[H^{o}(T) - H^{o}(T_{0})] = a(T - T_{0}) + \frac{b}{2}(T^{2} - T_{0}^{2}) + \frac{c}{3}(T^{3} - T_{0}^{3}) + \frac{d}{4}(T^{4} - T_{0}^{4});$$

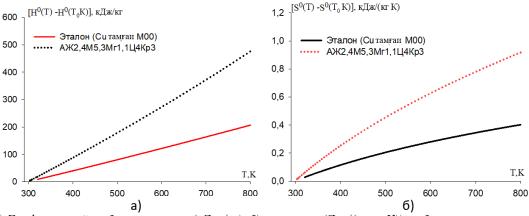
$$[S^{o}(T) - S^{o}(T_{0})] = a \ln \frac{T}{T_{0}} + b(T - T_{0}) + \frac{c}{2}(T^{2} - T_{0}^{2}) + \frac{d}{3}(T^{3} - T_{0}^{3})$$

$$[G^{0}(T) - G^{0}(T_{0})] = [H^{0}(T) - H^{0}(T_{0})] - T[S^{0}(T) - S^{0}(T_{0})].$$

$$(13)$$

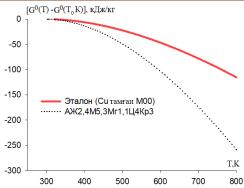
$$[G^{0}(T)-G^{0}(T_{0})] = [H^{0}(T)-H^{0}(T_{0})]-T[S^{0}(T)-S^{0}(T_{0})].$$
(15)

Дар расмхои 6-7 графики тағйирёбии энталпия (кДж/кг) ва энтропияи (Дж/(моль-К)) ва энергияи Гиббс (Дж/моль), вобаста аз харорат барои хӯлаи алюминий АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 ва эталон (Cú марки (М00) нишон дода шудааст.



**Расми** 4-a) Графики тагйирёбии энталпия (кДж/кг), б) энтропия (Дж/(моль·К)) вобаста аз харорат, барои х $\bar{y}$ лаи алюминий АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 ва эталон (Си марки (М00)

Дар натича муодилахои хосилшудаи функсияхои термодинамикй вобаста аз харорат ва хусусиятхои физикаи гармо барои хулаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 бо дакикии  $R_{\text{корр}} = 0.999$  – ро тавсиф менамояд [6].



Расми 5— Графики тағйирёбии энергияи Гиббс (Дж/моль) вобаста аз ҳарорат, барои хӯлаи алюминий АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 ва эталон (Си марки (М00)

#### Хулоса

Дар натичаи тадқиқот маълум гардид, ки бо баланд шудани ҳарорат гармиғунчоиши хос, коэффитсенти гармигузаронӣ, тағйирёбии энталпия ва энтропияи хӯлаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 зиёд шуда тағйирёбии энергияи Гиббс кам мешавад.

Муқарриз: Бердиев А.Э. — д.и.т., профессор, мудири қафедраи химия ва биологияи ФСРПІ.

#### Адабиёт

- 1. Карлов, А.В. Окисление жидких сплавов системы висмут-олово-свинец / А.В. Карлов, Н.В. Белоусова, Е.В. Карлов и др. // -Расплавы, 2002.-№4.- 22-26с.
  - 2. Платунов, Е.С. Теплофизические измерения в монотонном режиме / Е.С. Платунов. –М.: Энергия, 1973. 144.
- 3. Иброхимов, Н.Ф. Физикохимия сплава АМг2 с редкоземельными металлами [Текст] / Н.Ф. Иброхимов, И.Н. Ганиев, Х.О. Одинаев. – Душанбе, Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, 2016. – 153 с.
- 4. Малый патент № ТЈ 510 Республика Таджикистан. Установка для измерения теплоемкости твердых тел / 3. Низомов, Б. Гулов, Р. Саидов, З.Р.Обидов, Ф. Мирзоев, З. Авезов, Н.Ф. Иброхимов. Приоритет изобретения от 03.10.2011.
- 5. Раджабалиев, С.С. Теплофизические свойства алюминия марки Â7 и сплава AÎ + 2,18% Fe / С.С. Раджабалиев, И.Н. Ганиев, Н.Ф. Иброхимов // Международная научно-практическая конференция «Новая наука: от идеи к результату». —Сургут, Российская Федерация, 2016.
- 6. Раджабалиев, С.С. Теплофизические и термодинамические функции алюминия, железа и сплава Al+2,18% Fe / С.С. Раджабалиев, И.Н.Ганиев, И.Т. Амонов, Н.Ф. Иброхимов // Сборник материалов Республи-канской научно-практической конференции «Проблемы материаловедения в Республике Таджикистан», посвященной Дню химика и 80-летию со дня рождения д.т.н., проф., академика Международной инженерной академии А.В. Вахобова. Душанбе, 2016. –С.88-91.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN	
Давлатов Ориф Шералиевич	Давлатов Ориф Шералиевич	Davlatov Orif Shtralievich	
Муаллими калон	Старший преподаватель	Senior Lecturer	
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTUniversity named after academic M.S. Osimi	
	e. mail: <u>davlatov_orif@mail.r</u>	<u>u</u>	
TJ	RU	EN	
Fаниев Изатулло Наврузович	Ганиев Изатулло Наврузович	Ganiev Izatullo Navruzovich	
д.и.к., профессор	докт. хим. наук, профессор	Dr. chem. sciences, professor.	
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTUniversity named after academic M.S Osimi	
TJ	RU	EN	
Рачабалиев Сафомудин	Раджабалиев Сафомуддин	Rajabaliev Safomuddin Saidalievich	
Сайдалиевич	Сайдалиевич		
Номзади илмхои техникй, дотсент	Кандидат технических наук,	Candidate of Technical Sciences,	
	доцент	Associate Professor	
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTUniversity named after academic M.S Osimi	
TJ	RU	EN	
Бадурдинов Саъдулло Т.	Бадурдинов Саъдулло Т.	Badurdinov Sadullo T.	
Номзади илмхои техникй, дотсент	Кандидат технических наук,	Candidate of Technical Sciences,	
	доцент	Associate Professor	
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTUniversity named after academic M.S. Osimi	

УДК 669.017.11.892

#### ПЕШГЎИИ ДИАГРАММАХОИ ХОЛАТИ ТИЛЛО БО БАЪЗЕ ЭЛЕМЕНТХОИ ЧАДВАЛИ ДАВРЙ

Б.М. Мирзоева

Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.Осимй

Дар мақолаи мазкур бо ёрии критерияхои оморй ва термодинамикй сохти диаграммахои холати системахои тилло бо баъзе элементхои чадвали даврй пешгуи карда шудааст. Тахлили адабиёт нишон дод, ки диаграммахои холати системахои тилло-бор, тилло-фосфор, тилло-волфрам, тилло-рений, тилло-осмий ва тилло-иридий сохта нашудаанд. Бо ин максад критерияхои оморй ва термодинамикй барои пешгуй ва баъдан хисоб намудани диаграммахои холати системахои Au-Э (B, P, W, Re, Os, Ir) истифода шуданд.

Мувофики критерияхои киматхои оморй ва термодинамикй хамаи системахои Au-Э (B, P, W, Re, Os, Ir) дар холати моеъ ба кабатхо чудо шудани компонентхо имконпазир мебошад.

**Калимахои калидй:** тилло, бор, фосфор, волфрам, рений, осмий, иридий, пешгўии оморй, диаграммаи холат, монотектика, эвтектика.

# ПРОГНОЗ ДИАГРАММ СОСТОЯНИЯ ЗОЛОТА С НЕКОТОРЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ

Б.М. Мирзоева

В работе с помощью статистических и термодинамических критериев произведён прогноз строения диаграмм состояния систем золота с некоторыми элементами периодической таблицы. Анализ литературы показал, что полные диаграммы состояния систем золото-бор, золото-фосфор, золото-вольфрам, золото-рений, золото-осмий и золото-иридий не построены. В связи с этим использовались статистические и термодинамические критерии для прогноза и последующего расчёта полных диаграмм состояния систем Au-Э (B, P, W, Re, Os, Ir).

Согласно пороговым значениям статистических и термодинамических критериев во всех системах Au-Э (B, P, W, Re, Os, Ir) должна проявляться возможность образования расслоения в жидком состоянии.

**Ключевые слова:** золото, бор, фосфор, вольфрам, рений, осмий, иридий статистический прогноз, диаграммы состояния, монотектика, эвтектика.

### FORECAST OF GOLD STATE DIAGRAMS WITH SOME PERIODIC TABLE ELEMENTS B.M. Mirzoeva

In this work, using statistical and thermodynamic criteria, a forecast was made for the structure of phase diagrams of gold systems with some elements of the periodic table. An analysis of the literature has shown that complete state diagrams of the gold-boron, gold-phosphorus, gold-tungsten, gold-rhenium, gold-osmium and gold-iridium systems have not been constructed. In this regard, statistical and thermodynamic criteria were used to predict and subsequently calculate complete phase diagrams of Au-E systems (B, P, W, Re, Os, Ir).

According to the threshold values of statistical and thermodynamic criteria, in all Au-E systems (B, P, W, Re, Os, Ir) the possibility of the formation of delamination in the liquid state should manifest itself.

Key words: gold, boron, phosphorus, tungsten, rhenium, osmium, iridium statistical forecast, phase diagrams, monotectic, eutectic.

#### Муқаддима

Тилло ва хўлахои он дар саноати муосир бештар дар сохаи химия, энергетика, электроника ва истехсоли асбобхои ченкунй, телекоммуникатсия, нанотехнология, маснуоти заргарй, сохаи наклиёт, авиатсия ва сохаи кайхонй истифода мешавад.

Омузиши таъсири мутақобила дар системахои бисёркомпонента дар асоси тилло, яъне муайян кардани хусусият ва харорати табдилёбии фазахо, тағйирёбии ҳалшавандагӣ бо назардошти ҳарорат ва консентратсияи компонентҳои легиронидашаванда, барои интихоби таркиби хулаҳо ва хосиятҳои онҳо дар шароитҳои гуногуни истифодабарӣ аҳамияти чиддӣ доранд.

Мувофики маълумоти адабиёт диаграммахои холати системахои тилло-бор, тилло-фосфор, тилло-волфрам, тилло-рений, тилло-осмий ва тилло-иридий сохта нашудаанд [1]. Дар робита ба ин, муаллифи маколаи мазкур барои тахлили маълумоти мавчуда, пешгуи ва сохтани диаграммахои холати пурраи ин системахо хадаф гузоштааст. Бо ин максад критерияхои оморй [2,3] ва термодинамикй [4,5] барои пешгуй ва баъдан хисоб кардани диаграммахои холати пурраи системахои дар боло зикршуда истифода шуданд.

#### Усулхо ва коркарди натичахо

Барои баходихии таъсири мутақобилаи компонентҳо дар ҳолати моеъ В.М. Воздвиженский пешниҳод мекунад, ки қимати кашиши сатҳи (σᵢ) истифода шавад. Тамоюли ҷудошавӣ дар ҳолати моеъ бо зиёд шудани фарқияти кашиши сатҳии элементҳо меафзояд. Ба сифати яке аз координати меҳвар чунин баробарӣ истифода мешавад:

$$n_{\sigma,u} = (\sigma_1 : \sigma_2) : [U_1(ln) : U_2(ln)],$$
 (1)

дар ин  $qo \sigma_i$  – кашиши сатҳи;  $U_1$  (In) = In  $U_{hисб\bar{\mu}}^{+2}$ ,  $U_2$  – потенсиали нисбии ионизатсия, ки қувваи банди электронҳои валент $\bar{u}$  бо ядроро тавси $\phi$  мекунад ва бо  $\phi$ ормулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\mathbf{U}_{\text{нисбй}} = (\sum_{i=1}^{i=n} U_i : \text{nr}_{\mathbf{n}})(\mathbf{U}_{\mathbf{n}} : \mathbf{r}_{\mathbf{n}}) \tag{2}$$

дар ин  $qo U_i$  — потенсиал $\bar{u}$  ионизатсионии компонент; n — валентнокии маъмул $\bar{u}$ ;  $r_n$  — радиуси ион $\bar{u}$  барои дараqаи ионизатсия; n,  $U_n$ ,  $r_n$  бузургихои мувофик барои гидроген мебошанд. Муқаррар карда шуд, ки бо назардошти нобаробар $\bar{u}$ 

$$n_T + n_{\sigma,U} < 1.8$$
 (3)

маҳлулҳои моеъи бемаҳдуд ба вуҷуд меоянд ва дар сурати риоя нагардидани нобаробарӣ ба қабаҳо ҷудо шудани компонентҳо ба вуҷуд меояд, ки дар ин ҷо n<sub>т</sub> омили ҳароратиест, ки фарқи қувваи пайванди байниатомии компонентҳоро баҳо медиҳад:

$$n_{\rm T} = 1 - T_1 : T_2$$
 (4)

дар шароити ( $T_1 < T_2$ ),  $T_i$  – харорати гудозиши компонентхо.

Мувофики кори [3], пайдоиши тағйирёбии перитектикй дар системахои оддй имконпазир аст, агар:

$$n_s \le 1.20 \text{ Ba } n_T > 0.55 \text{ } n_v^2.$$
 (5)

Риоя накардани ақаллан яке аз ин нобаробарӣ боиси афзоиши эвтектика дар қисмати компоненти зудгудоз мегардад.

Монотектикаи таназзулшуда низ бояд дар ин системахо мувофики акидаи [3] ташаккул ёбад:

$$n_{rq} = T_{r,\pi} : T_{q\bar{y}_{III,3}} \le 1.03 - 1.10.$$
 (6)

дар ин чо n<sub>гч</sub> – омили ҳарорати буда, мутаносиб будани ҳарорати гудозиш ва ҷӯшишро нишон медиҳад; Т<sub>гд</sub> – ҳарорати гудозиши компоненти душворгудоз; Т<sub>чуш</sub> – ҳарорати ҷушиши компоненти зудгудоз мебошад.

Маълум аст, ки сарҳади минтақаҳои мавҷудияти системаҳои гуногун хати каҷии парабола буда, бо таносуби ду бузург $\bar{u}$  муайян карда мешаванд: омили ҳарорат $\bar{u}$  ( $n_{r}$ ) ва омили ҳаҷм $\bar{u}$  ( $n_{v}$ ). Ин ба муаллиф имкон медиҳад, ки [2,3] мафҳуми критерияи таъсиркуниро ҷор $\bar{u}$  кунад ва

$$K_{T} = \frac{n_{\nu}^{2}}{n},\tag{7}$$

дар баробари ин омили энтропия (n<sub>s</sub>) имкон медихад, ки хангоми таъсири мутакобилаи компонентхо дар холати сахт-моеъ пайдо шудани системахои ин ё он намуд пешгуи карда шавад.

Хамин тариқ, бо истифода аз ҳадди ақалли критерияҳо [3] метавон намуди диаграммаҳои ҳолати системаҳои омӯхтанашудаи, Au-Э (B, P, W, Re, Os, Ir) -po, пешгӯӣ намоем.

Дар чадвали 1 натичаи хисоби омили харорати  $(n_{\tau})$ , энтропии  $(n_s)$ , хачм $\bar{n}_v$ , критерияи таъсир  $(K_{\tau})$  ва омилхои \* $n_{r_{\tau}}$  барои системахои Au-Э (B, P, W, Re, Os, Ir) оварда дода шудааст.

Пешгу̀ии намуди умумии диаграммаҳои ҳолати тилло бо B, P, W, Re, Os ва Ir дар ҷадвали 2 нишон дода шуда ва бо маълумоти адабиёт муқоиса карда шудааст. Мувофиқи қимматҳои ақидаҳои оморӣ дар ҳамаи системаҳои Au-Э (B, P, W, Re, Os, Ir) ташаккулёбии ба қабатҳо ҷудошавии компонентҳоро дар ҳолати моеъгӣ дидан мумкин аст.

Қаблан муқаррар карда шуда буд [4], ки критерияхои оморй имкон намедихад, ки диаграммахои холат ба системахои монотектикй ва системахое, ки компонентхо ба қабатҳо ҷудо мешаванд, тақсим карда шаванд. Инро бо истифода аз мафҳумҳои термодинамикй арзёбй кардан имконпазир аст.

 $\P$ адвали 1- Натичахои хисоби омили харорат $\overline{u}$  ( $n_{\scriptscriptstyle T}$ ), энтропийи( $n_{\scriptscriptstyle S}$ ), хачм $\overline{u}$ ( $n_{\scriptscriptstyle V}$ ), критерияи бохамтаъсиркун $\overline{u}$   $K_{\scriptscriptstyle T}$  ва  $*n_{\scriptscriptstyle TY}$ 

No	Система	$n_{\scriptscriptstyle \mathrm{T}}$	$n_s$	$n_v$	$K_{\scriptscriptstyle T}$	$n_{\scriptscriptstyle \Gamma^{\scriptscriptstyle \mathrm{q}}}$
1.	Au-B	0.48	1.00	1.83	2.24	0.73
2.	Au-P	0.95	1.02	2.4	3.78	3.97
3.	Au-W	0.68	1.00	0.27	0.07	1.20
4.	Au-Re	0.66	1.00	0.37	0.15	1.12
5.	Au-Os	0.64	1.02	0.56	0.33	1.06
6.	Au-Ir	0.56	1.01	0.47	0.28	0.86

Эзох:  $*n_{ZY} = T_{ZKO}$ :  $T_{YKS} - m$ аносуби харорати гудозиши компоненти душворгудоз ( $T_{ZO}$ ) ва харорати  $Y_{WS}$  ва харорати  $Y_{WS}$  зудсудоз

Барои якхела пешгуи намудани диаграммахои холати ба қабатхо чудошаванда, мо критерияхои тартиби наздик ( $\sigma_{12}$ ) ва энергияи мубодиларо ( $Q_{12}$ ) истифода бурдем [4,5].

Барои баҳодиҳии Q<sub>12</sub>, усуле истифода шуда буд, ки дар асоси истифодаи электроманфиятгӣ (E), ҳаҷми молӣ (V) ва параметрҳои ҳалшавандагӣ (δ) дар тахмини Ҳилдебранд-Мотта:

$$Q_{12}=V(\delta_1-\delta_2)^2-96,4\cdot z/2(E_1-E_2)^2$$
, кДж/г-атом.

Дарачаи тартиби наздик аз руи баробарии зерин муайян карда мешавад:

$$(1-\sigma)/(1+\sigma) = \exp(-\Delta H/RT), \tag{9}$$

(8)

дар ин чо R – доимии универсалии газ $\bar{u}$  ва  $\Delta H = [0,5(H_{11} + H_{22})].$ 

Чадвали 2 – Пешгуйи оморй хангоми ба қабатҳо чудо шудани компонентҳо дар ҳолати моеъ барои системаҳои Au-Э (B, P W Re Os Ir)

	r, w, ke, Os, II)								
No	Система	$n_{\scriptscriptstyle T}$	$n_{\sigma,U}$	$n_{\scriptscriptstyle \mathrm{T}} + n_{\sigma,\mathrm{U}}$	$n_{\scriptscriptstyle T} + n_{\sigma}$	<sub>,U</sub> > 1.8			
			·	5 5/5	хисоб	тачриба			
1.	Au-B	0.48	1.44	1.92	ҚЧ	MBH			
2.	Au-P	0.95	0.90	1.85	ҚЧ	MM			
3.	Au-W	0.68	1.65	2.33	ҚЧ	MBH			
4.	Au-Re	0.66	2.33	2.99	ҚЧ	MBH			
5.	Au-Os	0.64	1.42	2.06	ҚЧ	MBH			
6.	Au-Ir	0.56	1.32	1.88	ҚЧ	MBH			

Эзох: ҚҰ-ба қабатқо чудошавй; ММ-маълумоти мухолиф; МВН-маълумот вучуд надорад

Муайян карда шуд, ки системаҳои иборат аз ду компонента, ки дорои  $Q_{12}>0$  ва  $\sigma_{12}\approx 1$  ҳастанд, бо ҷудошавии компонентҳо дар ҳолати моеъ ва ҳосил шудани маҳлулҳои маҳдуд дар ҳолати сахти хос мебошанд, яъне онҳо мувозинати монотектикии нонвариантиро нишон медиҳанд ва дар системаҳое, ки  $Q_{12}>0$  ва  $\sigma\approx -1$  доранд, аз руи критерияҳо, ҳангоми хунук шудани гудохта кристаллшавии пайдарпайи ҳар як компонент вобаста ба ҳарорати гудозиши онҳо ба амал меояд.

Дар асоси гуфтахои боло, дар расм диаграммахои холати хоси тиллоро бо металлхои дар боло зикргардида пешниход карда мешавад. Натичахои пешгуй намуди диаграммахои холат дар асоси хисоби энергияи мубодила ва дарачаи тартиби наздик дар чадвали 3 оварда шудааст.

Чадвали 3 – Хисоби параметрхои мутакобила барои пешгуй намуди диаграммахои холат барои системахои Au-Э (B, P, W, Re, Os, Ir)

			Намуди диаграммаи холат			
Система	Q12, кЧ/г-ат	$\sigma_{12}$	Аз тарафи блоки Au хисоб тачриба		-	фи блоки емент
					ҳисоб	тачриба
Au-B	82.60	0,97	M	Э	M	MBH
Au-P	100.5	0,28	M	MBH	M	MBH
Au-W	69.20	0.99	M	MBH	M	MBH
Au-Re	108.0	0.99	M	MBH	M	MBH
Au-Os	82.51	0.99	M	MBH	M	MBH
Au-Ir	64.41	0.99	M	MBH	M	MBH

Эзох: Э-эвтектика; M-монотектика; MBH-маълумот вучуд надорад

Аз чадвали 3 дидан мумкин аст, ки ҳамаи системаҳо ба шартҳои  $Q_{12} > 0$  ва  $\sigma_{12} \approx 1$  мувофиқат мекунанд ва ташаккули мувозинати монотектик $\bar{u}$  бояд мушоҳида карда шавад.

Пешгу́ии табдилёбии нонвариантй (эвтектикй, перитектикй) дар диаграммаҳои ҳолати монотектикй аз тарафи блоки компоненти зудгудоз дар системаҳои Au-Э (B, P, W, Re, Os, Ir) мувофиқи критерияҳои оморй [3] дар чадвали 3 оварда шудааст. Аз чадвали 3-4 дидан мумкин аст, ки системаҳои Au-Э (B, P) ба диаграммаҳои ҳолати намуди монотектикй бо табдилёбии эвтектикй ва системаҳои Au-Э (W, Re, Os, Ir) ба намуди диаграммаи ҳолати монотектикй бо табдилёбии перитектикй тааллуқ доранд.

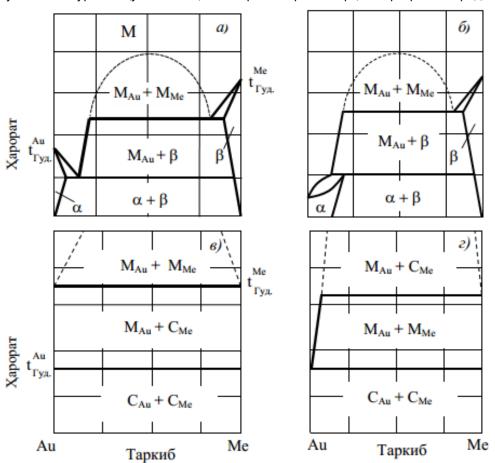
Хамин тарик, дар асоси усулхои пешгўии оморй ва термодинамикй диаграммахои холати мукаммали хосро барои системахои Au-Э (B, P, W, Re, Os, Ir) пешниход кардан мумкин аст. Намуди умумии диаграммахои холати системахои Au-Э (B, P) чунин аст (расм, а) ва диаграммахои холати системахои Au-Э (W, Re, Os, Ir) бошанд намуди (расм, б) -ро доранд.

Чадвали 4 – Пешгўии табдилёбии эвтектикй ва перитектикй аз тарафи компоненти зудгудоз (Au) дар системахои Au-Э
(B. P. W. Re. Os. Ir)

	(B,1, W, RC, OS, H)											
							Au					
№	Система $n_{\scriptscriptstyle T}$ $0.55n_{\scriptscriptstyle P}^2$	n <sub>s</sub>	$n_{rq}$	$n_{rq} < 1.03; n_s \le 1.20 - 1.24$ и $n_r > 0.55 n_v^2$								
			0.00110			ИП <sub>Т</sub>	/ 0.3311 <sub>V</sub>					
											хисоб	тачриба
1.	Au-B	0.48	1.84	1.00	0.73	Э	MBH					
2.	Au-P	0.95	3.19	1.02	3.97	Э	MBH					
3.	Au-W	0.68	0.04	1.00	1.20	П	MBH					
4.	Au-Re	0.66	0.07	1.00	1.12	П	MBH					
5.	Au-Os	0.64	0.17	1.02	1.06	П	MBH					
6.	Au-Ir	0.56	0.12	1.01	0.86	П	MBH					

Эзох: Э – эвтектика; П – перитектика; МВН – маълумот вучуд надорад

Натичахои бадастомада имкон медиханд, ки минбаъд диаграммахои холати пурраи системахои Au-Э (B, P, W, Re, Os, Ir), метавонанд барои хосил кардани намудхои гуногуни хулахо муфид бошанд ва дар коркарди равандхои гуногуни металлурги аз чумла истехсолоти рехтагари ва корхои заргари истифода шаванд.



Pасм — Hамудхои диаграммахои холати системахои ба қабатхо 4удошаванда бо иштироки тилло  $(M-Moeb; C-caxm \bar{u}; t_z-x_apopamu гудозиш)$ :

a, в — мобайн $\bar{u}$ ; b, z — навъхои худудии ба қабатхо чудошаванда.

#### Хулоса

Дар асоси усулхои пешгуии оморй ва термодинамикй диаграммахои холати системахои Au-Э (B, P, W, Re, Os, Ir)-ро пешниход кардан мумкин аст. Натичахои бадастомада имкон медиханд, ки минбаъд диаграммахои холати пурраи системахои Au-Э (B, P) эвтектикй ва Au-Э (W, Re, Os, Ir) перитектикй хисоб карда шаванд.

Диаграммахои холат асоси равандхои хосилкунии хулахо буда, метавонанд барои коркарди намудхои гуногуни хулахо муфид бошанд ва дар равандхои металлурги ва истехсолоти рехтагари васеъ истифода шаванд.

#### Миннатдорй

Муаллиф ба д.и.х., профессор <u>Джураев Т.Д.</u> ва н.и.х., дотсент <u>Рахимов Ф.Қ.</u> барои маслиҳат ва машварат миннатдории худро баён мекунад.

Муқарриз: Бердиев А.Э. — д.и.т., профессор, мудири қафедраи химия ва биологияи DCPIII.

#### Адабиёт

- 1. Лякишев Н.П. Диаграммы состояния двойных металлических систем. / Н.П. Лякишев // Под ред. акад. РАН. М.: Машиностроение, 1996, 1997, 2001, Т. 1-3, С. 992, 1024, 1320.
- 2. Воздвиженский В.М. Общие закономерности в строении диаграмм состояния металлических систем / В.М. Воздвиженский // М.: Наука, С. 1973, 144.
- 3. Воздвиженский В.М. Прогноз двойных диаграмм состояния / В.М. Воздвиженский // М.: Металлургия. С. 1975, 224.
- 4. Джураев Т.Д. Степень ближнего порядка критерий для определения разновидностей расслаивающихся систем / Т.Д. Джураев, А.В. Вахобов // Докл. АН ТаджССР, 1986, Т. 29, № 1. С. 32-35.
- 5. Джураев Т.Д. Пешгўии мувозинати фазавй дар системахои магний бо металлхои гузаранда / Т.Д. Джураев, И.Р. Исмоилов, Э.Р. Газизова, И.Ш. Муслимов // Мачмўи маводи конференсияи чумхуриявии илмию амалии «Проблемахои маводшиносй дар Чумхурии Точикистон». Душанбе: ИХ АИ МТ. 2016. С. 44-47.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX - MAЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН - AUTHORS BACKGROUND

TJ	Ru	EN			
Мирзоева Бибисоро	Мирзоева Бибисоро	Mirzoeva Bibisoro Muzaffarovna			
Музаффаровна	Музаффаровна				
докторанти PhD кафедраи	PhD докторант кафедры	PhD reasercher			
металлургия	металлургия	FIID leaserchei			
Донишгохи техникии	Таджикский технический	Tajik Technical University named			
Точикистон ба номи акад.	университет имени академика	after Academician M. S. Osimi			
М.С.Осимй	М.С. Осими				
E-mail: mirzoeva.bibisoro@mail.ru.					

UDC 669.715: 669.2

### INFLUENCE OF IRON ON THE SPECIFIC HEAT CAPACITY AND HEAT TRANSFER COEFFICIENT OF ZINC-ALUMINUM ALLOY Zn55AI

J.N. Aliev, Z.F. Narzulloev, I.N. Ganiev

Tajik Technical University named after academician M.C. Osimi

The results of a study of the temperature dependence of the specific heat capacity and heat transfer coefficient of the zinc-aluminum alloy Zn55Al with iron are presented. To calculate the heat capacity of the alloys, the known specific heat of a reference copper sample was used using the cooling rates of the samples. It has been established that with increasing temperature and iron content in the original alloy, the heat capacity and heat transfer coefficient increase.

Key words: zinc-aluminum alloy Zn55Al, iron, "cooling" mode, heat capacity, heat transfer coefficient.

#### ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЕЗА НА УДЕЛЬНУЮ ТЕПЛОЕМКОСТЬ И КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ ЦИНКОВО-АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Zn55AI

Дж.Н. Алиев, З.Ф. Нарзуллоев, И.Н. Ганиев

Приведены результаты исследования температурной зависимости удельной теплоемкости и коэффициента теплоотдачи цинково-алюминиевого сплава Zn55Al с железом. Для расчёта теплоемкости сплавов применено известная удельная теплоёмкость эталонного образца из меди с использованием скоростей охлаждений образцов. Установлено, что с ростом температуры и содержания железа в исходном сплаве теплоемкость и коэффициент теплоотдачи увеличиваются.

**Ключевые слова:** цинково-алюминиевый сплав Zn55Al, железа, режим «охлаждения», теплоемкость, коэффициент теплоотдачи.

### ТАЪСИРИ ОХАН БА ГАРМИҒУНЧОИШИ НИСБЙ ВА КОЭФФИСИЕНТИ ГАРМИДИХИИ ХЎЛАИ РУХЙ-АЛЮМИНИЙИ Zn55AI

Ч.Н. Алиев, З.Ф. Нарзуллоев, И.Н. Ғаниев

Натичахои тадкикоти вобастагии хароратии гармиғунчоиши нисбй ва коэффисиенти гармидихии хулаи рухй-алюминийи Zn55Al бо охан оварда шудаанд. Барои хисоби гармиғунчоиши хулахо гармиғунчоиши нисбии маъмули намунаи эталонии мисй бо истифодаи суръатхои хунукшавии намунахо истифода бурда шудааст. Мукаррар карда шудааст, ки дар баробари баланд шудани ҳарорат ва таркиби оҳан дар хулаи аслй гармиғунчоиш ва коэффисиенти гармидиҳй зиёд мешавад.

Калидвожахо: хўлаи рухй-алюминийи Zn55Al, охан, речаи «хунукшавй», гармигунчоиш, коэффисиенти гармидихй.

#### Introduction

Zinc-aluminum alloys are used as structural materials in instrument making, in the printing and aviation industries, in the automotive industry, and for the manufacture of household items [1].

As a non-structural material, zinc alloys are used: for casting anode-protectors, for the manufacture of solders in the production of bearings and galvanic cells, as a coating for steel sheets.

Zinc alloys are also used for casting parts of washing machines, vacuum cleaners, kitchen equipment, office machines, electric watch housings, printing machines, cash registers, drink mixers, etc. To protect against corrosion, protective coatings (paints, enamels, plastics) are applied to the surface of zinc castings. Electrolytic coatings with copper, nickel and chromium have a good protective effect. Semi-finished products from deformable zinc alloys are quite easily subjected to pressing, rolling and stamping [2].

There is no information in the literature or on the Internet about the effect of iron on the thermophysical properties of the zinc-aluminum alloy Zn55Al.

The purpose of this work is to determine the specific heat capacity and heat transfer coefficient of the zincaluminum alloy Zn55Al with iron from the known specific heat capacity of a reference copper sample using sample cooling rates. The choice of the research object was determined by the prospect of using this alloy in various fields of science and technology.

#### Experimental results and their discussion

The study of the specific heat capacity of the zinc-aluminum alloy Zn55Al with iron was carried out using the known specific heat capacity of a reference sample of M00 copper using sample cooling rates [3, 4].

The specific heat capacity was measured using an installation, the diagram and operating principle of which are presented in [5, 6].

For the study, we produced a series of alloys in an electrical resistance shaft furnace SSHOL in the temperature range 600–700°C from Ts1 grade zinc (GOST 3640–94), A7 grade aluminum (GOST 11069–2001) and its alloy with iron. Aluminum alloy with iron (2.18 wt.% Fe) was preliminarily synthesized in a vacuum furnace under inert gas pressure. The iron content in the Zn55Al alloy was, wt. %: 0.05; 0.01; 0.1; 0.5. The charge was weighed on an ARV-200 analytical balance with an accuracy of 0.1·10<sup>-6</sup> kg. The mixing of alloys was carried out taking into account the waste of metals. By heating the electrical resistance furnace SSHOL to 700°C, aluminum and zinc were melted, then

an aluminum alloy with iron was introduced. To conduct the experiment, samples with a diameter of 16 mm and a length of 30 mm were cast from the resulting melt into a graphite mold.

The composition of the resulting alloys was selectively controlled by chemical analysis, as well as by weighing samples before and after alloying. Alloys in which the difference in mass before and after alloying did not exceed 2% (rel.) were subjected to further study.

Figure 1a shows the experimentally obtained dependences of the temperature of the samples on the cooling time for the zinc-aluminum alloy Zn55Al microalloyed with iron, which are described by an equation of the form:

$$T = T_0 + \frac{1}{2} \left[ (T_1 - T_0) e^{-t/\tau_1} + (T_2 - T_0) e^{-t/\tau_2} \right]. \tag{1}$$

When differentiating equation (1) with respect to t for the cooling rate of samples from the Zn55Al alloy microalloyed with iron, we have:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{2} \left[ -\left(\frac{T_1 - T_0}{\tau_1}\right) e^{-t/\tau_1} - \left(\frac{T_2 - T_0}{\tau_2}\right) e^{-t/\tau_2} \right]. \tag{2}$$

To calculate the specific heat capacity of the zinc-aluminum alloy Zn55Al microalloyed with iron, the values of the cooling rates of the alloy samples and the standard and the heat capacity of the standard were used according to the equation:

$$C_{p_2} = C_{p_1} \frac{m_1 \left(\frac{dT}{dt}\right)_1}{m_2 \left(\frac{dT}{dt}\right)_2}.$$
 (3)

Using equation (3) and the Sigma Plot program, the following coefficients were obtained for polynomials (2), which describe the temperature dependence of the specific heat capacity of the original zinc-aluminum alloy Zn55Al and alloys with iron. Table 1 presents the values of the coefficients in equation (2).

Table 1–Values of coefficients  $\Delta T_I$ ,  $t_I$ ,  $\Delta T_2$ ,  $t_2$  in equation (2) for the alloy Zn55Al (1) with iron and standard (Cu grade M00)

Iron content in alloys, wt.%	$T_1$ - $T_0$ , K	<i>t</i> <sub>1,</sub> s	T <sub>2</sub> - T <sub>0</sub> ,	<i>t</i> <sub>2,</sub> s	$(T_1-T_0)/\tau_1, K/s$	$(T_2$ - $T_0)/\tau_2$ , K/s	<i>T</i> <sub>0</sub> , K
(1)	120,788	63,69	285,78	619,77	1,8964	0,4611	302,99
(1) + 0.01  Fe	117,412	58,82	288,80	595,73	1,9960	0,4848	303,64
(1) + 0.05  Fe	117,41	58,82	288,80	595,73	1,9960	0,4848	303,54
(1) + 0.1  Fe	117,41	58,82	288,80	595,73	1,9960	0,4848	302,94
(1) + 0.5  Fe	117,39	58,82	288,82	595,52	1,9956	0,4850	301,67
Reference	120,77	63,68	285,76	619,73	1,8966	0,4615	302,97

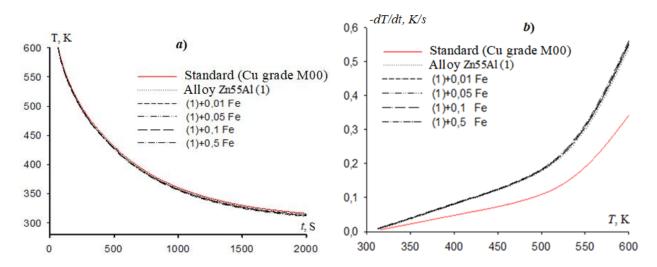


Figure 1 – Sample temperature versus time curves cooling (a) and cooling rate depending on temperature (b) for samples made of Zn55Al alloy with iron.

Figure 2, a shows the temperature dependence of the specific heat capacity of the Zn55Al alloy and the standard. By mathematical processing of measurement results for the temperature dependence of the specific heat capacity of the zinc-aluminum alloy Zn55Al in the temperature range 300-600 K, the following equation was obtained:

$$C^{0}_{P} = a + bT^{2} + cT^{3} + dT^{4}.$$
 (3)

The value of the coefficients, which are presented in table 2.

Table 2—The values of the coefficients a, b, c, d in equation (3) for the alloy

Zn55Al (1) with iron and standard (Cu grade M00)

			\ 0		
Iron content in	a,	b·10-4,	c·10-7,	d·10-11,	Coefficient
alloys, wt.%	kJ/(kg·K)	kJ/(kg·K2)	kJ/(kg·K3)	kJ/(kg·K4)	correlations R2
(1)	0,616	1,28	2,35	-5,22	1,00
(1) + 0.01  Fe	0,627	1,32	2,40	-5,32	1,00
(1) + 0.05  Fe	0,630	1,32	2,41	-5,35	1,00
(1) + 0.1  Fe	0,633	1,33	2,42	-5,37	1,00
(1) + 0.5  Fe	0,636	1,35	2,43	-5,40	1,00
Reference	0,324	2,75	-2,87	1,42	1,00

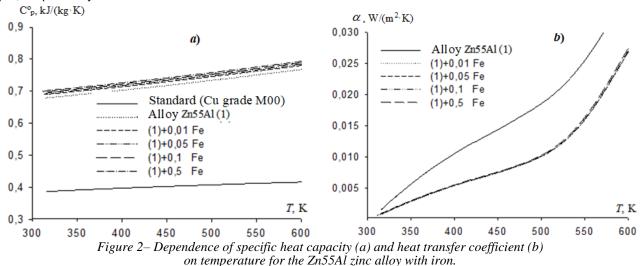
Figure 2, b shows the temperature dependence of the heat transfer coefficient for the zinc-aluminum alloy Zn55AI, which increases with increasing iron content and temperature.

From Figure 2 it can be seen that with increasing iron content and temperature, the heat capacity of the Zn55Al alloy increases.

Based on the data on the heat capacity of the Zn55Al alloy and the standard, and the obtained experimental values of the cooling rates of the samples, the heat transfer coefficient  $\mathcal{C}$  (W/(K·m²)) was calculated for the Zn55Al alloy microalloyed with iron according to the formula:

$$\alpha = \frac{Cm\frac{dT}{dt}}{(T - T_0) \cdot S},\tag{4}$$

where T and  $T_0$  are the temperature of the sample and the environment, S and m are the surface area and mass of the sample, respectively.



#### **Conclusions**

In the "cooling" mode, the heat capacity of the Zn55Al alloy with iron was established based on the known heat capacity of a reference sample of MOO grade copper. Using the obtained polynomial dependencies, it is shown that the heat capacity of the alloys increases with increasing temperature. The addition of iron in the studied concentration range (0.05 – 0.50 wt.%) slightly increases the heat capacity and heat transfer coefficient of the original Zn55Al alloy.

Reviewer: Eshov B.B. - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the State Institution "Center for Research of Innovative Technologies" of the National Academy of Sciences of Tajikistan.

#### Literature

- 1. Kechin V.A., Lyublinsky E.Ya. Zinc alloys. M.: Metallurgy, 1986. 247 p.
- 2. J. Aliev, Z. Obidov, I. Ganiev. Zinc-aluminum protective coatings of a new generation. Physico-chemical properties of zinc-aluminum alloys with alkaline earth metals. Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. -2013. 130 pp.

- 3. I.N. Ganiev, J.N. Aliev, Z.F. Narzulloev. The influence of iron on the change in the thermodynamic functions of the zinc alloy Zn5Al // Chemistry. Ecology. Urbanism. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference (with international participation) 2021. Volume 1. pp. 339–343.
- 4. Ganiev Î.N., Otadzhonov S.E., Ibrokĥimov N.F., Makhmudov M. Temperature dependence of the heat capacity and changes in the thermodynamic functions of the AK1 alloy doped with strontium // Thermophysics of high temperatures. 2019. T.57. No. 1. P. 26-31.
- 5. Ganiev I.N., Safarov A.G., Odinaev F.R., Yakubov U.Sh., Kabutov K. Temperature dependence of the heat capacity and changes in the thermodynamic functions of the AZh 4.5 alloy with tin // Izv. Universities. Non-ferrous metallurgy. 2019. No. 1. -WITH. 50-28.
- 6. F.M. Aminov, I.N. Ganiev, J.N. Aliev, A.G. Safarov. The influence of titanium on the specific heat capacity and changes in the thermodynamic functions of the Zn55Al alloy // Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design. 2019. No. 1. pp. 26-31.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN			
Алиев Цамшед Насридинович	Алиев Джамшед Насридинович	Aliev Jamshed Nasridinovich			
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Candidate of technical sciences,			
		associate professor			
ДТТ ба номи академик М.С.	ТТУ имени академика М.С.	TTU named after academician M.S.			
Осими	Осими	Osimi			
	e. mail: jamshedaliev0672@gmai.com	<u>n</u>			
TJ	RU	EN			
Нарзуллоев Зубайдулло	Нарзуллоев Зубайдулло	Narzulloev Zubaidullo Faizulloevich			
Файзуллоевич	Файзуллоевич				
н.и.т., муаллими калон	к.т.н., старший преподаватель	Ph.D., senior lecturer			
ДТТ ба номи академик М.С.	ТТУ имени академика М.С.	TTU named after academician M.S.			
Осими	Осими	Osimi			
	e. mail: <u>nzubaidullo72@mai.ru.</u>				
TJ	RU	EN			
Ғаниев Изатулло Наврузович	Ганиев Изатулло Наврузович	Ganiev Izatullo Navruzovich			
д.и.х., профессор	д.х.н., профессор	Doctor of chemical sciences, professor			
ДТТ ба номи академик М.С.	ТТУ имени академика М.С.	TTU named after academician M.S.			
Осими	Осими	Osimi			
e. mail: ganiev48@mail.ru					

УДК 669.2:669.715

#### ВОБАСТАГИИ ХАРОРАТИИ ИКТИДОРИ ГАРМЙ ВА ФУНКСИЯХОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ХЎЛАИ НОКИЛИИ АЛЮМИНИЙИ AITi0.1 БО БАРИЙ

И.Н. Ғаниев, Ф.Ш. Зокиров, Р.Ч. Файзуллоев

 $^{1}$ Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осим $\bar{\rm u}$ ,  $^{2}$ Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон

Хусусиятҳои термодинамикй ва термофизикии алюминий ва хулаҳои он бисёр мавзуи тадқиқотҳои тачрибавй ва назариявй мебошанд. Маълумоти дастраси тачрибавй ченкунии иқтидори гармий, энталпия, энтропия ва энергияи Гиббсро дар фишори муқаррарй дар ҳудудҳои ҳарорати 298,15–800 К. Дар ин кор иқтидори гармии хулаи алюминийи ноқили AlTi0.1 (Al + 0,1 вазн% Ti) бо барий дар «речаи хунукшавй» дар асоси иқтидори гармии маълуми намунаи эталон аз алюминийи дарачааш хеле софи A5N (99,999% Al) муайян карда шудааст. Муодилаҳо барои тавсифи суръати сардшавии намунаҳои аз хулаи ноқили алюминийи AlTi0.1 бо барий ва эталон ба даст омадаанд. Дар асоси суръати ҳисобшудаи хунукшавии намунаҳо муодилаҳои вобастагии ҳарорат аз иқтидори гармии хулаҳо ва эталон ташкил карда шуданд. Бо интегратсияи иқтидори хоси гармий вобастагии ҳарорат аз тағйирёбии энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс барои хулаи алюминийи AlTi0.1 бо барий ҳисоб карда шуд. Қобилияти гарми, энталпия ва энтропияи хулаи алюминий AlTi0.1 бо зиёд шудани консентратсияи барий кам шуда, бо ҳарорат зиёд мешавад, арзиши энергияи Гиббс муносибати баръакс дорад.

Вожахои калиди: Хулаи алюминийи ноқилии AlTi0.1, барий, иқтидори гарми, энталпия, энтропия, энергияи Гиббс.

## ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОЕМКОСТИ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА AITi0.1 С БАРИЕМ И.Н. Ганиев, Ф.Ш. Зокиров, Р.Дж. Файзуллоев

Термодинамические и теплофизические свойства алюминия и его сплавов являются предметом многочисленных экспериментальных и теоретических исследований. Имеющиеся экспериментальные данные включают измерения теплоемкости, энтальпии, энтропии и энергии Гиббса при нормальном давлении в диапазоне температуры 298,15–800 К. В работе определялась теплоемкость алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1 (Al + 0.1 мас% Ti) с барием в режиме «охлаждения» по известной теплоемкости эталонного образца из особо чистого алюминия марки A5N (99,999% Al). Получены уравнения, описывающие скорости охлаждения образцов из алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1 с барием и эталона. По рассчитанным величинам скоростей охлаждения образцов сформированы уравнения температурной зависимости теплоемкостей сплавов и эталона. Интегрированием удельной теплоемкости вычислены температурные зависимости изменений энтальпии, энтропии и энергии Гиббса для алюминиевого сплава AlTi0.1 с барием. Теплоемкость, энтальпия и энтропия алюминиевого сплава AlTi0.1 с ростом концентрации бария уменьшаются, а от температуры увеличиваются, значение энергии Гиббса при этом имеет обратную зависимость.

**Ключевые слова:** алюминиевый проводниковый сплав AlTi0.1, барий, теплоёмкость, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса.

### TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE HEAT CAPACITY AND THERMODYNAMIC FUNCTIONS OF ALUMINUM CONDUCTING ALLOY AITi0.1 WITH BARIUM

I.N. Ganiev, F.Sh. Zokirov, R.J. Faizulloev

Thermodynamic and thermophysical properties of aluminum and its alloys are the subject of numerous experimental and theoretical studies. Available experimental data include measurements of heat capacity, enthalpy, entropy and Gibbs energy at normal pressure in the temperature range of 298.15–800 K. The work determined the heat capacity of the aluminum conductor alloy AlTi0.1 (Al + 0.1 wt.% Ti) with barium in the "mode cooling" based on the known heat capacity of a reference sample made of highly pure aluminum grade A5N (99.999% Al). Equations obtained to describe the cooling rates of samples made of the aluminum conductor alloy AlTi0.1 with barium and the standard. Based on the calculated cooling rates of the samples, equations for the temperature dependence of the heat capacities of the alloys and the standard formed. By integrating the specific heat capacity, the temperature dependences of changes in enthalpy, entropy and Gibbs energy for the aluminum alloy AlTi0.1 with barium were calculated. The heat capacity, enthalpy and entropy of the aluminum alloy AlTi0.1 decrease with increasing barium concentration, and increase with temperature; the value of the Gibbs energy has an inverse relationship.

Keywords: aluminum conductor alloy AlTi0.1, barium, heat capacity, enthalpy, entropy, Gibbs energy.

#### Муқаддима

Алюминийи техникй бо рохи электролиз аз маъдани хокй (глинозем) ва алюминийи тозагиаш баланд бошад, бо рохи тозакунии иловагии электролитй истехсол карда мешавад. Омехтахое, ки бо алюминий маҳлули сахт ташкил медиҳанд (Cu, Ag, Mg, Mn, V, Ti), хосияти гузаронандагии хосро паст карда ( 5-10% дар ҳолати доштани омехтаҳо ба миқдори 0,5% вазн). Омехтаҳои Ni, Si, Fe, Zn ба хосияти ноқилй камтар таъсир мерасонанд [1, 2].

Барои соҳаи электротехникӣ асосан хӯлаи алюминийи тозагии техникӣ (0,5% омехтаҳо), алюминийи тозагиаш баланд А97 (0,03% омехтаҳо) ва алюминийи тозагиаш махсус А999 (0,001% омехтаҳо) истифода мебаранд.

Алюминийи ноқилй бештар барои ноқилхои печониданй, васлкунй, хатхои барқ ва қабати дарунии ноқилхо истифода мешавад. Зичии пасти алюминий бартарии асосии он аст: бо муқовимати якхела доштан сими алюминиги нисбат ба сими миси ду маротиба сабуктар аст, гарчанде ки қисмати бурриши он тақрибан 1,6

маротиба калонтар аст. Ноқилҳои алюминийро бе изолятсия истифода бурдан мумкин аст, зеро дар рӯи металл қабати оксидии тунук ва устувори аз Al₂O₃ мавҷуд аст, ки аз зангзанӣ муҳофизат мекунад ва муҳовимати назарраси электрикӣ дорад [1, 2].

Аз сабаби он, ки алюминий метали сабук, ба зангзанй тобовар ва хосиятхои ғайримагнитй дорад, алюминийи техникй барои тайёр кардани қисмҳои радиоаппаратура ва асбобҳо, қисмҳои иловагй, дастгоҳҳо ва ғайра истифода мешавад. Камбудии асосии алюминий хосияти пасти механикй доштани он мебошад. Сими алюминийе, ки дар ҳолати коркарди ҳароратии гузашта шудааст, истифода мешавад, маҳдудияти сахтй ба 80-90 МПа ва маҳдудияти қувваи мустаҳками он 25-33% дорад.

Барои қисмҳои дастгоҳҳо ва маҳсулоти электрикй, ки фишори зиёди механики доранд, хӯлаҳои алюминийи хосияти мустаҳкамии баланд дошта, истифода мешаванд. Масалан, барои истеҳсоли қуттии радиоаппаратура ва дигар асбобҳо хӯлаи дуралюминии AI - Cu-Mg (AI+4,3% Cu+1,8% Mg+1% Mn) васеъ истифода мешаванд. Пас аз коркарди ҳароратии мустаҳкамкунанда (сахт кардан бо 500°С дар об ва пиршавй дар 175°С) хусусиятҳои механикии он инҳоянд:  $\sigma$ в то 480 МПа,  $\sigma$ =15%. Барои ноҳилҳои хати барҳи ҳавой хӯлаи AI-Mg-Si (AI+1%Mg+1%Si) истифода мешавад, ки бо баланд шудани чандирй, мустаҳкамй то 350 МПа бо гузарониши хуби ноҳилй ( $\rho$ =0,032 мкОм·м) хос аст. [1, 2].

Алюминий ва хӯлаҳои он, бо сабаби хосиятҳои хоси физикию механикӣ доштан, ба монанди зичии паст, муқовимати хуб ба зангзанӣ, хосияти ғайримагнитӣ, пластикии технологӣ, дар соҳаҳои нақлиет, сохтмон ва мошинасозӣ истифодаи васеъ пайдо карданд.

Самти дигари умедбахши татбиқи алюминий соҳаи электриктротехникӣ мебошад, зеро алюминий мутобиқи стандарти санҷишӣ гузаронандагии барқи (International Annealed Copper Standard (IACS)) ~62% дорад, ки гузарониши барқи миси тозашудаикоркардшударо 100% мегирад. Алюминийи холис, аз ҷумла, ҳамчун маводи ноқилӣ дар тарҳҳои ноқилҳо ва сим васеъ истифода мешавад. Аммо камбудии асосии алюминийи тоза мустаҳкамии пасти он мебошад [3-5].

Маълум аст, ки усулҳои баланд бардоштани мустаҳкамӣ, аз ҷумла ҷавҳаонидан ва усулҳои гуногуни коркарди деформатсионӣ-термикӣ, ба ворид кардани микдори зиеди иловатҳо дар микросохтори кристаллии металл (ҳудуди донаҳо (ГЗ), дислокатсияҳо, атомҳои омехта, зарраҳои фазаи дуюмдараҷа) асос ефтаанд.

Аммо ин ба кохиши интиколи барқ тавассути парокандашавии электронхои интикол дар атомхои омехта дар маҳлули сахт, кластерҳои онҳо ва нуқсонҳои сохтори кристаллӣ оварда мерасонад [3]. Дар натича, бо усулҳои анъанавии коркарди металлҳо дар як замон ҳам мустаҳкамии баланд ва гузариши баланди барқиро ба даст овардан мумкин нест.

Аз ин лиҳоз, таҳияи равишҳои илмии баланд бардоштани устувории алюминий ҳангоми нигоҳ доштани қобилияти баланди барқ вазифаи таъхирнопазир мебошад, ки ҳалли онҳо талафот ҳангоми интиқоли нерӯи барқро кам мекунад [6-11].

Таъсири элементхои гуногуни чавхаронидакунанда ба интиколи барк ва мустахкамии алюминий нишон дод, ки афзоиши баландтарини сахтй хангоми ворид кардани элементхои чавхаронидакунанда кам халшаванда: Fe, Zr, Mn, Cr, Ti, Ca ва Mg кайд карда мешавад. Ин элементхо аз рўи диаметри атомй аз алюминий фарк мекунанд. Азбаски гузаронандагии барк параметри асосии маводи нокилй мебошад, бояд элементхои чавхаронидакунанда бо назардошти таъсири онхо ба тағирёбии нокилхои барк интихоб карда шаванд [12-16].

Мақсади гузаронидани кор омузиши таъсири иловаи барий ба вобастагии ҳарорат иқтидори хоси гарми ва тағирёбии функсияҳои термодинамикии хӯлаи ноқилҳои алюминий AlTi0.1 (Al+0,1 вазн.% Ti) мебошад.

#### Натичахои тачрибахо ва мухокимаи онхо

Хӯлаҳо барои таҳқиқот дар печи муқовимати лаборатории навъи СШОЛ дар ҳудуди ҳароратии 800-850 °C аз алюминийи навъи А5 (ГОСТ 110669-01), титани навъи ТГ-90 (ГОСТ 19807-91) дар шакли ҳӯла бо навъи алюминий ва металли барий ВаМ-1 (ТU48-4-465-85). Лигатураи алюминий бо 2 вазн.% титан пешакӣ дар печи вакуумии муқовимати навъи СНВ 2.4.2/16 тайёр карда шудааст. Аз ҳӯлаи дар печи муқовиматӣ гирифташуда ба қолаби графитӣ силиндрии диаметраш 16 мм ва дарозиаш 30 мм рехта шуданд.

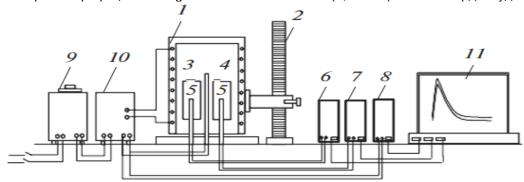
Дар лабораторияи марказии Корхонаи алюминии ЧСК ТАЛКО, хўлаи ноқилхои алюминийи АІТі0.1 бо барий барои омўхтани таркиби хўла ва элементхои асосии он тадкикоти химиявй гузаронида шуд. Микдори барий дар хўла аз 0,01 то 0,5 вазн буд. %. Таркиби хўлаи гирифташуда инчунин бо рохи баркашидани намунахо пеш аз омехта кардан ва пас аз он назорат карда мешуд. Хамчунин хўлахое, ки дар онхо фаркияти массаашон пеш аз хўла куни ва баъд аз он 2% (нис.) зиёд набуд, омўхта шуданд.

Тавре маълум аст [17-21], иқтидори гармии чисмҳои сахт дар речаи «сардшавй» аз руи муодила дар поен овардашуда муайян карда мешавад.

$$C_{p_{2}}^{0} = C_{p_{1}}^{0} \frac{m_{1}}{m_{2}} \frac{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_{1}}{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_{2}},\tag{1}$$

инчо  $m_1=\rho_1V_1$  — вазни эталон,  $m_2=\rho_2V_2$  — вазни намунаи тадқиқшаванда;  $(dT/d\tau)_1, (dT/d\tau)_2$  — суръати хунуккунии намунаҳо аз меъер ва хӯлаҳои таҳқиқшаванда дар ҳарорати додашуда. Барои муайян кардани суръати хунуккуни каҳхаттаҳои хунуккунии намунаҳо сохта мешаванд.

Иқтидори гармӣ бо усули дар корҳои [22-27] тавсифшуда бо истифода аз таҷҳизот чен карда шуд, ки он дар расми 1 нишон дода шудааст. Печи электрикии 1 дар стенди 2 васл карда шудааст, ки он ба боло ва поён ҳаракат карда метавонад (тирча самти харакатро нишон медихад). Намунаи 3 ва эталони 4 (инчунин метавонанд ҳаракат кунанд) аз силиндрҳои дарозии 30 мм ва диаметри 16 мм иборат буда, аз як канори каналҳои пармашуда, ки дар онҳо термопараҳои 5 чойгир карда шудаанд, иборат мебошанд. Нӯгҳои термопараҳо ба термометри рақамии «Digital Multimeter DI9208L» (6, 7 ва 8) пайваст карда шудаанд.



Pасми I-Tа ${xy}$ нуxизот барои муайян кардани иxтидори гармии x0 сахx0 сахx1 дар x2 солати "x3 гунуx4 изот x6 гунуx6 гунуx6 гунуx6 гунуx6 гунуx7 гунуx8 гунух гунух г

Қураи барқй тавассути автотрансформатори лаборатории (ЛАТР) 9 бар кор дароварда мешавад, ҳарорати зарурй бо ёрии танзимкунандаи ҳарорат 10 муқаррар карда мешавад. Аз руи нишондиҳандаҳои термометрҳои рақамй арзиши ҳарорати ибтидой муқаррар карда мешавад. Намуна ва эталон дар қураи барқй то ҳарорати зарурй гарм карда мешаванд, ки аз руи нишондиҳандаҳои термометрҳои рақамй дар компютери 11 идора карда мешавад. Намуна ва эталон дар як вақт аз қураи барқй гирифта мешаванд ва аз ҳамон лаҳза сар карда ҳарорати онҳо муқаррар карда мешаванд. Нишондиҳандаҳои термометрҳои рақамй ба компютер ҳар 10 сония сабт карда мешаванд, то он даме, ки ҳарорати намуна ва эталон аз ҳарорати хона паст шудан идома меёбад.

Коркарди натичахои ченкунй ва сохтани качхатхо бо истифода аз барномахои Ms Excel ва SigmaPlot анчом дода шуд. Коэффитсиенти коррелятсия Rкорр. > 0.998 дурустии интихоби функсияи наздикшавиро тасдик мекунад. Худуди вакти бакайдгирии харорат ба 10 сония баробар аст. Хатои нисбии ченкунии иктидори гармй дар худудхои аз 40 °C то 400 °C ±1% ва боло аз 400 °C – 1.6 ±2.5%-ро ташкил мекунад [28,29].

Качхаттахои хунуккунии пайдошудаи намунахо бо муодилаи намуди зерин арзебй карда мешаванд:

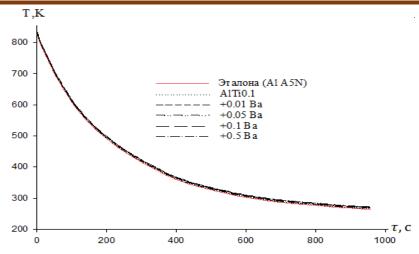
$$T = ae^{-b\tau} + pe^{-k\tau},\tag{2}$$

инчо a,b,p,k – доимй барои намунаи додашуда, au – вакти хунукшавй.

Натичахои ому̀зиши ҳарорати хунукшавии хӯлаҳои омӯхташуда дар расми 2 оварда шудаанд. Дар ҳолати умумӣ, графикҳои ҳарорати (Т) аз вақти хунукшавӣ (т) барои намунаҳои хӯлаи алюминийи АІТі0 бо барий, пастшавии ҳарорати намуна ва эталонро бо баробарии хунук шудани онҳо нишон медиҳад. Дар качҳаттаҳои ҳунуккунии таъсири гармидиҳии марбут ба табдили фаза ё гузариш дида нашудааст.

Муодилаи (2)-ро нисбат ба au дифференсиал гирифта, муодилаи барои муайян кардани суръати хунукшавии намунаҳоро ҳосил мекунем.

$$\frac{dT}{d\tau} = -abe^{-b\tau} - pke^{-k\tau}. (3)$$

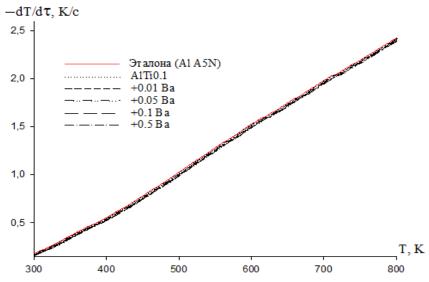


Расми 2 — Качхатихои тағйирёбии ҳарорат нисбат ба вақти хунукшави барои намунаҳои хулаи ноқилии алюминий AlTi0.1 (1) бо барий, вазн%: 0.01% (2); 0.05% (3); 0.1% (4); 0.5% (5) ва эталон (Al A5N).

Муодилаи (2)-ро нисбат ба τ дифференсиал гирифта, муодилаи барои муайян кардани суръати хунукшавии намунаҳоро ҳосил мекунем.

$$\frac{dT}{d\tau} = -abe^{-b\tau} - pke^{-k\tau}. (3)$$

Бо истифода аз формулаи (3) суръати хунукшавии намунахо аз хӯлаи алюминий AlTi0.1 бо барий ва эталон хисоб карда шуданд. Качхаттахои суръати хунукшавии намунахо дар расми 3 оварда шудаанд. Бо коркарди суръати хунукшавии намунахо арзишхои коэффитсиентхои a, b, p, k, ab, pk дар муодилаи (3) ба даст оварда шудаанд, ки дар чадвали 1 оварда шудаанд.



Расми 3 — Качхатихои тағйирёбии суръати хунукшавй аз ҳарорат, барои намунаҳо аз ҳӯлаи ноқилии алюминийи AlTi0.1 (1) бо барий, вазн %: 0.01% (2); 0.05% (3); 0.1% (4); 0.5% (5) ва эталон (Al A5N).

Бо истифодаи ин суръатхои хунукшавии намунахо аз рўи муодилаи (1) иктидори гармии хоси хўлаи алюминийи AlTi0.1 бо барий ва эталон хисоб карда шуд. Натичахо пас аз 100 К дар чадвали 2 ва расми 4 оварда шудаанд. Иктидори гармии хўлаи алюминийи AlTi0.1 бо баланд шудани харорат меафзояд ва аз консентратсияи барий кам мешавад. Арзишхои гармии бадастомада барои алюминийи махсусан тоза (эталон) бо маълумоти дар дастури [30] овардашуда мувофикат мекунанд.

Чадвали 1 – Арзиши коэффициентҳои *a, b, p, k, ab, pk* дар муодилаи (3) барои хӯлаи алюминийи ноҳилии AlTi0.1 бо барий ва эталон (Al A5N)

Миқдори барий дар хула, вазн%	a, K	$b \cdot 10^{-3}, c^{-1}$	<i>p</i> , K	$\kappa \cdot 10^{-4}, c^{-1}$	$a \cdot b, Kc^{-1}$	$p\kappa \cdot 10^{-2}, K \cdot c^{-1}$
0.0	495,45	4,94	321,62	2,24	2,45	7,20
0.01	495,59	4,94	326,38	2,20	2,45	7,17
0.05	495,13	4,94	327,78	2,21	2,45	7,24
0.1	495,30	4,94	325,39	2,22	2,45	7,22
0.5	495,24	4,94	323,45	2,24	2,45	7,23
Эталон	495,26	4,94	319,82	2,26	2,45	7,24

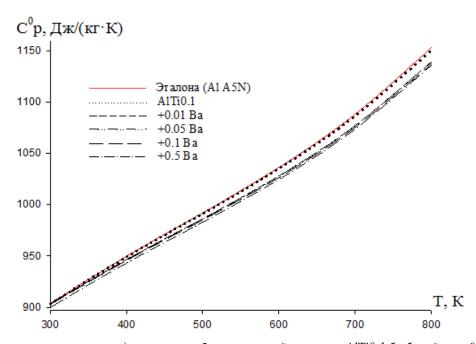
 $\mbox{Чадвали 2- Вобастагии ҳароратии иҳтидори гармии хос (\mbf{\psi}/(\mathbf{k}\Gamma\cdot K)) барои хӯлаи ноҳилии алюминийи AlTi0.1 бо барий ва эталон (Al A5N)$ 

Миқдори барий дар	T.K						
хўла, вазн%	300	400	500	600	700	800	
0.0	903,33	949,02	991,11	1035,04	1086,25	1150,21	
0.01	903,26	946,48	986,24	1027,99	1077,15	1139,16	
0.05	902,98	946,20	985,96	1027,71	1076,87	1138,89	
0.1	902,63	945,55	985,02	1026,46	1075,32	1137,04	
0.5	899,84	943,06	982,83	1024,57	1073,74	1135,75	
Эталон	903,70	949,58	991,97	1036,35	1088,21	1153,00	

Пас аз гузаронидани регрессияи полиномй муодилаи умумии зерин ба даст оварда шуд, ки вобастагии ҳарорати гармии хоси хӯлаи алюминийи AlTi0.1 бо барийро тасвир мекунад

$$C_p^0 = a + bT + cT^2 + dT^3. (4)$$

Арзиши коэффитсиентҳои а, b, c, d дар муодилаи (4) дар чадвали 3 оварда шудаанд.



**Расми 4** — Вобастагии ҳароратии иҳтидори гармии х $\bar{y}$ лаи алюминийи ноҳилии AlTi0.1 бо барий, вазн%: 0.01% (2); 0.05% (3); 0.1% (4); 0.5% (5) ва эталон (Al A5N).

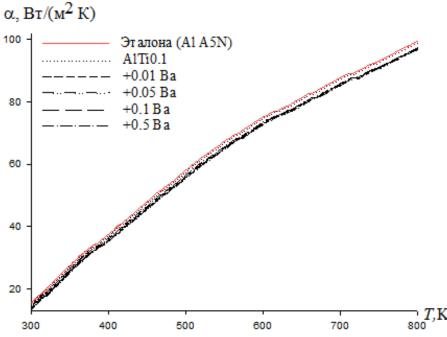
Чадвали 3 — Арзиши коэфитсиентҳои a, b, c, d, дар муодилаи (4) х $\bar{y}$ лаи алюминийи ноҳилии AlTi0.1 бо барий ва эталон (Al A5N)

Миқдори барий дар хула, вазн%	<i>а</i> , ५/(кг∙К)	<i>b</i> , Ҷ/(кг·К²)	$c \cdot 10^{-4},$ $4/(\kappa \Gamma \cdot K^3)$	$d \cdot 10^{-7}$ ,	Коэффитсиенти коррелятсия R <sup>2</sup>
0.0	690.11	1.01	-12,7	9,08	0.9999
0.01	698.49	0,98	-12,6	9,06	0.9998
0.05	698.22	0,98	-12,6	9,06	0.9998
0.1	698.76	0,98	-12,6	9,06	0.9998
0.5	695.08	0,98	-12,6	9,06	0.9998
Эталон	690.35	1.01	-12,7	9,13	1,0

Бо истифода аз арзишҳои гармидиҳии хос ва суръати хунукшавии намунаҳо коэффитсиенти гармидиҳии хӯлаи алюминийи AlTi0. 1 бо барий аз рӯи муодилаи зерин ҳисоб карда шуд

$$\alpha_T = \frac{C_p^0 m \frac{dT}{d\tau}}{(T - T_0)S},\tag{5}$$

инчо Т и Т0 – ҳарорати намуна ва муҳити атроф; S, m – масоҳати сатҳ ва вазни намуна. Вобастагии ҳароратии коэффитсиенти гармидиҳии хӯлаи алюминийи ноқилии AlTi0.1 бо барий дар расми 5 оварда шудааст. Мушоҳида мешавад, ки иловаи барий коэффитсиенти гармидиҳии ҳӯлаи ибтидоии AlTi0.1.-ро каме коҳиш медиҳад.



**Расми 5** — Вобастагии ҳароратии коэффитсиенти гармидиҳии х $\bar{y}$ лаи алюминийи ноҳилии AlTi0.1 бо барий, вазн%: 0.01% (2); 0.05% (3); 0.1% (4); 0.5% (5) ва эталон (AlA5N).

Хангоми хисоб кардани вобастагии харорати тағйирёбии энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс аз рўи (6)-(8) муодилаи (4)-ро истифода бурданд:

$$\left[H^{0}(T) - H^{0}(T_{0})\right] = a(T - T_{0}) + \frac{b}{2}(T^{2} - T_{0}^{2}) + \frac{c}{3}(T^{3} - T_{0}^{3}) + \frac{d}{4}(T^{4} - T_{0}^{4}), \tag{6}$$

$$\left[S^{0}(T) - S^{0}(T_{0})\right] = a \ln \frac{T}{T_{0}} + b(T - T_{0}) + \frac{c}{2}(T^{2} - T_{0}^{2}) + \frac{d}{3}(T^{3} - T_{0}^{3}), \tag{7}$$

$$[G^{0}(T) - G^{0}(T_{0})] = [H^{0}(T) - H^{0}(T_{0})] - T[S^{0}(T) - S^{0}(T_{0})],$$
(8)

где  $T_0$ = 298.15 К.

Натичахои хисоб кардани вобастагии харорати тағйирёбии энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс аз рўи (6)-(8) барои хўлаи алюминийи AlTi0.1 бо барий дар чадвали 4 оварда шудааст.

Чадвали 4—Вобастагии ҳароратии тағёирёбии энталпия энтропия ва энергияи Гиббс барои хулаи алюминийи ноқилии AlTi0.1 бо барий ва эталон (Al A5N)

	$[H^0(T) - H^0(T_0^*)]$ , кДж/кг барои х $\bar{y}$ лахо							
Миқдори барий дар	T.K							
хӯла, вазн%	300	400	500	600	700	800		
0.0	1,6703	94,3405	191,3547	292,6241	398,6054	510,2997		
0.01	1,6702	94,2085	190,8509	291,5236	396,6963	507,3826		
0.05	1,6697	94,1801	190,7946	291,4393	396,5842	507,2426		
0.1	1,6690	94,1296	190,6642	291,1991	396,2041	506,6926		
0.5	1,6639	93,8604	190,1609	290,4918	395,3227	505,6672		
Эталон	1,6709	94,3869	191,4710	292,8481	398,9913	510,9213		
	$[S^0(T)-S^0(T_0)]$ , кДж/(кг · К) барои х $\bar{y}$ лахо							
0.0	0,0056	0,2719	0,4881	0,6726	0,8359	0,9850		
0.01	0,0056	0,2715	0,4869	0,6704	0,8324	0,9801		
0.05	0,0056	0,2714	0,4868	0,6702	0,8322	0,9799		
0.1	0,0056	0,2713	0,4865	0,6697	0,8315	0,9789		
0.5	0,0055	0,2705	0,4852	0,6680	0,8295	0,9768		
Эталон	0,0056	0,2719	0,4884	0,6731	0,8367	0,9860		
		$[G^0(T)]$	$(-G^0(T_0^*)]$ , кДж	к/кг барои хўлах	ҳо			
0.0	-0,0052	-14,406	-52,732	-110,988	-186,565	-277,708		
0.01	-0,0052	-14,393	-52,644	-110,730	-186,019	-276,745		
0.05	-0,0052	-14,388	-52,628	-110,697	-185,964	-276,665		
0.1	-0,0052	-14,381	-52,598	-110,625	-185,830	-276,445		
0.5	-0,0051	-14,339	-52,450	-110,328	-185,350	-275,761		
Эталон	-0,0052	-14,412	-52,759	-111,054	-186,690	-277,922		

#### Хулоса

Хангоми гузаронидани тадқиқоти вобастагии ҳароратии иқтидори гармии хулаи алюминийи ноқилии AITi0.1 бо барий муайян карда шудааст, ки бо баланд шудани ҳарорат, иқтидори гарми, коэффитсиенти гармидиҳй, энталпия ва энтропияи хулаҳо меафзояд ва бо зиед шудани миқдори барий дар хулаи - кам мешавад. Энергияи Гиббс бо афзоиши ҳарорат кам мешавад ва бо консентратсияи барий - зиёд мешавад.

Рецензент:

#### Адабиёт

- 1. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники: учебник, 5-е изд. СПб.: Лань, 2003. 368 с.
- 2. Петрова Л.Г., Потапов М.А., Чудина О.В. Электротехнические материалы: Учебное пособие. МАДИ (ГТУ). М., 2008. 198 с.
  - 3. Totten, G. E. Handbook of Aluminium / G. E. Totten, D. S. MacKenzie. New York: Marcel Dekker, 2003. 1298 c.
- 4. Murashkin, M. Y. и др. Enhanced mechanical properties and electrical conductivity in ultrafine-grained Al alloy processed via ECAP-PC / M. Yu. Murashkin, I. Sabirov, V. U. Kazykhanov, E. V. Bobruk, A. A. Dubravina, R. Z. Valiev // Journal of Materials Science. 2013. T. 48. № 13. C. 4501–4509.
- 5. Valiev, R. Z. и др. A nanostructural design to produce high-strength Al alloys with enhanced electrical conductivity / R. Z. Valiev, M. Yu. Murashkin, I. Sabirov // Scripta Materialia. 2013. Т. 76. С. 13–16.

- 6. Mckenzie, P. W. J. и др. ECAP with back pressure for optimum strength and ductility in aluminium alloy 6016. Part 2: Mechanical properties and texture / P. W. J. Mckenzie, R. Lapovok // Acta Materialia. − 2010. − T. 58. − №. 9. − C. 3212–3222.
- 7. Valiev, R. Z. и др. Bulk nanostructured materials from severe plastic deformation / R. Z. Valiev, R. K. Islamgaliev, I.V. Alexandrov // Progress in Materials Science. 2000. T. 45. №. 2. С. 103–189.
- 8. Witkin, D. B. и др. Synthesis and mechanical behavior of nanostructured materials via cryomilling / D. B. Witkin, E. J. Lavernia // Progress in Materials Science. -2006. -T. 51. -N0. 1. -C. 1–60.
- 9. Zhilyaev, A. P. и др. Using high-pressure torsion for metal processing: Fundamentals and applications / A. P. Zhilyaev, T. G. Langdon // Progress in Materials Science. 2008. T. 53. №. 6. C. 893–979.
- 10. Valiev, R. Z. и др. Principles of equal-channel angular pressing as a processing tool for grain refinement / R. Z. Valiev, T. G. Langdon // Progress in Materials Science. 2006. Т. 51. №. 7. С. 881–981.
- 11. Bobruk, E. V. и др. Aging behavior and properties of ultrafine-grained aluminum alloys of Al–Mg–Si system / E. V. Bobruk, M. Y. Murashkin, V. U. Kazykhanov, R. Z. Valiev // Reviews on Advanced Materials Science. 2012. Т. 31. С. 109–115.
  - 12. Мальцев М.В. Модифицирование структуры металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1984. 282 с.
- 13. Zhang L., Palm M., Stein F., Sauthoff G. Formation of lamellar microstructures Al-rich TiAl alloys between 900 to 1100 °C // Journal of Intermetallics. 2001. Vol. 9. P. 229–238.
- 14. Palm M., Zhang L., Stein F., Sauthoff G. Phase and phase equilibria in the Al-rich part of the Al–Ti system above 900  $^{\circ}$ C // Journal of Intermetallics. 2002. Vol. 10. No. 6. P. 523–540.
- 15. Nakano T., Negishi A., Hayashi K., Umakoshi Y. Ordering process of Al5Ti3, h-Al2Ti and r-Al2Ti with FCC-base long-period superstructures in rapid solidified Al-rich TiAl alloys // Journal of Acta Materialia. 1999. Vol. 47. No. 4. P. 1091–1104.
- 16. Witusiewicz V.T., Bondar A.A., Hecht U. et al. The Al–B–Nb–Ti system. III. Thermodynamic reevaluation of the constuent binary system Al–Ti // Journal of Alloys and Compounds. 2008. Vol. 465. No. 1–2. P. 64–77.
- 17. Киров С.А., Козлов А.В, Салецкий А.М., Харабадзе Д.Э. Измерение теплоемкости и теплоты плавления методом охлаждения / М.:ООП. Физ. фак-т МГУ. 2012. 23 с.
- 18. Булкин П.С., Попова И.И. Общий физический практикум: молекулярная физика: учеб. пособ. /М.: Изд-во МГУ. 1988. С. 52-60.
  - 19. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: учеб. пособ. / М.: Бином. Лаборатория знаний. 2010. 368 с.
- 20. Сивухин Д.В. Общий курс физики: в 5 т. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика / М.: Физматлит. 2006. 544 с.
  - 21. Кикоин И.К., Кикоин А.К. Молекулярная физика / СПб.: Лань. 2008. 484 с.
- 22. Ганиев И.Н., Файзуллоев Р.Дж., Зокиров Ф.Ш., Ганиева Н.И. Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1 со стронцием // Теплофизика высоких температур. Т. 61. №3. 2023. С. 376-381.
- 23. Зокиров Ф.Ш., Ганиев И.Н., Сангов М.М., Иброхимов Н.Ф. Влияние кальция на температурную зависимость теплоемкости и изменений термодинамических функций сплава АК12М2 // Теплофизика высоких температур. 2018. Т. 56. № 6. С. 867-872.
- 24. Ганиев И.Н., Файзуллоев Р.Дж., Зокиров Ф.Ш., А.Г. Сафаров Влияние кальция на удельную теплоемкость и изменений термодинамических функций алюминиевого проводникового сплава AlTi0.1 // Известия вузов. Материалы электронной техники. 2023. Т. 26. № 1. С. 76-84. <a href="https://doi.org/10.17073/1609-3577-2023-1-76-84">https://doi.org/10.17073/1609-3577-2023-1-76-84</a>
- 25. Ганиев И.Н., Сафаров А.Г., Одинаев Ф.Р., Якубов Ю.С., Кабутов К. Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций сплава Al+4,5 %Fe, легированного оловом // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 2019. № (1). С. 50-58.
- 26. Ganiev I.N., Zokirov F.Sh., Sangov M.M., Ibrokhimov N.F. Effect of Calcium on the Temperature Dependence of the Heat Capacity and Thermodynamic Function Variability of the AK12M2 Alloy // High Temperature. 2018. Vol. 56. No. 6. P. 867-872.
- 27. Ганиев И.Н., Отаджонов С.Э., Иброхимов Н.Ф., Махмудов М. Температурная зависимость теплоемкости и изменений термодинамических функций сплава АК1М2, легированного барием // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. 2018. Т. 21. № 1. С. 35-42.

- 28. Геращенко Ю.А., Гордов А.Н., Лах Р.И., Ярышев Н.Я. Температурные измерения // Справочник. Киев: Наукова думка. 1984. 495 с.
- 29. Гортышов Ю.Ф., Дресвянников Ф.Н., Иднатулин Н.С. Теория и техника теплофизического эксперимента // М.: Энергоатомиздат. 1993. 448c.
- 30. Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах / Справ. изд. М.: Металлургия, 1984. 384 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

AUTHORS						
TJ	RU	EN				
Ганиев Изатулло Наврузович	Ганиев Изатулло Наврузович	Ganiev Izatullo Navruzovich				
Акалемики АМИТ локтори	Академик Национальной академии наук Таджикистана,	Academician of the National Academy				
илмхои химиё, профессори	академии наук Таджикистана,	of Sciences of Tajikistan, Doctor of				
илмхои химиё, профессори кафедраи "Техналогияи истехсолоти химиявй"	д.х.н., профессор кафедры «Технология химического	Chemical Sciences, Profesor of the				
истехсолоти химияви"	«Технология химического	of Sciences of Tajikistan, Doctor of Chemical Sciences, Profesor of the Departmen of Chemical Production Tecknology				
	произвоства"	Tecknology				
ДТТ ба номи академик М.С.Осимй	Таджикский технический	Tajik technikal university named after Akademician M S. Osimi				
М.С.Осимй	университет имена академика М.С.Осими	Akademician M S. Osimi				
	e-mail: ganiev48@ mail.ru					
TJ	RU	EN				
Зокиров Фуркатшох Шахриёрович	Зокиров Фуркатшох	Zokirov Furkatshoh Shahriyorovich				
Шахриёрович	Шахриерович					
к.т.н., доцент кафедры «Физика»	к.т.н., доцент кафедры «Физика» ДТТ ба номи академик М.С.Осимй	Candidat of engineering sinces, Associate Professor				
	ДТТ ба номи академик	Associate Professor				
HIDD C						
ДТТ ба номи академик М.С.Осимй	Таджикский технический	Tajik technikal university named after akademician M S. Osimi				
М.С.ОСИМИ	университет имена академика М.С.Осими	akademician W.S. Osimi				
	e-mail: Zokirov090514@mail.ru.					
TOY.		TILY				
TJ	RU	EN				
Файзуллоев Рустам Цалилович	Файзуллоев Рустам Джалилович	Faizulloev Rusam Jalilovich				
Омўзгори калон	Старший преподаватель	Senior lecturer				
		~				
Донишкадаи энергетикии Точикистон	Института энергетики Таджикистана	Institute of energy Tajikistana				
Точикистон	Таджикистана					
e-mail: faizulloev_r@mail.ru						

УДК 621.795

### ТАДҚИҚОТИ ТАЧРИБАВИИ РАВАНДИ ХОТИМАКОРИИ АБРАЗИВИИ МАРКАЗГУРЕЗ

#### И. Мирзоалиев, А.И. Мирзоалиев, Т.А. Хочаев

Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй

Дар кори мазкур тадкикоти тачрибавии раванди хотимакории (доводка) масолех дар дастгохи абразивии марказгурез, бо муайян намудани дакикии шакли сатхи кории асбоби соишдиханда (притир) ва махсулнокии коркарди масолех оварда шудааст.

**Калимахои калидй:** коркарди хотимакорй (доводка), қабати зиёдатии масолех, асбоби соишдиханда (притир), сепаратор, абразив.

#### **EXPERIMENTAL STUDY OF THE CENTRIFUGAL ABRASIVE PLATING PROCESS**

#### I. Mirzoaliev, A.I. Mirzoaliev, T.A. Khojaev

The paper investigates the process of centrifugal-abrasive lapping and determines the accuracy of the shape of the lapping working surface and the productivity of parts processing.

Key words: finishing, allowance, lapping, separator, abrasive.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦЕНТРОБЕЖНОЙ АБРАЗИВНОЙ ДОВОДКИ

#### И. Мирзоалиев, А.И. Мирзоалиев, Т.А. Ходжаев

В работе исследован процесс центробежно-абразивной доводки и определены точность формы рабочей поверхности притира и производительность обработки деталей.

Ключевые слова: доводка, припуск, притир, сепаратор, абразив.

Коркарди хотимакорй (доводка) тарзи бисёр маъмули усули нихоии коркарди тозакорй ба хисоб меравад. Коркарди хотимакорй метавонад дастй ё механикй ичро карда шавад. Махсулнокй ва сифати хотимакории механикй ба хисоби миёна, тахминан 3-4 маротиба аз мехнати дастй баландтар мебошад. Амалиёти коркарди хотимакорй вобаста аз қабати зиёдатии масолех барои коркарди хомакй (черновой), аз 0,02 то 0,05 мм ба як тараф, барои коркарди тозакорй аз 0,005 то 0,003 мм ва барои коркарди қабати тунук аз 0,003 то 0,001 мм-ро ташкил менамояд.

Ноҳамвории миёнаи арифметикии шахшулии сатҳ баъд аз коркарди хомакй ба Ra=0,32÷0,08 мкм, баъд аз коркарди тозакорй Ra=0,16÷0,04 мкм ва баъди коркарди тунук Ra=0,1÷0,04 мкм-ро баробар мешавад. Хангоми коркарди хотимакорй ба сифати асбоби буранда — асбоби соишдиҳандаро истифода менамоянд. Асбоби соишдиҳанда бештар аз чуҳяни хокистарранг бо сохти ферритй, перлитй, бо таркиби перлитию ферритй, биринчй ва мисй истеҳсол мешаванд. Дар тадҳиҳоти мазкур ба сифати масолеҳи асбоби соишдиҳанда, чуҳяни хокистарранги тамҳаҳои СЧ15 ва СЧ20 бо сахтии НВ100-200 истифода шудааст.

Дар муқоиса ва таҳлил намудани вариантҳои гуногуни нақшаи кинематикии раванди коркарди хотимакорй, мо ба хулосае омадем, ки шарти асосии ноил шудан ба дақиқи баланди коркарди ҷузъҳои комилан дақиқ, нақшаи кинематикие, ки дар он ҷузъҳои силиндрикии 1 бояд дар ковокиҳои сепаратори 2 ҷойгир бошанд, истифода шавад. Барои он, ки даврзании ҷузъи силиндрикии 1 дар атрофи меҳвари худ ба амал ояд, бояд ба сепаратор ҳаракати баргарданда-пешравандаро ҳамҷоя бо ҷузъҳо бо зудии ωдвҳ, ҳамчунин ҳаракати даврзанандаро дар атрофи меҳвари худ бо зуддии ωсеп -ро таъмин намоем.

Коркарди хотимавиро дар ин ҳолат, ҳангоми беҳаракат будани соишдиҳанда иҷро намудан мумкин аст (рисми 1a). Самти даврзании ҳамҷояи сепаратор ва соишдиҳанда, ё ин ки ба самти муқобил ҳаракат намудани онҳо дар расми 2a нишон дода шудааст. Ҳангоми даврзании соишдиҳанда ва сепаратор ба як самт, зарур аст, ки шарти ω<sub>пр</sub> ≠ ω<sub>сеп</sub> иҷро шавад.

Хангоми хамчоя коркард намудани чузъхо, бештар бояд шарти зерин ичро шавад:

$$m_{\text{cen}} + nm_{\text{дer}} > m_{\text{пp}}$$
 (1)

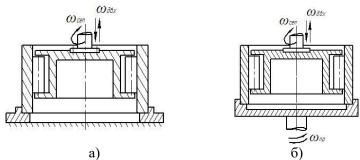
дар инчо  $\,m_{\text{сеп}}$  - массаи сепаратор, n -шумораи чузъхои хамчоя коркардшаванда,  $m_{\text{дет}}$  - массаи як чузъ,  $\,m_{\text{пр}}$  - массаи соишдиханда.

Дар холе, ки соишдиханда харакати баргарданда-пешравандаро ичро менамояд ва хамчоя бо сепаратор давр мезанад, сепаратор бошад бо чузъхои коркардшаванда танхо харакати даврзанандаро ичро менамояд. Дар ин холат суръати даврзанй ва лағжиши нуқтахои чузъ дар хатти расиш бо соишдиханда, ба суммаи геометрии суръати онхо, дар хар як харакати номбаршуда баробар мешавад. Дар ин холат, қуввахои марказгурез чузъхои коркардшавандаро ба сатхи болоии соишдиханда бо фишор зер менамояд.

Қувваи ба ҷузъҳои коркардшаванда фишордиҳандаро бо ёрии формулаи зерин, муайян намудан мумкин аст:

$$F_{\text{дет}}=m_{\text{дет}} \omega 2_{\text{сеп}}.R_{\text{сеп}},$$
 (2)

дар инчо m<sub>дет</sub>-массаи як дона чузъ; ω<sub>сеп</sub>-суръати кунчии даврзании сепаратор; R<sub>сеп</sub>- масофа аз маркази даврзании сепаратор, то маркази массаи (т⊽даи) чузъхо.



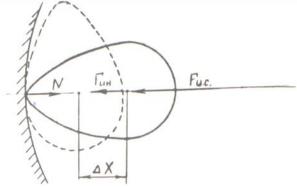
Расми 1 — Нақшаи кинематикии раванди хотимакории абразивии марказгурез: хангоми бехаракат будани асбоби соишдиханда (а) ва дар холати даврзании асбоби соишдиханда (б).

Кувваи фишороваранда, дар ин холат, аз шуморай чузъхои хамчоя коркардшаванда вобастагй надорад. Аммо дар раванди соишдихі, дар дастгохи дудискаи хамворсоишдиханда ин шарт ичро намегардад. Аз хисоби соиш бо девори соишдиханда, чузъхо гирди мехвари худ, бо суръати кунчии ωдет давр мезананд. Суръати кунчии даврзании чузъхо ωдет ро бо тағйирдихии таносуби суръатхои ωсеп ва ωпр ба танзим овардан мумкин аст.

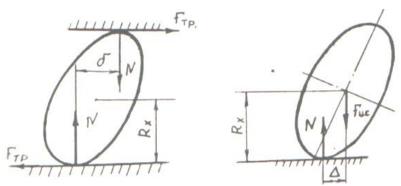
Механизмҳои тасҳеҳи номудавварӣ, ҳангоми соишдиҳии марказгурез ва ҳангоми соишдиҳи бо истифодаи дастгоҳҳои дудискаро бо ҳам муқоиса менамоем. Дар ҳолати соишдиҳии марказгурез, тасҳеҳи номудавварӣ бо он муайян карда мешавад, ки мавҷудияти иштибоҳи шакл, ҳамзамон бо тағйирёбии мавқеъи маркази массаи ҷузъҳои коркардшаванда ба вуҷуд меояд, ки дар натиҷа фишори нисбӣ ба хатти таъсири алоҳа, тағйир меёбад. Агар иштибоҳ шакли барҷастагиро дошта бошад, фишори васлӣ (алоҳавӣ) теъдодан зиёд мегардад, аммо ваҳте ки иштибоҳ шакли фурўхамидагиро дошта бошад фишори васлӣ кам мешавад. Дар натиҷаи тағйирёбии фишори васлӣ (алоҳавӣ), бузургии тарошидашавии ҳабати металл низ тағйир меёбад, ки ин ба ислоҳшавии ҳатоии шакли ҷузъ оварда мерасонад.

 $N-F_{HH}-F_{II,c}=0 \tag{2}$ 

дар инчо N-қувваи баробар таъсиркунанда, ки аз тарафи соишдаҳанда равона шудааст; Fин – қувваи инерсия; F<sub>и.с</sub>- қувваи марказгурез.



Расми 2 — Таъсири ҳамҷояи "ҷузъ- ва асбоби соишдиҳанда" ҳангоми коркард бо тарзи хотимакории абразивии марказгурез.



Рисми 3 — Нақша барои муайян намудани ҳолати алвонҷхўрū ҳангоми коркард дар дастгоҳи дудиска (а) ва усули хотимакории абразивии марказгурез (б).

F<sub>ин</sub> – қувваи инерсионӣ қуввае, ки дар натичаи микрочойивазкунии масолеҳ ба вучуд меояд. Аз ифодаи (1) N=F<sub>ц.c</sub>+F<sub>ин</sub> чойивазкунии марказро бо тири ΔХ ишора менамоем:

$$F_{\text{ин}} = m_{\text{лет}} \Delta X \tag{3}$$

ΔX- шитоби марказии массаи ҷузъҳо, дар натиҷаи микроҷойивазкунии онҳо ба амал омада. Мўҳлати як маротиба давр задани ҷузъҳо:

$$t_{o6}$$
= $t_{o6}$ = $\frac{2\pi}{\omega$ дет

дар инчо  $\omega$ дет - зуддии даврзании чузъ мебошад.

Дарозмуддатии микрочойивазкунй t<sub>м.пр.</sub>, ки аз хусусияти носаҳеҳии шакл вобастагй дорад. Хангоми байзашакл будани чузъ:

$$t_{ ext{M.Пр}} = rac{\pi}{2\omega_{ ext{дет}}}$$
 , зеро ки  $\Delta X = rac{2\Delta X}{t^2_{ ext{M.Пр}}}$   $F_{ ext{ИH}} = m_{ ext{Дет}} rac{2\Delta X}{t^2_{ ext{M.Пр}}}$  , хангоми  $t = rac{\pi}{2\omega_{ ext{Лет}}}$ 

$$F_{\text{ин}} = \frac{m_{\text{дет}} 2\Delta X}{\left(\frac{\pi}{2\omega_{\text{лет}}}\right)^2} = \frac{8\omega^2_{\text{дет}} \times m_{\text{дет}} \Delta X}{\pi^2}$$

аз инчо:

$$N = m_{\text{дет}} \times \omega^{2}_{\text{сеп} \times R_{\text{пр}\pm}} m_{\text{лет}} \frac{8\omega^{2}_{\text{дет} \times \Delta X}}{\pi^{2}} = m_{\text{дет}} (\omega^{2}_{\text{сеп} \times R_{\text{пр}}} \pm \frac{8\omega^{2}_{\text{дет} \times \Delta X}}{\pi^{2}})$$
(4)

Хангоми иштибохи сатх ба намуди барчастагй баробарии (4) аломати мусбат (+), мегирад;

Хангоми иштибохи сатх ба намуди фурухамидаги бошад баробарии (4) аломати манфи (-), мегирад;

Истифодабарии номудавварй ҳангоми коркарди хотимакории ҷузъҳо бо истифодаи дастгоҳҳои дудиска, бо он ба даст оварда мешавад, ки ҳангоми даврзании ҷузъҳо дар ковокии сепаратор аз ҳисоби инертнокии соишдиҳандаи болой бо массаи - m₂, ҳангоми иштибоҳи ибтидой доштани ҷузъ дар муддати кутоҳ тағйирёбии фишори васлй – N ва дар навбати ҳуд бузургии ҳабати тарошидашаванда ба вуҷуд меояд.

Хангоми чойгир шудани чузъхо дар байни соишдихандаи болой ва поёнй, ки бо суръати кунчии муайян давр мезананд, аз таносуби суръати соишдихандаи болой ва поёнй вобастагй доранд (рисми 3). Дар ин холат шарти лаппиши чузъхоро чунин навиштан мумкин аст:

$$F_{TD} x R_x > \delta x N$$
 (5)

Чй тавре, ки аз баробарии (5), дида мешавад дар баробари дигар омилхо, ба устувории даврзании чузъхо иштибохи шакли чузъ низ таъсир мерасонад. Чй қадаре, ки иштибохи шакл зиёд бошад, ҳамон қадар тобхурии баробари чузъҳоро гирди ҳамдигар таъмин намудан душвор аст. Дар ҳолати соишдиҳии марказгурез, ҳангоми як хел будани қиматҳои иштибоҳи шакл талаботи таъмини чунбишро чунин навиштан мумкин аст:

$$F_{TD}$$
  $xR_x > Nx \Delta$ , где  $\Delta = \delta/2$  (6)

Чй тавре, ки аз баробарии (6) дида мешавад таъсири иштибохи шакл ба устувории даврзанй хангоми соишдихии марказгурез, назар ба соишдихй дар дастгохи дудиска 2 маротиба камтар аст.

Хангоми коркарди абразивии хотимавй, ташакулёбии андозахои раванди коркард бо шумораи зиёди омилхо муайян карда мешавад, ба монанди: намуди масолехи абразивй ва моеъи истифодашаванда, фишори нисбй, мустахкамии маводи асбоби соишдиханда ва чузъ, таносуби суспензия бо таркиби моеъ ва сахт, дакикии шакли сатхи болоии асбоби соишдиханда ва чузъхо, гуногунии андозаи чузъхои коркардшаванда, пеш аз соишдихй, таносуби дарозии сатххои намуна ва асбоби соишдиханда. Омилхои таъсиркунанда, метавонанд идорашаванда, ё ин ки идоранашаванда бошанд. Масалан, мустахкамии меасолехи асбоби соишдиханда ва чузъ, таносуби андозахои сатххои коркардшаванда ва асбоби соишдиханда, ки онхоро дар давоми коркард тағйир додан иконнопазир мебошад, дар ин ҳолат, аҳамияти махсус ба омилҳои идоракунанда дода мешавад, зеро тавассути ин омилҳо имконияти назорат намудани раванди коркард ба амал меояд. Маҳз аз ҳисоби тағйирёбии чунин омилҳо андозаҳои равандро ба коркард муносиб намудан мумкин аст.

Хангоми коркарди хотимакории марказгурез, чунин омилхо дида мешаванд: қувваи фишороварӣ ба ҷузъва сатҳи кории асбоби соишдиҳанда; шакл ва доначаҳои абразив; давомнокии коркард; суръат ва амплитудаи ҳаракатҳои баргарданда-пешраванда.

Бо мақсади муайян намудани дарачаи таъсири ҳар яке аз ин омилҳо, ба раванди коркард ва дар ин чода муайян намудани омили муҳими ба раванд таъсиркунанда, як қатор тачрибаҳои санчишӣ гузаронида шуданд, ки ҳангоми ичрои онҳо, бидуни омили санчидашаванда дигар омилҳо бе тағйир - доимӣ гузошта шуданд.

Дар расми 4 графики вобастагии бузургии тарошидашавии чузъ ва камшавии номуддаварии он, дар мукоиса ба номудавварии ибтидой, хангоми якхела будани омилхои тачрибавй оварда шудааст 2.

Бузургии сатҳи тарошидашуда 1 бо роҳи ченкунии андозаи диаметрии чузъ то коркард ва пас аз коркард муайян карда мешавад. Камшавии номудавварии чузъ, нисбат ба номудаварии ибтидои 2 бо роҳи муайян намудан, боҳо додан ба номудавварй то коркард ва пас аз коркард гузаронида мешавад.

Номудавварии ибтидои:

$$\delta = 100(1 - \frac{\delta \text{ofp}}{\delta u}) \tag{7}$$

дар инчо  $\delta_{\text{обр}}$  – номудавварй пас аз коркард.

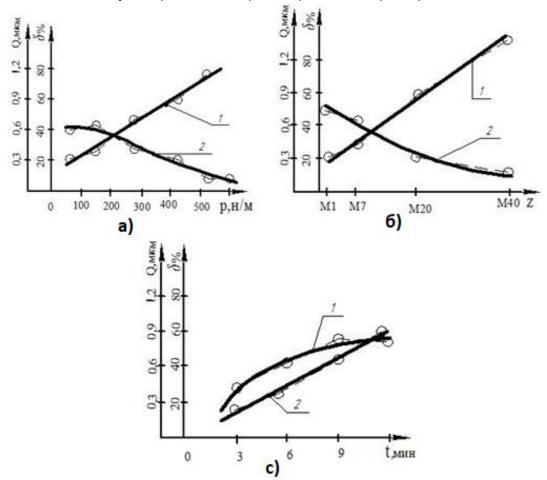
Таҳқиқҳои таҷрибавӣ ҷустуҷуйӣ, дар қиматҳои доимӣ ва тағйир наёфтани омилҳои зерин гузаронида шудааст:

- -давомнокии коркард toбр дар дақиқа;
- -суръати ченкунй дар ҳаракати пешравандаи мутараққй 0,05м/сон.,
- -маҳлули абразивй электрокорунди сафед М7;
- -қувваи фишоровари чузъхо, ба сатхи болоии асбоби соашдиханда Р=300 н/м.
- -қиматҳои омилҳои тағйирёбанда.

Таҳлили маълумоти таҷрибавӣ нишон медиҳад, ки ба раванди коркард, таъсири қатъӣ ва муҳимро, омилҳои зерин расонида метавонанд:

Р-қувваи фишороварии чузъхо ба сатҳи соишдиҳанда (рисми 4a), андозаи доначаҳои масолеҳи абразивӣ (расми 4б), давомнокии коркард (рисми 4c).

Таъсири амплитудаи лаппиш ба маҳсулнокии раванд ва дақиқии коркард хеле хурд аст, ки ин имконият медиҳад, дар оянда ҳангоми омӯзиши раванд, таъсири омилро ба эътибор нагирем.



Расми 4 – Графики вобастагии бузургихои Р, Z, Т.

а) Графики вобастагии бузургии соиш, аз фишороварии исканчаи чузъ ба сатхи болоии, б) Графики вобастагии бузургии тарошидашаванда (соиш) вобаста аз андозаи доначаи масолехи абразиви соишдиханда; с) Графики вобастагии бузургии тарошидашаванда аз муддати тўлонии коркард.

#### Хулоса

Хангоми дар дастгохи абразивии марказгурез барои таъмини сифати махсулоти коркардшаванда ичро намудани коркарди натичавии сатхи болои масолеххо, хеле муфид аст, зеро коркарди хотимавй, ки асосан масолеххои барои протсезионй мебошанд, яъне дакикиашон нихоят баланд хам аз чихати махсулнокй ва иктисодй фоидавовар мебошанд. Чунки, чунин намуди коркард бо истифодаи усули дастй, вакти зиёдеро талаб менамояд, вале бо истифодаи чунин дастгох дар муддати кутох, бо сифати баланд ичро намудан мумкин аст, хамзамон дастгохи дудискаи соишдихандаро истифода намудан мумкин аст, ки тозагии сатхи болоии масолехро то ду маротиба суфтатар менамояд.

Муқарриз: Иброхимов Х.И. –д.и.т., профессор, деқани факултети "Пехнология ва дизайн" -и Донишгохи технологии Почикистон

#### Адабиёт

- 1. Беляев, З.С. Механическое притирание поверхностей. / З.С. Беляев // «Вестник машиностроения» №8, 1952.-18с.
- 2. Дудко, П.Д. Исследование процесса доводки стальных цилиндрических деталей свободным абразивом с осциллирующим движением притира. Автореферат канд. техн. наук. 05.03.01./ П.Д. Дудко.— Харьков, 1969. 20 с.
- 3. Лурье, Г.Б. Основы технологии абразивной доводочно-притирочной обработки. / Г.Б. Лурье В.В. Масловский М., "Высшая школа", 1973.
  - 4. Шегал, М.Я. Доводка измерительных инструментов. / М.Я.Шегал М:Машгиз, 1947.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Мирзоалиев Исроил	Мирзоалиев Исроил	Mirzoaliev Isroil
н.и.т., дотсент	н.и.т., доцент	Candidate of Technical Sciences,
		Associate Professor
Донишгохи техникии	Донишгохи техникии	Tajik Technical University named
Точикистон ба ном академик	Точикистон ба ном академик	after acad. M.S. Osimi
М.С.Осимй	М.С.Осимй	
	E-mail: tmmsii@mail.ru	
TJ	RU	EN
Мирзоалиев Азим Исроилович	Мирзоалиев Азим Исроилович	Mirzoaliev Azim Isroilovich
н.и.т., дотсент	н.и.т., доцент	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Донишгохи техникии	Донишгохи техникии	Tajik Technical University
Точикистон ба ном академик	Точикистон ба ном академик	named after acad. M.S. Osimi
М.С.Осимй	М.С.Осимй	
	E-mail: azimjon86 86@mail.ru	
TJ	RU	EN
Хочаев Точиддин Авгонович	Ходжаев Тоджиддин Авгонович	Khojaev Tojiddin Avgonovich
н.и.т., дотсент	н.и.т., доцент	Candidate of Technical Sciences,
		Associate Professor
Донишгохи техникии	Донишгохи техникии	Tajik Technical University
Точикистон ба ном академик	Точикистон ба ном академик	named after acad. M.S. Osimi
М.С.Осимй	М.С.Осимй	
	E-mail: tojiddin67@mail.ru	·

#### TEXHOЛОГИЯИ КИМИЁВЙ - ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ -CHEMICAL TECHNOLOGY

УДК: 622.7/669.2.8.21.4

### ОМЎЗИШИ ТАРКИБИ МИНЕРАЛОГЙ, ХИМИЯВЙ ВА РАВАНДИ СИАНИДКУНИИ ТИЛЛО АЗ МАЪДАНИ МАВЗЕИ ЧУЛБОЙ

#### А.И. Шамсиддинов, Ш.Р. Самихов

Институти кимиён ба номи В.И. Никитин АМИ Точикистон

Дар мақолаи зерин натичаи таҳқиқоти таркиби минералогӣ ва химиявии маъдани кони Канчочи мавзеи Чулбоӣ оварда шудааст. Нишон дода шуда аст, ки аз рӯи таркиби минералогӣ компоненти фоиданоки маъдани минтақа ба навъи тиллою сулфидӣ бо минерализатсияи тилло-аргелитӣ дохил мешавад. Инчунин натичаи таҳқиқоти сианидкунии маъдани тиллодори мавзеи Чулбоӣ нишон дода шудааст.

Ключевые слова: кон, маъдан, галенит, сурма, тилло, нукра, ишкоронй, сианид, чудошавй, кинетика.

### ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО, ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВОВ И ПРОЦЕССА ЦИАНИРОВАНИЯ ЗОЛОТА ИЗ РУДЫ УЧАСТКА ЧУЛЬБОИ

#### А.И. Шамсиддинов, Ш.Р. Самихов

В данной статье приведены результаты исследования минералогического и химического составов руды месторождения Кончоч участка Чульбои. Показано, что по минеральному составу и ведущим полезным компонентом руды относится к золотосульфидному формационному типу, с золото- аргилитовой минерализацией. А также представлены результаты исследований по цианированию золотосодержащих руд участка Чульбои.

Ключевые слова: месторождение, руда, галенит, сурьма, золото, серебро, выщелачивание, цианид, извлечение, кинетика.

### STUDYING THE MINERALOGICAL, CHEMICAL COMPOSITION AND PROCESS OF CYANIDATION OF GOLD FROM THE ORES CHULBOI SITE

#### А.И. Шамсиддинов, Ш.Р. Самихов

This article presents the results of a study of the mineralogical and chemical composition of ore from the Konchoch deposit, Chulboi area. It is shown that, in terms of the mineral composition and the leading useful component of the ore, the site belongs to the gold-sulfide formation type, with gold-argilite mineralization. The results of research on cyanidation of gold ores at the Gulboi site are also presented.

Key words: deposit, ores, galena, antimony, gold, silver, leaching, cyanide, extraction, kinetics.

#### Муқаддима

Минтақаи тадқиқотии Чулбой кони Канчоч дар худуди қаторкўххои Зарафшон-Хисор, дар нишебихои шимолии қисми марказии қаторкўхи Хисор чойгир шудааст. Аз чихати маъмурй ба нохияи Айнии вилояти Суғди Чумхурии Точикистон дохил мешавад.

Минтақаҳои тавсифшуда дар баландкуҳ ҷойгиранд. Релефи ин ноҳия асли хос буда, тез бурида шудааст. Баландии мутлақ аз 2200 м то 4500 м буда, нисби ҳавзаҳои обҷамъшаванда аз поёни водиҳо ба 1500 м мерасад. Иқлими минтақа якбора континенталӣ буда, зимистонҳои сарди тулонӣ ва тобистонҳои гарми ҳушк доранд. Минтақа бо тағирёбии якбораи ҳарорати солона ва шабонарузӣ хос аст.

Сохтори мавзеи Чулбой асосан ба минтақаи тарқиший Зарафшон, ки зери эрозия фаро гирифта шудааст, инчунин ба минтақаи шикасти тектоникй таалуқ дорад. Аз нуқтаи назари металлогенетикй блоки маъданй аз маъданхои мураккаб ва чинсхои гуногуни куҳй иборат аст.

Майдони мавзеи Чулбой бо сохти мураккаби геологій фарк мекунад, ки он дар сарҳади минтақаҳои структураи информатсионии Зарафшон-Ҳисор ва Чанубй-Ҳисор, ки аз чиҳати хусусияти инкишофи тектоникій, намуди магматизм аз ҳам фарқ мекунанд [1].

Шакли сохторию тектоникй ва дарачаи гуногуни эрозияи иншоотхои мушаххаси маъдандор намуди ғайриоддии металлогении ин қаламравро шарҳ медиҳад, ки дар дохили он объектҳои маъдани дорои таркибҳои гуногун мунтазам ба маъданҳои алоҳида ва конҳои маъданй гуруҳбандй карда мешаванд, ки бо зеризаминии васеъ назорат карда мешаванд.

Дар чахони муосир яке аз усулхои коркарди маъданхои тиллодор ин раванди сианонй мебошад. Мохияти сианиди натрий дар муносибат бо тилло ва нукра, инчунин пайдархамии равандхо, халшавй ва тахшиншавии металлхои асил, ки технологияи сианонии маъданхои тиллодорро хеле самаранок мегардонад [2-5].

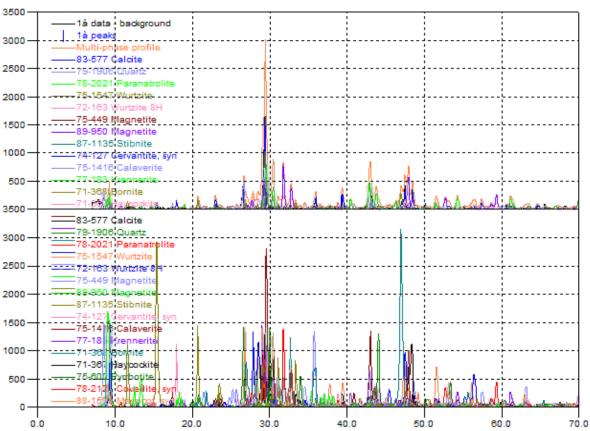
Пурра чудошавии тилло ва нукра хангоми сианидкунй аз як қатор омилхо вобаста буда, асосаш аз хосиятҳои пайвастшавии металлҳои қимматбаҳо бо минералҳои маъданй мебошад.

Дар маъдан мавчуд будани тиллои тунукдохилшуда яке аз сабабҳои асосии душвор коркард шудани технологияи маъданҳои тиллодор мешавад. Дар ин мавриди табий, минералҳо барандаи тиллои тунукдохила шуда, соҳиби хосияти сахти меҳаникй мебошад, ки маҳлули сианидй аз он комилан камтаъсир мешавад [6-8].

#### Қисми тачрибавй

Омўзиши визуалй ва микроскопии намунахои суфтакардашуда ва чилодорй ин минтака маълумоти нокифояи таркиби моддаро нишон медихад, яъне минералхои ѓайримаъданй хурдзарраи гуногун мебошанд. Хамин тавр, дар таркиби маъдани минтака бо тилло минералхои гуногун минерализатсия шудаанд, ки дар чадвали 1 нишон дода шудааст.

Дар расми 1 натичаи тахлили рентгенофазавии (TPФ) маъдани ибтидоии мавзеи Чулбой нишон дода шудааст.



Расми 1. Натичаи тахлили рентгенофазавии (ТРФ) маъдани мавзеи Цулбой

Чадвали 1 - Таркиби минера	логии маъдани мавзеи Чулбой
Минерал	Навъи маъдан
Арсенопирит - FeAsS	
Пирит - FeS2	
Антимонит – Sb2S3	
Киновар – HgS	
Галенит - PbS	Сулфидхои худрўй, сулфосолхо
Сфалерит – ZnS	
Сулфоантимонити сурб	
Флюорит – CaF2	
Гематит - Fe2O3	
Магнетит – Fe3O4	Фторидхо
Франклинит – (Zn, Mn) Fe2 O4	
Иосит – FeO	
Лимонит – (гетит, гидрогетит)	
Касситерит - SnO2	Оксидхо
Квартс – SiO2	
Диккит - Al4[Si4O10] [OH]8	
Чинсбавучудоваранда:	
Квартс	Силикатҳо

Дар чадвали 2 маълумотҳои таҳлили рентгенофазавии намунаи маъдани таҳқиқшаванда оварда шудааст, ки аз рӯйи он кадом минерал ба кадом пики рентгенограмма мувофиҳат мекунад.

Чадвали 2 Натичаи таҳқиқоти минерологии рентгенографй

2-Theta	D-масофа	2 натичаи тахкико Шиддатнокй	Васей	Сахехй	Матчи (Matches)
8.556	10.3255	74	0.186	100%	R
9.294	9.5074	70	0.201	99.8%	CS
10.675	8.2807	43	0.158	97.3%	K
11.690	7.5640	36	0.175	98.7%	T
13.199	6.7023	33	0.191	99.1%	С
15.412	5.7446	26	0.139	97.8%	HR
17.436	5.0819	30	0.174	99.1%	JMR
18.264	4.8533	38	0.164	99.8%	GM
19.842	4.4707	22	0.174	97.0%	CHLS
21.407	4.1473	26	0.172	99.2%	EJMR
23.031	3.8584	88	0.195	100%	ACKL
24.740	3.5957	18	0.181	91.5%	IR
26.644	3.3428	390	0.190	100%	В
28.430	3.1368	24	0.272	97.6%	DHKQS
29.422	3.0332	1152	0.185	100%	AKQ
30.024	2.9738	44	0.208	100%	GHNS
32.568	2.7471	27	0.155	99.8%	CKPQS
35.972	2.4946	193	0.185	100%	ACKLMPT
39.463	2.2815	293	0.186	100%	ABCDIKPQS
40.309	2.2356	30	0.166	99.9%	BHLS
42.488	2.1258	35	0.200	100%	BCEJKM
43.207	2.0921	219	0.183	100%	ACMOQRS
45.808	1.9792	46	0.175	100%	BCMQS
47.075	1.9288	58	0.166	99.9%	ACGHKL
48.024	1.8929	70	0.180	100%	CLMOS
50.178	1.8166	83	0.193	100%	BCQS
51.545	1.7716	15	0.178	92.5%	CDHKLQR
53.063	1.7244	17	0.173	94.0%	CHJLPRT
54.083	1.6943	23	0.180	99.5%	CHIJKRS
56.037	1.6397	21	0.179	97.9%	CEHIOPQR
57.464	1.6024	96	0.226	100%	AFIKRS
58.120	1.5858	33	0.163	100%	AHIS
60.757	1.5232	55	0.222	100%	AHIKOT
61.506	1.5064	26	0.169	97.4%	AHJKRT
63.118	1.4717	21	0.177	97.8%	AFHILPR
65.695	1.4201	91	0.193	100%	ABDEGHNRT
68.256	1.3729	30	0.246	98.1%	BIJPQS

Минералҳои асосии маъдан ин: пирит, марказит, сфалерит, галенит, ковеллит, гупсум, антимонит, паранатролит, магнетит, гематит, стибнит, сервантит, салаверит (телуриди тилло), борнит, арсенопирит, антимонит, киновар, сфалерит, ва ғайраҳо мебошанд.

Тавре, ки аз рентгенограмма (расми 1) ва чадвали 1 дида мешавад, куллаи намунаи маъдани ибтидой (графики болой) бо куллаи рентгенограммаи намунаи эталонй (графики поёнй) мувофикат карда аз мавчуд будани минералхои сфалерит, стибнит, сервантит ва салаверит (телуридхои тилло) шаходат медихад.

Таркиби кимиёвии маъдани мавзеи Чулбой дар чадвали 3 оварда шудааст.

Чадвали 3	Таркиби	кимиёии	маълани	мавзеи	Чулбой.	%

171 - 1	7 7 7 7 7
Компонентхо	Маъдани якумин
$SiO_2$	58
$Al_2O_3$	13
Na <sub>2</sub> O	2,4
K <sub>2</sub> O	2,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,96
FeO	2,5
CaO	1,5
MgO	2,3
$P_2O_5$	0,2
Cu	0,03
Au	3,4 г/т
Ag	1,5 г/т

Чй хеле, ки аз чадвал дида мешавад миқдори тилло дар таркиби маъдани ибтидой 3,4 г/т-ро ташкил медиҳад.

Дар шароити озмоишгоҳӣ омӯзиши ишқоронидани маъдани тиллодори мавзеи Чулбоӣ бо усули сианонӣ гузаронида шуд [9, 10].

Сараввал маъданро дар майдакунаки лунчии озмоишгохй то андозаи - 3 мм пора карда шуд. Сипас маъдани порашударо то андозаи -1 мм боз такроран дар майдакунаки навардй пора-пора карда шуд.

Маъдани майдашудаи тиллодорро 250 гр гирифта ба осиёби саққой бо 250 мл об ворид карда шуд. Таносуб дар осиёб чунин ташкил дода шуда буд; маъдан (сахт): маҳлул (об): саққо C:M:C = 1:1:8. осиёбро дар болои наварди даврзананда гузошта, заррурияти вақти мувофиқи майдашавиро омӯхта шуд, ки дар чадвали 4 нишон дода шуаст.

Чадвали 4 Вобастагии майдашавии маъдан аз вакт

Вақт, дақиқа	+ 0,074 мм (г)	- 0,074 мм (г)	Майдашавӣ (-), %
5 <sup>I</sup>	684,9	313,8	31,42
7 <sup>I</sup>	421,3	576,5	57,78
9 <sup>I</sup>	288,5	709,9	71,10
11 <sup>I</sup>	213,9	784,3	78,57
13 <sup>I</sup>	138,3	860,3	86,15
15 <sup>I</sup>	240,2	867,7	87,90
17 <sup>I</sup>	123,7	881,6	89,45

Вақти мувофиқ барои майда-майдашавии маъдан 11 дақиқаро ташкил дод, яъне маъдан 79 % синфи - 0,074 мм майда-майда шудааст. Баъд аз майдашавй маъданро аз осиёб гирифта дар гармкунак дар харорати 110 °C хушк карда аз об чудо карда бо шароити мувофиқ яъне дар ҳар 11 дақиқа майда-майда карда барои сианонй омода карда шуд.

#### Сианидкунии маъдани тиллодор

Ишқоронй бо сианид дар зарфи 4 литра, ки дар асбоби лаборатории омехтакунак гузошта бо суръати даврзании 70 маротиба / дақиқа (расми 6) гузаронида шуд. Чй хеле, ки аз расм дида мешавад дастгох барои омўзиши раванди сианонй мебошад. Барои оксидкунии тилло оксиген, ки бо воситаи сўрохии даханаи зарф ворид мегардад. Микдори гузаштани тилло ва нукра ба махлул дар натичаи тахлили махлули намуна, ки аз зарф дар фосилаи вақти муайяншуда гирифта мешавад муайян карда шуд. Баъди ба охир расидани раванди сианонй дар давоми 30 соат намунаро полоида мешавад. Аз махлули полуда тақрибан 50 миллилитр намуна барои тахлили аналитикй ва шламашро то харорати 110 °С дар давоми 2 соат хушк карда мешавад.

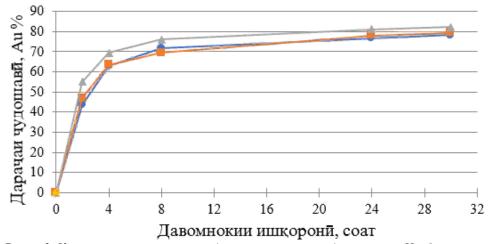
Хангоми омўзиши халшавии тилло бо усули сианоні барои тахлилі масолехи ибтидой ва махсулот усули атомию – абсорбсионі истифода карда шуд.

Барои гузаронидани таҳқиқот 1000 г маъдан, 1500 мл об ва 0,45 гр сианидӣ натрий гирифта шуд. Барои таъмин намудани муҳитӣ ишқорӣ дар ҷараёни сианонӣ оҳак ба миқдорӣ 1,5 г илова карда шуд.

Дар чадвали 5 ва расми 2 натичахои ва качхатаи кинетикии чудошавии тилло аз маъдани минтакаи Чулбой нишон дода шудааст.

TT	TT ~ -
Чадвали 5-Натичаи сианонии тилло ва нукраи аз маъдани	мавзеи Чупоои
tadbasin 5 flath tan chanonini finsiso ba nyapan as mabdaini	Madoch Tynoon

No	Миқ. Au	Миқ. Ад	Консент-	Консент-	Дарачаи	Дарачаи	Xapo-	Xapo
тач-	дар	дар	ратсияи	ратсияи Ад,	чудо-	чудо-	чоти	-чоти
риба	маъдани	маъдани	Au,	$_{ m M\Gamma}/_{ m J}$	шавии Аи,	шавии	NaCN,	CaO,
	ибтидой,	ибтидой,	мг/л		%	Ag, %	кг/т	$\kappa\Gamma/T$
	$\Gamma/T$	$\Gamma/T$				_		
1	1,9	0,9	1,041	0,250	82,2	41,6	0,520	2,0
2	2,5	1,4	1,305	0,453	78,3	48,5	0,740	2,5
3	3,4	1,8	1,801	0,602	79,4	50,2	0,920	2,5



Расми 2. Каухатаи кинетикии сианидкунии тилло аз маъдани мавзеи Чулбой

Чй тавре, ки аз расми 2 дида мешавад, дар 8 соати ишқоронй 70 % тилло ҳал шуда ба маҳлул баромадааст. Дар марҳилаи минбаъдаи вақт, суръати ҳалшавии тилло давом карда дар 30 соат то 82 % тилло ба маҳлул ҷудо шудааст.

#### Хулоса

Дар натичаи омўзиши таркиби минералогі ва химиявии маъдани кони Канчочи мавзеи Чулбой муайян карда шудааст, ки минералҳои асосии он сфалерит, стибнит, сервантит ва салаверит (теллуридҳои тилло), ковеллит, квартс мебошанд. Натичаҳои таҳлили химиявии таркиби моддии маъданро таҳлили рентгенофазаві (ТРФ) тасдиқ менамояд. Бо усули сианидкуній маъданро ишқоронида шудааст. Натичаҳои ба даст омада нишон дод, ки маъдани тиллодори мавзеи Чулбой бо усули сианидкуній самаранок мебошад.

Муқарриз: Чўрабеков У.М. — н.и.х., дотсенти қафедраи химияи ғайриорганикии факултети химияи ДМПІ.

#### Адабиёт

- 1. Горшков, Е.Н. Отчет по поисковым и геолого-геохимическим работам за 1972-1974 гг в Канчочском рудном районе / Е.Н. Горшков, Н.В. Ликорчук // Фонды ТГУ, 1974.
- 2. Бочаров, В.А. Технология переработки золотосодержащего сырья / В.А. Бочаров В.А. Игнаткина, Д.В. Абрютин. –М: Изд. Дом МИСиС, 2011. –328 с.
- 3. Самихов, Ш.Р. Изучение кинетики процесса цианирования золотосодержащих руд Таджикистана / Ш.Р. Самихов, З.А. Зинченко // Известия академии наук РТ. Душанбе, 2012. №1 (146). С. 85–87.

- 4. Масленицкий, И.Н. Металлургия благородных металлов / И.Н. Масленицкий, Л.В. Чугаев. М: Металлургия, 1987. –432 с.
  - 5. Стрижко, Л.С. Металлургия золота и серебра / Л.С. Стрижко. М: МИСиС, 2001. –336с.
- 6. Солехова, Г.Н. Технологические основы переработки золото-, медьсодержащих руд Тарорского месторождения / Г.Н. Солехова, Ш.Р. Самихов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. -2023. -№ 1. C. 289-302.
- 7. Солехова, Г.Н. Разработка технологии переработки сульфидно-мышьяковой золотосодержащей руды месторождения Тарор / Г.Н. Солехова, Ш.Р. Самихов // Материалы XXVIII Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья», проводимой в рамках XXI Уральской горнопромышленной декады. УГГУ, Екатеринбург. 2023. С. 367-371.
- 8. Самихов, Ш.Р. Изучение кинетики процесса цианирования золотосодержащих руд Таджикистана / Ш.Р. Самихов, З.А. Зинченко // Известия академии наук РТ. Душанбе, 2012. №1 (146). С. 85 87.
- 9. Самихов, Ш.Р. Кинетика разложения сульфидно мышьяковых концентратов месторождения Чоре / Ш.Р. Самихов, З.А. Зинченко // Вестник Таджикского технического университета. 2009. № 8. С. 21 24.
- 10. Самихов, Ш.Р. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд Таджикистана / Ш.Р. Самихов // Монография, Отпечатано в типографии ТНУ, 2021. 204 с.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

	Admond						
TJ	RU	EN					
Шамсиддинов Асхобиддин	Шамсиддинов Асхобиддин	Shamsiddinov Askhobiddin					
Исомиддинович	Исомиддинович	Isomiddinovich					
докторанти phD-и Институти	докторант phD Института химии	PhD student at the Institute of					
кимиёи ба номи В.И.Никитин	им. В. И. Никитина НАНТ	Chemistry named after. V. I.					
АМИТ		Nikitina NANT					
Институти химияи ба номи	Институт химии имени	Institute of Chemistry named after					
В.И. Никитини АМИТ	В.И. Никитина НАНТ	V.I. Nikitin NAST					
E-mail: <u>ashobiddinshamsiddinov@gmail.com</u>							
TJ	RU	EN					
ТЈ  Самиҳов Шонаврӯз Раҳимович д.и.т., дотсент, сарходими илмии	RU Самихов Шонавруз Рахимович д.т.н., доцент, главный научный	EN Samikhov Shonavruz Rakhimovich Doctor of Technical Sciences,					
ТЈ  Самихов Шонавруз Рахимович д.и.т., дотсент, сарходими илмии Институти кимиёи ба номи	RU  Самихов Шонавруз Рахимович  д.т.н., доцент, главный научный сотрудник Института химии им.	EN Samikhov Shonavruz Rakhimovich Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief					
ТЈ  Самиҳов Шонаврӯз Раҳимович д.и.т., дотсент, сарходими илмии	RU Самихов Шонавруз Рахимович д.т.н., доцент, главный научный	EN Samikhov Shonavruz Rakhimovich Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher at the Institute of					
ТЈ  Самихов Шонавруз Рахимович д.и.т., дотсент, сарходими илмии Институти кимиёи ба номи	RU  Самихов Шонавруз Рахимович  д.т.н., доцент, главный научный сотрудник Института химии им.	EN Samikhov Shonavruz Rakhimovich Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher at the Institute of chemistry named after V.I. Nikitin					
ТЈ  Самиҳов Шонаврӯз Раҳимович д.и.т., дотсент, сарҳодими илмии Институти кимиёи ба номи В.И.Никитин АМИТ	RU  Самихов Шонавруз Рахимович д.т.н., доцент, главный научный сотрудник Института химии им. В.И. Никитина НАНТ.	EN Samikhov Shonavruz Rakhimovich Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher at the Institute of chemistry named after V.I. Nikitin NAS Tajikistan					
ТЈ  Самиҳов Шонаврӯз Раҳимович д.и.т., дотсент, сарходими илмии Институти кимиёи ба номи В.И.Никитин АМИТ  Институти химияи ба номи	RU  Самихов Шонавруз Рахимович д.т.н., доцент, главный научный сотрудник Института химии им. В.И. Никитина НАНТ.  Институт химии имени	EN Samikhov Shonavruz Rakhimovich Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher at the Institute of chemistry named after V.I. Nikitin NAS Tajikistan Institute of Chemistry named after					
ТЈ  Самихов Шонавруз Рахимович д.и.т., дотсент, сарходими илмии Институти кимиёи ба номи В.И.Никитин АМИТ	RU  Самихов Шонавруз Рахимович д.т.н., доцент, главный научный сотрудник Института химии им. В.И. Никитина НАНТ.	EN Samikhov Shonavruz Rakhimovich Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher at the Institute of chemistry named after V.I. Nikitin NAS Tajikistan					
ТЈ  Самихов Шонавруз Рахимович д.и.т., дотсент, сарходими илмии Институти кимиёи ба номи В.И.Никитин АМИТ	RU  Самихов Шонавруз Рахимович д.т.н., доцент, главный научный сотрудник Института химии им. В.И. Никитина НАНТ.  Институт химии имени	EN Samikhov Shonavruz Rakhimovich Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher at the Institute of chemistry named after V.I. Nikitin NAS Tajikistan Institute of Chemistry named after					

УДК 541.4(4546.74.2+548.736)

# КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ СЕРЕБРА (I) С N, N'-ДИЭТИЛТИОМОЧЕВИНОЙ В ВОДНО-ДИМЕТИЛФОРМАМИДНЫХ И ВОДНО-ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДНЫХ РАСТВОРАХ

#### Ё.К. Кудратуллоев

#### Таджикский национальный университет

Потенциометрическим методом изучен процесс комплексообразования серебра (I) с N, N'-диэтилтиомочевинной в воднодиметилформамидных и водно-диметилсульфоксидных растворах при 298 К. Установлено, что серебро (I) с этим органическим лигандом образует три устойчивые комплексные формы. Рассчитаны значения общих констант устойчивости образующихся комплексов. Установлено, влияние растворителя на процесс комплексообразования.

**Ключевые слова:** серебро (I), N, N'-ДЭТМ, комплексообразование, pH-метрическое титрование, константа ионизация, общие константы устойчивости.

### КОМПЛЕКСХОСИЛКУНИИ НУҚРАИ (I) БО N, N'-ДИЭТИЛТИОМОЧЕВИН ДАР МАХЛУЛХОИ ОБИЮ ДИМЕТИЛФОРМАМИДЙ ВА ОБИЮ ДИМЕТИЛСУЛФОКСИДЙ

#### Ё.Қ. Қудратуллоев

Бо усули потенсиометрй раванди комплексхосилкунии нукраи (I) бо N,N'-диэтилтиомочевина дар махлулхои обию диметилформамидй ва обию диметилсулфоксидй дар харорати 298 К омўхта шуд. Мукаррар карда шуд, ки нукраи (I) бо ин лиганди органикй се шакли устувори комплексиро хосил мекунад. Қиматхои собитхои умумии устувории комплексхои хосилшуда хисоб карда шуданд. Таъсири халкунанда ба раванди комплексхосилшавй муайян карда шуд.

**Калимахои калидії:** нуқраи (I) N, N'-ДЭТМ, комплексхосилкунії, титронидани рН-метрії, собитхои ионизатсияи кислотагії, собитхои умумии устуворії.

### COMPLEXATION OF SILVER(I) WITH N, N'-DIETHYLTHIOUREA IN AQUEOUS-DIMETHYLFORMAMIDE AND AQUEOUS-DIMETHYLSULPHOXIDE SOLUTIONS

#### Y.K. Kudratulloev

The process of complex formation of silver (I) with N, N'-diethylthiourea in aqueous dimethylformamide and aqueous dimethylsulfoxide solutions at 298 K was studied using the potentiometric method. It was established that silver (I) forms three stable complex forms with this organic ligand. The values of the general stability constants of the resulting complexes were calculated. The influence of the solvent on the complexation process has been established.

Key words: silver (1), N, N'-DETM, complexation, pH-metric titration, ionization constants, general stability constants.

#### Введение

Изучение процесса комплексообразования в водно-органических растворителях важно для обнаружения условий и среды протекания реакции комплексообразования d-переходных металлов с органическими и неорганическими лигандами. Анализ отечественных и зарубежных литературных источников показал, что имеются определенные сведения о комплексообразовании серебра с азот- и серосодержащими органическим лигандами. При этом показано, что в большинстве случаев при исследовании процесса комплексообразования не учитываются кислотно-основные свойства органических лигандов. Однако, многочисленные исследования показывают, что очень важно знать нахождение формы органического лиганда в растворе. В этой связи, очень важным является определение констант ионизации органического лиганда и проведение процесса комплексообразования в разных областях значений рН. В работе [1] методом рН-метрического титрования, изучены кислотно-основные свойства тиокарбогидразида в водном и водноспиртовом растворе. Установлено, что константа ионизации (рК) тиокарбогидразида, которая также является производной тиомочевинной в водном растворе равна 4,15±0,012, а в водно-спиртовых растворах, содеражащих 25, 50 и 75 об. % этанол(метанол) равна 3,96±0,09(3,65±0,011); 3,68±0,013(3,55±0,020) и 3,48±0,017(3,45±0,09) соответственно.

В [2] приведены сведения о равновесии комплексообразовании таллия с метилизотиомочевинной и аллилтиомочевинной. Согласно этой работе, процесс комплексообразования исследован с применением метода полярографии, в водно-органических (водно-метанольных и водно-этанольных) растворах. Выявлено, что устойчивость комплексов с метилизотиомочевинной и аллилтиомочевинной в воде ближе к комплексам, содержащие в качестве органического лиганда тиомочевины. При этом сделан ряд в изменение устойчивости комплексов:

тиомочевина<метилизотиомочевина<аллилтиомочевина

В литературе приводятся сведения о комплексообразовании тиомочевины, никотинамида и глицина с переходными металлами в водных, неводных и смешанных растворителях. Комплексообразование серебра с тиомочевинной и его производными показало, что изменение концентрации диметилформамида (ДМФА) в растворе на стабильность образующихся комплексов влияет по-разному. При этом в пределах изученных концентраций ДМФА в смеси не наблюдается резкого изменения устойчивости комплексов. Тогда как, этими же авторами, в другой работе показано, что прочность однокоординированных комплексов серебра с 1-фенил-4,5-диоксиимидазолидинтионом-2 увеличивается, а трехкоординированных уменьшается с ростом концентрации органического растворителя в системе. Исследовано влияние состава смешанных растворителей на равновесный потенциал серебряного электрода в отсутствие лиганда. При этом показано, что в изученном интервале состава вода-диметилсульфоксид (ДМСО), потенциал серебряного электрода несколько смещается в отрицательную область, по мере роста концентрации неводного компонента. Этот экспериментальный факт авторы объясняют тем, что диметилсульфоксидные сольваты серебра прочнее гидратов[3-5].

В работе [6] нами был изучен процесс образования комплексов Ag (I) с тиопирином в водноорганических растворителях, содержащих 25,0; 50,0 и 75,0 об. % ДМФА (ДМСО). Показано, что в этих условиях, комплексообразование серебра (I) с тиопирином протекает с образованием комплексной частицы [AgL $_3$ ]+, где L-тиопирин. Значения общих констант устойчивости (Ig $_6$ I), соответственно, равны: 20,80±0,36 (21,38±0,27); 20,52±0,17 (20,45±0,57) и 20,31±0,14 (20,04±0,14). Анализ литературы показал, что отсутствуют сведения о комплексообразовании серебра (I) с N,N'-диэтилтиомочевинной (N,N'-ДЭТМ) в водно-органических растворителях.

#### Экспериментальная часть

Объектами в процессе исследования комплексообразования были соль серебра (AgNO<sub>3</sub>) марки «ч.д.а» и органический лиганд N, N'-диэтилтиомочевины (N, N'-ДЭТМ), синтезированный в соответствие с методикой [7]. В процессе расчета применяли результаты титрования растворами  $1\cdot 10^{-2}$  моль/л N,N'-диэтилтиомочевина(L) 0,1 N раствором HCI. рН измеряли с помощью прибора рН 150МП ( $\pm 0$ ,01). Константа ионизации органического лиганда в водно-органических растворах (вода-ДМФА и вода-ДМСО) определяли при температуре  $25^{\circ}$ C ( $\pm 0$ ,1).

При расчете констант ионизации лиганда применяли усредненные значения величины рН из результатов трех опыта. По уравнению, приведеному в [8] рассчитывали константу ионизации:

$$pKa=pH+lg[L]-lg[L^-].$$

Концентрации (начальные) исходных веществ были:  $C_{AgNO3} = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/л;  $C_{N,N'-ДЭТМ} = 1 \cdot 10^{-3}$  моль/л. В процессе потенциометрического титрования применяли ячейку с переносом. Индикаторным электродом служила пластинка из металлического серебра, а в качестве электрода сравнения использован хлорсеребряный. С применением 0,1 моль/л раствора NaClO<sub>4</sub> создана ионная сила. Электродный потенциал при потенциометрическом титровании измеряли с помощью прибора pH 150MП (с погрешностью  $\pm 0,1$  мВ). На индикаторном электроде равновесное значение потенциала установливалось в течение 7-10 минут. Температура в ячейке поддерживалась постоянной с помощью водяного термостата( $\pm 0,1^{\circ}$ C). В каждой точке титрования равновесную концентрацию ионов  $Ag^{+}$  и органического лиганда определяли по уравнениям, представленным в [9].

#### Обсуждение результатов

Результаты pH-метрического титрования N,N'-ДЭТМ(L) и определение констант ионизации в водноорганических растворах представлены в таблице 1 ( $T=298\,$  K,  $C_L=0,01\,$  моль/л).

Таблица 1 – Результаты рН-метрического титрования N, N'-диэтилтиомочевины (N, N'-ДЭТМ) и определение констант ионизации (рК) N,N'-ДЭТМ(L) в растворе, содержащем 25 об. % ДМФА при 298 K, C<sub>L</sub>=0,01 моль/л

Титрант 0,1N	рН	C <sub>L</sub> ·10 <sup>-2</sup>	рК	Титрант	pН	C <sub>L</sub> ·10 <sup>-2</sup>	рК
раствор HCl,		моль/л		0,1N		моль/л	
МЛ				раствор			
				HCl, мл			
0,00	5,77 <sub>(нач.)</sub>	$1,0_{({\scriptscriptstyle Ha}{}^{\scriptscriptstyle Ha}{}^{\scriptscriptstyle H.})}$	0,00				
0,1	4,68	0,9960	3,2820	1,1	2,91	0,9579	2,5534
0,2	4,11	0,9921	3,0130	1,2	2,87	0,9542	2,5512
0,3	3,57	0,9881	2,6491	1,3	2,83	0,9506	2,5460

Окончание							ие таблицы 1
0,4	3,34	0,9843	2,5441	1,4	2,79	0,9470	2,5381
0,5	3,33	0,9804	2,6310	1,5	2,76	0,9434	2,5381
0,6	3,26	0,9766	2,6402	1,6	2,73	0,9398	2,5361
0,7	3,13	0,9728	2,5771	1,7	2,70	0,9363	2,5325
0,8	3,06	0,9690	2,5651	1,8	2,68	0,9328	2,5373
0,9	2,97	0,9653	2,5263	1,9	2,66	0,9294	2,5408
1,0	2,93	0,9615	2,5320	2,0	2,63	0,9259	2,5330
					•		рКср.=
							2,62±0,11

По полученным экспериментальным данным, рассчитаны значения констант ионизации в водноорганических растворах.

В таблице 2 представлены значения  $pK_a$  N,N'-диэтилтиомочевины в водно-органических (ДМФА, ДМСО) растворах.

Таблица 2 – Значения рК N, N'-диэтилтиомочевины в водно-органических растворах

ДМФА(ДМСО), объ. %	25	50	75
рК	2,62±0,11	3,44±0,26	3,27±0,38
	$(2,39\pm0,01)$	$(2,85\pm0,14)$	$(3,19\pm0,27)$

Проведенные исследования показали, что при переходе от растворов, содержащих вода-ДМФА к воде—ДМСО значение константы ионизации подвергается изменению. Данные значения претерпевают изменения также, при увеличении содержания неводного растворителя. Установлено, что величина констант ионизации N, N'-ДЭТМ при переходе от водно-диметилформамидных к водно-диметилсульфоксидных растворах уменьшается, что вероятно связано с более полярностью растворителя. Для определения диапазона нахождения разных форм N, N'-диэтилтиомочевины(L) в широком интервале рН экспериментально найденные значения рК были использованы для построения диаграмм долевого распределения. В качестве примера на рисунке представлена диаграмма распределения N, N'-ДЭТМ в водно-диметилформамидном растворе, содержащем 25 об. % растворителя.

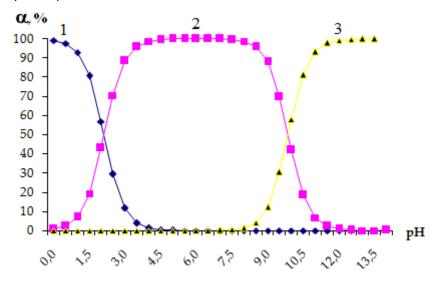


Рисунок — Диграмма распределения N,N'-ДЭТM(L) в зависимости от pH при 298 K: I-L+; 2-L; 3-L-

Из диаграммы распределения выявлено, что максимальная доля доминирования N,N′-ДЭТМ молекулярной формы L приходится на pH 4,0-8,0. При pH<2,5 в растворе начинает накапливаться протонированная форма N,N′-диэтилтиомочевины.

Полученные результаты по кислотно-основным свойствам N,N'-диэтилтиомочевина были использованы для исследования комплексообразования серебра (I) с N,N'-диэтилтиомочевинной в водноорганических растворах.

В таблице 3 в качестве примера представлены экспериментальные данные потенциометрического титрования для системы Ag/Ag<sup>+</sup>//AgCl–N,N'-диэтилтиомочевина(L).

Таблица 3 – Экспериментальные данные потенциометрического титрования в системе Ag/Ag $^+$ //AgCl-N,N′- диэтилтиомочевинна, в растворе содержащем 25 об. % ДМФА и ДМСО при 298 К;  $C_{Ag+}=1\cdot10^{-5}$  моль/л;  $C_L=1\cdot10^{-3}$  моль/л;  $J(NaClO_4)=0,1$  моль/л

	ДМФ		J(14aC1O4)=0	,,1 1100115/01	ДМО	CO	
[L]·10 <sup>4</sup> ,	ΔΕ, Β	$[L] \cdot 10^4$ ,	ΔΕ, Β	[L]·10 <sup>4</sup> ,	ΔΕ, Β	$[L] \cdot 10^4,$	ΔΕ, Β
моль/л		моль/л		моль/л		моль/л	
0,03492640	0,0013	1,63958814	0,1305	0,00515177	0,0110	1,44121585	0,1300
0,06440401	0,0042	1,82880846	0,1414	0,03134850	0,0170	1,61168180	0,1380
0,08937574	0,009	2,03493740	0,1492	0,05859039	0,0240	1,77554403	0,1440
0,14765180	0,0175	2,23094194	0,1567	0,12625511	0,0320	1,93312267	0,1520
0,21317202	0,0241	2,44022928	0,1677	0,19641681	0,0390	2,10952926	0,1600
0,27686576	0,0338	2,63856550	0,1746	0,26907022	0,0430	2,27840698	0,1660
0,38502574	0,0372	2,84708995	0,1799	0,37622470	0,0500	2,44021241	0,1720
0,49023922	0,0418	3,04412853	0,185	0,47699291	0,0740	2,61702796	0,1790
0,62853572	0,0466	3,26670794	0,1898	0,58139429	0,0880	2,78576971	0,1840
0,75743267	0,0679	3,47548848	0,1923	0,71928019	0,0940	2,94697558	0,1870
0,92121584	0,0803	3,71893655	0,1953	0,85303084	0,1040	3,11992414	0,1960
1,07965660	0,0984	3,98812110	0,1989	0,98342614	0,1090	3,28460214	0,2000
1,26419513	0,1095	4,26138577	0,2017	1,14120516	0,1190	3,44158157	0,2040
1,44144745	0,1208	4,51089009	0,2025	1,29379453	0,1240	3,60761423	0,2080

Для расчёта констант образования комплексов, использовали программу KEV[10].

Экспериментальные данные по потенциометрическому титованию при исследовании процесса комплексообразования серебра с N,N′-ДЭТМ (L) в водно-органических растворах (изменение электродного потенциала системы, исходные концентрации реагентов, уголь наклона, величина констант ионизации органического лиганда) были обработаны с применением вышепречисленной программы KEV. Ниже приводятся реакции на основание, которых была создана матрица.

Реакции протонирования органческого лиганда и образования комплексов при взаимодействие базисных частиц (Ag+ и L):

$$L+H^+\leftrightarrow HL$$
 (1)

$$Ag^{+}+L \leftrightarrow [AgL]^{+} \tag{2}$$

$$Ag^{+}+2L \leftrightarrow [AgL_{2}]^{+}$$
 (3)

$$Ag^{+}+3L \leftrightarrow [AgL_{3}]^{+} \tag{4}$$

$$2Ag^{+}+L^{+}\leftrightarrow [Ag_{2}L]^{2+} \tag{5}$$

После введение экспериментальных данных и предположительные реакций образования программа KEV дает удовлетворительные результаты только для образования моно-, би- и трилигандного комплексного соединения (реакции 2, 3 и 4). В таблице 4, приведены значения общих констант устойчивости комплексов серебра(I) с N,N'-ДЭТМ, рассчитанные по компьютерной онлайн программе KEV.

Таблица 4 – Значения общих констант устойчивости комплексов серебра (I) с N, N'-ДЭТМ(L) при различных содержаниях ДМСО(ДМФА) в растворе. T= 298 К

Содержание ДМСО	$\lg \beta [AgL]^+$	$lg\beta[AgL_2]^+$	$lg\beta[AgL_3]^+$
(ДМФА), объ. %			
25	5,65±0,07(4,81±0,08)	9,54±0,29(8,72±0,18)	13,84±0,06(12,33±0,12)
50	5,79±0,15(5,48±0,23)	10,35±0,06(10,01±0,09)	13,90±0,14(13,66±0,06)
75	7,01±0,15(6,99±0,20)	10,89±0,14(10,84±0,17)	14,16±0,71(14,19±0,60)

Как видно из таблицы 4 устойчивость моно-, би- и трилигандных комплексных частиц серебра, в целом, с увеличением содержания ДМСО (ДМФА) возрастают. Такая закономерность наблюдалась, при изучении комплексообразования серебра (I) с тиопирином в водно-органических растворителях [6]. Увеличение устойчивости комплексов серебра (I) с N,N'-диэтилтиомочевинной в водно-диметилформамидных и воднодиметилсульфоксидных растворах, вероятно, с одной стороны связано с пересольватацией ионов Ag+, а с

другой - дестабилизацией молекулярной формы N,N'-ДЭТМ, что вносит основной вклад в столь существенное уменьшение устойчивости комплекса.

Рецезент: Идрисов ПІ.Ч. — қ.х.н., профессор қафедры химии ПІАУ имени Ш. Шотемур.

#### Выводы

РН-метрическим методом исследованы кислотно-основные свойства N, N'-диэтилтиомочевины и констант ионизации данного органического соединения в водно-органических растворах переменного состава. Потенциометрически изучен процесс комплексообразования Ag(I) N, N'-диэтилтиомочевинной. Экспериментально показано, что серебро (I) с N, N'-диэтилтиомочевинной в водно-органических растворах, содержащих 25; 50 и 75 об. % ДМСО (ДМФА) образует три комплексных форм. Рассчитаны общие константы устойчивости образующихся комплексов. Выявлены закономерности влияния природы и содержание растворителя на состав и константы устойчивости, образующихся комплексов.

#### Литература

- 1. Сангов М.М. Комплексообоазование серебра (I), меди (I) с тиокарбогидразидом и N-ацетилтиомочевином в водных и водно-спиртовых растворителях: автореф. дисс. канд. хим. наук/Сангов М.А.- Душанбе, 2022.-25 с.
- 2. Asooka Tadatomo, IR Spectra complexes with thiourea /Asooka Tadatomo and other. I. // J. of the chemical society. 1970.-Y.73. V.2, –p.2619-2621.
- 3. Тудорягу К.И. Термодинамика комплексообразования серебра с тиомочевиной и роданид-ионом в воднодиметилсулфоксидных растворах/ К.И. Тудорягу, П.К. Мигаль, Л.Ф. Конишеску// Журнал.неорган.химии. - 1990. -Том35. -Вып.1. -С.129-132.
- 4. Комплексообразования никотинамида с ионами Ag<sup>+</sup> в водно-органических растворителях/ М.А. Зевакин, К.В. Граждан, В.А. Шарнин[и др.] // Журнал. неорган. Химии. 2006. -№.3. -Том51. -С. 543-547.
- 5. Гессе Женни Федрианандовна. Комплексообразование серебра (I) с глицинат-ионом в водно-органических растворителях: автореф. дисс. на соиск. канд. хим. Наук/ Гессе Женни Федрианандовна. -Иваново, 2010. -16 с.
- 6. Кудратуллоев Ё.К. Комплексообразование серебра (I) с тиопирином в водно-органических растворителях/ Ё.К. Кудратуллоев, К.С. Мабаткадамзода // Вестник ТНУ 2018. Серия естественных наук. №4. -С. 231-237.
- 7. Дегтярь В.Г., Заливина А.А., Рыбальченко Н.М. Изобретения к авторскому свидетельству. Способ получения N,N'-диэтилтиомочевины.- Москва, 1966. Бюллетень № 19.
  - 8. Альберт А. Консанта ионизации кислот и оснований/А. Альберт, Е. Сержент.-М., Л.: Химия, 1964.-380 с.
- 9. Аминджанов А.А. Комплексообразование серебра (I) 1-формил- и 1-ацетил-3-тиосемикарбазидом при 273-328К/ А.А. Аминджанов, К.С. Мабаткадамова, С.М. Сафармамадов, А.С. Содатдинова// Извест. высш. усеб. Завед. Химия и химич. техн.- Иваново.-2014.- Т.57.- №7.- С.62-65.
- 10. Meshkov A.N., Gamov G.A.KEV: a free software for calculating the equilibrium composition and determining the equilibrium constants using UV-Vis and potentiometric data. Talanta. 2019. V. 198. P. 200.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN	
Қудратуллоев Ёқуб	Кудратуллоев Ёкуб	Qudratulloev Yaqub	
Қудратуллоевич	Кудратуллоевич	Qudratulloevich	
унвончӯ	соискатель	degree applicant	
Донишгохи милли Точикистон	Таджикский национальный	Tajik National University	
	университет		
E-mail: <u>kudratulloev92@mail.ru</u>			

УДК: 541.123.6+544.015.32.6.

### ИЗОТЕРМАИ ФАЗАХОСИЛШАВЙ ДАР СИСТЕМАИ Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>//SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>,HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>−H<sub>2</sub>O БАРОИ 298 К

#### Н.В. Олимчонова, М.Т. Жумаев, Л. Солиев

Донишгохи давлатии омузгории Точикистон ба номи С.Айнй

Бо усули транслятсия изотермаи фазахосилшавии Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>//SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>—H<sub>2</sub>O дар харорати 298 К омӯхта шудааст. Муайян карда шудааст, ки барои системаи дахлдор дар харорати додашуда мавчудияти 3 - нуктахои нонвариантй, 7 - хатхои моновариантй ва 5 - майдонхои дивариантй хос мебошанд. Диаграммаи сарбасти комплекси фазагии системаи омухташаванда дар харорати 298 К сохта шудааст.

Калимахои калиди: фазахосилшави, система, компонент, диаграмма, сулфатхо, гидрокарбонатхо.

### ИЗОТЕРМА ФАЗООБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ Na<sup>+</sup>,Ca<sup>2+</sup>//SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>,HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>−H<sub>2</sub>O ПРИ 298 К H.B. Олимджонова, М.Т. Жумаев, Л. Солиев

Методом трансляции исследована изотерма фазаобразования системы Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>//SO4<sup>2-</sup>, HCO3<sup>-</sup>–H<sub>2</sub>O при температуре 298 К. Определено, что для данной системы характерны 3 нонвариантных точки, 7 моновариантных кривых и 5 дивариантных полей. Построена замкнутая диаграмма фазового комплекса исследуемой системы при температуре 298 К.

Ключевые слова: фазообразование, система, компонент, диаграмма, сульфаты, гидрокарбонаты.

#### ISOTERM OF PHASE FORMATION IN THE SYSTEM Na<sup>+</sup>,Ca<sup>2+</sup>//SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>,HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>–H<sub>2</sub>O AT 298 K N.V. Olimjonova, M.T. Jumaev, L. Soliev

The isotherm was investigated using translation method phase formation of the  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}//SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ — $H_2O$  system at a temperature of 298 K. Based on this stady, it was determined that this system is characterized by 3 - invariant points, 7 - monovariant curves and 5 - divariant fields. A closed diagram of the phase complex of this system under study at a temperature of 298 K is also constructed.

Keywords: phase formation, system, diagram, component, sulfates, bicarbonates.

#### Муқаддима

Партовхо — ин натичаи ногузири хар як истехсолот ва хатари чиддй ба мухити зист буда, хар сол дар чахон зиёда аз якчанд миллиардхо тонна партов истихроч мегарданд. Айни замон партови як истехсолот барои дигараш ашёи хом ба шумор рафта, коркарди такрории он на танхо барои мухит фоидаовар аст, балки манбаи иловагии даромад низ ба шумор меравад.

Мисоли чунин саноатҳои истеҳсолӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон заводи "Алюминий" - и шаҳри Турсунзода шуда метавонад, ки партовҳои он ҳамасола майдонҳои кориро бекор намуда, муҳити атрофро вайрон менамояд. Аммо партовҳои он дорои ашёҳои хоми минералӣ ба монанди карбонатҳо, сулфатҳо, гидрокарбонатҳои натрий, калтсий ва алюминий, гилҳок ва ғайраҳо буда, қобили коркарди такрорӣ, инчунин манбаи даромад низ ҳастанд.

**Мақсади кор.** Бо ин мақсад, омўзиши системахои бисёркомпонента, ки партовхои саноати алюминий ба шумор мераванд ва пешгўии мувозинатхои фазагии имконпазир барои системахои обй – намакии химиявй рохи халли хифзи мухити зистро осон намуда, аз чихати иктисодй ва экологй низ муфид мебошад.

Мисоли чунин системахо системаи чоркомпонентаи муовизаи  $Na^+, Ca^{2+}//SO_4^2^-, HCO_3^--H_2O$  шуда метавонад. Ин система яке аз қисмҳои таркибии системаи панчкомпонентаи  $Na^+, Ca^{2+}, Al^{3+}||SO_4^{2-}, HCO_3^--H_2O$  ба шумор меравад. Зимнан, он асоси назариявии бисёр равандҳои техникй буда, барои коркарди партовҳои заводи алюминий низ истифода бурда мешаванд. Дар баробари ин, қонуниятҳои мувозинатҳои фазагии дар он чой дошта, ҳам аҳамияти илмй ва ҳам назариявй дорад.

Таҳлили адабиёт [1] нишон медиҳад, ки системаи чоркомпонентаи мавриди таҳқиқ қарор гирифта, дар ҳарорати 298 К то ҳол омӯҳта нашудааст. Бинобар ин, фазаҳосилшавӣ дар он аз аввалин шуда, аз ҷониби мо бо ёрии методи транслятсия [2-4], ки дар асоси принсипи мутобиқат [5], яъне ҷойгиркунии сохтори шаклҳои геометрии умумии системаи болозикр дар як диаграмма бунёд ёфтааст, таҳқиқ шудааст.

#### Истифодаи усули транслятсия

Усули транслятсия имконият медихад, ки мувозинатхои фазагии системахои компонентнокиашон зиёд дар асоси мувозинатхои фазагии зерсистемахои таркибии он пешгуй [2] карда шаванд.

Ин усул дар асоси қонуниятҳои топологии шаклҳои геометрии системаҳои химиявӣ ва қоидаи фазаҳои Гиббс [6] ба амал омадааст. Мувофиқи усули транслятсия , бо зиёдшавии компонентнокии система аз n то n+1 шаклҳои геометрии системаи n — компонента андозаи худро ба як воҳид зиёд намуда, ба самти n + 1 компонентагӣ интикол меёбанд ва шаклҳои геометрии ин сатҳи компонентнокиро ҳосил мекунанд.

Системаи чоркомпонентаи  $Na^+,Ca^{2+}//SO_4^{2-},HCO_3^--H_2O$ , ки то хол омўхта нашудааст [1] ба системаи мубодила таллуқ дошта, аз чунин зерсистемахо таркиб ёфтааст:  $Na_2SO_4-CaSO_4-H_2O$ ;  $Na_2SO_4-DaHCO_3-DAHCO_3-DA$ 

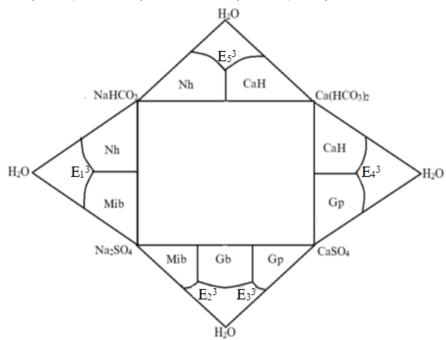
Чадвали 1 — Фазахои сахти мувозинат $\bar{u}$  ва нуктахои нонвариантии зерсистемахои системаи  $Na^+, Ca^{2+}//SO_4^{2-}, HCO_3^--H_2O_3^--H_2O_3^-$ 

дар 298 К				
Нуқтаи нонвариантй	Фазахои сахти	Нуқтаи	Фазахои сахти	
	мувозинатй	нонвариантй	мувозинатй	
Системаи		Системаи		
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -NaHCO <sub>3</sub> -H <sub>2</sub> O		CaSO <sub>4</sub> -Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> O		
$E_1^3$	Mib + Nh	$E_4{}^3$	Gp + CaH	
Системаи		Системаи		
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -CaSO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> O		NaHCO <sub>3</sub> –Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> –H <sub>2</sub> O		
$E_2{}^3$	Mib + Gb	$E_{5}^{3}$	Nh + CaH	
$E_{3}^{3}$	Gp + Gb			

Дар чадвал ва минбаъд Е нуқтаи нонвариантй буда, дарачааш компонентнокии система ва индекси поёниаш рақами тартибии нуқтаи нонвариантй ба шумор меравад. Барои ифодаи фазаҳои сахти мувозинатии системаи тадқиқшаванда чунин аломатҳои шартй қабул шудаанд: Nh - нахколит NaHCO3; Mib — мирабилит Na $_2$ SO $_4$ ·10H $_2$ O; Gp — гиппс CaSO $_4$ ·2H $_2$ O; CaH — гидрокарбонати калтсий Ca(HCO $_3$ ) $_2$ ; Gb - глауберит Na $_2$ SO $_4$ ·CaSO $_4$ .

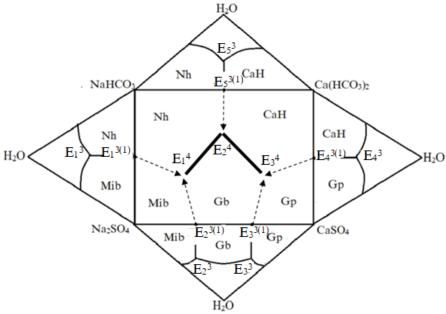
Аз чадвали 1 ба назар мерасад, ки зерсистемањои системаи таҳқиқшаванда дар ҳарорати 298 К 5 – то фазаҳои сахти мувозинатӣ дошта, онҳо барои ҳосилшавии нуқтаҳои новариантии сатҳи n+1 асос мебошанд.

Дар расми 1 сатҳи секомпонентаи диаграммаи фазаҳосилшавии системаи Na+,Ca²+//SO<sub>4</sub>²-,HCO<sub>3</sub>--H<sub>2</sub>O дар изотермаи 298 К бо намуди пирамидаи "кушода" сохта шуда, оварда шудааст.



Расми 1 — Сатҳи секомпонентаи изотермаи диаграммаи фазаҳосилшав $\bar{u}$  дар системаи  $Na^+, Ca^{2+}//SO_4^{2-}$ , $HCO_3^-$ — $H_2O$  барои 298 K

Дар расми 2 диаграммаи сарбасти комплекси фазагии системаи мубодилаи  $Na^+, Ca^{2+}//SO_4^{2-}, HCO_3^--H_2O$  дар харорати 298 К дар сатхи се-чоркомпонентаг $\bar{\nu}$ , ки аввалин маротиба бо ёрии методи транслятсия сохта шудааст, чой дорад.



Pасми  $2-Диаграммаи сарбасти фазахосилиавии системаи <math>Na^+, Ca^{2+}//SO_4^{2-}, HCO_3^--H_2O$  дар харорати 298~K

#### Натичаи тадкикот

Дар диаграммаи болозикр хамаи шаклхои геометрии имконпазир инъикос ёфтаанд. З нуктахои нонвариантй, 5 майдонхои дивариантй ва 7 хатхои моновариантй исботи гуфтахои боло буда, дар ин сатхи компонентнокй нуқтахои нонвариантии системаи мазкур таркиби фазахои сахти мувозинатии зеринро доранд:  $E_1{}^4 = Nh + Mib + Gb; \\ E_2{}^4 = Nh + Gb + CaH; \\ E_3{}^4 = Gp + Gb + CaH.$ 

$$E_1^4 = Nh + Mib + Gb;$$
  
 $E_2^4 = Nh + Gb + CaH;$   
 $E_3^4 = Gp + Gb + CaH.$ 

Таркиби фазаи тахшинии хатхои моновариантй, ки дар натичаи транслятсияи нуктахои нонвариантии сатхи секомпонентаги хосил шудаанд, бо таркиби фазаи тахшинии нуктахои нонвариантии транслятсияшуда мувофикат мекунанд. Таркиби фазахои сахти мувозинатии хатхои моноварианти, ки дар байни нуктахои нонвариантии сатхи чоркомпонентагй мегузаранд, чунинанд:

$$E_1^4$$
  $E_2^4$   $E_3^4$   $E_3^$ 

Контури майдонхои дивариантии кристаллизатсияи фазахои сахти индивидуалй дар чадвали 2 оварда шудаанд.

Чадвали  $2 - \Phi$ азахои сахти мувозинатй ва контури майдонхои дивариантии системаи  $Na^+, Ca^{2+}//SO_4^{2-} HCO_3^- - H_2O$  дар харорати 298 К

No॒	Майдони фазахои сахти мувозинатй	Контури майдонхо дар диаграмма (расми 2)
1	Nh	NaHCO <sub>3</sub> ——E <sub>5</sub> <sup>3(1)</sup>
		$E_1^{3(1)} + E_1^4 E_2^4$ $E_3^{3(1)} + E_3^4$
2	Gp	$E_3^{3(1)} \longrightarrow E_3^4$
		$Caso_4$ —— $E_4^{3(1)}$
3	Mib	E <sub>1</sub> <sup>3(1)</sup> — Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
		$E_1^{4} \leftarrowE_2^{3(1)}$
4	СаН	$E_3^4 - E_2^4 - E_5^{3(1)}$
		E <sub>4</sub> <sup>3(1)</sup> — Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>



#### Хулоса

Хамин тариқ, дар асоси диаграммаҳои бо ёрии усули транслятсия сохташуда муайян карда шуд, ки барои системаи чоркомпонентаи муовизаи  $Na^+,Ca^{2+}//SO_4^{2-},HCO_3^--H_2O$  дар ҳарорати 298 К чунин элемнтҳои геометрӣ хосанд: 3 – нуқтаҳои нонвариантӣ, 7 – хатҳои моновариантӣ ва 5 – майдонҳои дивариантӣ. Инчунин, диаграммаи сохташуда ифода менамояд, ки майдони фазаи кристаллизатсионии Gb – (глауберит) бо ҳамаи дигар майдонҳо ҳамсарҳад буда, аз камҳалшавандагии фазаи номбурда шаҳодат дода, имконият медиҳад, ки дар шароити додашуда онро ҷудо намоем.

Mуқарриз:  $\Psi \bar{y}$ раев  $\Pi \bar{x} = \partial_x u x_y$ , профессори қафедраи металлургияи  $D\Pi \bar{y} \bar{y}$  ба номи ақадемиқ M.C. Осим $\bar{u}$ .

#### Адабиёт

- 1. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водносолевых систем, т. II., Кн. 1-2. СПБ.:Химиздат, 2004, 1247с.
- 2. Жумаев М.Т., Солиев Л. Строение фазового комплекса и растворимостӣ водно солевой система из сульфатов, карбонатов, гидрокарбонатов натрия и кальция. Душанбе: «ТГПУ им. С. Айни», 2023. 213 с.
- 3. Солиев Л. Прогнозирование фазовых равновесий в многокомпонентной системе морского типа методом трансляции (Кн.3). Душанбе: Эр Граф, 2019, 232 с.
- 4. Солиев Л. Прогнозирование фазовых равновесий в многокомпонентной системе морского типа методом трансляции (Кн. 2). Душанбе: Шучоиён, 2011, 147 с.
  - 5. Горощенко Я.Г. Физико-химической анализ гомогенных и гетерогенных систем. –Киев: «Наукова думка», 1978.
  - 6. Аносов В.Я., Озерова М.И., Фиалков Ю.Я. Основы физико-химического анализа. –М.: «Наука», 1976, 504с.
- 7. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водносолевых систем, т. І., Кн. 1-2. СПБ.:Химиздат, 2003, 1151 с.
  - 8. Солиев Л. Журнал неорганической химии АН СССР, 1988, т.33, №5, с. 1305-1310.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN		
Олимчонова Нилуфар	Олимджонова Нилуфар	Olimjonova Nilufar Vahobjonovna		
Вахобчоновна	Вахобджоновна			
Докторант аз руи ихтисоси PhD-и	докторант (PhD) кафедры общей и неорганической химии	Ph.D. of the Department of General and Inorganic Chemistry		
кафедраи химияи умуми ва	неорганической химии	and Inorganic Chemistry		
ғайриорганикй				
ДДОТ ба номи С.Айнй	ТГПУ имени С.Айни	TSPU named after S.Ayni		
E-mail: nilufarolimjonova180@gmail.com				
TJ	RU	EN		
Жумаев Маъруф Тағоймуротович	Жумаев Маъруф	Jumaev Maruf Tagoimurotovich		
	Тагоймуротович			
Номзади илмхои химия, дотсенти	Кандидат химических наук,	Candidate of Chemical Sciences,		
кафедраи химияи умумй ва	доцент кафедры общей и	Assosiate Professor of the		
ғайриорганикӣ	неорганической химии	Department of General and		
		Inorganic Chemistry		
ДДОТ ба номи С.Айнй	ТГПУ имени С.Айни	TSPU named after S.Ayni		
E-mail: jumaev_m@bk.ru				

УДК: 622.7/669.2.8.21.4

### ПРОЦЕСС МОДЕЛИРОВАНИЯ АЗОТНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАРОР

#### Г.Н. Солехова, Ш.Р. Самихов, Н. Шерматов

Таджикский национальный университет

В данной работе изучено выщелачивание меди и золота из флотоконцентрата месторождения Тарор. Изучены основные кинетические закономерности азотнокислотного разложения флотационного концентрата месторождения Тарор. Найдены оптимальные условия вскрытия золото-, медьсодержащих концентратов азотной кислотой: концентрация азотной кислоты — 400 г/дм³; продолжительность процесса — 120 мин; соотношение Т:Ж = 1:5. На основании опытных данных предложена математическая модель определения степени извлечения данного компонента при азотнокислотном выщелачивании золото-, медьсодержащих флотоконцентратов месторождения Тарор.

**Ключевые слова:** степень извлечения; азотнокислотная технология; флотация; продолжительность процесса; выщелачивание меди; эмпирическая формула; метод наименьших квадратов.

#### РАВАНДИ МОДЕЛРОНЙ БО КИСЛОТАИ НИТРАТ ИШҚОРОНИИ КОНСЕНТРАТИ МИСДОРИ КОНИ ТАРОР

#### Г.Н. Солехова, Ш.Р. Самихов, Н. Шерматов

Дар кори зерин ишқоронии мис ва тилло аз флотоконсентрати кони Тарор омухта шудааст. Асосхои кинетикии қонунияти таңзия бо кислотаи нитрат флотоконсентрати кони Тарор омухта шудааст. Шароити оптималии кушодани консентрати тилло-, мисдор бо кислотаи нитрат муайян карда шудааст: консентратсияи кислотаи нитрат — 400 г/дм3; давомнокии раванд — 120 дақиқа; таносуби С:М = 1:5. Дар асоси маълумотхои таңрибавй модели математикии муайян кардани дараңаи чудошавии компонентхо хангоми бо кислотаи нитрат ишқоронии флотоконсентрати тилло-, мисдори кони Тарор пешниход карда шудааст.

**Калимахои калиди:** дарачаи чудошавй; технология бо кислотаи нитрат; флотатсия; давомнокии раванд; ишқоронии мис; формулаи эмперикй; усули хурдтарини квадратй.

# PROCESS THE MODELING OF NITRIC ACID LEACHING OF COPPER-CONTAINING CONCENTRATES OF THE TAROR DEPOSIT G.N. Solehova, Sh.R. Samikhov, N. Shermatov

In this work, the leaching of honey and gold from the flotation concentrate of the Taror deposit was studied. The main kinetic patterns of nitric acid decomposition of flotation concentrate from the Taror deposit have been studied. The optimal conditions for opening gold- and copper-containing concentrates with nitric acid were found: nitric acid concentration – 400 g/dm³; process duration – 120 minutes; S:I ratio = 1:5. Based on experimental data, a mathematical model has been proposed for determining the degree of extraction of this component during nitric acid leaching of gold- and copper-containing flotation concentrates from the Taror deposit.

**Key words:** recovery rate; nitric acid technology; flotation; duration of the process; honey leaching; empirical formula; least square method.

#### Введение

Вскрытие золотосодержащих сульфидных концентратов, содержащих мышьяк, за рубежом осуществляется, в основном, окислительным обжигом. Однако это связано с выделением в окружающую среду значительных количеств сернистого газа и мышьяксодержащих пылей, что недопустимо с экологической точки зрения.

В связи с вышеизложенным разработка гидрометаллургической технологии переработки таких концентратов представляет определенный интерес.

Одним из перспективных методов вскрытия упорных золото - сульфидных концентратов является гидросульфатизация в растворе азотной кислоты [1-3].

В промышленных масштабах азотнокислотный способ разложения сульфидов применяется на одном из заводов для разложения молибденитовых концентратов.

Азотнокислотный способ позволяет переводить мышьяк, серу и железо в раствор в виде мышьяковистой и серной кислот, а железо в виде нитрата и сульфата железа.

Согласно современным представлениям сульфиды окисляются азотной кислотой до сульфатов по реакциям:

$$3\text{MeS} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{MeSO}_4 + 8\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O};$$
 (1)

$$3Me_n S_m + 8_n HNO_3 = 3_n MeSO_4 + 3(m-n)S + 8_n NO + 4H_2O$$
 (2)

При избытке азотной кислоты, образующейся по реакции (1), сера окисляется до серной кислоты по реакции:

$$S + 2HNO_3 = H_2SO_4 + 2NO,$$
 (3)

Согласно уравнению реакции взаимодействия халькопирита с азотной кислотой:

$$6CuFeS_2 + 22HNO_3 = 6Cu(NO_3)_2 + 3Fe_2O_3 + 12S^0 + 10NO + 11H_2O$$
(4)

возможно торможение выщелачивания оболочкой нерастворимых продуктов  $S^0$  и  $Fe_2O_3$ , покрывающих поверхность исходных сульфидов и образующихся при дефиците кислоты.

Окисление пирита и арсенопирита азотной кислотой можно представить уравнениями:

$$2FeS_2 + 10HNO_3 = Fe_2(SO_4)_3 + H_2SO_4 + 10NO + 4H_2O;$$
(5)

$$2FeAsS+6HNO_3+3H_2SO_4=Fe_2(SO_4)_3+S+2H_3AsO_4+4NO+N_2O_3+3H_2O$$
 (6)

Оксиды азота, выделяющиеся в процессе взаимодействия азотной кислоты с концентратом, взаимодействуют с кислородом до высших валентностей:

$$2NO + O_2 = 2NO_2$$
; (7)

$$N_2O_3 + \frac{1}{2}O_2 = 2NO_2 \tag{8}$$

При последующем поглощении их водой образуются азотная и азотистая кислота по уравнению:

$$2NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2 \tag{9}$$

Термодинамическими расчетами показана возможность протекания реакций между этими минералами и азотной кислотой при атмосферном давлении в интервале температур 333-368 К. Установлено, что повышение температуры способствует протеканию реакции [4,5].

#### Экспериментальная часть

Химические анализы Тарорского флотационного концентрата приведены в таблице 1. Как показывают анализы, Тарорский флотационный концентрат является сульфидным золото-, медно-, мышьяковыми продуктами с содержанием меди до 14,5 %.

таолица 1 — Лимический и пробирный анализы концентрата				
Компоненты	Содержание, в %	Компоненты	Содержание, в %	
Cu	14,55	$TiO_2$	0,19	
Fe	17,43	MnO	0,08	
As	7,22	$P_2O_5$	0,14	
S	17,11	$CO_2$	16,28	
CaO	12,14	Щелочные металлы	0,74	
MgO	5,57	Золото, г/т	20,2	
$SiO_2$	6,10	Серебро, г/т	78,6	
$AI_2O_3$	1,87	-	-	

Таблица 1 – Химический и пробирный анализы концентрата

Исследования проводились при постоянном перемешивании.

Степень извлечения компонентов из флотоконцентратов во всех опытах устанавливали на основании химического анализа исходного материала и кековыщелачиванием.

В настоящей работе изучено влияние различных факторов в широких интервалах изменения параметров на вскрываемость концентрата месторождения Тарор. Химический состав флотационного золотомедномышьякового концентрата месторождения Тарор, % (мас.): 52,4 г/т Au; 86,7 г/т Ag; 13,6 Cu. В исследованиях использовалась 60 %-ная азотная кислота.

Зависимость степени извлечения меди исследовали при продолжительности процесса до 120 минут, температуре 80 °C, соотношении Т:Ж=1:5 и концентрации азотной кислоты 400 г/дм³ (таблица 2).

Максимальное выщелачивание меди наблюдалось при продолжительности процесса 120 минут, температуре 80  $^{\circ}$ C, соотношении Т:Ж=1:5 и концентрации азотной кислоты 400 г/дм $^{3}$ .

В таблице 2 представлены результаты исследований при различных расходах азотной кислоты, из которой видно, что при концентрации азотной кислоты 400 г/дм<sup>3</sup> наблюдается удовлетворительное вскрытие флотоконцентрата.

N-E 2 D			T
аопина / — везупьтаты из	кучения вышепачивания мели и зог	іота из концентратов месторождения	Lanon
domina 2 1 coynbraid no	у тепии выщема инвании меди и зол	юта по концентратов месторождения	Iupop

No	Продол-	Соотно-	Темпе-	Концент-	Концент	грация в	Сте	пень
$\Pi/\Pi$	житель-	шение Т:Ж	ратура,	рация	растворе, мг/дм <sup>3</sup>		извлечения в	
	ность, мин.		$^{0}\mathrm{C}$	$HNO_{3,}$			расти	вор, %
				$\Gamma/дм^3$	Cu	Au	Cu	Au
1	120	1:5	25	400	10771,2	0,026	39,6	0,2
2	-	-	30	-	13763,2	0,010	50,6	0,1
3	-	-	40	-	16945,6	0,031	62,3	0,3
4	-	-	60	-	23228,8	0,062	85,4	0,6
5	-	-	80	-	26030,4	0,089	95,7	0,8
6	30	1:5	80	400	14796,8	0,000	54,4	0,0
7	60	-	-	-	19393,6	0,010	71,3	0,1
8	100	-	-	-	24371,2	0,026	89,6	0,2
9	120	-	-	-	25948,8	0,042	95,4	0,4
10	160	-	-	-	26057,6	0,062	95,8	0,6
11	120	1:5	80	100	9846,4	0,010	36,2	0,1
12	-	-	-	200	16836,8	0,000	61,9	0,0
13	-	-	-	300	21868,8	0,061	80,4	0,6
14	-	-	-	350	25187,2	0,083	92,6	0,8
15	-	-	-	400	25948,8	0,104	95,4	1,0
16	120	1:3	80	400	13545,6	0,026	49,8	0,2
17	-	1:4	-	-	20563,2	0,032	75,6	0,3
18	-	1:5	-	-	25840,0	0,073	95,0	0,7
19	-	1:6	-	-	25459,2	0,031	93,6	0,3

Кек, полученный после обучения, подвергали цианированию. Извлечение золота после азотнокислого выщелачивания по цианированию составило 82,3-97,6 %.

В условиях Республики Таджикистан применение азотнокислотной технологии переработки золотомышьяковых концентратов может дать значительный экономический эффект и может быть полезным для разработки других мышьяксодержащих руд страны.

На основе разработанной технологии и полученных данных была сделана попытка представить математическую модель процесса азотнокислотного выщелачивания золото-, медьсодержащего концентрата месторождения Тарор.

Одним из методов нахождения неизвестных параметров в эмпирических зависимостях является метод средних. В этом методе необходимо выполнение следующего условия: опытные данные хотя бы для одной переменной должны располагаться в возрастающем или убывающем порядке. При подстановке координаты точек в уравнение, полученные уравнения разбиваются на две группы, отдельно суммируя их, имеем два уравнения. Совместно решая полученные уравнения, находим искомые параметры [6].

Опытные данные (приведённые в таблице 2) подставляем в уравнения.

$$y = \rightarrow x + b \tag{10}$$

где: х – концентрация раствора, мг/дм3, у – степень извлечения в растворе %.

II – группа
$$9846.4 \rightarrow + b = 36.2$$
 $21868.4 \rightarrow + b = 80.4$  $10771.2 \rightarrow + b = 39.6$  $23228.8 \rightarrow + b = 85.4$  $13545.6 \rightarrow + b = 49.8$  $25187.2 \rightarrow + b = 92.6$  $+ 13763.2 \rightarrow + b = 50.6$  $+ 25459.2 \rightarrow + b = 93.6$  $14796.8 \rightarrow + b = 54.4$  $25840.0 \rightarrow + b = 95.0$  $16836.8 \rightarrow + b = 61.9$  $25948.8 \rightarrow + b = 95.4$  $16945.6 \rightarrow + b = 62.3$  $25948.8 \rightarrow + b = 95.4$  $19393.6 \rightarrow + b = 71.3$  $26030.4 \rightarrow + b = 95.7$  $20563.2 \rightarrow + b = 75.6$  $26057.6 \rightarrow + b = 95.8$ 

 $136462.4 \rightarrow +9 \text{ b} = 501.7$   $249940.8 \rightarrow +10 \checkmark = 918.9$ 

Составим систему из полученных уравнений:

$$\begin{cases} 136462.4 \rightarrow +9 \ \checkmark = 501.7 \\ 249940.8 \rightarrow +10 \ \checkmark = 918.9 \end{cases} / \bullet 10$$

Решая их, находим параметры а и в:

$$\begin{cases} -1364624 \rightarrow +90 \ \ \checkmark = 501.7 \\ 2249467.2 \rightarrow +90 \ \ \checkmark = 8270.1 \\ \hline -884843 \rightarrow = -3253.1 \\ a \approx 0.0037 \end{cases}$$

Подставляем значение → в первое уравнение системы:

$$1364624 \cdot 0.0037 + 90$$
 = 5017

или

$$5049,1088 + 90 \checkmark = 5017$$

или

$$90 \Psi = -32,1088$$

Отсюда имеем

$$\Psi = -0.3568$$

Таким образом, подставляя значения  $\rightarrow$  и  $\checkmark$  в уравнения (11), получим эмпирическую формулу вида: y = 0.0037x - 0.3568 (11)

Для нахождения процентного отклонения воспользуемся выражением

$$(y_{\text{выч.}} - y_{\text{опыт.}}) \cdot \frac{100\%}{y_{\text{опыт.}}}$$
 (12)

Из полученной формулы (11) по заданным значениям  $(x_i)$  находим  $(y_{\text{выч.}})$  и по равенству (12) определим процентные отклонения, приведенные в следующей таблице.

Таблица 3. Результаты процентного отклонения

	таблица 5. гезультаты процентного отклонения						
$x_i$	9846.4	10771.2	13545.6	13763.2	14796.8	16836.8	-
Увыч	36.0749	39.4966	49.7619	50.567	54.3914	61.9394	-
% откл.	-4.5	-4.1	-0.08	-0.06	-0.02	+0.06	-
$x_i$	16945.6	19393.6	20563.2	21868.8	23228.8	24371.2	-
Увыч	62.3419	71.3995	75.727	80.5577	85.9466	89.8166	-
% откл.	+0.07	+0.14	+0.17	+0.2	+0.64	+0.21	-
$x_i$	25187.2	25459.2	25840.0	25948.8	23228.8	26030.4	26057.6
Увыч	92.8358	93.8422	95.2512	95.6538	95.6538	95.9557	96.0563
% откл.	+0.25	+0.26	+0.26	+0.27	+0.27	+0.27	-0.27

Итак, среднее квадратическое отклонение от истинных значений равно

$$\sigma = \frac{1}{19} \left[ -4.5 + /-4.1 /+/-0.08 /+/-0.06 /+/-0.02 /+0.06 + 0.07 + 0.14 + 0.17 + 0.2 + 0.64 + 0.07 + 0.08 /+/-0.08 /+-0.08 /$$

$$0.24 + 0.25 + 0.26 + 0.26 + 0.27 + 0.27 + 0.27 + |-0.27| = \frac{1}{19} \cdot 12.13 \approx 0.64.$$

Отсюда, можно сделать вывод о том, что выводная эмпирическая формула очень хорошо описывает данные опытов.

Рассмотрим множественную регрессию вида:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n, \tag{13}$$

где: у — зависимая переменная,  $x_1, x_2, \dots, x_n$ — независимые переменные,  $a_0, a_1, \dots, a_n$ — коэффициенты уравнения.

Уравнения (13) используются для восстановления зависимости у от факторов  $x_1, x_2, ..., x_n$ . Для вычисления коэффициентов  $a_0, a_1, ..., a_n$  используется метод наименьших квадратов [1], т.е. задача минилизации функции многих переменных.

$$f(a_0, a_1, \dots, a_n) = \sum_{i=1}^n (a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n - y_i) \to min$$

Находя производные функции f по  $a_i(i=\overline{0,n})$ , находим:

$$\begin{cases} \frac{\delta f}{\delta a_0} = 2\sum_{i=1}^n (a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n - y) = 0, \\ \frac{\delta f}{\delta a_1} = 2\sum_{i=1}^n (a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n - y) x_1 = 0, \\ \frac{\delta f}{\delta a_n} = 2\sum_{i=1}^n (a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n - y) x_n = 0, \end{cases}$$
(14)

Производя математические вычисления, получим следующую:

$$\text{CHCTEMY:} \begin{cases} a_0\,N + a_1\,\sum_{i=1}^n x_1 + a_2\,\sum_{i=1}^n x_2 + \dots + a_n\sum_{i=1}^n x_n = \sum y,\\ a_0\,\sum_{i=1}^n x_1 + a_1\,\sum_{i=1}^n x_1^2 + a_2\,\sum_{i=1}^n x_1x_2 + \dots + a_n\sum_{i=1}^n x_1x_n = \sum_{i=1}^n x_1y\\ a_0\,\sum_{i=1}^n x_2 + a_1\,\sum_{i=1}^n x_1x_2 + a_2\,\sum_{i=1}^n x_2^2 + \dots + a_n\sum_{i=1}^n x_2x_n = \sum_{i=1}^n x_2y\\ a_0\,\sum_{i=1}^n x_n + a_1\,\sum_{i=1}^n x_1x_n + a_2\,\sum_{i=1}^n x_2x_n + \dots + a_n\sum_{i=1}^n x_n^2 = \sum_{i=1}^n x_ny \end{cases}$$

Таким образом, имеем систему (n + 1) уравнений с (n + 1) неизвестными  $(a_0, a_1, +, a_n)$ 

Решая систему (14), например методами Гаусса или Кромера, находим искомые коэффициенты  $a_0, a_1, a_2, + \cdots + a_n$ .

Используя полученные нами результаты выщелачивания меди из концентрата месторождения Тарор (таблицы 6), установим зависимости степени извлечения в растворе (y, %) от времени продолжительности  $(x_1, \text{мин})$ , температуры  $(x_2, \text{градус цельсии})$  и концентрации в растворе  $(x_3, \text{мг/дм}^3)$ . Согласно приведённой методике для составления уравнений системы (15) выполним вспомогательные расчёты:

 $N_{\underline{0}}$  $x_1 \cdot y$  $x_2 \cdot y$  $x_3^2$  $x_2 \cdot x_3$  $x_1$  $x_2$  $x_3$ y  $x_3 \cdot y$  $\chi_1^2$  $x_1 \cdot x_2$  $x_1 \cdot x_3$ 39.6 50.6 62.3 85.4 95.7 54.4 71.3 89.6 95.4 95.8 36.2 61.9 80.4 92.6 95.4 49.8 75.6 95.0 93.6 1420.6 

Таблица 4. Результаты вспомогательного расчёта

Используя результаты таблицы, составим систему уравнений вида:

$$\begin{cases} 19a_0 + 2150a_1 + 1355a_2 + 6950a_3 = 1420,6, \\ 2150a_0 + 256100a_1 + 152200a_2 + 782000a_3 = 163338, \\ 1355a_0 + 152000a_1 + 102725a_2 + 490000a_3 = 104740, \\ 6950a_0 + 782000a_1 + 490000a_2 + 2662500a_3 = 532330 \end{cases}$$
 (15)

Решая систему метода Крамера (по стандартной программе), находим коэффициенты.

$$a_0 = -723403$$
;  $a_1 = 0.32247$ ;  $a_2 = 0.76465$ ;  $a_3 = 0.15333$ .

Таким образом, уравнение связи выражается следующим образом:

$$y = -723403 + 0.32247x_1 + 0.76465x_2 + 0.15333x_3$$

#### Заключение

Нами изучены основные кинетические закономерности азотнокислотного разложения флотационного концентрата месторождения Тарор. Найдены оптимальные условия вскрытия золото-, медьсодержащих концентратов азотной кислотой: концентрация азотной кислоты  $-400 \, \mathrm{г/дm^3}$ ; продолжительность процесса  $-120 \, \mathrm{мин}$ ; соотношение Т:Ж = 1:5; температура процесса  $-80 \, \mathrm{^{0}C}$ . Разработана математическая модель процесса азотнокислотного выщелачивания золото-, медьсодержащих концентратов, которая позволит прогнозировать и контролировать технологические параметры процесса.

Рецензент: Рузиев Дж.Р. — д.т.н., профессор қафедры приқладной химии ЛІНУ.

#### Литература

- 1. Солехова, Г.Н. Технологические основы переработки золото-, медьсодержащих руд Тарорского месторождения / Г.Н. Солехова, Ш.Р. Самихов // Вестник ТНУ. Серия естественных наук. -2023, № 1. С. 289-302.
- 2. Zinchenko, Z.A. Researches of processing technology of flotation tailing of Sb-Hg goldcontaining ore of Jijicrut deposit / Z.A. Zinchenko, I.A. Tuymin, M.S. Ismailova, Sh.R. Samikhov // Proceedings of the XI National conference. Bulgaria. Varna, June 19-23. 2011. Pp.72-79.
- 3. Самихов, Ш.Р. Научные основы технологии переработки упорных и бедных золотосодержащих руд Таджикистана: дис. . . . д-ра тех. наук: 05.17.01 / Ш.Р. Самихов. Душанбе, 2018. 315 с.
- 4. Успенский, Я.В. Перспективы применения гидросульфатизации азотной кислотой для вскрытия сульфидных концентратов / Я.В. Успенский, Е.Л. Попов, А.К. Кунбазаров и [др.] // М: ВИЭМС 1976. С. 17.
- 5. Самихов, III.Р. Исследования по выщелачиванию сульфидов из флотационного концентрата растворами азотной кислоты / III.Р. Самихов, Х.А. Махмудов, О.М. Бобомуродов // Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов». Иркутск, ИНИТУ, 2017. С. 83-86.
  - 6. Амонуллоев, А., Шерматов Н. Омори математикі (Математическая статистика). Душанбе: Сино, 2014.

## МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Солехова Гулру Нуралиевна	Солехова Гулру Нуралиевна	Solehova Gulru Nuralievna
ассистенти кафедраи	ассистент кафедры технологии	assistant of the Department of
технологияи истехсолоти химиявй	химического производства,	Technology of Ĉhemical Production,
Донишгохи миллии Точикистон	Таджикский национальный Университет	Tajik national University
	E-mail: gulru-83@mail.ru	
TJ	RU	EN
Самихов Шонавруз Рахимович	Самихов Шонавруз Рахимович	Samikhov Shonavruz Rakhimovich
д.и.т., профессори кафедраи	д.т.н., профессор кафедры	Doctor of Technical Sciences, Head
технологияи истехсолоти химиявӣ	технологии химического производства	of the Department of technology of chemical industry
Донишгохи миллии Точикистон	Таджикский национальный	Tajik national University
	Университет	
TJ	RU	EN
Шерматов Нурмахмад	Шерматов Нурмахмад	Shermatov Nurmahmad
д.и.т., профессори кафедраи	д.т.н., профессор кафедры	Doctor of Technical Sciences,
математикаи хисоббарорй ва	вычислительной математики и	Professor of the, Department of
механика.	механики.	Professor of the, Department of Computational Mathematics and Mechanics.
Донишгоҳи миллии Точикистон	Таджикский национальный Университет	Tajik national University

УДК 547

# ТАХЛИЛИ СИФАТЙ ВА МИКДОРИИ КИСЛОТАХОИ ТАРКИБИ НАМУНАХОИ ТАХКИКШАВАНДАИ РАВҒАНИ ЗАҒИР

Р.Ч. Чурахонзода, Ф.Х. Назаров, Т.М. Махмудзода

Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С.Осимй

Барои муайян намудани кислотаҳои таркиби равғани зағир тухми зағире, ки пас аз марҳилаи пурра пухтарасиаш ҷамъовари карда шуда барои муайян намудани кислотаҳои чарбии равғани зағир равғани таҳлилшаванда пеш аз таҳлили хроматографй дар осиёби лабораторй майда карда шуд, пас бо ҳалкунандаҳои органикй экстраксияи гарм карда шуд. Барои аз таркиби равғани зағир чудо намудани хлороформ экстракти ҳосилкардашуда дар дастгоҳи ротори буҳоркунанда буғронй карда, равғани зағири чудокардашуда дар киф бо истифода аз маҳлули обии 0,2н КОН экстраксияи хунук карда шуд, ки дар натича кислотаҳои озод ва фенолҳои таркиби равған ба намакҳои худ табдил ёфта дар об ҳалшаванда гардиданд. Пас аз ичрои ин амал ба омехтаи реаксиони хлороформ илова гардида, он дар кифи чудокунак экстраксия мегардад, ки дар натича экстракт ба қисми хлороформй ва обй чудо мешавад. Глисеридҳои таркиби равғани зағир, ки дар кисми органикии экстракт боқи мемонанд аз хлороформи истифодашуда тавасути буғронй чудо намуда, хушконида шуд. Сипас ин глисеридҳоро ба эфирҳои метилии худ табдил дода ба таҳлили хроматографй омода намудем. Идентификатсияи кислотаҳои калонмолекулаи чарбии таркиби намунаҳои таҳлилшавандаи равғани зағир дар асоси маълумотҳои пойгоҳи спектралии NIST 05 амали карда шуданд.

**Калидвожахо**: кислотахои равганй, равгани загир, тухми загир, экстраксияи гарм, ҳалкунандаҳои органикй, хлороформ, глитсеридҳо, таҳлили хроматографй.

## КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ КИСЛОТНОГО СОСТАВА ИССЛЕДУЕМЫХ ОБРАЗЦОВ ЗАГИРНОГО МАСЛА

#### Р.Дж. Джурахонзода, Ф.Х. Назаров, Т.М. Махмудзода

Для определения жирных кислот загирного масла семена загира, собранные после стадии полного созревания, для определения жирных кислот загирного масла перед хроматографическим анализом анализируемое масло измельчили в лабораторной мельнице, затем провели горячую экстракцию органическими растворителями. Для отделения хлороформенного экстракта от загирного масла экстрагированный хлороформ упаривали в ротационном испарителе, а отделенное загирного масло охладили в воронке водным раствором 0,2 Н КОН, в результате чего свободные кислоты и фенолы в масле превратились в их соли и стали растворимы в воде. После совершения этого действия к реакционной смеси добавили хлороформ и экстрагировали, используя делительную воронку экстракт разделили на хлороформную часть и водную. Глицериды загирного масла, оставшиеся в органической части экстракта, отделили от использованного хлороформа выпариванием и высушили. Затем мы превратили эти глицериды в их метиловые эфиры и подготовили к хроматографическому анализу. Идентификацию высокомолекулярных жирных кислот в анализируемых образцах загирного масла проводили на основании данных спектральной базы данных NIST 05.

**Ключевые слова**: жирные кислоты, загирное масло, семена загира, горячая экстракция, органические растворители, хлороформ, глицериды, хроматографический анализ.

### QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE ACIDS COMPOSITION OF THE STUDYED SAMPLES OF BOIL OIL

#### R.J. Jurakhonzoda, F.Kh. Nazarov, T.M. Mahmudzoda

To determine the fatty acids of zagir oil, zagir seeds collected after the full ripening stage, to determine the fatty acids of zagir oil, before chromatographic analysis, the analyzed oil was ground in a laboratory mill, then hot extraction was carried out with organic solvents. To separate the chloroform extract from the zagir oil, the extracted chloroform was evaporated in a rotary evaporator, and the separated zagir oil was cooled in a funnel with an aqueous solution of 0.2 N KOH, as a result of which the free acids and phenols in the oil were converted into their salts and became soluble in water. After this action was completed, chloroform was added to the reaction mixture and extracted using a separatory funnel, the extract was divided into the chloroform part and the aqueous part. The glycerides of the zagir oil remaining in the organic part of the extract were separated from the used chloroform by evaporation and dried. We then converted these glycerides into their methyl esters and prepared them for chromatographic analysis. Identification of high molecular weight fatty acids in the analyzed samples of sour oil was carried out based on data from the NIST 05 spectral database.

Key words: fatty acids, zagir oil, zagir seeds, hot extraction, organic solvents, chloroform, glycerides, chromatographic analysis.

Кислотахои калонмолекулаи органикй ахамияти калони саноатиро доро мебошанд. Дар асоси кислотахои калонмолекулаи органикй истехсол гардидани собунхо, мавод ва махсулоти атриётй, истехсоли доруворихо, хосил намудани эфирхои мураккаб, сузишворихои алтернативи аз мубрамияти мавзуъи пажухиш ва тахкики ин пайвастагихо дар таркиби растанихо гувохи медихад.

Барои муайян намудани кислотахои чарбии таркиби равғани зағир тухми зағире, ки пас аз марҳилаи пурра пухтарасиаш аз минтақаи Фахрободи ноҳияи Хуросони вилояти Хатлони Ҷумҳурии Тоҷикистон чамъовари гардидааст интихоб карда шуд.

Барои муаян намудани кислотахои чарбии равғани зағир равғани таҳлилшаванда пеш аз таҳлили хроматографӣ коркарди махсус карда шуд.

Техника ва технологияи коркарди равғани зағир дар расми 1 пешниход гардидааст.



Расми 1 - Техника ва технологияи омода намудани равғани зағир бо тахлили хроматографй.

Чи тавре, ки аз тахлили технологияи коркардгардида, ки дар расми 1 пешниход гардидааст бармеояд тухми интихобнамуда пас аз хушконидан дар осиёби лаборатори хока карда мешавад. Зағири хокакардашударо ба халтачаҳои махсус гузаронида, дар дастгоҳи Сокслет бо хлороформи ба тозаги буғронишуда экстраксия карда мешавад.

Барои аз таркиби равғани зағир чудо намудани хлороформ экстракти ҳосилкардашуда дар дастгоҳи ротори буҳоркунанда буғронй карда мешавад. Пас аз ичрои ин амал равғани зағири чудокардашуда дар қиф бо истифода аз маҳлули обии 0,2н КОН экстраксияи хунук карда мешавад, ки дар натича кислотаҳои озод ва фенолҳои таркиби равған ба намакҳои худ табдил ёфта дар об ҳалшаванда мегарданд.

Пас аз ичрои ин амал ба омехтаи реаксиони хлороформ илова гардида, он дар кифи чудокунак экстраксия мегардад, ки дар натича экстракт ба кисми хлороформи ва оби чудо мешавад.

Экстраксияи такрории омехтаи реаксионии ба он мусоидат менамояд, ки липидхои нейтралии марбут ба равғани зағир ба қисми хлороформии экстракт ҳосилкардашуда гузашта, намакҳои калигии кислотаҳои калонмолекулаи чарбй ва фенолиятҳо дар қисми обй боқй мемонанд.

Глисеридҳои таркиби равғани зағир, ки дар қисми органикии экстракт боқи мемонанд аз хлороформи истифодашуда тавасути буғронй чудо намуда, хушконида шуд. Сипас ин глисеридҳоро ба эфирҳои метилии худ табдил дода ба таҳлили хроматографй омода намудем. Таҳлили миқдории кислотаиҳои чарбии таркиби равғани зағир бо усули хроматографияи газй амали карда шуд. Таҳлили хроматографй дар дастгоҳи Shimadzu QP 2010 Plus истеҳсоли давлати ИМА, ки бо калонкаи AT5MS (30 м × 0,32 мм × 0,25 мкм) мучаҳазонида шудааст, гузаронида шуд. Таҳқиқоти мазкур дар пойгоҳи Маркази тадқиқотии байнисоҳавии Донишгоҳи илмҳои табиатшиносии ба номи "Шоҳ Майкли І" шаҳри Тимишоараи давлати Руминия дар ҳамкори бо олимони соҳа гузаронида шуд.

Намунаҳои таҳлилшавандаи равғани зағир бо истифода аз маҳлули 2М ҳидроксиди калийи дар метанол таёркардашуда гидролиз карда шуданд.

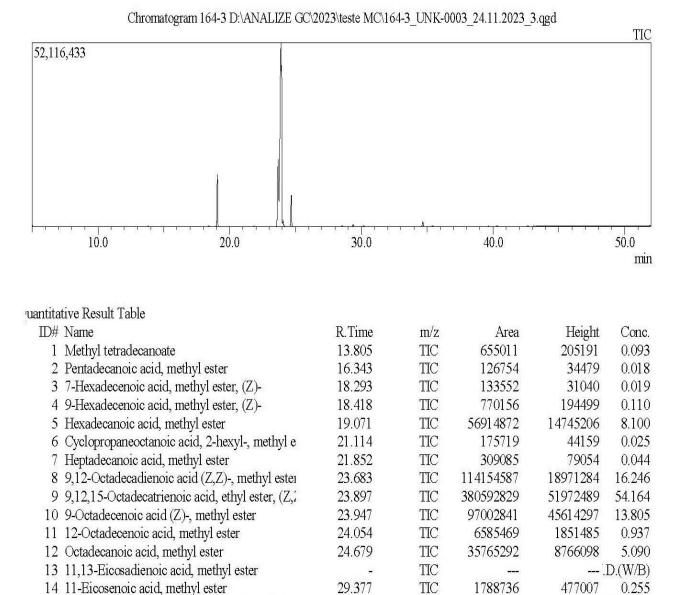
Дар ичрои ин амал аз ҳар кадом намунаи таҳлилшавандаи равғани зағир ба миқдори 0,01 мл гирифта онро дар 0,4 мл маҳлули 2М ҳидроксиди калийи дар метанол таёркардашуда ҳал намуда сипас ба омеҳтаи реаксиони 4 мл гексан илова карда мудати 5 дакика тавасути истифодаи омеҳтакунаки магнити омезиш додем. Баъд аз 10 даҳиҳаи ичрои ин амал ба омеҳтаи таёркардашуда 0,5 г гидросулфати калий илова карда намуда мудати 15 даҳиҳа сентрофуга намудем. Сентрафугакунони бо суръати 3000 гардиш (чарҳзанй) дар як даҳиҳа амали карда шуд. Пас аз ичрои ин амал аз намунаҳои таҳлилшаванда ба миҳдори 1мл гирифта таҳлили хроматографи намудем.

Дар ин чо қайд намудан ба маврид аст, ки дар таҳлили хроматографияи газии намунаҳои таҳқиқшавандаи равғани зағир ба ҳайси фазаи ҳаракаткунандаи хроматографи гази гелий интихоб гардидааст. Суръати ҳаракати гелий дар калонкаи хроматографияи газй 1,81 мл дақиқаро бо таносуби тақсимшавй 1:50 ташкил дод.

Харорати калонкаи хроматографиро муддати 2 дақиқа дар харорати  $100\,^\circ$  C нигох дошта шуд ва пас аз он градиент аз  $8\,^\circ$  C / дақиқа то  $180\,^\circ$  C,  $3\,^\circ$  C / дақиқа то  $280\,^\circ$  Ba  $10\,^\circ$  C / дақиқа то  $300\,^\circ$  C зиёд карда шуд.

Хангоми тахлили хроматограф $\bar{u}$  харорати индексион $\bar{u}$  дар холигии найчаи хроматограф $\bar{u}$  ба 250  $^{\circ}$  С ва харорат дар манбаи ионхо ва харорати интерфейси GC-MS ба 210  $^{\circ}$  С ва 255  $^{\circ}$  С буд.

Идентификатсияи кислотахои калонмолекулаи чарбии таркиби намунахои тахлилшавандаи равғани зағир дар асоси маълумотхои пойгохи спектралии NIST 05 амали карда шуданд. Барои дақиқ муайян намудани ғализати кислотахои идинтификатсия кардашуда дар таркиби намунахои таҳқиқшавандаи равғани зағир ҳама таҳлилҳо се маротиба гузаронида шуд. Натиҷаҳои таҳлил дар расмҳои 2-4 пешниҳод гардидааанд.



Расми 2 — Хроматограмаи кислотахои калонмолекулаи чарбии таркиби намунаи равғани зағир, ки бо усули цабиш дар холати истифодаи пояи он чудо карда шудааст.

30.174

34.671

35.404

39.656

40.308

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

TIC

945022

5232420

933144

87289

488328

-- .D.(W/B)

239791

1244685

226437

121319

25244

0.134

0.745

0.133

0.012

0.069

15 Cyclopropaneoctanoic acid, 2-hexyl-, methyl e

16 Eicosanoic acid, methyl ester

18 Docosanoic acid, methyl ester

20 Tetracosanoic acid, methyl ester

17 13-Docosenoic acid, methyl ester, (Z)-

19 15-Tetracosenoic acid, methyl ester, (Z)-

	Chromatogram 164-1 D:\ANALIZE GC\2023\teste MC\164-1_UNK-0001_24.11.2023_2.qgd					
17.7	36,976					TIC
47,7	10.00 20.00 10.00 20.00 10	30.0	25.402	9918 9918 9918 9918 9918 9918 9918 9918		50.0
						min
	tive Result Table					
	Name	R.Time	m/z	Area	Height	Conc.
1	Methyl tetradecanoate	13.808	TIC	256758	77273	0.040
2	Pentadecanoic acid, methyl ester	16.347	TIC	120846	30958	0.019
3	7-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)-	18.297	TIC	124147	28612	0.019
4	9-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)-	18.420	TIC	535360	126886	0.084
5	Hexadecanoic acid, methyl ester	19.069	TIC	38403681	10469082	5.995
6	Cyclopropaneoctanoic acid, 2-hexyl-, methyl e	21.120	TIC	148880	36539	0.023
7	Heptadecanoic acid, methyl ester	21.855	TIC	253016	61401	0.039
8	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester	23.675	TIC	107296994	19224460	16.751
9	9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester, (Z,1	23.875	TIC	309208914	47607951	48.272
10	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester	23.933	TIC	95744334	39504496	14.947
11	12-Octadecenoic acid, methyl ester	24.048	TIC	5691301	1641480	0.889
12	Octadecanoic acid, methyl ester	24.683	TIC	34094393	8283320	5.323
13	11,13-Eicosadienoic acid, methyl ester	29.198	TIC	277069	78893	0.043
14	11-Eicosenoic acid, methyl ester	29.387	TIC	8069915	1872714	1.260
15	Cyclopropaneoctanoic acid, 2-hexyl-, methyl e	29.572	TIC	513821	127475	0.080
16	Eicosanoic acid, methyl ester	30.176	TIC	1100510	289478	0.172
17	13-Docosenoic acid, methyl ester, (Z)-	34.684	TIC	36548617	8594480	5.706
18		35.402	TIC	1020454	270681	0.159
19	15-Tetracosenoic acid, methyl ester, (Z)-	39.654	TIC	683614	198969	0.107
20		40.316	TIC	457775	120860	0.071

Расми 3 – Хроматограмаи кислотахои калонмолекулаи чарбии таркиби намунаи равғани зағир, ки бо усули чабиш дар ҳолати истифодаи пояи он чудо карда шудааст

Chromatogram 164-2 D:\ANALIZE GC\2023\teste MC\164-2 UNK-0002 24.11.2023 3.qgd TIC 51,618,051 10.0 20.0 30.0 40.0 50.0 min Quantitative Result Table ID# Name R.Time m/z Area Height Conc. 1 Methyl tetradecanoate TIC 169611 13.808 537424 0.083 2 Pentadecanoic acid, methyl ester 16.350 TIC 110722 29644 0.017 3 7-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)-TIC 105666 24690 18.295 0.016 4 9-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)-TIC 646957 155847 18.423 0.100 5 Hexadecanoic acid, methyl ester 19.076 TIC 51987540 14063580 8.051 6 Cyclopropaneoctanoic acid, 2-hexyl-, methyl e TIC 145940 21.122 38484 0.0237 Heptadecanoic acid, methyl ester 21.855 TIC 288095 69355 0.045 8 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester 23.684 TIC 103701921 18160106 16.060 9 9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester, (Z,1 23.892 TIC 340586157 51529658 52.745 10 9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester 23.940 TIC 99932491 43019047 15.476 11 12-Octadecenoic acid, methyl ester TIC 24.055 6491922 1678613 1.005 32178772 12 Octadecanoic acid, methyl ester 24.680 TIC 7849064 4.983 13 11,13-Eicosadienoic acid, methyl ester 29.193 TIC 107797 31355 0.017 14 11-Eicosenoic acid, methyl ester 29.379 TIC 2924575 631060 0.453 15 Cyclopropaneoctanoic acid, 2-hexyl-, methyl e TIC --- D.(W/B) 16 Eicosanoic acid, methyl ester TIC 997042 250819 0.154 30.176 17 13-Docosenoic acid, methyl ester, (Z)-34.673 TIC 3721734 947112 0.576 18 Docosanoic acid, methyl ester 35.401 TIC 761838 193016 0.118 19 15-Tetracosenoic acid, methyl ester, (Z)-39.657 TIC 94938 27400 0.015 TIC 96549 20 Tetracosanoic acid, methyl ester 40.310 396206 0.061

Расми 4 - Хроматограмаи кислотахои калонмолекулаи чарбии таркиби намунаи равғани зағир, ки бо усули чабиш дар ҳолати истифодаи пояи он чудо карда шудааст

Дар ин чо қайд намудан ба маврид аст, ки дар таҳлили хроматографии гази натичагири аз руйи масоҳати умумии қуллаҳои хроматографии пайдогардида (консентратсияи умуми кислотаҳои чудокардашуда) дар муқоиса ба масоҳати ҳар як қуллаи хроматографи (ғализати ҳар кадом кислотаи чарбии идентификатсияшуда) кислотаҳои бо истифодаи формулаи зерин муайян карда шуд:

$$x = (S_i \sum_{i=1}^n S_i) \cdot 100$$

Дар формула: X — микдори кислотаи пайвасти таркиби глисеридхо, S;  $\sum_{i=1}^n S_i$  — суммаи масохати қулахои хроматографии пайдогардида, мм²;  $S_i$  — масохати як қула(ғализати хар кадом кислотаи чарбии идентификатсияшуда), мм²

Аз натичахои тахлили хроматографии равғани зағир, ки дар расмхои 2-4 пешниход шудааст бармеояд, ки аз таркиби ин равғани таҳқиқшаванда 20 номгуи кислотаҳои калонмолекулаи чарби идентификатсия карда шудааст. Маълум гардид, ки асоси глисеридҳои таркиби равғани зағирро кислотаҳои носери линолат, олеинат ва линолеат ташкил медиҳад.

#### Адабиёт

- 1. Иброгимов Д.Э. Масличность генотипов семян хлопчатника сортов Фаргона-3, Мехргон и L-53 / Д.Э. Иброгимов, Г. Камолов, А.Х. Зумратов, И.Э. Ибрагимов // Материалы II- Международной научно-практической конфренции «Перспективы развития науки и образования в XXI веке», посвященная 50-летию ТТУ им. акад. М.С. Осими. –Душанбе: ТТУ им. акад М.С. Осими, 2006.—С.135-138.
- 2. Иброгимов Д.Э. Определения свободных кислот в состав экстрактах растений и липиды/ Д.Э. Иброгимов А.Х. Зумратов, Ф.А. Ибрагимов // Материалы научно-теоретической конференции молодые ученные, посвященной 1150-летию Абуабдуллои Рудаки. Душанбе: Дониш, 2008. С.85-89.
- 3. Иброгимов Д.Э. Хроматографическая характеристика флаваноидов семян Bunium persicum [Текст] / Д.Э. Иброгимов, Ш.Х. Усмонова // Вестник Авицены. Душанбе: ТГМУ им. Абуали ибни Сино, 2010, т.2, №3. –С.123-126.
  - 4. Кейтс M. Техника липодологии. M.: Мир, 1975. –264 с.
- 5. Копейковский В.М., Костенко В.К. Влияние режимов тепловой сушки семян подсолнечника на качество масла // Известия вузов. Пищевая технология. КИПП. 1962. № 4. С. 72-76. Копейковский В.М., Гарбузова Г.И., Рязанцева М.И. Влияние температуры на качественную сохранность высушенных семян // МЖП. —Пищепромиздат, 1963,№ 1.
- 6. Копейковский В.М., Костенко В.К. Изменение кислотного числа масла семян подсолнечника высокомасличных сортов в процессе сушки // МЖП. –Пищепромиздат, 1962,№ 3. С. 12-17.
  - 7. Кретович В.Л. Щальца К.Ф. Биохимия растений. -М.: «Высшая школа», 1980. 445 с.
  - 8. Кретович В.Л. Методы современной биохимии.-М.:Наука, 1975.-176с.
- 9. Лисицын, А.Н. Развитие теоретических основ процесса окисления растительных масел и разработка рекомендаций по повышению их стабильности к окислению : автореф. дис. на ... д-ра техн. наук / А.Н. Лисицын. Краснодар, 2006. 36 с.
- 10. Ловачев Л.Н., Хомутов Ю.С., Колесник Ю.С. К вопросу определения степени окислительных превращений в пищевых жирах.
- 11. Морозова Т.Б. Изучение изменений состава и свойств подсолнечных масел в ходе их получения и длительного хранения. –ЛІ, 1978. Дис. . канд. техн. наук. 151 с.

## МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Чурахонзода Рауф Чурахон	Джурахонзода Рауф Джурахон	Jurakhonzoda Rauf Jurakhon
K.T.H.	н.и.т.	Candidate of technical sciences
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осими	Таджикский технический университет имени акажемика М.С. Осими	Tajik technical University by name of academic M.S. Osimy
	E-mail: raufjurakhon@gmail.com	
TJ	RU	EN
Назаров Фирдавс Хоркашевич	Назаров Фирдавс Хоркашевич	Nazarov Firdavs Khorkashevich
унвонцу	соискатель	degree applicant
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осими	Таджикский технический университет имени акажемика М.С. Осими	Tajik technical University by name of academic M.S. Osimy
	E-mail: n.firdavs1987@gmail.com	
TJ	RU	EN
Махмудзода Тахмина Муминчон	Махмудзода Тахмина Муминджон	Mahmudzoda Tahmina Muminjon
к.т.н.	н.и.т.	Candidate of technical sciences
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осими	Таджикский технический университет имени акажемика М.С. Осими	Tajik technical University by name of academic M.S. Osimy
	E-mail: Poshokulzoda91 @mail.ru	

### НАКЛИЁТ - ТРАНСПОРТ - TRANSPORT

УДК 621.892.28

# УСУЛИ ТАХКИКИ МУТОБИКАТИ АВТОМОБИЛХО БАРОИ ИСТИФОДАБАРЙ ДАР ШАРОИТХОИ ЭКСТРЕМАЛЙ

#### Р.А. Давлатшоев, Б.Ж. Мажитов

Донишгохи техникии Точикистон ба номи акад. М.С.Осимй

Дар мақола усули мушаххаси баҳодиҳии миқдории сатҳи мутобиқатии ВНА барои истифодабарй дар шароити экстремалй дар мисоли шароити душвори куҳй пешниҳод карда шудааст.

Ба сифати меъёрхои (омилхои) муносибгардонй ва баходихии мутобикати воситахои наклиёт ба шароити корй нишондихандахои чудогонаи хосиятхои истифодабарии он кабул гардидаанд, ки вохидхои ченкунй ва хосиятхои физикавии гуногун доранд. Дар робита ба ин, механизми мувофикгардоние коркард гардидааст, ки имконияти ба назар гирифтани ин хусусиятхоро дошта, халли масъалаи бисёромилии мазкурро дастрас менамояд.

Татбики усули пешниходшуда дар мисоли баходихии дарачаи мутобикати системаи боздории автомобилхо ба шароити истифодабарии кухсор ва суръати хунукшавии батареяхои аккумулятори дар шароити иклими хушку гарм нишон дода шудааст.

Қонуниятҳои муқарраршуда барои бо роҳҳои истеҳсолию теҳнологи ва истифодабари баланд бардоштан ва муайян намудани дарачаи мутобиқати автомобилҳо ба шароити муайяни истифодабари мусоидат менамоянд.

Калимахои калиди: мутобиқат, автомобил, нақлиёт, истифодабари, кухсор.

#### МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

#### Р.А. Давлатшоев, Б.Ж. Мажитов

В статье представлен метод количественной оценки уровня приспособленности конкретного АТС для использования в экстремальных условиях на примере сложных горных условий.

В качестве критериев оптимизации и оценки приспособленности автотранспортных средств к условиям эксплуатации выступают показатели эксплуатационных свойств, которые имеют различную размерность и физическую природу. В связи с этим, разработана методика оптимизации, дающая возможность учесть эту специфику и решить поставленную многокритериальную задачу.

В работе создана методика количественной оценки уровня приспособленности по выбранным характеристикам (признакам). Разработанная методика проиллюстрирована на примере оценки приспособленности АТС к горным условиям эксплуатации по тормозной динамике и по темпу охлаждения аккумуляторных батарей.

Установленные закономерности позволяют улучшить степень приспособленности автомобилей к экстремальным условиям эксплуатации за счет принятии конструкторско-технологических и эксплуатационных мероприятий, а также определить степень пригодности транспортных средств к определенным условиям эксплуатации.

Ключевые слова: приспособленность, автомобиль, транспорт, эксплуатация, высокогорье.

# VEHICLE COMPATIBILITY INVESTIGATION METHOD FOR USE IN EXTREME CONDITIONS R.A. Davlatshoev, B.J. Majidov

The article presents a method for quantitatively assessing the level of adaptability of a particular vehicle for use in extreme conditions using the example of difficult mountain conditions.

The criteria for optimizing and assessing the suitability of vehicles to operating conditions are indicators of operational properties, which have different dimensions and physical nature. In this regard, an optimization technique has been developed that makes it possible to take into account this specificity and solve the posed multicriteria problem.

The work created a method for quantitative assessment of the level of adaptability based on selected characteristics (signs). The developed methodology is illustrated by the example of assessing the adaptability of a vehicle to mountain operating conditions based on braking dynamics and the rate of cooling of batteries.

The established patterns make it possible to improve the degree of adaptability of vehicles to extreme operating conditions through the adoption of design, technological and operational measures, as well as to determine the degree of suitability of vehicles for certain operating conditions.

Key words: compatibility, car, transport, operation, highlands.

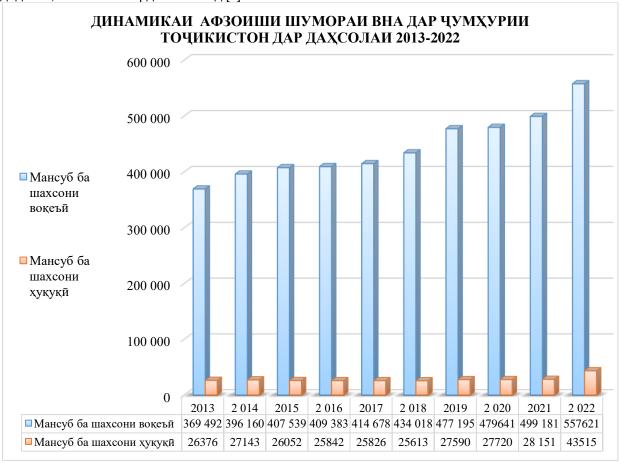
#### Муқаддима

Аз руйи таснифоти чуғрофи чумхурии Точикистон ҳамчун мамлакати куҳсор ба ҳисоб меравад, ки ҳудуди он аз сатҳи баҳр дар баландиҳои аз 300 то 7495 м чойгир шудааст. Дар баробари ин зиёда аз 93% масоҳати чумҳури дар системаи қаторкуҳҳои Тиён-Шон ва Помир воҳеъ гардида, ҳариб нисфи масоҳати он дар баландиҳои зиёда аз 3000 м аз сатҳи баҳр чойгир мебошад.

Дар чунин шароити тавсифгардида танҳо нақлиёти автомобилӣ метавонад талаботро дар самти интиқоли бору мусофирон пурсамар амалӣ намояд. Тараққӣ ва вусъат додан, инчунин самаранок истифода намудани дигар намудҳои нақлиёт дар чунин шароит душвор ва ҳатто дар аксар ҳолатҳо имконнопазир мебошад. Ин омилҳо боис гардидаанд, ки дар солҳои охир теъдоди нақлиёти автомобилӣ дар қаламрави чумҳурӣ бошиддат зиёд шуда истодааст (расми 1 ва ҷадвали 1).

Чун аз чадвали 1 дида мешавад, парки автомобилй дар минтақахои гуногуни чумхурй нобаробар тақсим шуда, модел ва тамғахои гуногунро дар бар гирифтааст. Маълумоти оморй нишон медихад, ки дар солхои охир таркиби парки автомобилии чумхуриро бештар автомобилхои истехсоли хоричй ташкил

медиханд. Аз тарафи дигар, дар солхои охир парки автомобилии кишвар нисбатан симои нав гирифтааст. Дар ин баробар таносуби шумораи воситахои наклиёти шахсони хукукй нисбат ба воситаи наклиёти шахсони вокей хеле кам шудааст, ки инро пеш аз хама ба бехтаршавии вазъи иктисодии ахолй рабт намудан мумкин аст, вале аз тарафи дигар ин метавонад сабаби пайдо гардидани шахсони тасодуфй ва дорои тачрибаи ками ронандагй дар роххои чумхурй гардад. Аз шумораи умумии воситахои наклиёти автомобилии дар аввали соли 2023 дар микёси чумхурй бакайдгирифташуда (601136 адад) 93 %-и он (557621 адад) ба шахсони вокей мансубанд. Истифодабарии воситахои наклиёти автомобилй (ВНА) дар Чумхурии Точикистон дар шароити вазнини кўхй ва баландкўх, ки хамчун иклими хушку гарм кабул гардидааст, низ амалй карда мешавад [1].



Расми І – Динамикаи зиёдшавии шумораи ВНА дар Цумхурии Точикистон дар солхои 2013 - 2022

Чадвали 1 – Тақсимоти ВНА дар қаламрави чумхур<del>й</del> дар соли 2023

	7.71	1 11	1 7 71			
No	Номгўйи вилоят, шахрхо	Хамагй ВНА	Шумораи аҳолй, хазор нафар, 2022с	Масоҳат, ҳазор км²	авто/км²	Шумораи авт. ба хар 1000 нафар
1	Душанбе	135891	1201,8	0,203	669	113
2	Суғд	206479	2823,9	25,2	8	73
3	Хатлон	118106	3530	24,7	5	33
4	ВМКБ	14130	228,9	62,9	0	62
	НТЧ	112335	2101	28,4	4	53
	Дар чумхурй	601136	10332,7	141, 40	3,20	4

Дар қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон роҳҳои автомобилгард дар баландиҳои аз 300 м (ноҳияи Айваҷи вилояти Хатлон) то 4655 м (ағбаи Оқбайтал) аз сатҳи баҳр ҷойгир шудаанд. Хамаи вилоятҳои

чумхурй бо марказ ва нохияхои тобеи он байни хам тавассути ағбахо пайваст шудаанд. Ағбахои баландтарин дар роххои автомобилгарди ЧТ дар чадвали 2 оварда шудаанд.

**Ч**адвали 2— Ағбаҳои баландтарин дар роҳҳои автомобилгарди ЧТ

Ағба	Қаторкӯҳ	Баландии мутлақ аз сатҳи баҳр, м
Окбайтал	Музкӯл	4655
Кизиларт	Олой	4280
Койтезак	Аличури цанубй	4271
Анзоб	Хисор	3272
Шахристон	Туркистон	3378
Хобуробод	Дарвоз	3270

Роҳҳои кӯҳии ҷумҳурӣ хусусиятҳои хосро доро буда, онҳо аз баландиҳои тӯлонӣ (то 10...12%), серпантинҳои зиёд (то 10 адад дар 1 км роҳ), гардишҳои зиёд (то 15...18 гардиш дар 1 км роҳ), гардишҳои радиусашон хурд (8...10 м) иборатанд, ки дар минтақаҳои зиёди онҳо маҳдудиятҳои доираи назар ва дидашавандагӣ (50...100 м) амал менамоянд. Омилҳои зикршуда ба эътимодияти ВНА таъсири манфӣ мерасонанд, ташкили ҳаракати ВНА -ро душвор мегардонанд, суръат ва бехатарии ҳаракатро суст мекунанд, арзиши корҳои нақлиётиро баланд менамоянд ва сабаби зиёд гардидани шумораи ҳодисаҳои роҳу наҳлиётӣ мегарданд.

#### Маводхо ва усулхои тадкикот

Дар чумхурй асосан ВНА истехсоли давлатхои хоричии таъиноти умум истифода бурда мешаванд, ки барои истифодабарй дар минтакахои [2] шароити вазнини табиию иклимй ба кадри кофй мутобик нестанд. Ин боиси зуд паст гардидани холати коршоямй, зиёд гардидани шумораи раддиятхо ва болоравии вакти бекористй, кам шудани мухлати меъёрии истифодабарй, зиёд шудани сарфи сўзишворй ва дар умум ба паст гардидани эътимодият ва самаранокии кори наклиётй мегардад. Барои бартараф намудани ин холат ва баланд бардоштани самаранокии истифодабарии воситахои наклиётй дар шароити зикргардида лозим аст, ки методологияи баходихй ва муайянсозии дарачаи мутобикат барои истифодабарй дар шароити кўхсор коркард карда шавад.

Дарачаи мутобиқати воситаҳои нақлиёти автомобилӣ ҳангоми истифодабарӣ дар шароити экстремалӣ, бевосита аз рӯи таӻйирёбии нишондиҳандаҳои зерини хосиятҳои истифодабарии он [3] дар шароити кӯҳии Тоҷикистон, ки бо иқлими хушку гарм асос ёфтааст, баҳо дода мешавад:  $n_1$  - эътимоднокӣ;  $n_2$  - масрафи сӯзишворӣ;  $n_3$  - бехатарии истифодабарии ВНА;  $n_4$  - самаранокии системаи боздорӣ;  $n_5$ — бехатарии экологӣ ва ӻайра.

Воситаи нақлиёти автомобилй ба шароити истифодабарии мушаххас нисбатан зиёдтар мутобиқ хисобида мешавад, агар аз рўйи омилҳои (критерияҳои) баҳодиҳии дар боло номбаргардида нишондиҳандаҳои беҳтаринро дошта бошад. Дар амал ВНА метавонад аз рўи як омил нишондиҳандаи беҳтаринро нишон диҳад, аммо дар як вақт аз рўи омилҳои дигар нишондиҳандаҳои он хуб набошанд. Дар ин ҳолат мушкилоти баҳодиҳии мутобиқати воситаи нақлиёт тавассути як модели бисёромила ба миён меояд, ки дар он ба сифати омилҳо нишондиҳандаҳои хосиятҳои истифодабарии воситаи нақлиёт ҳамчун меъёрҳои мувофиқгардонй амал мекунанд. Азбаски нишондиҳандаҳои дар боло дарчгардида воҳидҳои ченкунй ва хосиятҳои физикавии гуногун доранд, ба мо механизми мувофиқгардонй, ки имконияти ҳалли чунин масъалаи душвори бисёромилиро медиҳад, лозим аст.

#### Натичахои тадкикот

Халли масъала дар мақолаи мазкур ба таври зерин амалй карда мегардад: барои баходихии ҳар як нишондиҳандаи интихобшуда зарибҳои баҳодиҳй (шартй) муайян карда мешаванд, ки хусусиятҳои онро инъикос мекунад. Гуруҳбандии ВНА аз рӯи қимати зарибҳо амалй карда мешавад. Аз рӯи ҳамаи омилҳо ВНА -е, беҳтарин ҳисобида мешавад, ки аз рӯи рутба (ранг) чойҳои аввалро ишғол мекунад. Натичаҳои ҳисоби қимати зарибҳои баҳодиҳй ва баъди барои онҳо муайян намудани чойҳои шартии афзалият, ба чадвал дохил карда мешаванд. Бояд қайд намуд, ки ҳангоми ҳисобкунй ҳамаи нишондиҳандаҳои сифатҳои муқоисашаванда баробарарзиш ҳисоб карда мешаванд. Ҳамаи раҳамҳои тартибии чойҳои шартии дараҷаи мутобиқшавии ВНА аз рӯйи ҳар кадоме аз ин нишондихандаҳо чамъ карда мешаванд:

$$m = \sum_{i=1}^{n} m_i \tag{1}$$

Хамон воситаи нақлиёт нисбатан зиёдтар мутобиқ ҳисобида мешавад, ки агар барои он қимати m хурдтарин бошад.

Усули пешниходшуда дар мисоли баходихии дарачаи мутобикати ВНА ба шароити истифодабарии кўхсор аз рўи динамикаи боздорй ва суръати хунуккунии батареяхои аккумуляторй нишон дода шудааст.

Дар шароити душвори рох эхтимолияти аз кор баромадани системахои боздории корй хеле зиёд буда, масъалаи нигох доштани самаранокии кори системахои боздории эхтиётй ахамияти махсус пайдо мекунад.

Эътимодият ва самаранокии системахои боздорй, аз чумла системахои боздории эҳтиётй, бештар аз усулҳои дар конструксияи онҳо пешбинишудаи баланд бардоштани эътимодияти схемавй ва резервиронии онҳо вобаста аст. Дар [4] усули ҳисобй-экспериментии баҳодиҳии самаранокии системаҳои боздории эҳтиётй таҳия шудааст. Дар асоси он барои интихоби схемаи беҳтарин дар шароити куҳсор, схемаҳои мавчудаи системаҳои боздорй таҳлил гардида, дарачаи кам шудани самаранокии онҳо бо ҳиматҳои ичозавии стандартҳои давлатй - ГОСТ Р 51709-2001 муҳоиса карда мешаванд. Нисбатан бештар схемаҳои чудокунй бо тирҳо (Daimler - Бенс, ВАЗ-2101 - 2107, ГАЗ-24, RAF, КамАЗ, ГАЗ, ЗИЛ), схемаи якчоякунии диагоналии тормозҳо (SAAB-96, Аудй ва Фолксваген, ВАЗ-2108 - 2110, ЗАЗ-1102) ва варианти такмилёфтаи дуконтура (Volvo, ЗиЛ-5301) паҳн гардидаанд.

Барои қиматҳои гуногуни нишебиҳои роҳ, ки ба минтақаҳои кӯҳӣ хосанд, ҳисобҳо оварда шуда, вобастагии самаранокии контурҳо аз нишебии роҳ ( $\alpha$ ) тасвир карда шудаанд. Натиҷаҳои таҳқиқот дар ҷадвали 3 ва расми 2 нишон дода шудаанд. Таҳлили натиҷаҳои ба даст овардашуда (расми 2) нишон медиҳад, ки аз схемаҳои муҳоисашуда барои истифодабарӣ дар шароити кӯҳӣ варианти такмилёфтаи (модернизатсияшуда) системаи боздории дуконтура (ЗИЛ-5301) беҳтарин буда, ҳангоми боздорӣ самаранокии баландро таъмин менамояд.

Чадвали 3 - Баходихии самаранокии системаи боздории эхтиётй

дадвали 3 - Ваходихии Самаранокии Системаи обздории эхгисти				
Схемаи системахои боздорй	Сустшав <b>й</b> , м/с <sup>2</sup>			
	Дар шароити куҳӣ	Дар рохи хамвор		
Схемаи тақсимот ба тирхо	$j_{1} \equiv \frac{\varphi g \left(\frac{b}{L}\cos\alpha + \frac{h}{L}\sin\alpha\right) - g\sin\alpha}{1 - \frac{h}{L}\varphi}$	$j_1 \equiv \varphi g \frac{\frac{b}{L}}{1 - \frac{h}{L} \varphi}$		
(автобус ПАЗ-3205)	$j_2 \equiv \frac{\varphi g \left(\frac{a}{L}\cos\alpha - \frac{h}{L}\sin\alpha\right) - g\sin\alpha}{1 + \frac{h}{L}\varphi}$	$j_2 \equiv \varphi g \frac{\frac{a}{L}}{1 + \frac{h}{L}\varphi}$		
Схемаи диагоналй (автомобили сабукрав ВАЗ- 2108)	$j_1 = \varphi g \frac{\left[\left(1 - \frac{a}{L}\right)\cos\alpha + \frac{h}{L}\sin\alpha\right](1 + k) - 2\sin\alpha}{2 - \frac{h}{L}\varphi(1 + k)}$	$j_1 = \varphi g \frac{\left(1 - \frac{a}{L}\right)(1+k)}{2 - \frac{h}{L}\varphi(1+k)}$		
Варианти такмилёфтаи системаи боздории дуконтура (ЗиЛ-5301)	$j_{1} = \frac{\varphi g \left(\frac{a}{L} \cos \alpha (1+k) + \frac{h}{L} \sin \alpha (1+k)\right)}{2k \left[1 + \frac{h}{L} \varphi \frac{(1+k)}{2k}\right]}$	$j_{1} = \frac{\varphi g \frac{a}{L} (1+k)}{2k \left[ 1 + \frac{h}{L} \varphi \frac{(1+k)}{2k} \right]}$		

Эзох:  $\varphi$  - зариби чархи автомобил бо рох; a, b, h – координатахои маркази вазнинии автомобил, m; L – базаи автомобил, m; g – шитоби афтиши озод,  $m/c^2$ .

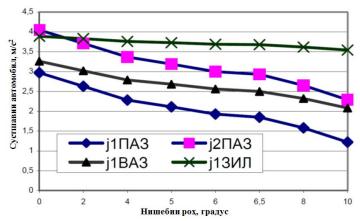
Истифодабарии батареяхои аккумуляторй дар иклими хушк ва гарм душворихои зиёд ба миён меорад. Дар харорати мухити атроф 40...45°С ва бештар аз он харорати электролит дар аккумуляторхо ба 70...80°С мерасад. Барои аз нав пур намудани батарея (пас аз холй кардан) такрибан 25...35 соат вакт лозим аст. Гармшавии босуръати батареяхо ба кам шудани мухлати хизматрасонии онхо оварда мерасонад (хангоми истифодабарй дар иклими муътадил гармшавии босуръати батареяхо 40-50% камтар аст). Аз ин гуфтахо бармеояд, ки хусусияти асосии раванди хунуккунии батареяхо ва яке аз хусусиятхои мутобикшавии онхо ба шароити истифодабарй ин суръати хунукшавй мебошад.

Мутобиқ будани ВНА ба шароити истифодабарй аз рўи суръати хунукшавии аккумуляторхо ба воситаи параметри асосии қимати  $m\infty$ - суръати баландтарини хунукшавй бахо дода мешавад. Параметри мазкур ба зариби ҳароратгузаронй - а (теоремаи дуюми Кондратев) мутаносиби роста буда, ифодаи он чунин аст:  $m\infty = a/K$ , ки дар он K-зариби шакли чисм (аз шакли геометрй ва андозаи батареяи аккумуляторй вобаста аст) мебошад.

Шакли геометрии параллелопипедро аз р $\bar{y}$ йи намуд хамчун батареяи аккумумулятор $\bar{u}$  интихоб намуда, чунин ифода хосил мекунем:  $K = 1 / (\pi/l)^2 + (\pi/m)^2 + (\pi/n)^2$ , ки дар ин чо, бузургихои l, m, n-1 андозахои геометрии батареяи аккумуляториро мебошанд.

Суръати хунукшавии батареяхои аккумуляторй, ки дар шароити реалии истифодабарй амалй карда мешавад, аз кимати асосии худ ба андозаи D (ислох барои мутобикат) фарк мекунад ва ифодааш

чунин мебошад:  $m_{\infty}$  - m=D. Қимати D –ро бо қимати асосии  $m_{\infty}$  ва зариби мутаносибии  $\Pi$  ифода намуда, муодилаи зеринро қосил мекунем:  $\Pi = (m_{\infty} - m)/m_{\infty} = I - (m / m_{\infty})$ .



Расми 2- Баходихии самаранокии системахои боздории иловаги дар шароити кухсор

Суръати хунукшавии батареяҳои аккумуляторй, ки дар шароити реалии истифодабарй амалй карда мешавад, аз қимати асосии худ ба андозаи D (ислоҳ барои мутобиқат) фарқ мекунад ва ифодааш чунин мебошад:  $m_{\infty}$  - m=D. Қимати D –ро бо қимати асосии  $m_{\infty}$  ва зариби мутаносибии П ифода намуда, муодилаи зеринро ҳосил мекунем:  $\Pi = (m_{\infty} - m)/m_{\infty} = I - (m / m_{\infty})$ .

Зариби мутаносибии *П* зариби мутобикшавии ВНА ба иклими хушк ва гарм аз руи суръати хунукшавии батареяҳои аккумулятори номида мешавад. Ин баҳодиҳии микдории мутобиқати автомобилҳо аз руи суръати хунуккунии батареяҳои аккумулятори мебошад ва киматҳои аз 0 то 1 -ро дар бар мегирад.

Мутобиқшавии пурраи автомобил ба иқлими хушку гарм аз рӯйи суръати хунукшавии аккумуляторҳо ҳангоми П = 0, яъне ҳангоми хунук шудани батарея ба қимати максималии т→т∞ амалй мешавад. Номутобиқии пурраи автомобил аз рӯи суръати хунукшавии батареяҳои аккумуляторӣ барои қимати П=1 –ро ҳангоми хунук нашудани аккумулятор т →0 мушоҳида мешавад.

#### Хулоса

Қонуниятҳои бадастомада имконият медиҳанд, ки дараҷаи мутобиқатии ВНА -и истифодашаванда ба шароити экстремалии истифодабарӣ баҳо дода шавад, андешидани тадбирҳои конструкторӣ, технологӣ ва истифодабарӣ барои баланд бардоштани дараҷаи мутобиқати автомобилҳои нав мусоидат намоянд.

Муқарриз: Нуров Б.З. — н.и.т., мудири қафедраи барқиқунон $\bar{M}$  ва автоматикунонии Фонишгохи аграрии ТІочиқистон ба номи Шириншох Шохтемур.

#### Адабиёт

- 1. Турсунов А.А. Проблемы технической эксплуатации автомобилей в горных условиях / Проблемы качества и эксплуатации АТС: Сб.- Пенза: ПГАСА, 2002.- С. 31-39.
- 2. Турсунов А.А. Оценка суровости горных условий эксплуатации автомобилей / Проблемы эксплуатации транспортных средств в суровых условиях: Сб.- Тюмень: ТюмГНГУ, 2002. –С.126-130.
- 3. Турсунов А.А. Оценка уровня адаптации автомобилей к условиям эксплуатации /Автотранспортный комплекс. Проблемы и перспективы развития: Сб.- Москва: МАДИ(ГТУ), 2000. С.138-140.
- 4. Турсунов А.А. Оценка эффективности запасных тормозных систем в горных условиях эксплуатации /Актуальные проблемы управления качеством производства и эксплуатации автотранспортных средств: Сб.-Владимир, 2002.- С. 114-118.
  - $\hat{5}$ . Исаченко В.П. и др. Теплопередача. М.: Энергоиздат, 1981. 416 с.

## МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Давлатшоев Рашид Асанхонович	Давлатшоев Рашид Асанхонович	Davlatshoew Rashid Asankhonovich
к.т.н.	н.и.т.	Ph.D.
ТТУ имени акад. М.С. Осимй	ДТТ ба номи академик М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
	E-mail: d_rashid71@mail.ru	
TJ	RU	EN
Мажитов Бахриддин Жамилович	Мажитов Бахриддин Жамилович	Majitov Bakhriddin Jamilovich
ТТУ имени акад. М.С. Осимй	ДТТ ба номи академик М.С.	TTU named after acad. M.S. Osimi
	Осими	
	E-mail: mjbahriddin@mail.ru	

УДК: 629.1.02

# ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОБЕГА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНЫ

#### А.М. Умирзоков, Ф.И. Джобиров, А.Л. Бердиев

Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими

Статья посвящена оценке экономического эффекта от внедрения рекомендаций по повышению пробега пневматической шины, формируемого за счет более полной реализации ее ресурса в условиях горных карьеров при строительстве гидротехнических сооружений (ГТС). Научная новизна исследования заключается в подробном анализе и комплексной оценке расчетного экономического эффекта, связанного с рядом значимых факторов, проявляющихся в горных карьерных условиях эксплуатации автомобиля. Были выявлены факторы, значимо влияющие на формирование пробега шины и разработаны соответствующие рекомендации по повышению их долговечности в суровых горных условиях при выполнении перевозок горной массы по карьерным дорогам на значительных высотах над уровнем моря (н.у.м.).

Целью исследования является оценка и изыскание путей повышения экономического эффекта от повышения пробега пневматических шин за счет внедрения разработанных рекомендаций, в результате которых предполагаются повышение надежности и снижение расхода топливо-смазочных материалов, а также высвобождение части наличных производственных фондов, уменьшение эксплуатационных расходов, сокращение простоев автомобилей и увеличение производительности труда.

Статья может быть интересна специалистам в области эксплуатации автомобильного транспорта, занимающимся на практике оценкой экономического эффекта эксплуатации шин грузовых автомобилей в конкретных дорожно-климатических и прочих условиях, а также магистрантам, докторантам PhD, аспирантам и инженерам – исследователям в области эффективного осуществления транспортных процессов.

**Ключевые слова:** автомобиль, пневматическая шина, экономический эффект, ресурс, горные условия, карьер, перерасход топлива.

#### САМАРАИ ИҚТИСОДЙ АЗ БАЛАНД БАРДОШТАНИ РОХИ ТАЙКАРДАИ ШИНАИ ПНЕВМАТИКЙ

#### А.М. Умирзоков, Ф.И. Чобиров, А.Л. Бердиев

Маколаи мазкур ба баходихии самараи иктисодй аз чорй намудани тавсияхо оид ба баланд бардоштани рохи тайкардаи шинахои пневматикй, ки аз хисоби хар чй пурратар истифода шудани ресурси он дар шароитхои карйерхои кухй хангоми сохтани иншоотхои гидротехникй бахшида шудааст. Навоварии илмии тадкикот азтахлили мукаммал ва баходихии комплексии самараи иктисодй, ки бо як катор омилхои ахамиятноки дар шароити карйерхои кухии истифодабарии автомобилхо падидоянда вобаста мебошанд, иборат аст. Омилхе муайян карда шудаанд, ки ба ташаккулёбии гашти шинахо таъсири онхо ахамиятнок мебошанд ва оид ба баланд бардоштани дарозмуддатии кори онхо дар шароитхои шадиди кухй хангоми кашонидани маъданхои кухй тавассути роххои карйерй дар баландихо назаррас аз сатхи бахр тавсияхои дахлдор пешниход шудаанд.

Мақсади тадқиқот аз баҳодиҳй ва муайян намудани роҳҳои баланд бардоштани самаранокии иқтисодии шинаҳои пневматикй аз ҳисоби чорй намудани тавсияҳои пешкашшуда иборат мебошад, ки дар натича баланд шудани эътимоднокй ва паст шудани сарфи маводҳои сузишворй ва рағанҳои молиданй, инчунин озод шудани фондҳои нақди истеҳсолй, коста гардидани бозисти автомобилҳо ва баланд рафтани маҳсулнокии кор мушоҳида мегардад.

Мақола метавонад барои мутахассисони соҳаи истифодабарии нақлиёти автомобилӣ, ки ба арзёбии амалии самараи иктисодии истифодабарии шинаҳои автомобилҳои боркаш дар шароити мушаххаси роҳу иклим ва дигар шароитҳо тавсия дода мешавад, инчунин барои донишчуён, докторантони PhD, аспирантҳо ва муҳандис-тадқиқотчиён дар соҳаи самаранок амалӣ гардонидани раванди нақлиёт маводи лозимӣ ба ҳисоб меравад.

**Калмахои калидй:** автомобил, шинаи пневматикй, самараи иқтисодй, захираи гашт, шароити кўхсор, карйер, сарфи сўзишворй.

## ECONOMIC EFFECT FROM INCREASING MILEAGE OF PNEUMATIC TIRE A.M. Umirzokov, F.I. Jobirov, A.L. Berdiev

The article is devoted to assessing the economic effect of implementing recommendations for increasing the mileage of a pneumatic tire, formed through a more complete implementation of its resource in the conditions of mountain quarries during the construction of hydraulic structures (HTS). The scientific novelty of the study lies in the detailed analysis and comprehensive assessment of the estimated economic effect associated with a number of significant factors manifested in mountain quarry conditions of vehicle operation. Factors that significantly influence the formation of tire mileage were identified and appropriate recommendations were developed to increase their durability in harsh mountain conditions when transporting rock mass along quarry roads at significant altitudes above sea level.

The purpose of the study is to evaluate and find ways to increase the economic effect of increasing the mileage of pneumatic tires through the implementation of developed recommendations, which will result in increased reliability and reduced consumption of fuel and lubricants, as well as freeing up part of the cash production assets, reducing operating costs, and reducing vehicle downtime and increase in labor productivity.

The article may be of interest to specialists in the field of road transport operation, who are involved in practical assessment of the economic effect of operating truck tires in specific road, climatic and other conditions, as well as undergraduates, PhD students, graduate students and engineering researchers in the field of effective implementation of transport processes.

Key words: car, pneumatic tire, economic effect, resource, mountain conditions, quarry, excessive fuel consumption.

#### Введение

В Республике Таджикистан развитие горных работ в основном связано с открытой добычей полезных ископаемых, строительством гидротехнических сооружений (ГТС), автомобильных дорог и железнодорожных путей, а также возведением дамб. Преобладающая часть этих работ выполняются в

горных и высокогорных условиях на высотах от 1000 и более метров н.у.м. с применением горного оборудования большой единичной мощности и большегрузного автомобильного транспорта.

Размещение запасов полезных ископаемых по территории республики предопределяет развитие горнодобывающих отраслей, в первую очередь в горных и высокогорных регионах и эксплуатацию оборудования и автомобильного транспорта в суровых климатических и дорожных условиях. Не менее благоприятным считаются географо-экономические условия гор и высокогорья, которые характеризуются труднодоступностью, удаленностью от железнодорожных путей и крупных источников энергоснабжения. Эти регионы слабо освоены (отсутствует развитая инфраструктура, транспортные коммуникации и т. д.).

В суровых горных условиях экономическая эффективность эксплуатации пневматической шины автомобиля значительно отличается и, в общем, снижается при увеличении эксплуатационных затрат в 2— 4 раз по сравнению с аналогичными расходами в равнинных регионах страны. Анализ эксплуатации большегрузных карьерных автосамосвалов в условиях строительства Рогунской ГЭС показал, что простои автомобиля-самосвала по техническим причинам, связанным с пневматической шиной, составляют до 8-10 % календарного времени и более чем в три раза превышают нормативные.

Эксплуатация пневматических шин с низким уровнем технических характеристик, а также ресурса связана с использованием дополнительных производственных фондов, с увеличением расхода материалов и энергетических затрат. При этом увеличивается ремонтный фонд изделий, повышаются расходы на их эксплуатацию и ремонт и т. д.

Эксплуатация ненадежных и недолговечных шин с относительно низким ресурсом приводит к повышению эксплуатационных издержек, обусловленных привлечением дополнительных технических средств обслуживания и выполнением работ по устранению неисправностей и отказов.

Для оценки экономической эффективности использования пневматических шин необходимо применять комплексный метод, который учитывал бы влияние большого количества факторов и все многообразие их сочетаний на реализацию их ресурса.

#### Материалы и методы исследования

На основе анализа результатов многолетних исследований по нормированию пробега шин грузовых автомобилей, проведенных сотрудниками кафедры и технологического парка при ТТУ им. акад. М.С. Осими совместно с инженерно — техническими работниками основного строительства «ООО Рогунский ГЭС», разработаны рекомендации по оценке и повышению их долговечности:

- 1. Снижение степени варьирования полной массы автомобиля—самосвала, занятого перевозкой горной породы. По результатам исследований установлено, что около 70% автомобилей самосвалов в условиях горных карьеров при строительстве Рогунской ГЭС эксплуатируются с полной массой, превышающей ее номинальное значение. При этом масса перевозимого груза автомобилем самосвалом БелАЗ 7540В варьирует в пределах от 23 до 35т, номинальная грузоподъемность которого составляет 30т. Массы перевозимых грузов автомобилями—самосвалами за смену распределяются по нормальному закону со следующими параметрами: средним значением полной массы автомобиля-самосвала  $m_{cp}$  = 52,8т; средним квадратичным отклонением  $\sigma$  = 2 т; коэффициентом вариации  $\nu$  = 16,7%. Следует отметить, что при незначительном снижении линейного расхода топлива в случае недогруза, значительно увеличивается при перегрузе и доходить до 20%. При этом с повышением полной массы автомобиля интенсивность отказов шин грузовых автомобилей составляет 16- 24% в горных карьерных условиях при строительстве Рогунской ГЭС.
- 2. Повышение значения обобщенного динамического коэффициента, применяемого для оценки эффективности карьерной автомобильной дороги и учитывающего совместное (комплексное) влияние большого количества факторов и многообразия их сочетаний, которые обуславливают сложность дорожных условий в горных карьерах при строительстве ГТС.

Обобщенный динамический коэффициент  $k_D$  определяется по формуле

$$k_D = 1 - k_d \,, \tag{1}$$

где  $k_d$  – динамический коэффициент качества дороги.

Для конкретного маршрута движения автомобиля динамический коэффициент качества дороги определяется из отношения [1]

$$k_d = \Pi_{\partial i} / \Pi_{\partial n} \,, \tag{2}$$

где  $\Pi_{\partial i}$  – обобщенный показатель качества i -го маршрута дороги;  $\Pi_{\partial H}$  – нормативное значение обобщенного показателя качества дороги;

Обобщенный показатель качества i -го маршрута дороги  $\Pi_{\partial i}$  определяется по формуле

$$\Pi_{\partial i} = K\Pi_{\partial i} \cdot K_{o \delta i} \cdot K_{i i}, \qquad (3)$$

где  $K\Pi_{\partial i}$ ,  $K_{obi}$  и  $K_{obi}$  – соответственно, комплексный показатель транспортно-эксплуатационного качества дороги, показатель инженерного оборудования и обустройства и показатель уровня эксплуатационного содержания. Перечисленные показатели являются критериями оценки качества i-го маршрута дороги.

Нормативные значения обобщенного показателя качества дороги принимают равными, соответствующими значениям комплексного показателя [2] из выражения

$$\Pi_{\partial i} = K\Pi_{\partial n} \cdot K_{o\delta n} \cdot K_{h}, \qquad (4)$$

где  $K\Pi_{\partial H}$ ,  $K_{OGH}$  и  $K_{3H}$  — соответственно, значения комплексного показателя транспортно-эксплуатационного качества дороги V — ой категории для горных условий, нормативное значение показателя инженерного оборудования и обустройства и нормативное значение показателя уровня эксплуатационного содержания дороги. Обычно принимаются  $K_{OGH}$ =  $K_{3H}$ =1.

Для оценки влияния отдельных параметров и характеристик дорог на комплексный показатель их качества  $K\Pi_{\partial i}$  определяют частные коэффициенты обеспеченности расчётной скорости на каждом характерном участке.

Комплексный показатель транспортно-эксплуатационного качества дороги  $K\Pi_{\partial i}$  определяется по выражению [2]

$$K\Pi_{\partial i} = \sum_{i=1}^{n} K_{pci}^{umoz} \cdot l_i / L, \tag{5}$$

где  $K^{umoc}_{pci}$  — коэффициент обеспеченности расчётной скорости; li — длина участка дороги, где

определялось значение коэффициента обеспеченности расчётной скорости, км; L – длина маршрута, км.

3. Постоянный контроль технического состояния пневматической шины. Избегать чрезмерного повышения температуры поверхности шины и отклонения давления воздуха в шине от установленной нормы. Чрезмерное повышение температуры шины обусловлены высокими значениями скорости движения и температуры окружающего воздуха. Температура шины заметно увеличивается при движении автомобиля с перегрузом на дорогах с низким значением обобщенного динамического коэффициента и с частыми маневрами. Кроме этого, на рост температуры пневматической шины в горных карьерных условиях влияют буксование колеса автомобиля и сложная геометрия дороги в плане и профиле. В отдельных случаях, температура шины грузового автомобиля достигает 80°С и более. Это приводит к увеличению износа протекторной резины до 200%. Названные условия наряду с повышением износа шины способствуют к снижению производительности грузоперевозок на 10-15% и надежности автомобиля (коэффициента готовности автомобиля) на 8-10%, а также повышению линейного расхода топлива до 40% [3].

Экономический эффект от снижения влияния различных факторов образуется за счет внедрения предложенных рекомендаций, в результате которого уменьшаются потери ресурса шин, повышаются надежность автомобиля и производительность грузоперевозок, а также снижается линейный расхода топлива.

На практике определить фактический экономический эффект от внедрения предложенных рекомендаций можно только после длительного их использования в конкретных эксплуатационных условиях. В рамках не всякой исследовательской работы это представляется возможным. Следовательно, для определения расчетного эффекта принимаем условно, что при внедрении разработанных рекомендаций существенно повышается экономический эффект от эксплуатации пневматических шин в горных карьерных условиях.

Экономический эффект от внедрения разработанных рекомендаций можно определить из выражения

$$\mathcal{G} = \mathcal{G}_{u} + \mathcal{G}_{m}, \tag{6}$$

где  $\Theta_{u}$  – эффект от снижения потерь ресурса шин;  $\Theta_{m}$  – эффект от снижения расхода топлива;  $\Theta_{n}$  – эффект от повышения надежности автомобиля;  $\Theta_{n}$  – эффект от повышения производительности грузоперевозок.

Эффект от снижения потерь ресурса шин определяется из разности

$$\mathfrak{I}_{u} = N_{o} - N_{n} \,, \tag{7}$$

где *N*<sub>∂</sub> и *N*<sub>п</sub> – расход шин грузовых автомобилей, эксплуатируемых в условиях горных карьеров, до и после внедрения разработанных рекомендаций, шт.

Расход шин до внедрения разработанных рекомендаций за расчетный период определяется отношением

$$N_{\partial} = L_{o\delta u\mu} / L_{\phi \partial}$$
, (8)

где  $L_{obu}$  – общий пробег всех шин за расчетный период, тыс. км;  $L_{\phi \partial}$  – средний фактический пробег шины до внедрения рекомендаций, тыс. км.

Общий пробег всех шин за расчетный период определяется из выражения

$$L_{o\delta u} = L_p \, n_\kappa \, A_c \,, \tag{9}$$

где  $L_p$  – средний пробег одного автомобиля за расчетный период, тыс. км;  $n_k$  – количество ходовых колес на одном автомобиле;  $A_c$  – среднесписочное число автомобилей.

С учетом формулы (8) формулу для определения расхода шин до внедрения разработанных рекомендаций за расчетный период можно переписать в виде

$$N_{\theta} = L_{p} n_{\kappa} A_{c} / L_{\phi\theta}. \tag{10}$$

Средний фактический пробег шин до внедрения рекомендаций  $L_{d\partial}$  увеличивается на величину  $\Delta L$ после их внедрения  $L_{doð}$ , т.е.

$$L_{\phi n} = L_{\phi \partial} + \Delta L. \tag{11}$$

Или

$$\Delta \dot{L} = L_{\phi n} - L_{\phi \partial} \,. \tag{12}$$

С учетом выражений (10 и 11) формулу расхода шин после внедрения рекомендаций за расчетный период можно выразить в виде

$$N_n = L_p n_\kappa A_c / L_{\phi n} = L_p n_\kappa A_c / (L_{\phi \phi} + \Delta L). \tag{13}$$

Подставляя значения  $N_{0}$  и  $N_{n}$  из выражений (9 и 12) в формулу (6), получим

$$\mathfrak{I}_{\text{ш}} = \frac{L_{p \cdot n_{\text{K}} \cdot A_{\text{C}}}}{L_{\phi_{\text{A}}}} - \frac{L_{p \cdot n_{\text{K}} \cdot A_{\text{C}}}}{L_{\phi_{\text{A}} + \Delta L}} = L_{p \cdot n \cdot A_{\text{C}}} \left( \frac{1}{L_{\phi_{\text{A}}}} - \frac{1}{L_{\phi_{\text{A}} + \Delta L}} \right). \tag{14}$$
 Экономический эффект от снижения расхода топлива определяется из разности

$$\mathfrak{I}_m = Q_{\partial} - Q_n \,, \tag{15}$$

где  $Q_{\partial}$  и  $Q_{\pi}$  – средние значения линейного расхода топлива автомобилем до и после внедрения рекомендаций за расчетный период, л.

Средние значения линейного расхода топлива автомобилем до и после внедрения рекомендаций за расчетный период определяются из выражений

$$Q_{\partial} = L_p \cdot A_c \cdot q_{H\partial} / 100 \text{ M } Q_n = L_p \cdot A_c \cdot q_{Hn} / 100 , \qquad (16)$$

где  $q_{H\partial}$  и  $q_{H\partial}$  – соответственно, норма линейного расхода топлива автомобилем до и после внедрения рекомендаций за расчетный период, л/100км.

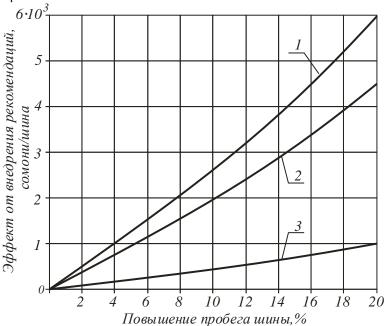
#### Результаты исследования

По результатам исследования эффективности шин грузовых автомобилей в горных условиях предлагается эмпирическая зависимость эффекта Э, связанного со снижением потери ресурса шин и перерасходом топлива, от пробега шины  $L_{\omega}$ 

$$\mathfrak{I} = k \, \mathfrak{I}_{\mathrm{II}}^{n} \,, \tag{17}$$

где k – коэффициент пропорциональности, учитывающий горные карьерные условия, который в условиях строительства Рогунской ГЭС варьирует в пределах 0,18 ... 0,22; n – показатель степени.

Результаты расчетов экономического эффекта шин различных типоразмеров на основе предлагаемой зависимоти представлены на рис.1. Расчеты произведены на основе экспериментальнотеоретических исследований процессов реализации ресурса шин и расхода топлива грузовых автомобилей в горных карьерных условиях эксплуатации на примере строительства Рогунской ГЭС. Как видно из представленного графика предполагаемый эффект от внедрения разработанных мероприятий возрастает по степенной зависимости с показателем степени 1,1 ... 1,3 в зависимости условий эксплуатации и характеристик шин.



Pисунок I-3ависимость эффекта от внедрения рекомендаций по повышению пробега шины в горных условиях строительства Рогунской ГЭС для шин типоразмера: 1 - 18.00-25 (Белиина); 2 - 18.00-25 (производство КНР); 3 – 12.00–20 (производство КНР)

#### Выводы

- 1. Разработаны рекомендации по повышению эффективности использования шин грузовых автомобилей в условиях горных карьеров, связанных потерей ресурса шин и перерасходом топлива.
- 2. Обоснованы наиболее значимые факторы, влияющие на формирование эффекта от снижения затрат, связанных потерей ресурса шин и перерасходом топлива.
- 3. Установлено, что резервы повышения эффективности шин грузовых автомобилей в горных условиях эксплуатации может достичь 20 ... 30% с учетом полноты внедрения разработанных рекомендаций.

Рецензент: Ахунов ПІ.И. — д.т.н., профессор қафедры машины и оборудования технологичесқих процессов в агроинженерии ПІАУ имени III. Шохтемур.

#### Литература

- 1. Умирзоков, А.М. Особенности механизма изнашивания автомобильных шин в условиях горных карьеров/А.М. Умирзоков, И.П. Трояновская, А.Л. Бердиев, С.С. Сайдуллозода // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. -2022. -№ 3(138). -С. 114-123.
- 2. Воронков, А.Г. Оценка транспортно эксплуатационного состояния автомобильной дороги: метод. указания/А.Г. Воронков, К.А. Андрианов Тамбовь: Изд-во ТГТУ, 2008.– 24 с.
- 3. Умирзоков, А.М. Моделирование расхода топлива большегрузными автомобилями в горных условиях эксплуатации/ А.М. Умирзоков, К.Т. Мамбеталин, С.С. Сайдуллозода, Ш.К. Самиев//Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2020.–№2 (129). С. 140–149.
- 4. Корецкая, Н.А. Экономическая оценка эффективности повышения надежности и долговечности большегрузных карьерных автосамосвалов/Н.А. Корецкая//Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 5. С. 152-154.
- 5. Ефанов, А.Н. Оценка эффективности функционирования транспортной системы/А.Н. Ефанов, Н.К. Румянцев//Известия Петербургского университета путей сообщения. 2012., №1. С. 154 157.
- 6. Эффективность использования автомобильного транспорта в суровых условиях [Электронный ресурс] Режим доступа: <a href="https://infopedia.gov/html">https://infopedia.gov/html</a> (дата обращение: 03.01.2021).
- 7. Турсунов, А.А. Управление работоспособностью автомобилей в горных условиях эксплуатации/А.А. Турсунов.—Душанбе: Ирфон, 2003 г. -356 с.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

ADOUT AUTHORS					
TJ	RU	EN			
Умирзоков Ахмад Маллабоевич	Умирзоков Ахмад Маллабоевич	Umirzokov Ahmad Mallaboevich			
Н.и.т., дотсенти кафедраи	К.т.н., доцент кафедры	Candidate of Technical Sciences,			
«Истифодабарии нақлиёти	«Эксплуатация автомобильного	Senior teacher of the Department			
автомобилй»	транспорта»	"Operation of Road Transport"			
Донишгохи техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named			
ба номи акад. М.С. Осимй	университет им. акад. М.С. Осими	after acad. M.S. Osimi			
E-mail: ahmad.umir	zokov@mail.ru. тел. (+992) 908877007	, (+992) 911016096			
TJ	RU	EN			
<b>Ч</b> обиров Фируз Иззатуллоевич	Джобиров Фируз Иззатуллоевич	Jobirov Firuz Izatulloevich			
Н.и.т., омузгори калони кафедраи	К.т.н., старший преподаватель	Candidate of Technical Sciences,			
«Истифодабарии нақлиёти	кафедры «Эксплуатация	Senior lecturer of the Department			
автомобилй»	автомобильного транспорта»	"Operation of Road Transport"			
Донишгохи техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named			
ба номи акад. М.С. Осимй	университет им. акад. М.С. Осими	after acad. M.S. Osimi			
E-mail:	jobirov.firuz@mail.ru. тел. (+992) 93 5	26 2625			
TJ	RU	EN			
Бердиев Алишер Луқмонович	Бердиев Алишер Лукмонович	Berdiev Alisher Lukmonovich			
Омузгори калони кафедраи	Старший преподаватель кафедры	Senior lecturer of the Department			
«Истифодабарии нақлиёти	«Эксплуатация автомобильного	"Operation of Road Transport"			
автомобилй»	транспорта»				
Донишгохи техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named			
ба номи акад. М.С. Осимй	университет им. акад. М.С. Осими	after acad. M.S. Osimi			
E-mail: alik8405@inbox.ru. тел. (+992) 90 600 6676					

УДК 656.13.08

### ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ОСЕВЫХ НАГРУЗОК НА АВТОДОРОГАХ ТАДЖИКИСТАНА

С.Б. Мирзозода, Ф.С. Мирзоев

В данной статье приведены результаты исследования дорожного движения (анализ подсчета интенсивности движения, анализ среднесуточных колебаний интенсивности движения и анализ транспортных средств по типам), результаты исследования осевых нагрузок и результаты анализа движения транспортных средств между пунктами отправления и назначения (анализ перевозимых грузовыми автомобилями грузов, анализ движения транспорта по протяженности и анализ вместимости по типам транспорта).

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, исследование, анализ, мониторинг, интенсивность движения, опрос транспорта, осевые нагрузки, грузоподъемность, техническое состояние, содержание дорог, типы транспорта, грузопоток.

## ТАДКИКОТ ВА ТАХЛИЛИ ШИДДАТНОКИИ ХАРАКАТ ВА ВАЗНИ МЕХВАР ДАР РОХХОИ АВТОМОБИЛГАРДИ ТОЧИКИСТОН

С.Б. Мирзозода, Ф.С. Мирзоев.

Мақолаи мазкур натичаи омузиши шидатнокии нақлиёт дар роххо (тахлилй хисобкунии шидатнокии нақлиёт, тахлилй миёнаи харрузаи харакати воситахои ва тахлилй нақлиёт бо гуруххо), натичаи тадкикотй сарбории мехвар ва натичаи тахлилй харакати воситахои наклиётй байни нуктахои ибтидой ва таъинот (тахлилй борхое, ки бо наклиётй боркаш кашонда мешаванд, тахлилй харакат аз руи масофа ва тахлилй иктидор бо намудхои наклиёт).

**Калимахои калиді:** рохи автомобилгард, тадқиқот, тахлил, мониторинг, шиддатнокии харакат, тадқиқоти нақлиёт, бори мехвар, иқтидори борбардорй, холати техникй, нигохдории рох, намудхои нақлиёт, гардиши бор.

## RESEARCH AND ANALYSIS OF TRAFFIC INTENSITY AND AXLE LOADS ON HIGHWAYS OF TAJIKISTAN

S.B. Mirzozoda, F.S. Mirzoev.

This article presents the results of the Traffic Study (analysis of traffic counts, analysis of hourly fluctuations in traffic intensity and analysis of vehicles by type), the results of the Study of axle loads and the results of the Analysis of vehicle movement between origin and destination (analysis of goods transported by trucks, analysis traffic by length and analysis of capacity by type of transport).

**Keywords:** highway, research, analysis, monitoring, traffic intensity, transport survey, axle loads, carrying capacity, technical condition, road maintenance, types of transport, cargo flow.

#### 1. Общий обзор исследований

К современным транспортным коммуникациям предъявляются различные и вместе с тем всегда достаточно высокие требования. Дороги должны быть удобными для водителей и пассажиров, надежными при эксплуатации в течение круглого года, безопасными для всех пользователей, экологически безвредными для окружающей их природы и жителей на прилегающих территориях. Автомобильный транспорт неразрывно связан с автомобильными дорогами, их техническими параметрами и эксплуатационными качествами, которые оцениваются в процессе диагностики. [2].

Ежегодное увеличение парка транспортных средств в Таджикистане составляет от 3-5% при одновременном увеличении их грузоподъёмности. Превышение осевой нагрузки становится выше допустимой, что характерно для современных грузовых автомобилей, и приводит к ухудшению состояния автомобильных дорог.

Результаты исследований интенсивности и характера дорожного движения транспорта, проведение опроса между пунктами отправления и назначения, а также измерение осевых нагрузок на заранее определенных участках автомобильных дорог служат основой для проектирования, строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог, а также для оценки экономических выгод, которые могут быть получены путем улучшения этих участков автомобильных дорог или разработки нового рабочего проекта для реконструкции или строительства.

Следовательно, техническое состояние главной дорожной сети Таджикистана зависит от качества проводимых исследований и достоверности собранной информации по интенсивности, опросу и осевым нагрузкам.

Организации по содержанию автомобильных дорог Министерства транспорта довольно часто выполняют подсчеты интенсивности движения транспортных средств за сутки. Однако данные, полученные этими наблюдениями, считаются незаконченными, не анализируются и не соответствуют требованиям, предъявляемым к подобного рода исследованиям [2,11].

Для изучения характеристик и улучшения содержания разных категорий дорог, необходимо проведение дополнительных исследований, которые должны соответствовать международным требованиям и стандартам.

В соответствии с рекомендациями специалистов Министерства транспорта для проведения исследований было выбрано 50 участков автомобильных дорог для подсчета интенсивности движения по главной сети дорог в Таджикистане, покрывающей около 90% всех международных дорог. Для этого были проведены нижеследующие исследования по подсчету интенсивности движения, опросу движения транспорта и измерению осевых нагрузок [1,11]:

- 1. В течение 12-24 часов подсчет интенсивности на 50 участках автомобильных дорог;
- 2. Опрос движения транспорта между пунктами Отправления и Назначения (О-Н) на 30 участках в течение 12-24 часов;

#### 3. Измерения осевых нагрузок на 44 участках автомобильных дорог по 8 часов.

Подсчет интенсивности движения проводился на 50 участках, опрос движения транспорта между пунктами Отправления и Назначения проводился на 30 участках, измерения осевых нагрузок проводились на 44 участках.

Участки, на которых проводились исследования, были отобраны в соответствии с данными Министерства транспорта для сравнения и рассмотрения дорожных пунктов въезда и выезда по дорожному коридору.

Далее рассмотрим каждый вид исследований по отдельности.

#### 2. Исследование интенсивности дорожного движения

Интенсивность движения выражена в количестве транспортных средств с разбивкой по типам. Учитывая, что типы транспортных средств различны по своему объему, они приведены к общей транспортной единице - легковому автомобилю [1,10].

Выбранные для проведения исследований участки дорог приведены в Таблице 1.

Таблица 1 - Участки международных и республиканских автомобильных дорог, выбранные для проведения исследований

No	Индексы	Наименование дорог (участков)		довании пичество в	мест иссле	едования	Кол-во
312	дорог				(км)		часов
1	2	3	4	5	6	7	8
1	МД01	Душанбе-Худжанд	62	167	335		24
2	МД02	Душанбе-гр.Узбекистана	10	41			24
3	МД03	Лабиджар-Калайхумб	52				12
		T	42	116	203		24
4	МД04	Душанбе-Куляб-Хорог-Мургаб-гр. Китая	168	371	456	552	12
			611	916	965		12
5	МД05	Мургаб-гр.Кыргызстана	148				12
6	МД06	Хорог-Ишкашим-Тузкул	105	280			12
7	мпо7	D D W	50	184			24
7	МД07	Вахдат-Рашт-гр.Кыргызстана	90	264	340		12
8	МД08	Гулистон-Фархор-н.Пяндж	31				12
0	МПОО	7 C V F	32	150			12
9	МД09	Душанбе-Хатлон-н.Пяндж	76				24
	2.574.4		58				24
10	МД11	Уялы-Шаартуз-гр.Узбекстана	105				12
11	МД12	Айни-Пенджикент-гр. Узбек.	52	108			12
12	МД13	Канибадам-Хаваст-гр. Узбек.	4	40			12
13	МД14	Худжанд-Чанак-гр.Узбек.	361				12
14	МД16	Исфара-Ворух-гр.Кыргыстана	18				12
15	РД004	Пугус-Такоб-Сафедорак	7				12
16	РД022	Вахдат-Ромит	25				24
17	РД026	Дангара-Балджувон-Ховалинг	27	78			12
18	РД033	Куляб-Муминобад	1				12
19	РД041	Хорог-Рошткала-Тукузбулок	12				12
20	РД043	Рудаки-Яван-Хаджимастон	56				12
21	РД045	Рудаки-Эсанбой-Шаартуз	4				12
22	РД048	Душанбе-Айни-Гиссар	9				12
23	РД049	к.Россия-Гулистон	3				12
24	РД054	Бохтар-Дангара	9				12
25	РД059	Узун-Джиликуль-Б.Палангон	19				12
26	РД070	Гафуров-Кизил-Пунган	33				12
27	РД071	Канибадам-Ким-Исфара	20				12

#### Анализ среднего суточного количества автомобилей

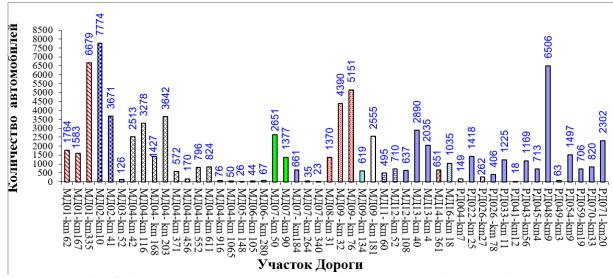
Подсчеты транспортных средств для определения результата Среднего Суточного Количества Автомобилей (ССКА) проводились на 50 участках, в двух направлениях, продолжительностью от 12 до 24 часов в день. В соответствии с полученными на разных участках сети дорог результатами интенсивность классифицирована по трём уровням:

- 1. Низкая интенсивность движения до 500 авт./сутки;
- 2. Средняя интенсивность движения от 500 до 2000 авт./сутки;
- 3. Высокая интенсивность движения более 2000 авт./сутки.

Результаты исследований, проведенных на 36 участках Международных дорог (МД) показали, что 10 участков - с низкой интенсивностью движения, 14 - со средней, а 12 относятся к высокому уровню. Как и предполагалось, автомобильные дороги, расположенные близко к центрам крупных городов, таким как Душанбе, Худжанд, Бохтар и другим, имеют наиболее высокую интенсивность движения транспортных средств [1,6,11]. Результаты проведенных исследований по интенсивности движения показаны в Таблице

Таблица 2 - Результаты проведенных исследований по интенсивности движения

	Пункт учета (км)									
Наименование	Среднее суточное количество приведенных автомобилей (Nпр)									
Пункт учета (км)	62	167	335	10	41	52	42	116	168	203
Инт. движения (Мпр.)	1764	1583	6679	7774	3671	126	2513	3278	1427	3642
Пункт учета (км)	371	456	552	611	916	1065	148	105	280	50
Инт. движения (Nпр.)	572	170	796	824	76	50	26	44	67	2651
Пункт учета (км)	90	184	264	340	31	32	76	134	181	60
Инт. движения (Мпр.)	1377	661	35	23	1370	4390	5151	619	2555	495
Пункт учета (км)	52	108	40	4	361	18	7	25	27	78
Инт. движения (Nпр.)	710	637	2890	2035	651	1035	149	1418	262	406
Пункт учета (км)	11	12	56	4	9	3	9	19	33	20
Инт. движения (Мпр.)	1225	18	1169	713	6506	63	1497	706	406	2302



Pисунок I-Cреднее суточное количество автомобилей по основным дорогам Tаджикистана

#### Анализ часовых колебаний интенсивности движения

Часовые колебания интенсивности движения на участках дорог с высокой и средней интенсивностью наблюдаются круглосуточно, в то время как на участках с низкой интенсивностью они

незначительные. Интенсивность движения в утренние часы также очень низкая. Часовая интенсивность движения начинает повышаться до 6% к 07-00 часам. Затем до 18-00 часов она остается в рамках между 4% и 6%. После чего понижается до 2% и ещё ниже. Показатель интенсивности движения больше, чем две трети наблюдается в промежуток времени с 08-00 до 20-00 часов и меньше, чем одна треть в промежуток времени с 20-00 до 08-00 часов.

Результат подсчета средней суточной интенсивности движения транспортных средств по основным участкам дорожной сети Таджикистана показан на Рис.1.

#### Анализ транспортных средств по типам

Результаты исследований транспортных средств с разбивкой по типам выражены в процентном отношении и приведены в Таблице 3.

Таблица 3 - Анализ транспортных средств по типам

№ п/п	Типы транспортных средств	% к общему объему
1	Легковые автомобили (мотоциклы, мопеды, легковые	70,04
	автомобили, джипы и фургоны)	
2	Микроавтобусы	10,02
3	Автобусы	1,76
4	Автомобили с легким грузом – до 2,5 тонн	2,57
5	Автомобили с легким грузом – до 4 тонн	2,42
6	Автомобили с легким грузом – до 8 тонн	3,25
7	Двухосные грузовые машины – от 8 до 10 тонн	2,22
8	Трехосные грузовые машины	5,79
9	Многоосные грузовые машины (прицепы и полуприцепы)	0,79
10	Тракторы и Тракторы с прицепом	1,04

Типы транспортных средств в некоторой степени меняются от одного участка исследований к другому или от одной дороги к другой. Легковые автомобили (мотоциклы, мопеды, легковые автомобили, джипы и фургоны) составляют 19-89% (в среднем 70,04%) движения на дорогах. Автобусы, в основном микроавтобусы на 20-25 посадочных мест, составляют максимум 25% (в среднем 10,02%) движения на дорогах возле городов. Большие автобусы (полный размер) составляют очень маленький процент движения, это можно объяснить сложным рельефом автомобильных дорог. Из общего количества транспортных средств, исследованных на всех участках сети автомобильных дорог, 82% автомобилей используется для пассажирских перевозок, а остальные 18% используется для других целей. Среди грузовых автомобилей небольшие грузовики составляют около 48%, остальные 52% составляют средние и тяжелые. Тракторы, как средства, относящиеся к транспортной категории, составляют менее 1%.

#### 3. Исследование осевых нагрузок Область наблюдений

Для того, чтобы взвешивать и определять параметры грузовых автомобилей, необходимо изучить диапазон нагрузок и факторы влияния автомобилей на повреждения дорог. Возникла необходимость провести измерения осевых нагрузок по всей сети республиканских автомобильных дорог. Из 50 участков, выбранных для подсчета интенсивности движения, было выявлено 6 участков с незначительным количеством грузовых автомобилей, на которых не требовалось проведения измерений осевых нагрузок, поэтому измерения проводились на 44 участках.

Исследования проводились в течение одного дня с различной продолжительностью. Грузовые автомобили были взвешены в обоих направлениях движения по методу случайного отбора, используя Передвижную Систему Взвешивания, включающую в себя пару платформ и индикаторное устройство. Исследования, касающиеся осевых нагрузок грузовых автомобилей, включали автобусы, легковые автомобили, грузовые машины (двухосные и трехосные), автомобили с полуприцепами (прицепами) и др. На каждом участке грузовые машины останавливали и просили медленно двигаться по взвешивающей платформе.

#### Анализ и результаты исследований

Учет интенсивности движения и измерения осевых нагрузок проводился одновременно. Сведения об учете измерений осевых нагрузок представляют собой информацию о количестве взвешиваний осей транспортных средств. В процессе измерений осевых нагрузок невозможно провести взвешивание всех грузовых автомобилей, проходящих по участкам автомобильных дорог, включенных в исследования. В результате проведения данных исследований на основе случайного выбора было взвешено более 10% грузовых автомобилей. Количество взвешенных грузовых автомобилей и результаты измерения осевых нагрузок приведены в Таблице 4.

Таблица 4 - Анализ осевых нагрузок грузовых автомобилей с осевыми конфигурациями							
Количество осей	Двухосны е	Трехосны е	Четырехосны е	Пятиосные	Шестиосные		
Конфигурации осей	<b>○</b> ◎		0000		00000	Всего	
Количество взвешенных автомобилей	516	671	14	41	5	1247	
Средний коэффициент осевых нагрузок	0,68	1,53	3,72	1,63	43,95		
Максимально допустимый вес	18	24	32	42	48		
Количество перегруженных автомобилей	7	45	3	2	4	61	
% перегруженных автомобилей	1,36 %	6,71 %	21,43 %	4,88 %	80,00 %	4,89 %	

Всего было взвешено 1247 грузовых автомобилей, из которых 516 (41,37%) были двухосные, 671 (53,80%) были трехосные, а остальные 60 автомобилей имели больше трех осей. Результат исследований показывает, что количество перегрузов на главной сети дорог незначительное. Только 4,9% из всех исследованных грузовых автомобилей были перегружены. Это можно объяснить тем, что большинство грузовых автомобилей рассчитаны для транспортировки небольшого количества грузов. Одним из факторов того, что грузовые автомобили избегают перегрузки, является плохое состояние дорог [1,5,6,7].

На некоторых участках дорог, например, на 916-ом км МД04 (Душанбе-Куляб-Хорог-Мургаб-граница Китая), из 18 исследованных грузовых автомобилей 8 были значительно перегружены. На других участках этой же дороги значительных перегрузок нет и количество измерений осевых нагрузок очень низкое, а перегрузка могла быть скорее случайностью, чем обычной практикой для водителей грузовых машин.

#### 4. Анализ движения транспорта между пунктами отправления и назначения

Анализ движения транспортных средств между пунктами Отправления и Назначения (О-Н) был выполнен для получения сведений о расстоянии, которое проходят разные типы транспортных средств от пункта Отправления до пункта Назначения. Также была собрана дополнительная информация о вместимости автомобилей и видах грузов, которые они перевозят. Полученные данные о пунктах отправления и пунктах назначения показывают популярные направления движения потоков, и это помогает в оценке будущих транспортных нужд для расширения дорожной сети и планирования социально-экономического развития страны [6, 8,11].

Анализ (О-Н) проводился на 29 пунктах (см. Схему 1) параллельно с подсчетом интенсивности движения, методом обычного опроса. Исследователи останавливали автомобили на участках, где проводился опрос, ответы записывались в заранее подготовленные бланки. Для проведения опроса были привлечены сотрудники Государственной инспекции для гарантии безопасного движения автомобилей и остановки любых автомобиль. Были собраны сведения о пунктах отправления и назначения, целях поездки, вместимости, весе товаров на всех категориях грузовых автомобилей. Объем проведенных исследований на разных местоположениях приведен в Таблице 5.

Таблица 5 - Анализ движения транспорта между пунктами О-Н

таолица 5 - Анализ движения транепорта между пунктами 0-11						
		Типы автомобилей				
$N_{\underline{0}}$	№ участка	Легковая машина/	Грузовой			
	исследований	Джип/Фургон	автомобиль	Микроавтобус	Автобус	
1	1	9.0	15.6	15.3	-	
2	2	6.67	10.3	16.0	33.3	
3	3	10.3	6.6	11.1	8.6	
4	4	10.0	8.3	8.4	8.5	
5	5	10.0	11.5	8.7	8.0	
6	6	7.0	12.1	9.2	10.5	

				Оконч	ание таблицы 5
7	7	10.6	12.8	=	15.2
8	9A	8.0	11.1	10.0	8.5
9	9B	10.4	11.7	9.7	10.0
10	10	9.7	11.5	9.7	10.0
11	11	10.1	8.0	=	-
12	12	10.0	17.5	-	-
13	13	9.9	-	78.7	28.3
14	14	10.2	14.1	9.0	-
15	16	10.3	9.5	20.0	25.0
16	17	9.8	11.4	9.0	-
17	18	8.0	50.0	-	27.3
18	20	30.9	34.7	10.0	-
19	21	20.3	31.9	42.0	-
20	22	8.2	9.7	-	-
21	25	50.0	84.1	-	-
22	29	8.5	6.4	7.4	-
23	30	7.3	17.7	10.0	-
24	31	9.4	20.9	-	-
25	32	7.5	85.0	-	-
26	36	10.0	8.3	7.8	-
27	38	7.1	36.3	8.2	33.3
28	39	9.2	7.9	8.5	15.8
29	48	8.7	8.8	14.2	47.4

Для оценки движения транспорта была разработана методика определения пунктов отправления и назначения. Эта методика дает возможность определить расположение пунктов опроса О-Н, выявить цели транспортировки пассажиров и грузов по всей территории страны, а также определить объемы перевозки грузов для каждого из 29 пунктов. В дальнейшем для получения более точных результатов следует увеличить количество исследуемых пунктов. Методика определения пунктов отправления и назначения пассажиров, грузов и автомобилей разными типами транспорта была разработана для каждого пункта, на котором проводился опрос [1,8].

#### Анализ перевозимых грузов

Во время проведения исследований также была собрана информация о видах грузов, перевозимых грузовыми автомобилями [2,6,8,12]. Подробная информация приведена в Таблице 6.

Таблица 6 - Анализ опроса грузовых автомобилей, перевозимых грузы народного хозяйства

№	Виды грузов	Наименование грузов	Количество опрошенных автомобилей	%
2	Полезные ископаемые	Уголь и др.	40 11	3,74
-	Зерновые	Пшеница, рис и др.		1,03
3	Товарные культуры	Хлопок, джут, чай и др.	33	3,08
4	Скоропортящиеся продукты	Овощи, фрукты, рыба, мясо, молоко и молочные продукты и др.	212	19,81
5	Лесохозяйственные товары	Лесоматериалы, мебель и др.	104	9,72
6	Строительные материалы	Кирпич, цемент, песок, известь, камень, арматура и др.	259	24,21
7	Нефть и природный газ	Бензин, дизель, нефть, машинное масло и др.	42	3,93
8	Продовольственные товары и продукты	Мыло, соль, сахар, бобовые растения, специи и др.	68	6,36
9	Промышленные товары	Автомобили, лекарства, кожа, вино, табак, резиновые шины, пластмасса, одежда, бумага и др.	83	7,76
10	Разное	Удобрения, мусор, животные и др.	29	2,71
11	Без груза		189	17,66

Как показано в Таблице 6, строительные материалы, такие как цемент, песок, кирпич и стальная арматура являются главными видами грузов, перевозимых грузовыми автомобилями, а вместе со скоропортящимися продуктами они составляют почти половину всех перевозок. Перевозка лесохозяйственных товаров составляет около 10%, а поездка грузовых автомобилей порожняком (без грузов) составляет почти 18%.

Основной грузопоток приходится на столицу страны - город Душанбе, который является главным торговым центром страны, производит и привлекает 58,5% от общего количества рейсов автотранспорта. Худжанд - второй по величине город страны по производству и привлечению количества рейсов перевозимых автотранспортом грузов составляет 13,8%. Остальное приходится на такие города, как Гиссар, Куляб, Курган-Тюбе, Хорог, Пенджикент, Шахринав и другие.

#### Анализ движения транспорта по протяженности

Методом опроса по пунктам назначения была определена средняя протяженность одностороннего рейса по типам автомобилей, которая представлена в Таблице 7.

Таблица 7 - Среднее расстояние движения транспорта

Тип транспорта	Средняя протяженность рейса (км)
Джипы и легковые автомобили	127,9
Автобусы и микроавтобусы	104,6
Грузовые автомобили	200,7
Средняя протяженность рейса (для всех типов автомобилей)	155,4

Как видно из Таблицы 7, средняя протяженность одностороннего рейса транспорта находится в пределах от 100 до 200 км. Это показывает технические характеристики магистральных дорог и их важность для движения транспорта. Таким образом, улучшение качества дорог их содержанием приведет к развитию региональной торговли и усовершенствованию национального транспорта.

#### Анализ вместимости по типам транспорта

Вместимость разных типов пассажирских автомобилей, исследованных во время проведения опроса, проанализирована по пунктам отправления и назначения и показана в Таблице 8.

Таблица 8 - Средняя вместимость разных типов автомобилей

$N_{\underline{0}}$	тип автомобиля	вместимость*
1	Легковые машины/Джипы/Фургоны	3,4
2	Микроавтобусы	12,5
3	Автобусы	29,4

<sup>\*</sup>Количество пассажиров

Как видно из Таблицы 8, средняя вместимость автобусов - 29 пассажиров, тогда как по микроавтобусам это количество составило 12 пассажиров. Джипы и легковые автомобили, которые используются в качестве такси, фактически действуют как заменитель общественного транспорта на многих участках главной сети автомобильных дорог, их средняя вместимость составляет 3 пассажира [6,8].

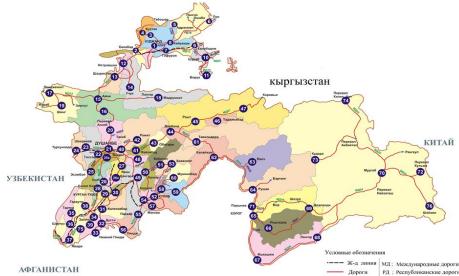


Рисунок 2 – Карта расположения пунктов опроса водителей (О-Н) на автомобильных дорогах Таджикистана

#### 5. Выводы и рекомендации:

- 1. Для получения достоверной информации по нагрузкам на дорожное полотно необходимо качественно провести все вышеперечисленные исследования, а именно:
- необходимо проводить подсчеты интенсивности движения (полученные данные, для дальнейшего экономического анализа, следует группировать по типам транспортных средств и грузоподъемности);
- необходимо разработать и утвердить нормативные документы, позволяющие строго контролировать нагрузку на ось, для того, чтобы продлить срок службы дорожных покрытий;
- разработать руководящий документ, определяющий единую методику проведения опроса транспортных средств по пунктам Отправления и Назначения.
- 2. Целью проведения данных исследований является выявление автомобильных дорог (участков дорог) с наибольшей интенсивностью движения и необходимость выделения адекватных объемов финансирования для обеспечения удовлетворительного технического содержания этих дорог.
- 3. Контроль за интенсивностью движения и нагрузкой на ось очень важен для экономии дорожных активов, сокращения стоимости содержания дорог и увеличения срока службы дорожного покрытия.

Рецензент: Вализода Р.Ф. — начальник управления дорожно-строительного управления Министерства транспорта Республики Таджикистан.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- 1. С.Б. Мирзозода, О.А. Красиков, Б.Б. Каримов «Система управления дорожными активами», Монография, Душанбе, Ирфон, 2023.
- 2. Соболевская С.Н., Ходин Е.П. "Диагностика автомобильных дорог", Пособие для студентов специальности 1-700301 «Автомобильные дороги», Минск, БНТУ, 2020.
- 3. "Эксплуатация автомобильных дорог". Методические указания по выполнению самостоятельной работы; Под общей редакцией д.т.н., проф. Ю.П. Скачкова, Пенза, 2014.
- 4. Каримов Б.Б., Калилов Ж.К., Мирзоев С.Б. "Содержание и ремонт дорог в горных условиях", Интрансдорнаука, Москва, 2016.
- 5. С.Б. Мирзоев, А.Т. Бердиев, Ф.С. Мирзоев "Состояние автомобильных дорог в Республике Таджикистан с покрытием нежесткого типа". Политехнический вестник, серия "Инженерные исследования", 3(51)2020, ISSN 2520-2227.
- 6. Рекомендации по определению параметров расчетных нагрузок для современных транспортных средств, Роавтодор, Москва, 2015.
- 7. ТП-4294, Укрепление реализации системы финансирования содержания дорог, Том 1 и Том 2, Душанбе, 2007.
  - 8. Допустимые массы транспортных средств, Постановление №12 Правительства РФ, 2014г.
  - 9. Источник информации полученных данных Министерство транспорта Республики Таджикистан.
  - 10. Диагностика и оценка состояния автомобильных дорог, ОДН-218. 0.006-2002, Москва, 2002.
- 11. Кравченко С.Е., Рует Ж.В., Соболевская С.Н. "Содержание и ремонт автомобильных дорог", Пособие мастеру по ремонту и содержанию автомобильных дорог, Минск, БНТУ, 2015.
- 12. Ремонт и содержание автомобильных дорог. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине "Эксплуатация автомобильных дорог", 3-е Издание, Москва, 2009.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН - СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX - INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Сухроб Мирзозода	Сухроб Мирзозода	Sukhrob Mirzozoda
номзади илмхои техникй, и.в. дотсент	кандидат технических наук, и.о. доцента	candidate of technical sciences, acting assistant professor
Донишгохи Техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named
ба номи академик М.С. Осимй.	университет имени академика	afteracademician
	М.С. Осими	M.S. Osimi.
TJ	RU	EN
Мирзоев Фариддун Сухробович	Мирзоев Фариддун Сухробович	Mirzoev Fariddun Suhrobovich
Корхонаи вохиди давлатии	ГУП "Научно-исследовательский и	State Unitary Enterprise "Scientific Research and Design
«Институти тадқиқоти илмй ва лоиҳакашй-чустучуй»	проектно-изыскательский институт"	"Scientific Research and Design and Survey Institute"
	ukhrob63@mail.ru	_

УДК: 658.562.012.7

### МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РЕМОНТИРУЕМЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Р.Х. Саидзода, А.М. Умирзоков

Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими

Статаья посвящена количественной оценке качества сложных технических ремонтируемых объектов. Обоснована взаимосвязь и взаимообусловленность между понятиями надежность, качество и эффективность системы. Разработана классификационная схема показателей качества автомобиля. Предложена методика количественной оценки качества ремонтируемых технических систем, на основе которого выведена математическая модель количественной оценки качества ремонтируемых изделий под комплексным влиянием двух значимых факторов.

**Ключевые слова:** качество, количественная оценка, эффективность, техническая система, капитальный ремонт, ресурс, эллипсоид вращения, эллиптический цилиндр.

#### МЕТОДИКАИ БАХОДИХИИ МИҚДОРИИ СИФАТИ СИСТЕМАХОИ ТЕХНИКИИ ТАЪМИРШАВАНДА

#### Р.Х. Саидзода, А.М. Умирзоков

Мақола ба масъалаи баҳодиҳии миқдории сифати объекти мураккаби техникии таъмиршаванда баҳшида шудааст. Дар мақолаи мазкур алоқамандии мутақобила байни мафҳумҳои эътимоднокй, сифат ва самаранокии система асоснок карда шудааст. Сҳемаи синфбандии нишондиҳандаҳои сифати автомобил коркард шудааст. Методикаи баҳодиҳии микдории сифати системаи техникии таъмиршаванда пешниҳод шудааст, ки дар асоси он модели математикй барои баҳодиҳии микдории сифати маснуоти таъмиршаванда зери таъсири муштараки ду омили аҳамиятнок соҳта шудааст.

**Калимахои калидй:** сифат, баходихии миқдорй, самаранокй, системаи техникй, таъмири капиталй, ресурс, эллипсоиди даврзанй, силиндри эллиптикй.

### THE METHODOLOGY OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF QUALITY REPAIRED TECHNICAL SYSTEMS

#### R.H. Saidzoda, A.M. Umirzakov

The article is devoted to the quantitative assessment of the quality of complex technical facilities under repair. The interrelation and interdependence between the concepts of reliability, quality and efficiency of the system is substantiated. A classification scheme of car quality indicators has been developed. A method for quantifying the quality of repaired technical systems is proposed, on the basis of which a mathematical model for quantifying the quality of repaired products under the complex influence of two significant factors is derived.

**Keywords:** quality, quantitative assessment, efficiency, technical system, overhaul, resource, ellipsoid of rotation, elliptical cylinder.

#### Введение

Оценка качества технической системы является ключевым рычагом повышения эффективности ее функционирования. Между качеством и эффективностью функционирования технических систем существует прямая зависимость. Повышение качества функционирования системы неизбежно приводит к росту ее эффективности, способствует к снижению себестоимости и возрастанию конкурентоспособности [5, 9, 10].

Связи между качеством технической системы ее надежностью и эффективностью многообразны. Они недостаточно изучены и до конца не выяснены. Исследование этой проблемы в отношении к техническим системам имеет большое теоретическое и практическое значение.

Связь между эффективностью и качеством функционирования технических систем очевидна. Качеством отдельных элементов обусловлена эффективность функционирования синтезированной из них технической системы. Качество технической системы в целом и, в частности, ее отдельных элементов является основой формирования эффективности, как для самой системы, так и для ее отдельных подсистем. Изменение качества в технической системе неизбежно приводит к изменению эффективности ее функционирования [1, 2, 4, 7].

Поскольку заданное функционирование системы может быть обеспечено только вполне определенным качеством, то проблема качества в управлении должна решаться в единстве, как с проблемой эффективности, так и с проблемой надежности [11, 12].

Большую роль при исследовании качества играет переход к количественным оценкам. Здесь можно отметить, что среди всех работ, связанных с исследованиями эффективности, надежности и качества, подавляющее большинство посвящено именно количественным методам оценивания [3, 6, 8].

Проведенные нами исследования позволяют утверждать о том, что логически исходным понятием является понятие качества систем управления. Эффективность является следствием понятия качества там, где есть целесообразность. Развитием понятия меры является устойчивость, которая, в свою очередь, приводит к понятию надежности.

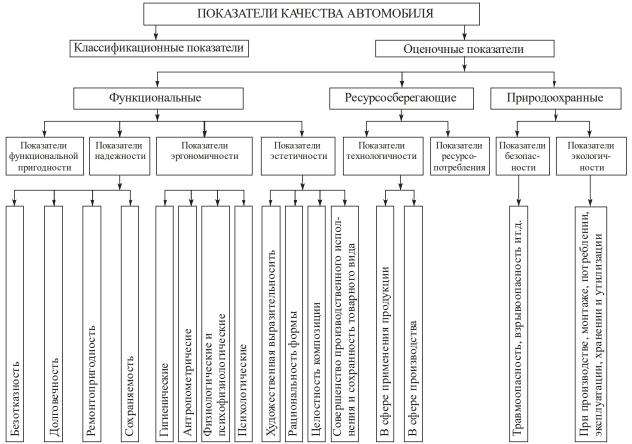
#### Материалы и методы исследования

В Республике Таджикистан одним из важнейших и приоритетных секторов в развитии народного хозяйства страны является транспортный сектор, точнее автомобильный транспорт, эффективность функционирования которого тесно связана с качеством автомобиля. Автомобиль, являясь системообразующим элементом, подсистемой сложной системы водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС), в тоже время относится к категории сложной технической системы. Автомобиль, как техническая

система, должен соответствовать всем условиям, параметрам, свойствам и требованиям безопасности, экономичности, экологичности и эргономичности, которые должны:

- закладываться при формировании системы со всеми ее атрибутами с учетом взаимной и закономерной взаимосвязи между ее элементами, а также единства и целостности оной;
- обеспечиваться в процессе подготовки водителя, изготовления автомобиля, строительства дорог с учетом особенностей среды их функционирования;
  - поддерживаться на всем периоде функционирования системы.

В процессе функционирования системы ВАДС особое внимание следует обратить оценочным показателям качества ее технических подсистем: автомобиля и дороги. Классификация показателей качества, на примере автомобиля, как системообразующего элемента системы ВАДС, представлена на рис. 1.



Pисунок  $1-\Pi$ оказатели качества автомобиля, как сложной системы

В реальных условиях эксплуатации качество автомобиля, как технической системы и ремонтируемого объекта, формируется под комплексным влиянием нескольких факторов, характер изменения которого в трехмерном измерении представлен на рис. 2.

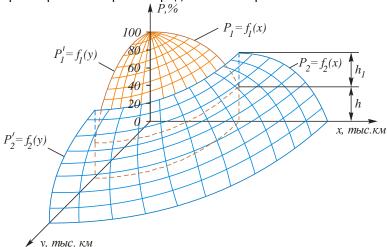


Рисунок 2 — Схема зависимости уровня качества ремонтируемой технической системы от двух значимых переменных факторов

#### Результаты исследования

Выбирая из достаточно большого числа факторов двух наиболее значимых, можно получить сложную геометрическую фигуру, по объему которой можно дать количественную оценку качества ремонтируемого изделия. С достаточной для практических расчетов точностью полный объем полученной фигуры, тождественной уровню качества изделия, в общем виде можно выразить через объемы эллипсоидов вращения и объемы эллиптических цилиндров. Как следует из рисунка полный объем сложной фигуры или количественную оценку уровня качества изделия  $V_{\kappa}$  можно определить через одну восьмую сумму условно разделенных объемов отдельных фигур из выражения

$$V_{\kappa} = 1/8(V_1 + V_2 + V_3 - V_4), \tag{1}$$

где  $V_1$  и  $V_3$  – объемы эллипсоидов вращения, характеризующие количественные оценки качества ремонтируемого объекта до и после ремонта;  $V_2$  – объем эллиптического цилиндра с высотой h и параметрами a и b, соответствующими полуосям эллипсоида вращения до ремонта объекта;  $V_3$  – объем эллиптического цилиндра с высотой  $h_1$  и параметрами  $a_1$  и  $b_1$ , соответствующими полуосям эллипсоида вращения после ремонта объекта.

вращения, характеризующего оценку ремонтируемого объекта до ремонта определяется из общеизвесной формулы  $V_1=\pi\int_a^b y^2\,dx,$ 

$$V_1 = \pi \int_a^b y^2 \, dx,\tag{2}$$

где у определяется из уравнения эллипса

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \,, \tag{3}$$

где а и b – полуоси эллипса, соответствующие полуосям эллипсоида вращения до ремонта изделия.

Из уравнения эллипса

$$y^2 = \frac{b^2}{a^2} (a^2 - x^2) dx. \tag{4}$$

$$y^2=rac{b^2}{a^2}\,(a^2-x^2)dx.$$
 (4) Подставляя значение  $y^2$  из последнего уравнения в уравнение (2), получим 
$$V_1=\pi\int\limits_a^b\frac{b^2}{a^2}\,(a^2-x^2)\,dx=\pirac{b^2}{a^2}\int\limits_a^b(a^2-x^2)\,dx=2\pirac{b^2}{a^2}\int\limits_0^a(a^2-x^2)\,dx=\\ =2\pirac{b^2}{a^2}\left(a^2x-rac{x^3}{3}
ight)|_0^a=2\pirac{b^2}{a^2}\left(a^3-rac{a^3}{3}
ight)=2\pirac{b^2}{a^2}\cdotrac{2a^3}{3}=rac{4}{3}\pi ab^2.$$
 (5) Объем эллиптического цилиндра до ремонта объекта определяется по общеизвесной формуле

 $V_2 = \pi a b h,$  (6) где h — высота эллиптического цилиндра до ремонта, соответствующего остаточному ресурсу ремонтируемого объекта.

Объем эллипсоида вращения, характеризующего оценку качества ремонтируемого объекта после ремонта определяется из общеизвесной формулы  $V_3 = \pi \int_{a+a_1}^{b+b_1} y^2 \, dx.$ 

$$V_3 = \pi \int_{a+a_1}^{b+b_1} y^2 \, dx. \tag{7}$$

$$\frac{x^2}{c^2} + \frac{y^2}{d^2} = 1,\tag{8}$$

Обозначая  $a+a_1=c$  и  $b+b_1=d$  , напишем уравнения эллипса вращения  $\frac{x^2}{c^2}+\frac{y^2}{d^2}=1,$  где c и d – полуоси эллипс, соответствующего полуосям эллипсоида вращения после ремонта изделия.

С учетом произведенных обозначений и уравнения (8), формулу (7) аналогично формуле (5),

$$V_3 = 2\pi \frac{d^2}{c^2} \int_0^c (c^2 - x^2) \, dx = 2\pi \frac{d^2}{c^2} \left( c^2 x - \frac{x^3}{3} \right) \Big|_0^c = 2\pi \frac{d^2}{c^2} \left( c^3 - \frac{c^3}{3} \right) = 2\pi \frac{d^2}{c^2} \cdot \frac{2c^3}{3} = \frac{4}{3}\pi c d^2. \tag{9}$$

Объем эллиптического цилиндра после ремонта объекта определяется по формуле

$$V_{\Delta} = \pi c d(h + h_1), \tag{10}$$

 $V_4 = \pi c d (h + h_1), \eqno(10)$  где  $h + h_1$  — высота эллиптического цилиндра до линии пересечения с эллипсоидом вращения после ремонта, показывающая уровень восстановления ресурса ремонтируемого объекта от первоначального (от уровня нового объекта). Для тракторов, автомобилей, двигателей внутреннего сгорания и ряда других объектов нормативный уровень восстановления ресурса после капитального ремонта установлен равным 80% от первоначального их ресурса. Для нашего случая можно принимать  $h_{\uparrow}h_{\uparrow}=0,8a$ .

Обозначив нормативный уровень восстановления ресурса объекта после капитального ремонта  $h + h_1 = \theta$ , получим формулу для определения объема эллиптического цилиндра после ремонта

$$V_4 = \pi c d\theta . ag{10}$$

Подставив полученные значения объемов эллипсоидов вращения и эллиптических цилиндров в формулу (1), получим окончательную формулу для количественной оценки качества ремонтируемых объектов или технических систем в виде

$$V_{K} = \frac{1}{8} \left[ 2\pi \frac{b^{2}}{a^{2}} \int_{0}^{a} (a^{2} - x^{2}) dx + \pi abh + 2\pi \frac{d^{2}}{c^{2}} \int_{0}^{c} (c^{2} - x^{2}) dx - \pi cd\theta \right] =$$

$$= \frac{1}{8} \left[ \frac{4}{3} \pi ab^{2} + \pi abh + \frac{4}{3} \pi cd^{2} + \pi cd\theta \right] = \frac{\pi}{8} \left[ ab \left( \frac{4}{3}b + h \right) + cd \left( \frac{4}{3}d + \theta \right) \right] =$$

$$= \frac{\pi}{24} \left[ ab(4b + 3h) + cd(4d + 3\theta) \right]. \tag{11}$$

#### Обсуждения

Предложенная методика количественной оценка качества сложной ремонтируемой технической системы, примером которой является автомобиль, имеет важное теоретическое и практическое значение, когда оно формируется под комплексным влиянием двух независимых факторов. Эту же методику можно использовать для оценки качества неремонтируемых объектов, исключая двух последних составляющих из уравнения (11). Немаловажным является также то, что эту же методику можно будет применять для оценки и прогнозирования надежности и эффективности функционирования объектов исследования.

#### Выводы

- 1. Предложена методика количественной оценки качества сложных ремонтируемых объектов, формируемого под комплексным влиянием двух независимых факторов.
- 2. На основе предложенной методики разработана математическая модель для количественной оценки качества ремонтируемых и неремонтируемых изделий.
- 3. Предложенная методика и разработанная на ее основе математическая модель отличается универсальностью и простотой применения на практике. Универсальность методики заключается в том, что она может быть применена для количественной оценки качества любых продукций, процессов и услуг в результате внесения соответствующих изменений при необходимости, а также она может быть использована для оценки параметров надежности и эффективности функционирования объекта исследования.

Рецензент: Мирзоев Ш.И.- қ.т.н., доцент қафедры элеқтрифиқации и автоматизации в сельсқом хозяйстве *Шаджикского аграрного университета имени Ш. Шотемур* 

#### Литература

- 1. Аристов, О.В. Управление качеством/О. В. Аристов. М.: ИНФРА-М, 2005. 204 с.
- 2. Басовский, Л. Е. Управление качеством/Л. Е. Басовский. М.: ИНФРА-М, 2005. 274 с.
- 3. Гегель Г. В. Ф. Энциклопедия философских наук. Том 1. Наука логики, § 90. /Г. В. Ф. Гегель. М.: Мысль, 1974. – 452с.
- 4. Гончаров, В.Н. Теоретические подходы к определению понятия «качество»/В.Н. Гончаров, В.В. Колесникова, И.В. Ширяева//ЭКОНОМИНФО. -2015. - № 23. - С. 53-57.
- 5. Дедков, В.К. Основные вопросы эксплуатации сложных систем/ В.К. Дедков, Н.А. Северцев. М.: Высш. шк., 1976. – 406 с.
- 6. Ермаков, А.А. Оценка качества функционирования сложных технических систем/А.А. Ермаков//Журнал «Современные технологии. Системный анализ. Моделирование». – Иркутск: ИрГУПС, 2010. – С. 208-212. 7. Качество [Электронный ресурс]: Режим доступа – <a href="https://znaytovar.ru/new1090.html">https://znaytovar.ru/new1090.html</a>. От 21.01.2024.
- 8. Методы определения показателей качества продукции [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://www.webkursovik.ru/kartgotrab.asp?id. -120966.
- 9. Разумный, М.В. Толченов О.В. Оценка работоспособности устройств автоматики/ М.В. Разумный. М.: Энергия, 1977. – 119 с.
- 10. Связь эффективности, надежности и качества [Электронный ресурс]: Режим доступа https://studopedia.ru/7\_22018\_svyaz-effektivnosti-nadezhnosti-i-kachestva.html. Or 21.01.2024.

#### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT **AUTHORS**

TJ	RU	EN			
Саидзода Рахим Хамро	Саидзода Рахим Хамро	Saidzoda Rahim Hamro			
Д.и.т., профессори кафедраи	Д.т.н., профессор кафедры	Doctor of Technical Sciences,			
«Истифодабарии нақлиёти	«Эксплуатация автомобильного	Professor of the Department			
автомобилӣ»	транспорта»	"Operation of Road Transport"			
ДТТ ба номи академик М.С.	ТТУ имени академика М.С.	Tajik Technical University named			
Осимй	Осими	after acad. M.S. Osimi			
E-mail: mort@maorif.tj					
TJ	RU	EN			
ТЈ Умирзоқов Аҳмад Маллабоевич	RU Умирзоқов Ахмад Маллабоевич	EN Umirzokov Ahmad Mallaboevich			
	110	211			
Умирзоқов Ахмад Маллабоевич	Умирзоков Ахмад Маллабоевич	Umirzokov Ahmad Mallaboevich			
Умирзоқов Ахмад Маллабоевич	Умирзоков Ахмад Маллабоевич К.т.н., доцент кафедры	Umirzokov Ahmad Mallaboevich Candidate of Technical Sciences,			
Умирзоқов Аҳмад Маллабоевич	Умирзоков Ахмад Маллабоевич К.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного	Umirzokov Ahmad Mallaboevich Candidate of Technical Sciences, Senior teacher of the Department			
Умирзоков Аҳмад Маллабоевич Н.и.т., дотсенти кафедраи	Умирзоков Ахмад Маллабоевич К.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»	Umirzokov Ahmad Mallaboevich Candidate of Technical Sciences, Senior teacher of the Department "Operation of Road Transport"			

УДК 656.13.08

### РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ПО СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМИ АКТИВАМИ

#### С.Б. Мирзозода, О.А. Красиков, И.Н. Косенко

В данной статье рассмотрены три важных вывода, объясняющих внедрение Системы управления дорожными активами и новых цифровых технологий, а также рассмотрено решение некоторых наиболее важных задач с использованием модели HDM-IV. Основной целью решения этих задач является определение наиболее эффективного критерия содержания и ремонта автомобильных дорог.

**Ключевые слова:** система управления дорожными активами, модель HDM-IV, автомобильная дорога, дорожноремонтные работы, планирование, финансирование, эффективность, показатель.

#### ХАЛЛИ БАЪЗЕ МАСЪАЛАХО ДАР БОРАИ СИСТЕМАИ ИДОРАКУНИИ ДОРОИХОИ РОХ С.Б. Мирзозода, О.А. Красиков, И.Н. Косенко

Дар ин мақола се бозёфтҳои муҳим, ки татбиқи Системаи идоракунии дороиҳои роҳ ва технологияҳои нави рақамиро шарҳ медиҳанд ва инчунин чй гуна ҳалли баъзе аз мушкилоти муҳимтаринро бо истифода аз модели HDM-IV баррасй мекунанд. Мақсади асосии ҳалли ин мушкилиҳо муайян кардани меъёри самарабаҳши нигоҳдорй ва таъмири роҳҳои автомобильгард мебошад.

**Калимахои калидй:** системаи идоракунии дороихои рох, модели HDM-IV, роххои автомобилгард, корхои таъмири рох, банакшагирй, маблаггузорй, самаранокй, нишондиханда.

#### SOLVING SOME PROBLEMS ON ROAD ASSET MANAGEMENT SYSTEM

#### S.B. Mirzozoda, O.A. Krasikov, I.N. Kosenko

This article discusses three important findings that explain the implementation of the Road Asset Management System and new digital technologies, and also discusses how to solve some of the most important problems using the HDM-IV model. The main goal of solving these problems is to determine the most effective criterion for the maintenance and repair of highways.

Keywords: road asset management system, HDM-IV model, highway, road repair work, planning, financing, efficiency, indicator.

#### 1. Цель и задача управления дорожными активами

Цель и задача управления дорожными активами заключается в том, чтобы оптимизировать экономические выгоды за счёт сокращения суммы затрат на содержание и ремонт дорог, а также затрат пользователей дорог. Управление дорожными активами рассматривает не только затраты на содержание и ремонт для дорожных организаций, но и издержки на автомобильные перевозки для пользователей автодорог, охватывающие все затраты, связанные с автомобильным транспортом. Система управления дорожными активами может помочь определить оптимальные уровни финансирования, что поможет минимизировать эти общие издержки на автомобильные перевозки, и может продемонстрировать, каким образом имеющееся финансирование может быть лучшим образом распределено на конкретные автомобильные дороги или участки дорог, и конкретные виды их содержания и ремонта. При этом оно рассматривает не краткосрочные воздействия на сеть автодорог, а среднесрочные или долгосрочные воздействия (обычно используется как минимум 10-летний период).

Это представляет собой значительное изменение по сравнению с традиционным осуществлением содержания, нацеленного на ремонт как можно большего объёма существующих повреждений в рамках имеющегося ежегодного бюджета. Вместо этого управление дорожными активами нацелено на достижение определённого уровня обслуживания или состояния автомобильных дорог при наименьших затратах. При этом берётся долгосрочная перспектива, учитывающая будущие воздействия текущих бюджетных ассигнований. Такое изменение в подходе зачастую предусматривает переход от ремонта дорог в плохом состоянии к сохранению дорог в хорошем или удовлетворительном состоянии, препятствуя их ухудшению и необходимости в дорогостоящем ремонте в будущем. В краткосрочной перспективе это приведёт к тому, что дорогам в плохом состоянии будет уделяться меньше внимания, но в долгосрочной перспективе это высвободит финансирование для осуществления незавершённых работ по содержанию.

#### 2. Система управления дорожными активами

Система управления дорожными активами основана на анализе данных по автодорогам, связанных с инвентаризацией, состоянием, интенсивностью движения, стоимостью работ и моделями ухудшения дорог, как показано на Рис.1. Данные вносятся в Систему управления дорожными активами (СУДА), которая позволяет анализировать данные и определять оптимальные уровни бюджета и ассигнования. Однако управление дорожными активами - это больше, чем просто СУДА, и включает интеграцию СУДА в более широкий контекст структур и процедур, в рамках которых она работает, дополняя критерии экономической оптимизации СУДА другими задачами в области политики (например, связанность, доступность) [1,7,9].

Считается, что СУДА должна включать любую систему, которая используется для сбора, хранения и обработки данных инвентаризации автодорог и мостов по их состоянию, интенсивности движения и

связанные данные для целей автодорожного планирования и программирования. Обычно СУДА затрагивает компьютеризированную систему управления дорожными активами, включая сбор данных, управление данными (базой данных) и анализ данных.

ИНСТИТУЦИОНАЛЬН			
ФИНАНСИРОВАНИЕ	СБОР ДАННЫХ		
	УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ	ПЛАНИРОВАНИЕ	
	АНАЛИЗ ДАННЫХ		
	РЕАЛИЗ	ВАЦИЯ	

Рисунок 1 – Система управления дорожными активами

Управление дорожными активами
Система управления дорожными активами

- Сбор данных. Вовлекает проведение обследований и сбор данных по сети автомобильных дорог. Включает данные, которые постоянно изменяются и требуют регулярного обновления (например, состояние автодорог, интенсивность движения), и данные, которые вряд ли изменяются (например, трасса дороги, топография, тип поверхности).
- Управление данными. Обычно касается базы данных, которая объединяет в одном месте все собранные данные и делает их легкодоступными для планирования и мониторинга. Может включать простые текстовые или цифровые данные (например, название дороги, протяжённость дороги), а также данные, связанные с глобальной системой позиционирования (GPS) (трасса, состояние дороги), или мультимедийные файлы.
- Анализ данных. Включает анализ собранных данных с целью определения оптимального уровня требуемого финансирования и распределение этого финансирования по различным автодорогам и различным видам интервенций. Зачастую рассматривается только покрытие, но может также включать мосты, другие сооружения, обустройство дороги и автодорожные пункты обслуживания.

При этом СУДА не может рассматриваться отдельно от контекста, в котором она работает, и поэтому термин "управление дорожными активами" будет иметь более широкий смысл, включая интеграцию СУДА в институционную структуру, системы планирования и программирования сети автодорог, процедуры финансирования и бюджетных ассигнований для автодорожного сектора, а также в реализацию содержания автомобильных дорог.

Управление дорожными активами рассматривает развитие надлежащих экономических процессов, которые позволяют эффективно использовать СУДА для удовлетворения финансовых потребностей организации, ответственной за сеть автомобильных дорог.

- -Институциональная структура. Институциональная структура оказывает значительное влияние на роль, которую может играть СУДА в процессе принятия решений. Поэтому важно рассматривать роль и место СУДА в рамках существующей институциональной структуры.
- **Финансирование.** Влияние СУДА зависит от степени, в которой она может повлиять на уровни финансирования и согласовать их с фактическими потребностями в финансировании. Поэтому важно рассматривать то, каким образом СУДА влияет на уровни финансирования.
- Планирование. СУДА эффективна только в той степени, в которой она может повлиять на планы для автодорожного сектора и повлиять на бюджетные ассигнования для различных типов автомобильных дорог. Поэтому важно рассматривать связь СУДА с существующими системами планирования.
- Реализация. Во время реализации бюджетные ассигнования используются для осуществления запланированных мероприятий. Эффективность и результативность реализации и, таким образом, степень выполнения целевых показателей СУДА зависит от потенциала дорожных организаций, частных подрядчиков и консультантов и используемых подходов к заключению контрактов.

Внедрение новых цифровых технологий обусловлено необходимостью улучшения существующих систем управления дорожными активами. Автоматизированная информационная система в составе базы данных должна содержать набор программных продуктов, которые позволят реализовать различные методы управления дорожными активами. Наиболее отработанной системой в этом направлении является комплекс программного обеспечения Модели HDM-IV.

Реализация существующих систем позволила сделать три наиболее важных вывода, которые следует учитывать при усовершенствовании системы в общем.

**Вывод 1.** При усовершенствовании системы мы стремимся учесть больше фактов, а для этого нам необходим большой объем информационного обеспечения, который нуждается в постоянном обновлении и расширении базы данных, а это приводит к значительному увеличению затрат. Нам необходимо, чтобы система работала при ограниченном объеме информационного обеспечения, но при

этом вполне достаточном для получения требуемых результатов с высоким уровнем надежности решения поставленных задач.

**Вывод 2.** Конкретная страна, учитывая свой уровень экономического развития, должна адекватно воспринимать разработанную и внедряемую систему управления дорожными активами. Необходимо отметить, что для реализации любой системы необходима информационная база данных, подходящая разработанной системе для конкретной страны, а также условия для её формирования и обновления. Отсутствие или наличие уже устаревшей информации делает эту Систему бесполезной. То есть, страна должна учитывать свои финансовые возможности для обеспечения Системы необходимой информацией в полном объёме, а также иметь возможность постоянно её обновлять.

**Вывод 3.** Каждая страна должна стремиться создать свою индивидуальную систему управления дорожными активами, которая будет учитывать уровень её достижений, экономические особенности развития этой страны, слаженность работы дорожных организаций, а также свои климатические, региональные, технологические и другие особенности.

Представленные выше три важных вывода часто объясняют причины несостоятельности внедрения этих систем в развивающихся странах, в которых на первой стадии следует внедрять более упрощенную модель системы управления дорожными активами и в дальнейшем её поэтапно совершенствовать [2,3,4].

#### 3. Важные задачи по содержанию и ремонту дорог

Рассмотрим несколько наиболее важных задач, решение которых необходимо при проведении исследований для планирования мероприятий по содержанию и ремонту дорог:

- классификация состава дорожно-ремонтных работ и определение комплекса мероприятий;
- определение и анализ межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий; принципы планирования работ;
  - оценка эффективности дорожно-ремонтных работ.

Итак, первая задача, стоящая перед нами, заключается в определении состава ремонтных работ и их классификации по видам мероприятий [10].

Классификация работ по ремонту и содержанию дорог в зависимости от характера, размеров и периодичности выполнения включает 4 дополняющих друг друга комплекса мероприятий под названием: содержание дороги; текущий, средний и капитальный ремонты.

К содержанию относят работы по поддержанию дорог в чистоте и порядке. Однако в каждый период года содержание имеет свои особенности, в первую очередь обусловленные воздействием природных факторов на дорогу в этот период.

К текущему ремонту относят работы, выполняемые в порядке предупреждения и неотложного устранения мелких деформаций и повреждений дорог, и их сооружений.

К среднему ремонту относят периодически выполняемые работы по возмещению изношенного покрытия и улучшению его эксплуатационных качеств - коэффициентов скользкости и ровности в соответствии с непрерывно растущими составом и интенсивностью движения. Средний ремонт производят в соответствии с данными ведомостей дефектов, а технически сложные работы - по отдельным проектам.

К капитальному ремонту относят периодически выполняемые работы по замене изношенных элементов дороги, повышению её транспортно-эксплуатационных характеристик и, в частности, увеличению прочности дорожной одежды и сооружений в пределах норм, установленных данной категории дороги, в соответствии с требованиями непрерывно растущего движения.

Следующей важной задачей является определение и анализ сроков службы дорог, а именно, межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий.

Срок службы дороги - это период, за который автомобильная дорога приходит в состояние, когда ежегодные разрушения и износ настолько увеличиваются, что становится технически невозможным или экономически невыгодным поддерживать её в нормальном для движения состоянии [5,6,10].

Характерными показателями долговечности дорожной конструкции являются межремонтные сроки службы дорожных одежд и покрытий.

Под межремонтными сроками подразумевают период от момента сдачи дороги в эксплуатацию до первого капитального или среднего ремонта, а также период между двумя смежными капитальными или средними ремонтами в процессе эксплуатации.

Далее, в таблицах 1 и 2 приведены полученные расчетным путем значения технически целесообразных межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий.

Таблица 1 - Межремонтные сроки службы дорожной одежды по категориям дорог в зависимости от интенсивности и уровня надежности

	в зависимости от интененвности и уровии надежности				
Нормативная	Категория	Тип нежёсткой	Уровень надёжности	Срок службы дорожной	
интенсивность	дороги	дорожной одежды	одежды к концу	одежды до капитального	
движения, авт./сут	дороги	дорожной одежды	межремонтного периода	ремонта, годы	
> 7000	I	Капитальный	0,90-0,95	16-18	
> 3000	II	Капитальный	0,89-0,94	14-16	
< 7000	III	Капитальный	0,87-0,92	12-14	
> 1000	III	Облегчённый	0,84-0,88	11-13	
< 3000	III	Облегчённый	0,82-0,87	10-11	
500-1000	III	Переходный	0,77-0,82	4	
200-500	IV	Переходный	0,58-0,65	4	
< 200	V	Низший	0,58-0,65	3	

Таблица 2 - Межремонтные сроки службы дорожных одежд и покрытий в зависимости от роста интенсивности движения

		движе					3.7	
		Начальная				и, годы, пр	1	
		приведённая к	1,	05	1,10		1,	15
Дорожная одежда и	Категория	расчётному						
покрытие	дороги	автомобилю	КР	CP	KP	CP	КР	CP
		интенсивность						
		движения,						
		авт./сут						
		ожные одежды ка						
Цементобетон	I, II	1000	29	14	26	13	23	11
		5000	26	13	23	11	21	10
		7000	23	11	21	10	18	9
Асфальтобетон Тип А	I, II	1000	18	9	14	7	11	6
		5000	16	7	11	6	9	5
		7000	14	5	10	5	8	3
Асфальтобетон Тип Б	III	750	20	10	15	8	11	5
		1000	17	8	13	7	10	3
		2000	15	6	10	6	9	2
	До	рожные одежды об	блегчённ	ого типа				
Асфальтобетон Тип В	III	750	17	9	13	7	10	5
•		1000	15	7	10	6	8	3
		2000	11	6	8	5	7	2
Дёгтебетон	III	750	15	8	11	6	9	5
, ,		1000	13	7	9	5	7	3
		2000	9	6	7	3	6	2
Дёгтебетон	IV	200	15	8	11	6	9	5
	1,	750	13	7	9	5	7	3
		1000	9	6	7	3	6	2
Каменные материалы,	III	750	17	9	13	7	10	5
обработанные битумом по	111	1000	15	7	10	6	8	3
способу пропитки		2000	11	6	8	5	7	2
Чёрный щебень,	III	750	17	8	13	7	10	6
уложенный по способу	111	1000	15	7	10	6	8	5
заклинки		2000	11	6	8	5	7	3
Каменные материалы,	III	750	17	8	13	7	10	6
обработанные битумной	111	1000	15	7	10	6	8	5
эмульсией		2000	11	6	8	5	7	3
Каменные материалы,	IV	200	14	6	10	5	9	3
обработанные	1 V	400	11	5	9	5	8	3
органическим вяжущим		750	9	3	8	3	7	2.
способом смешения на дороге		730		3	0	3	,	2
•	До	рожные одежды п	ереходно	го типа	•	•	•	
Щебень прочных пород,	IV	200	9	5	7	3	6	3
уложенный по способу	1	400	7	3	6	3	5	2
заклинки		750	6	2	5	2	3	2
	13.7							
Малопрочные каменные	IV	200	9	5	7	3	6	3
материалы, укреплённые вяжущими		400	7	3	6	2	5	2
Бяжущими		750	6	2	5	2	3	2

Примечание к табл. 2:

I. Условные обозначения: KP - капитальный ремонт; CP - средний ремонт; N - показатель ежегодного роста интенсивности движения.

<sup>2</sup>. Данные, приведённые в таблице, относятся к V дорожно-климатической зоне.

Далее мы рассмотрим принципы планирования ремонтных работ в зависимости от различных показателей.

Вид и характер ремонтных работ назначают на основе сопоставления фактических значений состояния проезжей части с предельными показателями, руководствуясь рекомендациями табл.3.

Капитальный ремонт может потребоваться также при недостаточно морозоустойчивых конструкциях вследствие образования значительных деформаций одежды от неравномерного вспучивания [10]. Условием, при котором неотложно потребуется капитальный ремонт, является неравенство  $K_{\text{My}} < 1,0$ .

В основу планирования ремонтных работ положена оценка прочности в состоянии дорожной одежды с учётом показателей, приведённых в табл.3.

Таблица 3 - Основные показатели для назначения ремонтных работ

Показатели	Содержание	Текущий	Средний	Капитальный	Реконструкция
		ремонт	ремонт	ремонт	
Эксплуатационный коэффициент обеспеченности расчётной скорости	0,75-1,0	0,75-1,0	0,5-0,75	≤ 0,5	< 0,5
Коэффициент запаса прочности	≥ 1	≥ 1	≥ 1	< 1	< 1
Коэффициент ровности покрытия	≥ 1	≥ 1	≤ 1	< 1	< 1
Коэффициент сцепных качеств покрытия	≥ 1	≥ 1	<1	< 1	< 1
Итоговый коэффициент аварийности (кроме дорог в горной местности)	10-20	10-20	30-40	> 40	> 40

Примечание к табл. 3:

В рамках - значения, при которых данный вид ремонта выполняют независимо от других показателей.

Порой бывает проблематичным сделать выбор конкретного вида ремонта. Восстановление и обеспечение ровности дорожных покрытий, осуществляемые при их ремонте, могут быть выполнены различными способами. В каждом конкретном случае вопрос выбора рационального решения связан с учётом возможности выравнивающего эффекта используемого метода, а также технологичности выполнения ремонтного мероприятия [2,6].

Как показывает практика, наибольший эффект может быть получен от восстановления слоя износа асфальтобетоном толщиной 3-4 см.

Планирование ремонтов предусматривает постановку и решение важной для нас задачи, которая заключается в том, как в условиях ограниченного финансирования, выделяемого для дорожно-ремонтных работ, разработать экономически рациональную стратегию для улучшения технического состояния сети автомобильных дорог, которая могла бы обеспечить максимальный экономический эффект.

Следовательно, очередной задачей и заключительным этапом проведения любых исследований является оценка эффективности дорожно-ремонтных работ.

На основании проведённого экономического анализа эксплуатационного состояния участков автомобильных дорог и их инфраструктуры с использованием программы HDM-IV, были проанализированы 3 международные дороги на 12 участках и 8 республиканских дорог на 8 участках. В целом программное решение было выполнено на 49 участках дорог. По результатам экономической оценки норма окупаемости внутри страны (EIRR) показывает, что участки дороги с более высокими объемами интенсивности движения имеют высокую стоимость затрат в целом.

Высокое значение показателя EIRR вызвано модернизацией плохих участков дорог, которые классифицируются по степени качества дорожного покрытия. Точка излома EIRR, если этот показатель принят на уровне 15% для рассматриваемых решений по капвложениям, основывается на некоторых критериях для большинства международных и республиканских дорог Таджикистана, которым требуется модернизация, за исключением дорожных участков с очень низким объемом интенсивности движения [9].

Чистая приведенная стоимость (NVP) дорожных участков учтена с 15% скидкой на основе программы HDM-IV. Примерные результаты экономической оценки приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Примерные результаты экономической оценки ремонта участков дорог с использованием модели HDM-IV

No	Индекс и	Протяженность		ть ремонта \$США)	EIRR (%)	NVP
	участки дорог	дороги (км)	Всего	На 1 км	ì	(млн.\$США)
1	МД01-1	146,3	18,81	0,129	90,3	104,5
2	МД01-2	107,0	13,75	0,129	95,1	83,9
3	МД01-3	58,0	5,61	0,097	119,3	48,3
4	МЛ02-1	31.5	2,66	0.084	139.6	31.1

					Оконч	ание таблицы 4
5	МД02-2	27,0	2,28	0,084	97,0	14,4
6	МД04-1	56,3	3,37	0,060	37,8	5,1
7	МД04-2	51,0	5,69	0,112	77,6	21,5
8	МД04-3	52,0	3,3	0,064	92,9	20,4
9	МД04-4	32,0	2,75	0,086	86,4	15,8
10	МД04-5	161,0	20,69	0,129	82,9	55,1
11	МД04-6	95,0	12,21	0,129	20,2	3,2
12	МД04-7	144,0	18,5	0,129	72,5	78,7
13	РД004	18,3	2,38	0,130	8,2	-0,7
14	РД022	37,0	9,19	0,248	31,0	8,5
15	РД026	64,5	8,27	0,128	6,1	5,3
16	РД032	85,5	10,97	0,128	2,6	8,5
17	РД033	41,3	5,3	0,128	55,1	13,8
18	РД041	154,5	19,7	0,129	23,1	7,9
19	РД043	105,5	13,62	0,128	44,8	26,2
20	РД048	17,6	9,07	0,127	31,3	8,5

Данные показатели экономической оценки участков дорог показывают, что затраты или инвестиции, предназначенные для улучшения эксплуатационного состояния участков дорог, получены при экономической оценке с учетом сроков окупаемости или вложенных инвестиций на рассматриваемую дорожную сеть.

Эффект от выполнения дорожно-ремонтных работ выражается в повышении транспортноэксплуатационных качеств дороги, удобства, скорости и безопасности движения автомобилей, и как следствие, в снижении себестоимости перевозки пассажиров и грузов. При этом затраты на ремонт должны быть не только компенсированы, но и перекрыты получаемой экономией издержек на автомобильные перевозки [10].

#### 4. Заключение

Следует отметить, что самое главное в СУДА - это информация о состоянии автомобильных дорог и дорожных сооружений, сформированная в автоматизированной базе данных, которая лежит в основе функционирования всей системы.

Любая система без наличия исходной информации теряет свою работоспособность!

Настоящая статья может служить исходной информацией для дальнейших действий по внедрению Системы управления дорожными активами.

Рецензент: Умаров С. – қ.т.н., ПППУ им. ақадемиқа М.С. Осими, қафедра строительство дорог, сооружений и транспортных қоммуниқаций.

#### Литература

- 1. Мирзозода С.Б., Красиков О.А., Каримов Б.Б. «Система управления дорожными активами», ТТУ, Душанбе, 2023, 264 с.
- 2. Красиков О.А., "Мониторинг и стратегия ремонта автомобильных дорог", КазГосИНТИ, Алматы, 2004, 263 с.
- 3. Красиков О.А., Косенко И.Н., "Автоматизированный банк данных и стратегия ремонта городских дорог и улиц", КазГосИНТИ, Алматы, 2013, 179 с.
- 4. Косенко И.Н., "Обоснование и разработка алгоритма системы управления дорожными активами", Научный доклад на соискание степени доктора Международной академии транспорта, Москва, 2021, 56 с.
- 5. С.Б. Мирзозода, Б.Б. Каримов, В. Махсум, "Задачи по улучшению состояния сети автомобильных дорог общего пользования", Журнал Межправительственного совета дорожников "Автомобильные и железные дороги Содружества Независимых Государств", № 03.2023 (107), Москва, 2023.
- 6. Мирзозода С.Б., Мирзоев Ф.С. «Роль автомобильных дорог в экономическом секторе Таджикистана», Политехнический Вестник, ISSN 2520-2227, серия "Инженерные исследования", № 1(61)2023.
- 7. Сборник передовых практик в области Управления дорожными активами, ISNB 978-92-9261-288-7, ADB, CAREC, 2018.

- 8. Иен Хеггие, Пьер Вискерс. Управление и финансирование автомобильных дорог в рыночных условиях, Всемирный Банк, Технический документ № 409, 1997.
  - 9. Проект ТП-4294 ТАДЖ «Укрепление реализации системы финансирования содержания дорог», 2007.
- 10. Васильев А.П., Баловнев В.И., Корсунский М.Б. и др., Справочник инженера-дорожника "Ремонт и содержание автомобильных дорог". М.: Транспорт, 1989. 287с.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN		
Мирзозода Сухроб Бегмат	Мирзозода Сухроб Бегмат	Mirzozoda Sukhrob Begmat		
номзади илмхои техникй, и.в. дотсент	кандидат технических наук, и.о. доцента	candidate of technical sciences, acting assistant professor		
Донишгохи Техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй.	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.		
	E-mail: sukhrob63@mail.ru			
TJ	RU	EN		
Красиков Олег Александрович	Красиков Олег Александрович	Krasikov Oleg Alexandrovich		
доктори илмҳои техникӣ, профессор	доктор технических наук, профессор	doctor of technical sciences, professor		
Раиси Шурои экспертию илмии назди Шурои Байнихукуматии Рохсозон	Председатель Экспертно- научного совета при Межправительственном Совете Дорожников	Chairman of the Expert and Scientific Council under the Intergovernmental Council of Road Workers		
TJ	RU	EN		
Косенко Ирина Николаевна	Косенко Ирина Николаевна	Kosenko Irina Nikolaevna		
профессор	профессор	professor		
Донишгохи автомобилию роххои Қазоқистон	Казахский автодорожный институт	Kazakh Road Institute		
E-mail: <u>sukhrob63@mail.ru</u>				

УДК 656.13.630+5774

## МАСЪАЛАИ ВОРИДСОЗИИ ТЕХНОЛОГИЯХОИ ИТТИЛООТЙ ДАР ТАНЗИМИ ДАВЛАТИИ ХАРАКАТИ ВОСИТАХОИ НАКЛИЁТИ МУСОФИРБАРИ ШАХРЙ

М.И. Исмоилов<sup>1</sup>, М.Р. Саидзода<sup>1</sup>, Ф.С. Расулов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С.Осимй

<sup>2</sup>Хадамоти давлатии назорат ва танзим дар сохаи наклиёт

Дар маколаи мазкур роххои муносиби танзим ва ташкили ҳаракати наклиёти автомобилй дар шахри Душанбе дар заминаи санадхои меъёрию ҳукукй ва истифодаи технологияҳои муосири иттилоотй тавсияҳои судманд пешниҳод карда мешавад. Татбики усулҳои асосии танзими фаъолияти наклиёти автомобилй ва назорати вазифаҳои танзими давлатии наклиёти автомобилии мусофирбари шаҳрй ҳангоми истифодаи системаҳои иттилоотии автоматонидашуда дар маколаи мазкур яке аз самтҳои асосии рушд ва ташкили самараноки кори наклиёти автомобилй дар шаҳри Душанбе шуморида мешавад. Ҳамчунин, дар маводи мазкур самаранокии истифодаи низомҳои автоматонидашуда ва нимавтоматонидашудаи идоракунй дар соҳаи наклиёти автомобилй чиҳати танзими ҳаракати воситаҳои наклиёти автомобилии мусофирбар аз руи чадвали ҳаракат илман асоснок карда пуллаест

**Калидвожахо:** нақлиёти мусофирбарии шахрй, технологияхои иттилоотй, танзим, идоракунй, низомхои автоматонидашудаи идоракунй, муассиса, қонун ва хизматрасонихои нақлиётй.

### К ВОПРОСУ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ГОРОДСКИХ ПАССАЖИРСИХ ПЕРЕВОЗОК

М.И. Исмоилов, М.Р. Саидзода, Ф.С. Расулов

В данной статье даны рекомендации по внедрению информационно-управляющих систем государственного регулирования деятельности городского пассажирского автомобильного транспорта на основе нормативно-правовых актов.

Реализация основных методов надзора и регулирования деятельности городского пассажирского автомобильного транспорта с использованием автоматизированных систем в данной статье рассматриваются как одно из основных ключевых факторов развития данного вида транспорта в городе Душанбе. В статье, также научно обоснована эффективность использования автоматизированных и полуавтоматических систем управления городского пассажирского автомобильного транспорта с целью соблюдения расписания движения данного вида транспорта.

**Ключевые слова:** городской пассажирский транспорт, информационные технологии, регулирование, управление, автоматизированные системы управления, предприятия, законы и транспортные услуги.

# ON THE ISSUE OF INTRODUCTION OF INFORMATION TECHNOLOGY IN STATE REGULATION OF CITY PASSENGER TRANSPORTATION M.I. Ismoilov, M.R. Saidzoda, F.S. Rasulov

This article provides recommendations for the implementation of information and management systems for state regulation of the activities of urban passenger road transport on the basis of regulatory legal acts.

The implementation of the main methods of supervision and regulation of the activities of urban passenger road transport using automated systems is considered in this article as one of the main key factors in the development of this type of transport in the city of Dushanbe. The article also scientifically substantiates the effectiveness of using automated and semi-automatic control systems for urban passenger road transport in order to comply with the schedule of this type of transport.

**Key words:** urban passenger transport, information technology, regulation, management, automated control systems, enterprises, laws and the transport services.

#### Муқаддима

Фаъолияти самаранок ва боэътимоди наклиёти автомобилии мусофирбари шахрй (НАМШ) мухимтарин омили суботи ичтимоию иктисодии шахр ба хисоб меравад. НАМШ сафархои мехнатй, хизматй ва фархангии ахолиро таъмин намуда, ба самаранокии фаъолияти системаи хочагии коммуналй, корхонахо, ташкилотхо, муассисахо ва тамоми сохахои иктисодиёти кишвар таъсири бевосита мерасонад. Инкишоф ва танзими фаъолияти наклиёти мусофирбарии шахрй ба болоравии шароити иктисодии ахолй, афзоиши хосилнокии мехнат, дарачаи истирохат, истифодаи дурусти вакти холй, инкишофи алокахои дохилию берунй ва дигар тарафхои ичтоимоии хаёти чамъиятй таъсири мусбй мерасонад.

Яке аз аввалин чорабиниҳои Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон оиди батанзимдарории фаъолияти нақлиётй дар шароити иқтисоди бозоргонй соли 1998 ташкил намудани Инспексияи нақлиётй ба ҳисоб меравад, ки он бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳти №602 аз 28 декабри соли 2006 ба Хадамоти давлатии назорат ва танзим дар соҳаи нақлиёт табдил дода шудааст. Хадамоти давлатии назорат ва танзим дар соҳаи нақлиёт вобаста ба тарзи идоракунй ҳамчун мақомоти нави назоратй буда, тарзи фаъолияти он аз системаи пештараи идоракунии соҳаи нақлиёт куллан фарқ менамояд. Вазифаҳои аввалиндараҷаи собиқ Инспексияи нақлиётй дар қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон дар ҳудуди салоҳияти ҳуд танҳо амалй намудани назорати риояи санадҳои меъёрию ҳуқуқии фаъолияти нақлиёти автомобилй ва ба ашхоси ҳуқуқй - воҳей додани иҷозатнома барои татбиқи фаъолияти ҳамлу нақл, нақлиётию экспедитсионй ва дигар ҳизматрасонихои наклиётй иборат буд.

Дар Чумхурии Точикистон чихати татбики танзими давлатии фаъолияти наклиётй тамоми заминахои меъёрию хукукй фарохам оварда шуда, назорати амалишавии онхо бо таври анъанавй ба рох монда шудааст. Дар маколаи мазкур тахлили санадхои меъёри-хукукии сохаи наклиёти автомобилй ва рафти амалишавии онхо дар асоси системахои иттилоотии автоматонидашуда мавриди мухокима ва тахлил карор мегирад.

Мавод ва усул

Маводи асоси чихати танзими давлатии фаъолияти наклиёти автомобили Кодекси "Наклиёти автомобилии Чумхурии Точикистон", ки бо фармони Президенти Чумхури Точикистон аз 2-юми апрели соли 2020 тахти №1689 қабул гардидаст ба хисоб меравад. Тибқи кодекси мазкур тамоми муносибатҳо вобаста ба ташкили хамлу накли бор, мусофир, бағоч, фаъолияти наклиётию экспедитсионии байни субъектҳо, новобаста аз шакли моликият фароҳам ва амалишавии ташкили ҳаракат дар асоси механизмхои бозор ба танзим дароварда мешавад. Инчунин, дар мақолаи мазкур татбиқи Қонуни Чумхурии Точикистон «Дар бораи ичозатномадихи ба баъзе намудхои фаъолият», ки аз 17 майи соли 2004 тахти №37 қабул карда шудааст, ҳангоми истифодаи технологияҳои иттилоотӣ мавриди назар қарор дода мешавад. Қонуни мазкур намудҳои фаъолиятеро муайян мекунад, ки асосҳои ҳуқуқии додани ичозатномаро бо риояи меъёрхо ва талаботи зарурии тахассуси барои таъмини химояи манфиату амнияти шахс, чамъият ва давлат равона шудааст1. Бояд кайд намуд, ки тартиби амалй намудани танзими давлатии фаъолияти наклиёти бо рохи санчиш дар асоси Қонуни Чумхурии Точикистон «Дар бораи санчиши субъектхои хочагидор» ва дигар санадхои меъёрию хукукй бо таври мушаххас хангоми истифодаи нокифояи системахои иттилоотй ба рох монда шудааст. Хамчунин, аз тарафи Хукумати Чумхурии Точикистон чихати ташаккули танзими давлатии фаъолияти наклиётй ахамияти хоса зохир карда шудааст, ки қабули тамоми санадхои меъёрии хуқуқии сохаи нақлиёти автомобили шаходати ин гуфтахо мебошанд.

Танзими давлатии фаъолияти наклиёти автомобилй ва хизматгузории автомобилй дар Чумхурии Точикистон бо рохи таъминоти хукукй, ичозатномадихй, сертификатсия, андозбандй, карздихй, маблаггузорй, нархгузорй, чорй кардани сиёсати сармоягузорй ва зиддиинхисорй, илмию техникй, ичтимой ва назорати ичрои конунгузории Чумхурии Точикистон амалй карда мешавад. Татбики усулхои асосии танзими фаъолияти наклиёти автомобилй ва назорати вазифахои танзими давлатии наклиёти автомобилим рушд ва ташкили самараноки кори наклиёти

автомобилй ба хисоб меравад, ки дар расми 1 пешниход карда мешавад.



Расми 1 - Усулхои асосии танзими фаъолияти наклиёти автомобилй

\_

#### Мухокимаи натичахо

Дар соҳаи нақлиёти автомобилии мусофирбари шаҳрӣ системаҳои иттилоотӣ асосан барои сари вақт идора намудани воситаи нақлиёт бо ҳисоби кори иҷрошуда, танзими ҳаракат, баланд бардоштани маҳсулнокии кори нақлиёт, назорати автоматии ҳарҷи сузишворӣ, риояи реҷаи кории ронандагон ва азназаргузаронии воситаҳои нақлиётӣ дар ҳатсайрҳои ҳаракат пешбини шуда, рафти амалишавии санадҳои меъёрию ҳуқуҳӣ сарфи назар шудааст. Фаъолияти нақлиёти автомобилии мусофирбарии шаҳрӣ манбаи ҳатари зиёд аст ва аз ин рӯ такмили танзими давлатии ҳамлу нақли мусофиронро таҳозо мекунад. Ташкили системаи беҳатари ҳамлу наҳли мусофирон бидуни заминаи мукаммали ҳуқуҳии танзими ҳамлу наҳл, ки дар шароити муосир бо теҳнологияҳои иттилоотӣ асос меёбад, ғайриимкон аст.

Самаранокии истифодаи низомхои автоматонидашуда ва нимавтоматонидашудаи идоракунй дар сохаи наклиёти автомобилй чихати танзими харакати воситахои наклиётй ва таъмини бехатарии харакат яке аз вазифахои асосии танзими давлатии наклиёти автомобилии мусофирбари шахрй ба хисоб рафта хангоми амалисозии чорабинихои мазкур имконпазир аст (расми 2).



Расми 2 - Вазифахои асосии танзими давлатии наклиёти мусофирбари шахрй

Сохтори идоракунй ва назорати мусофирбарии шахрй ду зинагй буда аз тарафи Хукумати шахри Душанбе ва Вазорати наклиёти Чумхурии Точикистон рохбарй карда мешавад. Вазорати наклиёти Чумхурии Точикистон (ВН ЧТ) макоми марказии хокимияти ичроия дар сохаи наклиёт буда, вазифахои пешбурди сиёсати давлатй ва танзими меъёрии хукукиро дар сохаи авиатсияи гражданй, наклиёти рохи охан, автомобилй ва хочагии роххо ба анчом мерасонад². ВН ЧТ фаъолияти худро дар хамкорй бо дигар макомоти марказии хокимияти ичроияи давлатй, макомоти махаллии хокимияти давлатй, ташкилотхои чамъиятй ва дигар ташкилотхо анчом медихад. ВН ЧТ дар фаъолияти худ Конститутсияи Чумхурии Точикистон, карорхои Мачлиси Олии Чумхурии Точикистон, фармонхо ва амрхои Президенти Чумхурии Точикистон, карору фармоишхои Хукумати Чумхурии Точикистон ва санадхои меъёрии хукукии байналмилалии эътирофнамудаи Чумхурии Точикистонро ба рохбарй мегирад.

Хукмати шахри Душанбе дар ин самт бо шуъбаи "Нақлиёт, нигохдории рох ва коммуникатсияи шахри Душанбе" ва Муассисаи давлатии коммуналии «Душанбенақлиётхадамотрасон» дар умум кори нақлиёти мусофирбари шахриро ба танзим медароранд.

Муассисаи давлатии коммуналии «Душанбенақлиётхадамотрасон» фаъолияти худро дар асоси Оинномаи Муассиса ба роҳ монда, бо мақсади танзими бонизоми фаъолияти нақлиёти дохилишаҳрӣ, пурра таъмин намудани талаботи аҳолӣ ба хизматрасонии нақлиётӣ, ҳифз намудани манфиати мусофирон ва интиқолдиҳандагон, баланд бардоштани сифати хизматрасонӣ ба мусофирон, тибқи қарори Раиси шаҳри Душанбе №42 аз 19-уми январи соли 2007 «Дар бораи Муассисаи давлатии коммуналии «Душанбенақлиётхадамотрасон», Кодекси нақлиёти автомобилии Ҷумҳурии Тоҷикистон, Қоидаҳои ҳамлу нақли мусофирон ва бори дастию бағоҷ бо нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, Шартномаи хизматрасонӣ (муваққатӣ) дар бораи ҳамлу нақли мусофир бо нақлиёти истифодаи умум дар шабакаи ҳатсайрҳои дохилишаҳрии шаҳри Душанбе ва дастуру супоришҳои кории Раиси шаҳри Душанбе фаъолияти худро ба сомон мерасонад.

Муассиса ташкилоти ғайритичоратй ба ҳисоб рафта нигоҳдории он тибқи харҷномае, ки аз чониби Муассис тасдиқ карда мешавад, қисман аз ҳисоби бучети маҳаллй ва қисман аз ҳисоби даромадҳое, ки аз фаъолияти хочагидорй барои ичрои вазифаҳои оинномавии худ ба даст меорад, ба амал бароварда мешавад. Тибқи муқаррароти банди 4.1-и Қарори Раиси шаҳри Душанбе аз 31 июли соли 2008, №351 "Дар бораи ворид намудани тағйиру иловаҳо ба Оинномаи Муассисаи давлатии коммуналии "Душанбенақлиётхадамотрасон", муассиса ҳамчун мақоми ваколатдори Мақомоти ичроияи ҳокимияти давлатии шаҳри Душанбе оид ба ташкилу танзими мусофирбарй дар пойтахт муносибатҳояшро бо иштирокчиёни хадамотрасонии нақлиётй (субъектҳои хочагидорй) дар ҳудуди шаҳри Душанбе тибқи шартнома ва қарордод ба роҳ мемонад.

Муассиса дар худуди шахри Душанбе бо 4 корхонаи коммуналии давлатй: ККВД «Автобус-1», ККВД «Автобус-2», ККВД «Автобус-3» ва ККВД «Троллейбус», 18 чамъиятхои наклиётй ва 12 ширкатхое, ки дар худуди шахри Душанбе тарики воситахои наклиёти сабукрави кироякаши таксй фаъолияти мусофиркашонй менамояд, шартномаи хизматрасонй ба тасвиб расонида, фаъолияти системаи наклиёти мусофиркашониро дар худуди шахри Душанбе идора менамояд. Дар мачмўъ 85 хатсайрхои мусофирбарй, аз чумла: 30 хатсайри автобусй, 9 хатсайри троллейбусй ва 46 хатсайри микроавтобусиро ташкил медиханд<sup>3</sup>.

Чи тавре аз маълумотҳо бармеояд, сохтори идораи мусофирбарии шаҳри Душанбе ниҳоят мураккаб буда, аз ҷамъиятҳои сектори коммуналӣ, хусусӣ ва сетори таксӣ иборат аст. Сохтори парки наҳлиётии шаҳри Душанбе аз автобус, микроавтобус, троллейбус ва автомобилҳои сабукрав иборат буда, бо теъдоди умумии 8880 адад ба мусофирон хизмат менамоянд. Ҷиҳати батанзимдарории кори наҳлиёт дар маҳолаи мазкур сохтори нави такмилшудаи идораи мусофирбарии шаҳрӣ (Расми 3) ва танзими ҳаракати воситаҳои наҳлиёт (Расми 4,5) дар асоси технологияҳои муосири иттилоотӣ пешниҳод карда мешавад⁴.

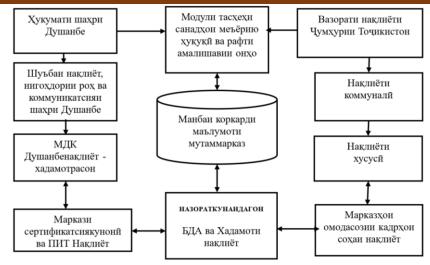
Сохтори такмилшудаи идораи мусофирбарии шахри Душанбе дар асоси якчоякунии (интегратсияи) системахои иттилоотии тамоми сохторхои сохавӣ тархрези шудааст.

Тибқи ахбороти таҳлилй оиди ҳодисаҳои роҳу нақлиётй дар роҳҳои автомобилгарди Ҷумҳурии Тоҷикистон дар ибтидои соли 2022 дар қаламрави ҷумҳурй 1102 ҳодисаҳои роҳу нақлиёт бақайдгирифта шудаанд, ки дар натиҷаи онҳо 395 нафар шаҳрвандон ба ҳалокат расида, 1218 нафар ҷароҳати гуногуни ҷисмонй бардоштаанд. Теъдоди ҳалокшудагон дар натиҷаи вайрон кардани қоидаҳои ҳаракат дар роҳ, баланд намудани суръати ҳаракат, ҳаракат дар ҳатти муҳобил, таваҳқуфи воситаҳои наҳлиётй дар ҷойҳои манъшуда, истифодаи телефони мобилй ҳангоми ҳаракат, рондани автомобилҳо дар ҳолати мастй, истифодаи маводи муҳаддир ва истифодаи нокифояи низомҳои иттилоотии автоматонидашудаи идоракунй маънидод мегардад.

³ Ҳисоботи солонаи 2022 МДК "Душанбенақлиётхадамотрасон"

4 В.М. Власов, А.Б. Николаев "Информационные технологии на автомобильном транспорте"

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Низомномаи Вазорати нақлиёти Чумхурии Точикистон



Расми 3 - Сохтори иттилоотии такмилиудаи идоракунии мусофирбарии шахрй

Ходисахои роху наклиётй ва холати садаманокй бо риоя нашудани интизоми иштирокчиёни харакат ва бо гунохи пиёдагардон низ ба қайд гирифта шуда аст⁵. Иқтидори гузарониши роххо ва системаи хозираи идоракунии харакат, талаботи рузафзуни истифодаи воситаи наклиёти автомобилиро дар шахри Душанбе бидуни истифодаи самараноки технологияхои иттилоотй конеъ гардонида наметавонад. Дар шахри Душанбе системахои муосири назорат ва танзими харакат, системахои интеллектуалии мукаммале, ки хадал ақал бехатарии харакатро дар роххо таъмин созанд, вучуд надорад.

Бояд гуфт, ки мубориза бар мукобили коидавайронкунихо вазифаи ягонаи макомотхои назораткунанда набуда, дар шароити муосир назорат ва танзими раванди наклиётй дар асоси системахои иттилоотй ва дар натичаи ин баланд бардоштани кобилияти гузарониши рох, кам кардани тамбашавй, идораи бевоситаи харакат дар хатсайр, пешгирии садамахои наклиётй, таъмини бехатарии харакат, амалисозии пардохти электронии хакки рохкиро, пешгирии садамахои наклиётй ва идораи харакат хангоми холатхои фавкулодда, пешгўйии обу хаво дар минтакаи алохидаи рох, нигохдории холати коршоямии рох, идоракунии наклиёти чамъиятй ва дастрасии иттилоот ба истифодабарандагон дониста мешавад.

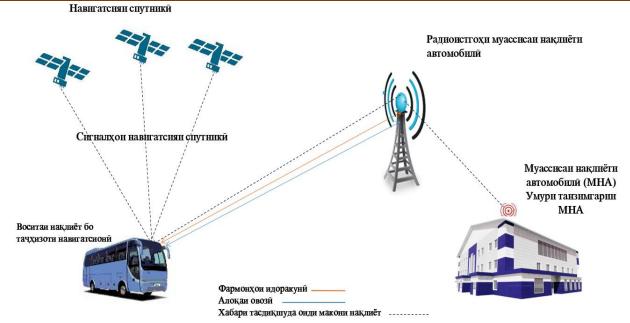
Дар мақолаи мазкур чихати танзим ва назорати харакати воситахои нақлиёти автомобилии мусофирбарии шахрй чор холат истифодаи технологияхои муосири иттилоотй: хангоми истифодаи навигатсияи спутникй, навигатсияи локалй, навигатсияи гибридй ва усули нимавтоматонидашудаи танзим ва назорати харакатии автобусхо дар хатсайрхои шахрй пешниход карда мешавад<sup>6</sup>.

- 1. Танзими харакати воситахои наклиёт дар асоси навигатсияи спутникй аз тачрибахои ватанй ва хоричии кишвар нишон медихад, ки чори намудани чунин системахо ба муайнкунии теъдоди зарурии таркиби харакаткунанда ва ба эътидол овардани фаъолияти наклиёти мусофирбари шахрй дар хатсайрхои харакат оварда мерасонад. Чори намудани системахои навигатсионй имконияти бавучудории баходихии натичаи кори вокеъиро барои ронандагон ва танзимгарони харакат пеш меорад.
- 2. Танзими харакати воситахои нақлиёти мусофирбари шахрй дар заминаи истифодаи идентификатсияи радиобасомадй бо усули навигатсияи локалй низ ба афзоиши нишондихандахои микдорию сифатии кори наклиёт замина мегузорад. Истифодаи усули мазкур барои назорат ва танзими воситахои наклиётии мусофирбарии шахрй аз лихози иктисодй бидуни алокахои Интернетй самаранок шуморида мешавад. Хангоми истифодаи усули мазкур харочоти якмаротиба барои харидорй ва назб намудани технологияхои иттилооти дар воситахои наклиёти ва дар хатсайри харакат маънидод мегардад.
- 3. Муаллифи китоби [6] усули интегралии танзими харакати воситахои наклиёти мусофирбарии шахриро дар чунин шакл пешниход менамояд, ки шароити бехтарини танзими фаъолияти наклиёти мусофирбарии шахриро аз лихози техникй-технологй, хукукй ва иктисодй фарохам меорад [Расми 4].

Истифодаи усули мазкур барои ба танзим даровардани фаъолияти муассисахои наклиётие, ки хам дар дохили чумхурй ва хам дар хатсайрхои байнишахрию байналмилалй фаъолият менамоянд, кулай аст.

<sup>5</sup> Исмоилов М.И. Масъалаи татбики системаи интеллектуалии наклиёт дар танзими фаъолияти наклиёти автомобили

 $<sup>^6</sup>$  Масъалаи истифодаи системахои иттилоот $ar{u}$  дар муассисахои нақли $ar{e}$ ти автомобилии шахри Душанбе / М.И Исмоилов



Расми 4 - Нақшаи интегралии танзими харакати воситахои нақлиёт

4. Дар ҳолати чорум усули муосири нимавтоматонидашудаи танзим ва назорати ҳаракати автобусҳо дар хатсайрҳои шаҳрӣ аз рӯи ҷадвали ҳаракат бо истифодаи системаи рамзгузори ҳаракти автобусҳо (расми 5) ва бақайдгираки автономии кори нақлиёт, пешниҳод карда мешавад<sup>7</sup>.

Системаи рамзгузории ҳаракати автобусҳо аз ду элемент иборат аст: намолавҳаи электронӣ ва дастгоҳи марказии коркард ва таҳлили додаҳо.



Расми 5 - Намуди зохирии намолавхаи электронй

Намолавҳаи электронӣ дар хатсайри ҳаракати микроавтобусӣ назб карда шуда бо ёрии алгоритми махсус, вақт ва таърихи ҳаракатро рамзгузорӣ менамоянд. Варақаи мунтазамнокии ҳаракати ронандагон дар интиҳои басти корӣ тавассути барномаи махсуси компютерӣ бо муҳоисаи риояи ҷадвали ҳаракат таҳлил ва коркард мешавад.

Дар мавриде, ки идоракунии раванди наклиётй дар наклиёти шахрй, наздишахрй ва байнишахрй бо таври фосилавй ба чо оварда мешавад аз хама дида карори самараноки техникй ин пайвасткунии навигатсияи спутники бо назоратчии канори (бортовым контроллерам) ва ё бақайдгираки (авторегистратор) автономии кори нақлиёт мебошад. Дар доираи маводи мазкур истифодаи бақайдгираки навигатсияи автономии кори наклиёт (БНАК-Н) чихати танзим ва назорати нимавтоматонидашудаи харакати воситахои наклиёти автомобилии мусофирбарй бо истилохи «Черный ящик», ки аз кабулкунаки мавчхои навигатсионй (конролёр ва радиомодем) иборат аст, пешниход мегардад. Истифодаи БНАК-Н дар автобусхои шахрие, ки воситаи фаврии радиоалокаро бо маркази танзимгарии муассиса надоранд, бомаврид мебошад. Таъмини сабти таърих ва суръати харакат таркиби харакаткунанда дар дилхох нуктаи хатсайр тавассути бақайдгирии сигналхои навигатсионй дар речаи «Of-line» амали мешавад. Бақайдгираки автономии кори нақлиёт аз ду элемент иборат аст: блоки мобилии канории таркиби харакаткунанда ва блоки статсионарие (доими), ки дар муассисаи наклиёти автомобили (МНА) ва ё махали танзимгарии хатсайри харакат чойгир карда мешавад. Тачхизоти канорй (ТК) бо таври автономй (сохибиихтиёр) ба кор даромада бидуни дахолати ронанда ва мухандиси корхона фаъол мегардад. Хангоми пайваст намудани қувваи барқ дар хотираи тачхизоти канорй бо зудии дода шуда (масалан 1 маротиба дар як дакика) бакайдгирии маълумот оиди арзи географи (широта), давомнокй-кашолй (долгота), вакти харакат, суръати харакат ва самти харкат маълумот оиди фаъолияти наклиёт сабт

 $<sup>^{7}</sup>$  В.М. Власов, А.Б. Николаев "Информационные технологии на автомобильном транспорте"

мегардад. Тачхизоти канорй ва блоки статсионарй байни хам дар масофаи 200 м робита пайдо намуда, маълумотхо аз ТК ба БС барои коркард интикол дода мешаванд.

#### Хулоса

Дар шароити муосир идора ва танзими фаъолияти наклиёти мусофирбарии шахрй бо риояи хатмии санадхои меъёрию хукукй бо усулхои мукаррарии каблан истифодашаванда, имконнопазир аст. Бартараф намудани мушкилихои мавчудбуда бо тархи системахои муосири иттилоотии овардашуда бо назардошти рушд ва татбики системахои иттилоотии мувофик ва интегратсияи манбаи маълумотхои мутаммаркази сохторхои дахлдор дар назди корхонаи вохиди давлатии "Ракамикунонии сохаи наклиёт"-и Вазорат зарур дониста мешавад. Истифодаи усулхои муосири мусофирбарй бо назардошти дигаргунсозии истифодаи технологияхои иттилоотй вобаста ба шароити иктисодии муассисахои наклиётй ба танзими давлатии харакати воситахои наклиётй мусоидат менамояд. Тархи системаи автоматонидашуда ва нимавтоматонидашудаи идоракунй дар назди сохторхои сохавй ва муассисахои наклиётй ба танзими харакати воситахои наклиётй ва ба афзоиши нишондихандахои микдорию сифатии кори наклиёт мусоидат менамояд. Татбики низоми мазкур ва танзими мутаммаркази идораи фаъолияти воситахои наклиёти истифодаи умум дар шахр бо риояи шудани чадвали харакат, воридсозии тагиру иловагихои истехсолй дар хатсайрхои фаъолияткунанда ва самтхои бехдошти фаъолияти наклиёти автомобилии мусофирбарй асос меёбад.

Муқарриз: Саломзода Р.С. — н.и.т., дотсент, директори МD «Нақлиёти автомобилі ва хизматрасонии логистикии Вазорати наклиёти Чумхурии Точикистон.

#### Адабиёт

- 1. Кодекси "Нақлиёти автомобилии Чумхурии Точикистон" ва Қонуни Чумхурии Точикистон «Дар бораи ичозатномадихӣ ба баъзе намудҳои фаъолият»
  - 2. Низомномаи Вазорати наклиёти Чумхурии Точикистон
  - 3. Хисоботи солонаи 2022 МДК "Душанбенаклиётхадамотрасон"
- 4. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В.М. Власов., А.Б. Николаев., А.В. Постолит., В.М. Приходко // Москва наука 2006, стр 168-175.
- 5. Масъалаи татбики системаи интеллектуалии наклиёт дар танзими фаъолияти наклиёти автомобил $\bar{u}$  / М.И Исмоилов // ВЕСТНИК ТГУК, 2023. №3(48) С. 60-65
- 6. Масъалаи истифодаи системахои иттилоотӣ дар муассисахои наклиёти автомобилии шахри Душанбе / М.И Исмоилов // ВЕСТНИК ТУТ, 2021. №1(53) С. 80-84
- 7. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В.М. Власов., А.Б. Николаев., А.В. Постолит., В.М. Приходко // Москва наука 2006, стр 91-102.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

7.0.1.0.1.0				
TJ	RU	EN		
Исмоилов Махмуд Исокович	Исмоилов Махмуд Исокович	Ismoilov Mahmud Isokovich		
н.и.и.	к.э.н.	Ph.D.		
ДТТ ба номи академик М.С.	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi		
Осими				
	E-mail: mahmud 7@inbox.ru			
TJ	RU	EN		
Саидзода Мухаммад Рахим	Саидзода Мухаммад Рахим	Saidzoda Muhammad Rahim		
ассистент	ассистент	assistent		
ДТТ ба номи академик М.С.	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi		
Осими				
	E-mail: muhammadjon R@mail.ru			
TJ	RU	EN		
Расулов Фируз Собирович	Расулов Фируз Собирович	Rasulov Firuz Sobirovich		
Сардори раёсат	Глава правления	Head of the Board		
Хадамоти давлатии назорат ва	Государственной службы по	TTU named after acad. M.S. Osimi		
танзим дар сохаи нақлиёт дар	надзору и регулированию в			
шахри Душанбе	области транспорта города			
	Душанбе			
E-mail: firuzrasulov1966@mail.ru				

УДК 656.025

#### НАҚШ ВА АХАМИЯТИ ЛОГИСТИКАИ НАҚЛИЁТЙ ДАР РУШДИ ИҚТИСОДИЁТИ МАМЛАКАТ

Ф.Н. Низомзода

Дар мақолаи мазкур аҳамият ва нақши логистикаи нақлиётй дар рушди иқтисодиёти мамлакат оварда шудааст. Инчунин дар мақола таҳлили нишондиҳандаҳои кори наҳлиётй, омилҳои ба рушди соҳаи логистика таъсиррасон, аҳамият ва наҳши наҳлиёт дар рушди иқтисодиёти мамлакат оварда шудааст.

Калимахои калиди: логистика, логистикаи нақлиёти, интикол.

### РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ Ф.Н. Низомзода

В данной статье представлены значение и роль транспортной логистики в развитии экономики страны. Также в статье представлен анализ транспортных показателей, факторов, влияющих на развитие логистики, значение и роль транспорта в развитии экономики страны.

Ключевые слова: логистика, транспортная логистика, перевозка.

### THE ROLE AND IMPORTANCE OF TRANSPORT LOGISTICS IN THE DEVELOPMENT OF THE COUNTRY'S ECONOMY

#### F.N. Nizomzoda

This article presents the importance and role of transport logistics in the development of the country's economy. The article also provides an analysis of transport indicators, factors affecting the development of logistics, the importance and role of transport in the development of the country's economy.

Keywords: logistics, transport logistics, transportation.

Дар шароити чахонишавии системаи наклиётй, рушди босуботи мамлакат талабот ба саривактии интиколи молу махсулот оварда мерасонад. Чихати таъмини саривактии ахолй бо махсулоти босифат накши наклиёт аввалиндарача мебошад. Имрузхо бо ташкилшавии корхонахои хурду миёна, рушди сохахои иктимоию иктисодии мамлакат, саноат ва коммуникатсия талабот ба сохаи наклиёт ва логистика зиёда гардида, истифодаи васеи махсулоти наклиётй дар раванди интикол меафзояд. Сохаи наклиёт ва логистика сохахои мухим ва пешбарандаи иктисодиёти мамлакат буда, мавчудияти чамъиятро бе наклиёт тасаввур кардан ғайримкон мебошад. Дар раванди чахонишавй ва хамохангии системахои нақлиётй талабот ба афзоиши корхонахои саноати, сохтмони ва дигар шакли корхонахо зиёд гардида, рушди сохахои иқтисодию ичтимоии мамлакат бо майлон зиёд мегардад. Интихоби масири оқилонаи хатсайр, таъмини саривақтй бо молу махсулоти босифат бо харочоти дастрас талаботи асосии истеъмолкунандагон ба хисоб рафта, ахамият ва накши логистика пайдо мегардад, ки амалигардонии ин вазифахоро ичро намояд. Логистика хамчун илм пайдоиши он аз замони пайдошавии наклиёт ва чамъият оғоз гардида, интихоби рохи кутохтарин, саривактй ва бо харочоти дастрасро дар бар мегирад. Рушди бомайлони сохахои иктисодию ичтимоии мамлакат, чахонишавии системахои наклиётй, зиёдшавии сатхи демографй ба истифодаи васеъи махсулоти наклиётй таъсир расонида ба ракобатпазирй чараёни интикол дар системаи нақлиётй оварда мерасонад. Дар ин холат арзиши махсулоти нақлиётй вобаста ба бартариятқои намудқои нақлиётй пайдо гардида, ахамияти логистикаи нақлиётй пайдо мегардад. Интихоб ва тахияи масири интиколи бор, назорат хангоми интикол, интихоби намуди наклиёт, муайяннамоии бортаъминкунандагон вазифахои мухими сохаи логистикаи наклиёти ба хисоб мераванд.



Қайд намудан ба маврид аст, ки барои истифода ва амалй намудани хизматрасониҳои соҳаи нақлиёт рушди якчанд соҳаҳои мамлакат аз он ҷумла саноат, сохтмон, кишоварзй ва дигар соҳаҳо таъсири худро мерасонанд. Дар ин ҳолат соҳаи нақлиёт ва логистика метавонанд бо амалинамоии

хизматрасонихои худ ташаккул ёбанд. Якчанд омилхое мавчуд хастанд, ки ба рушди сохаи логистика таъсир мерасонанд:

#### 1. Омилхои сохавй

- номгуй, андоза ва вазни маводхои истехсолкардаи корхона;
- миқдори таъминкунандагони захирахои материалй;
- шумораи молқабулкунандагони маҳсулоти тайёр;
- системахои мавчудаи ташкили интиколи беруна (ҳамлу нақли марказӣ, миқдори маҳсулоти интиколнамудаи ширкатҳо ва шарикон)
  - шумораи ширкатхои миёнарав ва ғ.

#### 2. Омилхои минтақавй

- мавчудияти системаи ягонаи робитавй бо молтаъминкунандагон;
- мавчудияти корхонахои махсусгардонидашуда вобаста ба таъмини хамлу накли дохилй;

#### 3. Омилхои дохилистехсолй

- андоза ва вазни махсулоти истехсолшуда;
- хачми истехсоли махсулот;
- шакли истехсолот (яклухт, шакли хурд, шакли калон, оммавй)
- шакли ташкилираванди истехсолй
- тавсифот ва хизматрасонихои наклиётй-анборй

Нақши логистика дар рушди иқтисодиёти мамлакат назаррас буда, ба чунин самтҳо равона гардидааст:

- 1. **Муносибгардонии чараёнхо** ин кам намудани вақт ва харочотхо дар чараёни фиристи борхо, афзоиши банақшагирии истехсолот ва идоранамоии харочотхо, инчунин муносибгардонии истифодаи захирахои нақлиётию анборй ба хисоб мераванд.
- 2. **Баландбардории сифати хизматрасонй** инчунин логистика ба баландбардории сифати хизматрасонй мусоидат менамояд. Дар вақти ташкили дурусти чараёнҳои логистикй ширкатҳо метавонанд молҳоро бо сифат ва саривақт ба чоёи лозима интиқой намоянд.
- 3. **Хавасмандгардонии рушди иктисод**й логистика хамчун омили мухими хавасмандгардонии рушди иктисодиёт ба хсиоб меравад. Логистика ба рушди сохаи истехсолот ва тичорат мусоидат намуда, ба пайдошавии чойхои нави корй оварда мерасонад.



Расми 2 – Раванди амалиётхои боркашонию анборкунй дар логистика

Дар раванди нақлиётй ичрои саривақти тахвили анбухи материалй вазифаи асосии логистикаи нақлиётй буда, дар асоси дархост таъмини маводу махсулотхоро ба чойи лозимй бурда мерасонад. Дар системаи нақлиётй ҳамлу борҳо тавассути намудҳои нақлиёт амалй гардида, ҳар як намуди он ҳиссаи хоси худро ичро менамояд, ки аҳамияти нақлиёт ва логистика дар ҳамин зоҳир мегардад. Дар Ҷумҳурии Точикистон ҳамлу нақли борҳо тавассути нақлиёти автомобилй ва роҳи оҳан сурат гирифта, интиқоли онҳо

ба минтақахо аз руи дархостхо ичро мегарданд. Дар расми 3 хачми интиқоли борхо тавассути нақлиёти автомобилй ва рохи охан оварда шудааст.



Расми 3 – Хиссаи нақлиёти автомобилй ва рохи охан аз хачми умумии боркашонй

Тавре аз расм дида мешавад, ҳиссаи нақлиёти автомобилӣ нисбат ба нақлиёти роҳи оҳан аз ҳаҷми умумии боркашонӣ зиёд мебошад. Ягона омиле, ки ҳиссаи боркашонӣ тавассути ин намуди нақлиёт зиёд ба назар мерасад дар он аст, ки вобаста аз релефи мамлакат дастрасӣ ба нақлиёти роҳи оҳан кам буда, зиёда аз 90% боркашонӣ тавассути нақлиёти автомобилӣ иҷро мегардад. Нақлиёти автомобилӣ бо бартариятҳои худ дар системаи нақлиётӣ аҳамияти хос дошта, дастрасии молу маҳсулотро ба истеъмолкунандагон бо хароҷоти муайян бурда мерасонад.

Қайд намудан лозим аст, ки чиҳати рушди соҳаи логистика як қатор омилҳо таъсири худро мерасонанд, аз он чумла рушди инфрасохторҳои нақлиётй (ташкили анборҳои муосир, ҳолатҳои роҳ), базаҳои истеҳсолй-сохтмонй, рушди корҳонаҳои саноатй ва ғайраҳо.

Барои баланд бардоштани рушди иктисодиёти мамлакат, рушди низоми логистика барои таъмини устувории иктисодию ичтимоии мамлакат, гузаштани иктисодиёт ба сатҳи сифатан нав, рушди робитаҳои байналмилалии наклиётию тичоратии кишвар, таъмини сатҳу сифати зарурии инфрасохтори наклиётию логистикй яке аз ҳадафҳои давлату ҳукумати чумҳурй мебошад. Бо ин мақсад бо Қарори Ҳукумати Чумҳурии Точикистон аз 28 октябри соли 2023 таҳти №503 Барномаи давлатии рушди низоми логистикй барои солҳои 2023-2028 қабул гардидааст, ки дар он вазъи кунунии низоми логистикй дар Чумҳурии Точикистон, самтҳои рушди низоми логистикй ва масъалаҳои дигар оварда шудааст.

Муқарриз: Сайдализода А.С. – д.т.н., профессор, сардори раёсати таълими ФППП ба номи ақадемиқ М.С. Осими.

#### Адабиёт

- 1. Анализ состояния и перспектив развития транспортной системы региона. Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2021
- 2. А.А. Дутина. Эконометрическое моделирование и прогнозирование экспорта транспортно-логистических услуг Республики Беларусь
- 3. Зиядуллаев К.Ш. Повышение эффективности функционирования грузового автомобильного транспорта в международном сообщении за счет улучшения логистических процессов. Дисс. на соис. уч. ст. к.э.н., Ташкент, ТГТУ, 2004. 140 с.
- 4. Ф.Н.Начмудинов., Ф.Ч. Гафуров., Т.У. Самадов. Муайяннамоии хачми боркашонй тавассути долонхои байналмилалии наклиётии Чумхурии Точикистон. //Паёми Донишгохи технологии Точикистон// самти иктисодй 2018.№2(33) 18. сах. 60-66.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN		
Низомзода Фахридин Низом	Низомзода Фахридин Низом	Nizomzoda Fakhridin Nizom		
н.и.т., и.в. дотсент	к.т.н., и.о. доцент	Candidate of Technical Sciences		
ДТТ ба номи академик	ТТУ имени академика	TTU named after acadevician		
М.С.Осимй	М.С.Осими	M.S.Osimi		
e. mail: fnizomzoda@list.ru				

## COXTMOH BA МЕЪМОРЙ - СТРОИТЕЛЬСТВО И APXИTEKTYPA - CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

УДК 72.04 (575,3)

# ТАМОЮЛХОИ МУОСИР ДАР САНЪАТИ БАДЕЙ ВА МЕЪМОРЙ - ОРОИШИИ ДОХИЛИ БИНОХОИ ЧАМЪИЯТЙ (ДАР МИСОЛИ ДУШАНБЕ)

#### М.У. Шерматов

Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй.

Таҳқиқоти мазкур ба муайян намудани таъсири мутақобилаи анъана ва тамоюлҳои умумии рушди ороиши меъмории дохили биноҳои чамъиятии шаҳри Душанбе, дар асоси омузиши назарияи умумии мероси фархангӣ дар санъат ва меъмории Точикистон, ҳамчун асоси инкишофи меъмории ҳозиразамон баҳшида шудааст.

Калидвожахо: орошии меъморй, анъанахо, интерер, симои бадей, мерос, санъати тасвирй.

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ХУДОЖЕСТВЕННОМ И АРХИТЕКТУРНО-ДЕКОРАТИВНОМ ИСКУССТВЕ ИНТЕРЬЕРОВ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ДУШАНБЕ)

М.У. Шерматов

Данное исследование посвящено выявлению взаимодействия между традицией и общими тенденциями в развитии архитектурно-декоративного убранства интерьеров общественных зданий Душанбе, основанном на изучении общей теории наследия в искусстве и архитектуре Таджикистана, как основы для развития современной архитектуры.

**Ключевые слова:** архитектурный декор, традиции, интерьер, художественный образ, наследие, изобразительное искусство.

# MODERN TRENDS IN THE ARTISTIC AND ARCHITECTURAL DECORATIVE ART OF INTERIORS OF PUBLIC BUILDINGS (ON THE EXAMPLE OF DUSHANBE)

M.U. Shermatov

This study is devoted to identifying the interaction between tradition and general trends in the development of architectural and decorative decoration of the interiors of public buildings in Dushanbe, based on the study of the general theory of heritage in the art and architecture of Tajikistan, as the basis for the development of modern architecture.

Keywords: architectural decor, traditions, interior, artistic image, heritage, fine arts.

#### Мукаддима

Масъалаи омўзиши ороиши меъморй дар таърихи рушди меъморй аз замонхои қадим то имрўз дар партави асосноккунии илмии истифодаи унсурхои ороиши меъморй дар дохили бинохо ва иншоотхо ба усулхои ороиши меъморй ахамияти хоса пайдо мекунад. Ташаккули сохтори он, тамоюлхои офаридани образхои муайяни бадей, ба рухи одамон ва шуури онхо таъсири муайян мерасонанд. Усулхои бадей вобаста ба мавод ва конструксияхои муайяне, ки техникаи сохтмонй азхуд кардааст, тахия ёфтааст. Маълум аст, ки ороиш дар меъморй ва санъати амалй ахамияти калон дорад ва дар чойхои намоёни бино истифода мешавад

Гуфтахои дар боло зикр шударо, дар мисоли шахри Душанбе мушохида кардан мумкин аст, ки дар он меъморй ва санъат тамоюлхои инкишофи меъмориро чи аз чихати таърихй ва чи аз чихати муосир пурра инъикос мекунанд. Шахр ба мо имкон медихад, ки тавлид ва рушди меъмории муосирро, ки дар пеши назари як насл ба воя расидааст, пайгирй кунем. Махз дар хамин чо самти инкишофи санъат дар тамоми республика ташаккул ёфт ва холо хам ташаккул ёфта истодааст ва дар ин чо имкониятхои истифодаи анъанахои меъмории гузашта санчида мешаванд.

Омўзиши анъанахои бадей ва ороиши меъморй дар тамоми мархилахои инкишофи санъати тасвирй барои рушди меъмории миллй ва санъати монументалию ороишии Точикистони муосир мароки муайяни илмй дорад.

#### Маводхо ва методхо

Меъмории Точикистон аз шаклҳои монументалию ороишии ва санъати декоративй басо бой аст. Дар ин чо ба навъҳои гуногуни ороиши меъморй, услуби бадеии шаклҳои калону хурд, сафолҳои рӯзгор, кандакори аз чӯб, сикказанй дар рӯйи тунука, ороиши либос, заргарй, санъати хурди пластикй, наққошиҳои ороишию монументалй ва бисёр намудҳои дигари эчодиёти бадей асос гузошта шудааст.

Хамаи таҳаввулоти асосии санъати тоҷик дар асри XX, бевосита бо пойтахти Душанбе, фаъолияти Иттифоки рассомони Тоҷикистон, ки соли 1933 таъсис ёфта, тамоми неруҳои бадеии мамлакатро муттаҳид намуда, то ба даст овардани истиклолияти кишвар (соли 1991), чун идеологияи асосии реализми сотсиалистӣ буд, алоҳаи зич дорад. Дар соли 1932 дар Сталинобод (Душанбе) Фабрикаи республикавии санъати тасвири кушода шуд, ки он асоси фонди ояндаи бадеии Иттифоки рассомон гардид[11].

Айни замон Муассисаи давлатии "Коллечи чумхуриявии рассомии ба номи М.Олимов" (1936), Донишкадаи давлатии санъати тасвирй ва дизайни Точикистон, Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С.Осимй сохторхои асосии таълими санъати тасвири ва меъморй дар кишвар бокй мондаанд.

Мақсади асосии санъат, пеш аз ҳама, монументалӣ, дар солҳои 20-30-уми асри XX ин мубориза барои дигаргун сохтани шуури ҷамъият ва дигаргунсозиҳои нави револютсионӣ буд. Мавзӯи инқилоб ва меҳнат на танҳо дар ҳайкалтарошии дастгоҳӣ, балки дар ҳайкалтарошии монументалии Тоҷикистон низ таҷассум ёфт, ки намунаҳои аввалини он дар охири солҳои 20-30 дар Душанбе пайдо шуданд (муҷассамаи ходимони намоёни ҷамъиятӣ), ки ба наҳшаи давлатии тарҳиби санъати монументалӣ ва услуби санъати расмӣ мувофиҳ буд.

Солҳои 30-40-ум асри XX марҳилаи гузариш дар санъати ороишй ва монументалй мебошанд, ки дар он пояҳои анъанавии фарҳанги бадей бо тасвирҳои ҳамвор ё релефй ва наққошии ороишй бо принсипҳои мактаби рассомии аврупой иваз карда шуданд. Дар солҳои 50-уми асри XX барои азхуд намудани тамоюлҳои нав қадамҳои аввалин гузошта шуданд. Дар асоси услуб анъанаҳои академй буданд, чун мисол як қатор панноҳои рассом С. Захаров-ро овардан мумкин аст, ки соли 1938 ба Тоҷикистон омада буд (нақшунигор дар толори Театри опера ва балети ба номи С. Айнй, ки то замони ҳозира нарасидааст) [ 1].

Сахми арзанда дар санъати пластикии Точикистон дар солҳои 40 - 60 -уми асри XX, Е Татаринова, шогирди ҳайкалтароши барҷастаи рус А. Матвеев гузоштааст. Е.Татаринова бо асарҳои асосии монументалии худ (Намоя бахшида ба 25-солагии Ҷумҳурии Тоҷикистон, нашъунамои намуди пеши бинои Китобхонаи миллии (ҷумҳуриявӣ) ба номи Фирдавсӣ(ҳозир бинои Палатаи ҳисоби ЧТ), бинои Маҷлиси Олӣ, Театри опера ва балети ба номи С.Айни ва ғайра), аҳамияти ҳалли мавзуъҳои фазои-иллюзиониро, чун яке аз равандҳои асоси дар меъмори, асос гузошт [3].

Масъалаи «симои миллй ва ороиши замонавй» дар охири солҳои 70-уми асри XX, асоси санъати монументалй гардид. Санъати қадимаи кандакории чӯб, гач ва наққошии ороишй, ки ба хизмати идеяҳои нави бадей гузошта шуда буданд, ба намуди дохилии биноҳои имрӯза зебой ва асолати беназир овард.

Хунарманди мардумй С.Нуриддинов, рассомон С.Шарипов, В.Одинаев, З.Довутов, С.Шералиев, устои гобелен Д.Абдусаматов дар ворид намудани анъанахои бостонй дар дохили бинохои муосир (аз чумла собик чойхонаи «Фароғат, меҳмонхонаи «Тоҷикистон», бинои сирк), ки объектҳои нодири пойтахти Тоҷикистон ба ҳисоб мераванд, ҳиссаи босазо гузоштаанд[3].

Китобхонаи миллии ба номи Фирдавсй, ки соли 1953 қомат рост карда буд, бо ороиш ва зиннаташ диққати касро чалб мекунад. Дар ҳафт равоки амудии камондор тирезаҳо чойгир шудаанд. Дар нижвони кандакоришудаи тиреза дар тиргаки он ҳайкалҳои классикони адабиёт гузошта шудааст. Нижвони бино як намуди классикии муаллақи мебошад, ки дар асоси принсипҳои антикй ва дигар чузъиёти декоративии бостонй сохта шудааст. Тавораи зери «айвон» (портик) бо ҳоличойҳои камоншакл дар намуди торчаҳои оҳанй бо нақшу нигори ороишии геометрии точик тартиб дода шудааст. Дар болои сутунчаҳои болои бом, дар байни сексияҳои панчарашакли он чузъҳои меъмории амудй чойгиранд.

Дар дохили бино дар баробари истифодаи мармари сунъй, қисман корҳои бадей ва ороишй: гачкорй, кандакории чубу тахта, наққошии монументалй ва ороишй чой ефтааст.

Фазои дохилии бадеии бинои «Коҳи Ваҳдат» (соли 2021 азнавсози шуд), муассирона ва маҳдуд ба роҳ монда шудааст. Дар болои зинапояе, ки ба толори мачлисгоҳ мебарад, дар руи гаҷи сафед симои барелефи К. Марск, Ф. Энгельс, В. И. Ленин (рассом Ш. Киней) гузошта шуда буданд. Ошёнаҳои чорум ва панҷумро толори кушоди ду-баланда ба ҳам пайвастааст, ки яке аз деворҳои баланди онро паннои ҳушманзараи ба номи 50-солагии тараққиёти РСС Тоҷикистон (рассом С. М. Қурбонов) пурра ишғол кардааст.

Ин тачрибахои аввалин имкон доданд, ки санъати монументалй-декоративй ба соҳаи пешбари эчодкорй табдил ёбад. Маҳз санъати монументалй дар дохили бино, чеҳраи фарҳанги тасвирии тоҷиконро дар солҳои 80-уми асри XX муайян кард, ки бо витражҳои фазой, релефҳои полихромй ва кошинкорй аз сангҳои табий сохташуда, композитсияҳои ҳаҷмй-фазой, ки дар онҳо шишаҳои смалтй, ранга, сафолй, кандакорй ва гач истифода шудаанд, ғанй гардонида шудаанд. Дар ин давра тамоюли истифодабарии мавзуъ ва маҳсусиятҳои мероси фарҳангии Шарқ: ороиши чойхонаи «Роҳат», «Саодат», «Истаравшан» (И. Абдураҳмонов, С. Мирсаидов, А. Яҳёев, С. Маҳмудов, Д. Шокиров ва дигарон) ба назар мерасад[4].

Чойхонаи «Роҳат» дар ҳиёбони А.Рӯдакй, яке аз иншоотҳои аз ҷиҳати бадей ҷолибтарин дар Тоҷикистон аст. Қисмати марказии ҳамвории дарунии байни панҷараҳои бетонии шифт дар шакли равзанаи витражии ҳамвор бо панҷараи оҳанй бо васлкуниҳои шишаи ранга (сурх) сохта шудааст. Аз ин рӯ, фазои чойхона аз ҳар тараф (аз он ҷумла аз боло) аз нури офтоб рахнашуда, бо шифти витражҳои кушод ташаккул ёфтааст (расми 1).

Сутунхои баланди мудаввар, ки дар болои онхо бом ва ошёнаи мобайнй қарор доранд, аз масолехи замонавй - бетонй сохта шуда, бо тасмахои кандакоришудаи ганч ва бо сарсутунхои сафед оро дода шудаанд, ки шакли бошахои сталактитии чубинро аз меъмории халқии Точикистони Шимолй такрор мекунанд [7].



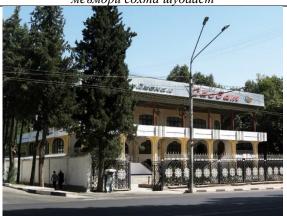
Расми 1 — Чойханаи «Рохат». Яке аз бинохои аз чихати бадей чолиби диққати Душанбе.



Расми 2 – Тарбхонаи «Фарогат». Он бо истифода аз унсурхои анъанавии орошии меъморй сохта шудааст



Расми 3 — Дохили мехмонхонаи «Рум». Паннохои орошшие, ки дар мавзўи миниатюрахои форсу точик сохта шудаанд, роли махсус мебозанд. Эхёи таваччух ба ин навъи санъати қадимй яке аз вижагихои хоси ташаккули дохилии бинои чамъиятии муосир мебошад.



Расми 4 — Чойхонаи «Саодат» Истифодаи васеи осори санъати ороший ва амалй дар дохили бинохои чамъиятй нишон медихад, ки синтези санъат дар шароити сохтмони муосир махсусан мухим аст.



Расми 5 — Осорхонаи миллй Паннои бадеи тақлид ба расмҳои Панчакенти бостонй. Коллективи муаллифон бо сардории Шарифов С.



Расми 6 — Мехмонхонаи «Вахш». (Рассом Нарзибеков Н.). Истифодаи чунин усулхои классикй, ба монанди витраж метавонад садои хама гуна фазои норохатро тагйир дихад ва ба он фардият ва ахамиятноки бубахшад.

Дар намои пеши бино аз ду тарафи болои даромадгохи мағозаҳо паноҳои бадеи аз кошини сафолӣ сохташуда намоёнанд. Тарафҳои холии деворҳои дохили чойхона бо панелҳои гаҷӣ, ки аз рӯи ороиши "ислимӣ"-и тоҷикӣ сохта шудаанд, оро дода шудаанд. Девори марказии аз пушт ҷойгиршуда, ки дар меҳвари он зинапояи тантананоки дузинапеч ҷойгир шудааст, дар шакли панҷараи гаҷӣ сохта шудааст, ки ба таври озод ҷараёнҳои ҳавои салҳин аз он мегузарад (ҳоло он аз байн рафтааст).

«Рохат» ягона биное мебошад, ки симой миллій ва шаклуой муосири меъмориро бо масолехой пешрафтай худ — бетон, охан, шиша бомуваффакият ба хам пайвастааст. Муваффакияти чойхонаро, ки

дар давоми қариб ним асри мавчудияти худ собит карда буд, коллективи эчодии меъморон, муҳандиссон ва рассомон ба даст овард.

Чойхонаи «Саодат» дар хиёбони А.Рўдакй (1984, расми 4), бинои чамъиятии истирохати мадании чавонон, инчунин муассисахои савдои ахолии Душанбе ба хисоб меравад. Намуди бино ба чойхонаи анъанавии мардумй алокаманд аст, ки дар асрхои 18-19 дар китъаи Осиёи Миёна, аз чумла дар Точикистон, махсусан дар кисмати шимолии он васеъ пахн шудааст [7].

Ду ошёнаи аввали чойхонаи «Саодат» бо сахни кушод сохта шудааст . Танҳо гирдогирди онҳоро, девор аз панчараҳои алюминии нуқрагин иҳота мекунад, ки аз ҷиҳати ороиши бисер ҷолиб ҳастанд, ва ба симои чойхона сабукӣ ва нодирӣ мебахшанд. Ду зинапояи дуқабата дар ду тарафи фасади ғарбӣ бо панҷараҳои алюминии кушода пушида шудаанд, ки аз дур ба намунаи мураккаби ороишии «гиреҳ» шабоҳат доранд, ки дар меъмории мардумии асрҳои XVIII-XIX маъмуланд.

Шифти чубини болори ошёнаро, аз чумла айвонро, сутунхои кандакоришуда, ки хунармандони муосири халкй дар солхои 1980—1984 мувофики анъанахои бехтарини ороиши меъмории замони гузашта сохтаанд, дастгирй мекунанд. (хамаи ин ороиш конструксияхои шифти хозиразамонро руйпуш мекунад, ки ин холат ба меъмории иншоот як номувофикии мантикиро ворид мекунад). Дар конструксияи болори шифт хунармандони мардумй низ саъй кардаанд, ки аз тамоми бехтарин офаридахои, гузаштаи халки точикро, истифода баранд.

Фарқияти тобони симои берунй, рангу бори миллй дар дохили бино ба ин чо диққати тамошобинони зиёдеро ба худ чалб мекунад ва чойхонаи «Саодат» ба таври ҳаққонй яке аз биноҳои чолиби пойтахти Точикистон ба шумор меравад.

Чойхонаи «Фароғат» дар боғи шахри Душанбе (ҳоло аз байн рафтааст) яке аз биноҳои ҷолиби диққати Душанбе буда, бо истифода аз унсурҳои анъанавии ороиши меъморӣ сохта шудааст (1970. расми 2). Дохили толори тарабхона ниҳоят зебо оро дода шудааст, ки бо нурҳои офтобии паҳншуда тавассути тирезаҳои панҷарашакли нафис мунаввар карда мешавад. Руйи сутунҳои ин ҷо пурра бо кандакориҳои гаҷӣ пушонда шудааст, ки гуё санъати ороиши халҳиро тараннум мекунанд. Шифти рангуборшуда, ки чун беҳтарин намунаҳои декори меъморӣ оро дода шудааст, бо сутунҳои чубини кандакорӣ, ки шифти чубини шакли кессони доштаи ҳуҷраи чойнуширо дастгирӣ мекунанд, пурра карда шудааст. Наҳшаҳои аҷоиби муаллаҳи болор, сарсутунҳои кандакоришуда, пояҳои куракшакл ва танаҳои тегадори сутунҳо бо наҳшу нигоре, ки дар сатҳи васса ва дигар ҳисмҳои ин порчаи нотакрор аз меъмории халкии Тоҷикистон сурат гирифтааст, комилан ҳамоҳанг мешавад[7].

Махсусан ороиши меъморию бадеии сирки Душанбе (1978), ки аз рўйи нақшаҳои рассомони точик сохта шудааст, чолиби диққат аст. Ҳамин тариқ, дар намояи асосии шимолии болои даромадгоҳ, ниқобҳои релефии музаҳо (олиҳаи манбаи илҳом) дар кубҳои ҳаҷмии оҳанй, ки дар парапети боми якошёна насб карда шудаанд, диққатро ба худ чалб мекунанд. Дар доҳили долони поёнии даврашакл ва қабати дуюми он асарҳои санъати монументалиро мебинем, ки бо маҳорати баланди ичрокунанда соҳта шудаанд: гобеленҳо, панноҳои кандакорию кошинкорй, чароғҳо, тунукаҳои сикказадашуда ва ғайра. Панноҳои сафолии «Суруд бо санч» ва «Акробатҳо»-и В.Одинаев ва С.Шарифов, ки дар релефи баланди анъанавии сабзу зард, ичро карда шудаанд, фарқ доранд, ки муаллифон дар онҳо муҳити илҳомбаҳши эчодиро нишон дода тавонистанд. Дар ороиши сирк эчодкорон С.Мирсаидов, А.Шокиров, С.Шералиев ва дигарон низ ҳунари худро нишон доданд[8].

Дар солҳои 80-уми асри XX ороиши иншоотҳои калон дар Душанбе ба як соҳаи муҳими эҷодиёти ҳунармандони тоҷик табдил меёбад. Рассом Просмушкин Е. фаъолона дар техникаи витражҳои сеченака ба кор шуруъ мекунад, ки ин имкон дод, ки ба дохили биноҳои ҷамъиятй (Донишгоҳи миллй, меҳмонхонаи «Авесто», Маркази тадқиқоти стратегй) сифатҳои нав: фазой, релефй, ғализй бо ҷараёни рушной диҳад. Имкониятҳои бадеии шишаи тунуки ранга, покй ва шаффофияти хоси он насли дигари устоҳои витраж Н.Нарзибеков ва В.Ҳасановро бо дигар воситаҳои эҷоди шакли пластикй (Фурудгоҳ, Хонаи мудҳои Бону, меҳмонҳонаи «Ваҳш») таъмин намуданд.

Санъати монументалии солҳои 80-уми асри XX бо руҳи таҳаммулпазирии бузурги услубӣ фаро гирифта шуда буд. Кушиши ба биноҳои куҳнаи аврупоӣ баҳшидани нафъи миллӣ дида мешавад (наҳшунигори шифт И. Абударҳмонов, дарҳои кандакоришудаи С. Нуриддинов дар Театри академии опера ва балети ба номи С. Айнӣ).

Дар ороиши бисьёр иншоотҳо принципи пай дар пай, пурра бо тасвир ва нақшу нигоркуни руйпуш кардани сатҳ, ки барои санъати Шарҳи мусулмонй хос аст, истифода шудааст: Қасри маданияти иттифокҳои касаба (ҳоло Филармонияи давлатии Тоҷикистон; С. Шарифов, Ш. С Нуриддинов, З.Довутов, С.Шералиев) ва бинои театри лухтак (кошинкорй И. Сангов), рангубори толори Ҳукумати шаҳри Душанбе ва паннои кошинкории фабрикаи ҳаннодии «Ширин» (К. Едгоров), каҳваҳонаи «Сиёвуш» (П. Шпонко ва Ю. маткулов, С. Ҳушматов), паннои ганчии фурудгоҳи Душанбе (Н. Нарзибеков, В. Ҳасанов) [9].

Махорати баланди касбй, шавку завки нозук, инчунин воридшавии амик ба тасвири эпоси халкии точик дар ороиши толори Касри иттифокхои касаба (муаллиф С. Курбонов), мавзухои фалсафии чиддй дар накши толори нави бинои Китобхонаи миллй (рассом С. Шарифов, расми 5) диккатро ба худ мекашанд.

Аз мисолҳое, ки мо баррасӣ кардем, маълум мешавад, ки хусусиятҳои бадеии санъати ороишию монументалии тоҷик мунтазам инкишоф ва тагйир меёфт. Ҳар як даҳсола ба ташаккули намуди зоҳирии

бинохо ва дохилии онхо як падидаи нав меовард (Расми 3,6). Рассомони санъти ороишй ва хунармандони мардумиро чизе монеа шуда наметавонист ва мувофики талаби замон танхо ба пеш харакат мекарданд, худро дар самтхо, жанрхо ва услубхои нав месанчиданд, бо истифода аз техника ва ашёхои гуногун кушиш мекарданд, ки санъати пластики ва ороиширо ба зинаи нави инкишоф бароранд.

#### Натичахои тадқиқот

Меъмории Точикистон, инкишоф ва ташаккули он таърихи дуру дароз дорад. Дар ин давра пастиву баландихо ва рукудхо мушохида шуда бошад ҳам, дар мачмуъ меъмории мардумй ва осори бадеиву фархангй равиши пешравй дошт. Мисолхои дар боло гуфта гузашта, гувохи медиханд, ки хунари ороиш аллакай дар дахсолахои охири асри гузашта тадричан шарики комили меъморй гардид. Имкониятхои нави инкишоф додани самараи ичтимоии санъат ба вучуд омада, потенсиали эмотсионалии дизайни дохили бинохои чамъиятй аз чихати эстетикй бехтар фахмида шуд.

Чунон ки таҳқиқот нишон дод, дар амалияи сохтмон объектҳои ороиши миллии меъморй ва санъати монументалй мавқеи калонро ишғол мекунанд. Дар ҳар як ҳолати конкретй декор ҳусусиятҳои услубии ҳудро дорад, ки асарҳоро аз руи бастубанди ороиш, принсипҳои нақшунигор, рангубор, ки аз руйи анъанаи чандинасра инкишоф ёфта, ба меъмории муосир гузаштаанд, фарқ мекунанд.

Усулхои бадей мавкей пешқадами худро дар категорияхой муайяни оройши дохилии бинохой чамъиятй — марказхой хуроки умумй, тарабхонахо, чойхонаю туйхонахо ва дигар бинохой таъиноти маданию маъмурй нигох медоранд. Пеш аз хама, ба онхо мохирона истифода бурдани санъати кандакории гач ва чубу тахта, рангубори девору шифт хос аст. Одатан, танхо санъати пластики ва наккошии монументали-декоративи ва ё дар якчояги бо дигар воситахой бадей ва меъмори халли симо ва оройший чунин интерерхоро ташкил медиханд.

Дар баробари ин, дар аксари бинохои чамъиятии муосир, махсусан дар мачмаахои бисёрфунксионалй байни намуди зохирй ва дохилии онхо ягонагии услубй вучуд надорад[7]. Омилхои ташаккули услуб дар интерерхои инфиродй хадафи онхо ва хусусиятхои мушаххаси таркибй, фазой ва банакшагирй мебошанд. Хамин тарик, интерерхои шаклхои услубй гуногуншакл метавонанд дар як бино бо хам якчоя вучуд кунанд, аз чумла онхое, ки бо услуби он ошкоро мукобиланд.

Мақсад аз истифодаи ороиши меъморй дар берун ва дохили бинохои чамъиятию шахрвандй, ин халли масъалахои ташкили комплексии фазо, хамкории муфид ва навоварй, муайян намудани хусусиятхои функсионалии декор ва санъати монументалй мебошад. Мухимтарин ва заруртарин масъалаи халталаби имруза -ин кушиши омезиши муттасилии анъанахо ва замони муосир, инчунин ба таври органикй пайвастани санъати меъморй ва декор, мусоидат ба пайдоиш ва ташаккули босуръати самтхо ва тамоюлхои нав дар дизайни дохили бинохои чамъиятй мебошад.

Усулҳои бадей, ки ҷу́зъи нотакрор ва ҷудонашавандаи симои меъмории биноҳои истиқоматй, маъмурй ва ҷамъиятй мебошанд ва дар давраҳои гуногуни таърихи халқи тоҷик сохта шудаанд, аҳамият ва арзиши бебаҳои бадей ва фарҳангй доранд. Истифодаи онҳо ва татбиқи онҳо дар амалияи меъморй ва сохтмонии Тоҷикистони муосир метавонад пайванди зарурие бошад, ки барои ба биноҳо ва дизайни дохилии онҳо додани нотакрорй, асолат ва симои миллй ёрии бевосита расонад.

#### Хулоса

Хусусиятҳои бадеии дохили бино, инчунин меъмории бино дар маҷмӯъ, аз давру замон, ҳаёти иҷтимой ва рӯзгор, таъиноти бино, хонаҷоҳои алоҳидаи он ва аҳамияти онҳо дар композитсия вобаста аст. Интерери бино бо намуди берунии бино зич алоҳаманд аст, ки бо он бояд як воҳиди ягонаи ҳамоҳангро ташкил диҳад. Ташаккули усули бадей дар муҳити меъморй ва фазои дохилии биноҳои муосири Тоҷикистон, истифодаи усулҳои ҳадимии санъати пластикии анъанавии ороишй ва навъҳои муосири санъати тасвирии монументалиро таҳозо мекунад.

Тадқиқоти гузаронидашуда нишон медиҳанд, ки рассомони монументалй ва ҳунармандони мардумии санъти бадей-амалй, бо меъморони тоҷик дар ҷустуҷӯи синтези анъанаҳо бо меъмории муосири прогрессивй қарор доранд. Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон кушиши минтақавй кардани меъморй бо таваҷҷуҳ ба муайян намудани асолати маҳаллй ва наҳзати миллй дар меъморй дар маҷмуъ, ва аз ҷумла, дар ороиши доҳили он дида мешавад.

Хунармандони мардумй дар асархои худ анъанахои фаромушшудаи ороиш ва пластикии меъмориро эҳё намуда, дар баробари истифода аз усулҳои муосир ба чустучӯи бозёфтҳои бадеие, ки тафаккури мардуми точик, фарҳангу ҳувияти миллии онҳоро инъикос мекунанд, нерӯ мебахшанд.

Муқарриз: Одиназода Б.Э. – номзади илмҳои таъриҳ, дотсент, муовини реқтори Донишқадаи давлатии санъати тасвирӣ ва дизайни Точиқистон

#### Адабиётхо

- 1. Бойназаров Бойназар. История становления и развития изобразительного искусства таджикского народа (20-80-е годы XX века)/Автореферат дисс. канд. истор. наук, Душанбе 2004
  - 2. Боймуродова 3, Ульджабаева М. Изобразительное искусство Таджикистана. Москва, «Галарт», 2015.
  - 3. Веселовский В. Г., Гендлин Д. Д., Архитектура Советского Таджикистана, М., 1972.
- 4. Душанбе. Энциклопедия. Главная научная редакция Таджикской национальной энциклопедии. Душанбе, 2004. -592 с.
  - 5. Додхудоева Л. Графика и скульптура Таджикистана XX века Душанбе, 2006.

- 6. Мамаджанова С., Тиллоев С.С. Архитектура общественных зданий Душанбе XX века. Душанбе: «Икомос»,2007.- 262с.
- 7. Мамаджанова С., Мукимов Р. Архитектура и градостроительство Душанбе. Душанбе: АН РТ-ТТУ, 2008.  $520\ c.$
- 8. Одиназода Б.Э. Традиционное и новаторское искусство в творчестве большого художника. /Маколахои омузгорон ва кормандони ДДСМваД, 2020
  - 9. Румянцева О.Р. Молодые художники Таджикистан.-Москва Советский художник 1987.
- 10. Фарангеси Н. История и тенденция развития монументально-декоративного искусства в Таджикистане. //Вестник технологического университета Таджикистана. серия: гуманитарные науки и профессиональная педагогика. 1 (3), 2019, с.101-108.
- 11. Ходжаев Ф.С. Сарыева К.Н., Художественные особенности таджикской живописи 30-80 гг. XXвека// Историк (научно-теоретический журнал) № 4 (16) 2018, С.-109

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN		
Шерматов Музафар Умурзакович	Шерматов Музафар	Shermatov Muzafar Umurzakovich		
	Умурзакович			
номзади меъморй	кандидат архитектуры	PhD in Architecture		
Донишгохи техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named after		
ба номи академик М.С.Осимй	университет имени академика	Academician M.S.Osimi		
	М.С.Осими			
e. mail: muzafar.sher @mail.ru				

УДК 691.32

## КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В ВИДЕ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК

#### М.Ш. Набизода

Таджикский технический университет имена академика М.С. Осими

В статье приведены, конструирование пространственных железобетоных покрытий, а также с эпюрой внутренних сил и моментов согласно требованиям действующих норм, инструкций и руководств.

**Ключевые слова:** Пространственная конструкция, железобетонное покрытие, рабочая арматура, стержень, физикомеханические свойства.

### КОНСТРУКСИЯКУНОНИИ БОЛОПУШХОИ ФАЗОИИ ОХАНУБЕТОНЙ БА НАМУДИ ЧИЛДХОИ МОИЛ

#### М.Ш. Набизода

Дар мақола конструксияҳои оҳанубетонии фаршҳои фазой мувофиқи эпюраҳои қувваҳои дохилй ва моментҳо мутобиқ ба талаботҳои меъёрҳои амалкунанда, дастурамал ва нишондодҳо, оварда шудаанд.

**Калидвожахо:** конструксияхои фазой, болопушхои оханубетонй, арматурахои корй, хосиятхои физикавию-механикии конструксияхои фазой.

### CONSTRUCTION OF SPATIAL REINFORCED CONCRETE COATINGS IN THE FORM OF FLAT SHELLS

#### M.SH. Nabizda

The article shows that the design of spatial reinforced concrete pavements is carried out in accordance with diagrams of internal forces and moments in accordance with the requirements of current standards, instructions and manuals.

Keywords: Spatial structure, reinforced concrete covering, working reinforcement, rod, physical and mechanical properties.

#### Введение

Железобетонные конструкции крепко занимают лидирующие позиции в общем объеме капитального строительства в нашей стране. Создание экономичных, надежных и архитектурно интересных железобетонных конструкций на основе научных результатов и рационального проектирования с использованием новейших строительных норм и правил, одна из требовательных задач, стоящая перед техническими сотрудниками и строительными инженерами.

Железобетонные пространственные покрытия используются с учетом действующих требований, инструкций и указаний с учетом моментов и эпюр внутренних сил.

Основные сжимающие давления не должны превышать  $R_{np}$ , и основное растяжение - 0,2  $R_{np}$ . В местах, где основные растягивающие напряжения превышают  $R_p$ , они должны полностью восприниматься армирующей сеткой.

Схема армирования оболочки (рисунок1) определяется состоянием сжатия при общих нагрузках на покрытие (вес конструкции, вес снега). Оболочка содержит достаточно крепкую рабочую арматуру, функциональные усилия в угловых областях (типа I). Она рассчитана и размещена в соответствии в зонах  $N_{rn1}$ , с основными растягивающими главными усилиями (см.рис.1)

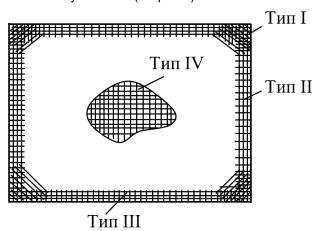


Рисунок 1 – Схема армирования оболочки.

В приконтурных полосах для восприятия изгибающих моментов укладывают дополнительно арматуру перпендикулярно контуру (типа II). Ее сечение и длину принимают по расчету оболочки как плиты на восприятие изгибающих моментов. Стержни этой арматуры по толщине оболочки размещают возможно ближе к ее нижней поверхности в растянутой от изгиба зоне.

В контурными с слабо развитыми брусьями оболочках, если растяжение происходит в контурной полосе (рисунок 2), продольная арматура должна быть предусматриваться в достаточном количестве, чтобы поглотить растягивающие силы (типа III).

Напряженное состояние оболочки при ее опирании и нагрузке на боковую колонну контура, распределяются по поверхности покрытия равномерно, имеет двузначную диаграмму нормальной силы Nx в сечении x=0 и Ny в сечении y=0 (рисунок 2). Поскольку касательные силы не воспринимаются контурной конструкцией, на приконтурной полосе оболочки концентрируются значительные растягивающие силы [1].

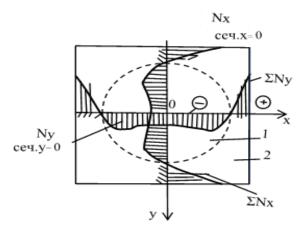


Рисунок 2 – К напряженному состоянию оболочки, опирающейся по сторонам контура на ряды колонн: 1 – область двухосного сжатия; 2 – область растяжения в одном направлении, сжатия – в другом.

Вся поверхность оболочки армирована сеткой (армирование типа IV). Это необходимо для уменьшения деформации из-за усадки бетона, ползучесть и колебания температуры, это также для обеспечения прочности оболочки во время изгиба, временная нагрузка может быстро меняться (например, при уборке с поверхности снега) или местное размещение установленной монтажных нагрузок. Эту арматуру устанавливают в виде сетки с шагом стержней 20-25 см в количестве не менее 0,2% от бетонной части.

Растянутая арматура типов I и III должна располагаться в центре тяжести поперечного сечения оболочки, для устранения эффектов следует в центре тяжести поперечного сечения оболочки с тем, чтобы исключить ее внецентренное воздействие. Соединяются растянутые стержни сваркой. Арматура типа III в размере не менее половины расчетного сечения должна быть продлена до конца полосы арматуры, постепенно уменьшая сечение стержня в месте сварного соединения. Рекомендуется сконцентрироваться на контурных брусьях.

Арматуру I и III типов рекомендуется применять в виде изделий заводского производства (пучков, канатов, анкерных стержней и т.п.), предварительно напряжен для повышения трещиностойкости корпуса оболочек.

Прочная арматура компонуется в типовые сварные сетки (по возможности стандартные) и укладывается с перепуском на стыках по указаниям технических условий.

Во время конструктивных решений пологих оболочек необходимо исключить возможность потери устойчивости в деформированном состоянии. Ползучесть сжатого бетона возникает под действием длительных нагрузок, поэтому деформации со временем увеличивается.

Из-за отсутствия экспериментально проверенных методов расчета критические нагрузки определяются по условным состояниям. Из-за ползучести и неоднородности структуры бетона его долговременный модуль деформации Ед.б значительно (примерно в 4 раза) меньше Еб, проявляющегося при кратковременных испытаниях [2].

Устойчивость пологих гладких оболочек двоякой однозначной кривизны рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$q = 0.2E_{\pi.6}(h/R)^2 \tag{1}$$

где принимается  $E_{\text{д.6}}$  = 0,252  $E_6$ ; q- общая интенсивность расчетная нагрузка; h,R –толщина оболочки и радиус кривизны.

Отметим, что устойчивость ребристой оболочки выше, чем гладкой. Чтобы не пустит локальной потери устойчивости расстояние между ребрами должно быть не менее сем  $(7)\sqrt{Rh}$ , где R – минимальный радиус кривизны ребристых оболочек.

Общая стабильность ребристой оболочки проверяет, также по следующей формуле (2), в него вводятся воображаемый величины толщины  $h_{\Phi}$  и единица деформаций  $E_{6,\Phi}$ , определяется по следующей формуле.

$$h_{\phi} = \sqrt{\frac{12J}{F}};$$

$$E_{6.\phi} = E_{6} \frac{F}{bh}$$
(2)

$$E_{6,\phi} = E_6 \frac{F}{hh} \tag{3}$$

где b –расстояние между осями соседних ребер; F, J –площадь и момент инерции сечения, образованного одним ребром вместе с примыкающими частями плиты оболочки шириной b.

Техническое конструктивных выяснений монолитно железобетонные оболочки очень просто. Их обычно выполняют из гладкой арматурами толщиной не менее 6 см (в зависимости от условий для обеспечения высокого качества бетонирования на строительной площадке) с утолщением в угловых участках (иногда и в приконтурных полосах) до 12-20 см. Класс бетона для конструировании железобетонных оболочек принимают не ниже B25, по возможности он должен быть максимально прочным, чтобы не всплывать при укладке на зонах с крутых уклонах. [4].

Плиты размерами толщиной более 9 см армируются двойной сеткой. Стык плиты и контурной конструкции, так же как и в местах знакопеременных моментов, двойная сетка устанавливается из арматурой диаметром 6-10 мм с шагом не более 20 см.

На конструкции самой оболочки расход бетона (без контурных конструкций)  $0,08-0,1~{\rm M}^3$  на  $1~{\rm M}^3$  основания, расход арматуры -8-11 кг/м $^3$ .

Для строительство монолитных железобетонных пологих оболочек требуется возведения сложной опалубки, арматурно-бетонных и других работ индустриальными методами с высокой степенью механизации затруднительно.

При проектировании сборно-монолитных конструкций с целью упрощения лесов и подмостей рекомендуется предусматривать сборные диафрагмы. Сборные диафрагмы могут быть железобетонными, металлическими и бетонными с несущей арматурой [2.3]

За конструктивное особенности на сборные оболочки существенное влияние оказывают способ возведения и членение на сборные элементы.

Конструктивные размеры сборных панелей устанавливаются таким образом, чтобы толщина швов, будучи переменной, в различных местах оболочки не превышала 10 -12 см.

Сборные панели должны усилить бортовыми ребрами, а толщину панелей принимается можно меньше, 3-4 см. Панели угловой зоны имеют диагональные ребра с каналами для напрягаемой арматурой; толщина этих панелей принимается больше 10 см.

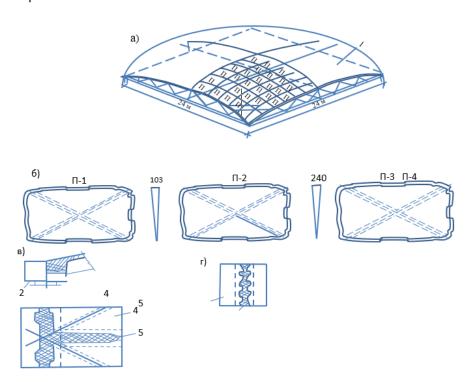


Рисунок 3 – Конструктивная схема сборной пологой оболочки

 а – схема монтажа; б –типы панелей; в –узел примыкания оболочки к контурной конструкции; гконструкция шва сборных элементов; 1 – смещение поверхности; 2 – верхнего пояса фермы; 3 – сварка панелей и ферм выходов; 4 – сборные панели; 5 – бетонный раствор в стыках.

На рисунке 3a, показаны конструктивные решения экспериментальных покрытий. Оболочка в плане разделена на плоские панели с номинальными размерами 3x3 м.

При отклонении от центра покрытия к краям контуров квадрата в плане искажается и изменяются размеры сборных элементов на поверхности оболочки. Для уменьшения количества стандартно типовых

размеров панелей в центральной части корпуса оболочки были использованы однотипные квадратные панели с разной степенью искажения ромбовидных углов (рисунок.3,б).

Внутри оболочки возникают большие касательные силы. В результате соединения сборных панелей с контурными конструкциями (рисунок 3, в), а также соединения сборными панелями в угловых зонах оболочки (рисунок 3, г) выполняются шпоночными формами. Такие соединения эффективно противодействуют сдвигу.

Соединительное расстояние между бетонными шпонками и их расстояние – длина  $\mathbf{L}_{\text{ш}}$ , погружение в корпусе панели  $\mathbf{\delta}_{\text{ш}}$ , ширина  $\mathbf{b}_{\text{ш}}$ , (величина плоскости шпонки перпендикулярно (рисунок 2) - устанавливаются расчетом прочности бетона шпонки против раздавливания.

$$\delta_{\text{III}}, b_{\text{III}} R_{\text{III}} \geq S_{\text{III}} = S_{\text{c}}$$

и против среза

$$L_{\text{LL}} b_{\text{LL}} R_{\text{p}} k \geq S_{\text{LL}} = S_{\text{c}}$$

где S —расчетное сдвигающее усилие на единицу длины;  $S_{\text{ш}}$  —расчетное сдвигающее усилие, приходящееся на шпонку;  $R_{\text{пр}}$ ,  $R_{\text{p}}$  —расчетное сопротивление бетона соответственно при осевом сжатии растяжения; k —опытный коэффициент, принимаемый равным 2 при не обжатых швах и 4 при обжатых.

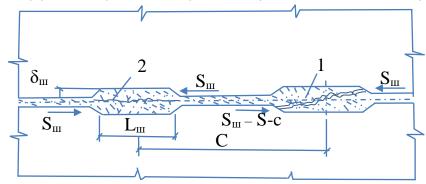


Рисунок 4 — Перейти к вычислению бетонных шпоночных соединений: 1 — разрушение из — за смятия шпонки; 2 —аналогично, от скалывания

На строительной площадке к специальным проводникам крепятся сборные оболочки, представляющие собой самостоятельные и достаточно сложные конструкции. Показатель вершины кондуктора, определяющий расположение элементов крепления в конструкции, контролируется геодезическим оборудованием [1].

Сборные панели соединяются между собой и размещаются по контурам конструкции, закладных металлических деталей с применением сварочных соединений. После закрепления всех сборных элементов между собой, при монтаже швы заполняют бетонным раствором, от этой системы зависит работа по соединению всех сборных элементов и ее необходимо выполнять очень тщательно.

При этом, конструктивное выяснение имеет множество преимуществ:

- -поверхность конструкции, представляющая собой сборную конструкцию, отвечает принципам индустриализации строительства;
- -сборные элементы относительно просты и могут быть подготовлены на любом предприятии железобетонных изделий;
  - -в конструкции типовых размеров мало.

Тем не менее, имеются существенные недостатки:

- -сборка с использованием дорожных кондукторов трудоемкий процесс;
- -множество цифр швов, и большие размеры;
- -значительные затраты бетона на заполнение швов;
- -значительно сварных соединений;
- -монтажно-сварочные работы и работы по герметизации швов бетоном должны быть качественными, но их сложно выполнять на строительной площадке, а также сложно контролировать и при необходимости модифицировать эти работы.

Для рассматриваемых покрытий преимущества использования сборных железобетонных конструкций во многом сводятся из-за высоких затрат на монтаж.

Как контурных конструкций перекрывающих пролеты до 30-36 м, чаще всего применяют фермы и арки кулисами при отсутствии стеночных ограждений или перегородок по контуру оболочки. Рекомендуется при больших пролетах располагать по контуру колонну, по которой размещают бортовыми брусьями.

Более удачно решение из типовых конструкций серии 1.466-1, в которой предусмотрены поверхность вращения с горизонтальной осью, трапецеобразные доборные приконтурные элементы и вертикальные контурные конструкции.

На рисунках 5 и 6 приведены примеры покрытия с оболочкой положительной гауссовой кривизны, в прямоугольном плане.

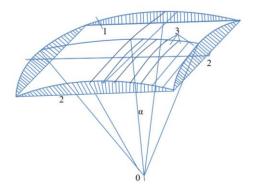


Рисунок 5 — Членение на сборные элементы шаровой поверхности, ограниченной центральными сечениями: 1— шаровая поверхность; 2 — наклонные контурные конструкции; 3 — однотипные сборные элементы оболочки.



Рисунок 6 – Покрытия с монолитными оболочками положительной гауссовой кривизны, размерами в плане 48х48 Дворец тенниса в г. Душанбе (Таджикистан, монолитно разрезной конструкции)

#### Вывод

- 1. Конструктивное решение монолитных железобетонных пологих оболочек весьма прост.
- 2. Обычно конструирование пологих оболочек осуществляется из гладкой арматуры толщиной не менее 6 см (по условиям гарантии высокого качества бетона на строительной площадке), с армированием в крайних участках (а в некоторых случаях и в приконтурных полосах) 14-18 см.
- 3. Оболочка должна быть изготовлена из бетона класса В25 или выше и должна быть максимально жесткой, чтобы избежать всплытия при их монтаже.
- 4. Как контурных конструкций перекрывающих пролеты до 30-36 м, чаще всего применяют фермы и арки с затяжками при отсутствии стеночных ограждений или перегородок по контуру оболочки.

Рецензент: Хасанов Н.М. - д.т.н., зав. қафедрой фундаменты, основы и подземные сооружения ПППУ имени ақадемиқа М.С. Осими

#### Литература

- 1. Чиркина Т.В. Железобетонные конструкции. Часть 2. Конструкции промышленных и гражданских зданий и сооружений. Душанбе: «ЭР-граф», 2013.-596 стр.
- 2. Набизода М.Ш., Нуманов О.Р. Исследование статически загруженной неразрезной железобетонной пологой оболочки. //Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. № 2 (46) 2019 Страницы: 162-167
- 3. Нуманов О.Р., Набизода М.Ш., Сангинов А.С. Материалы для пространственных конструкций покрытия. //Политехнический вестник Страницы: 131-137

- 4. Горенштейн Б.В. Железобетонные пространственные покрытия (Методы разработки и проектирования цилиндрических оболочек, складок и оболочек положительной кривизны). Л., СИ. Ленинградское отделение. 1976, 160 с
- 5. Нуманов О.Р. Исследование динамических параметров неразрезных пологих оболочек. Монография. Душанбе: Изд. ТТУ им. акад. М.Осими, 2019. 116 с.
  - 6. Рекомендации по расчёту армоцементных конструкций. ЛенЗНИИЭП, Л., 1971.
  - 7. Митрофанов Е.Н. Армоцемент. Л., Стройиздат. 1973, 208 с.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN		
Набизода Муҳаммадтаиби Шариф	Набизода Мухаммадтаиби Шариф	Nabizoda Muhammadtaibi Sharif		
Муаллими калон	Старший преподаватель	Senior Lecturer		
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after acadevician M.S. Osimi		
e. mail: <u>nabizoda-90@mail.ru</u>				

УДК 628.16

#### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИТО-ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

П. Марина, М.Б. Марамов, И.И. Калдандарбеков,

М.С. Собиров, Д.Д. Ходжибоев, С.К. Ходжиев, Т.Х. Содикзода

Таджикский технический университет им. академика. М.С.Осими

В статье представлены результаты исследования физико-химических и бактериологических показателей сточных вод на примере двух больниц в пригороде Рудаки, где было установлено фито-инженерное сооружение для очистки сточных вод этих больниц. Приводятся результаты анализа работы системы очистки сточных вод.

**Ключевые слова:** сточные воды, биологическая очистка, канализационные очистные сооружения, химическое потребление кислорода, денитрификация, химическая очистка сточных вод, децентрализованная система очистки сточных вод.

### САМАРАНОКИИ ИНШООТИ ФИТО - МУХАНДИСИИ ҒАЙРАМАРКАЗОНИДАШУДА БАРОИ ТОЗА НАМУДАНИ СИСТЕМАХОИ ОБХОИ ПАРТОВ

П. Марина, М.Б. Марамов, И.И. Қалдандарбеков,

М.С. Собиров, Д.Д. Хочибоев, С.К. Хочиев, Т.Х. Содикзода

Дар мақола натичахои тадкиқоти нишондодхои физикй-химиявй ва бактериологии обхои партов дар мисоли ду беморхонаи беруназшахрии нохияи Рудакй, ки дар он чо иншооти фито- мухандисй барои тоза намудани обхои партов чойгир шудааст оварда шудааст. Натичаи тахлили кори системаи тозакунии оби партов оварда шудаанд.

**Калимахои калидй:** обхои партов, тозакунии биологй, иншооти тозакунии партовобхо, талаботи оксигении кимёвй, денитрификасия, тозакунии кимёвии обхои партов, системаи гаёримарказонидашудаи обхои партов.

### EFFICIENCY PHYTO-ENGINEERING STRUCTURES FOR DECENTRALIZED WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS

P. Marina, M.B. Maramov, I.I. Kaldandarbekov, M.S. Sobirov,

D.D. Hohiboev, S.K. Khodzhiev, T.Kh. Sodikzoda

This article presents the results of a study of the physico-chemical and bacteriological parameters of wastewater using the example of two hospitals in the suburbs of Rudaki, where a phyto-engineering structure was installed to treat wastewater from these hospitals. The results of an analysis of the operation of the wastewater treatment system are presented.

Key words: wastewater, biological treatment, sewage treatment plant, chemical oxygen demand, denitrification, chemical wastewater treatment, decentralized wastewater treatment system.

#### Введение

В условиях постоянного ухудшения экологической обстановки в мире, в том числе в нашей стране, и усиления антропогенного влияния на качество жизни населения, все более остро встает проблема качества воды в источниках водоснабжения и охраны водных ресурсов. Каждый год растет плотность населения и увеличивается высокий уровень загрязнения окружающей среды отходами жизнедеятельности человека. Основными источниками загрязнения сточных вод являются физиологические выделения людей и животных, а также отходы и отбросы, образующиеся в результате хозяйственной деятельности.

Основными загрязнениями сточных вод являются физиологические выделения людей и животных, отходы и отбросы и другие антропогенные воздействия [1]. Все эти химические составы воды, ухудшают очистку на очистных сооружениях и его эффективность. В настоящее время существуют разные методы очистки сточных вод. Биологический метод из них является самым простым и эффективным способом очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, основанный на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоемов [1]. Сущность метода заключается в способности микроорганизмов использовать в качестве питательного субстрата органические и неорганические соединения, содержащиеся в сточных водах.

В нынешних условиях экономического кризиса большинство промышленных и коммунальных предприятий страдают от дефицита средства на эксплуатацию, модернизацию и еще больше на новое строительство высокотехнологичных очистных сооружений. Это приводит к недостаточному уровню промышленной очистки, а бытовые сточные воды вредны и влияют на водные экологические ресурсы. Основными приемниками сточных вод являются поверхностные водоёмы. Поэтому их защита от техногенного загрязнения является актуальной проблемой.

При ухудшение экологической обстановки в мире, а также в нашей стране качества жизни населения, встает проблема качества воды в источниках водоснабжения.

В пригородном районе Рудаки была апробирована децентрализованная система обработки сточных вод (DEWATS) для двух больниц с целью расширения масштаба деятельности до национального уровня. В настоящее время идёт строительство фито-очистных сооружений в Гиссаре и других районах Согдийской и Хатлонской областей [3].

#### Цель и постановка задачи исследования

Цель исследования: изучить эффективность фито-инженерных сооружений в децентрализованных системах очистки сточных вод и их влияние на окружающую среду, а также проанализировать возможность применения таких систем для минимизации экологического воздействия и повышения уровня экологической безопасности.

Задачи исследования:

- 1. Оценка качества очистки сточных вод с помощью фито-инженерных сооружений по сравнению с традиционными методами.
- 2. Изучение влияния фито-инженерных сооружений на состояние окружающей среды и водных ресурсов.
  - 3. Анализ эффективности использования растений в процессе очистки сточных вод.
- 4. Исследование возможности применения фито-инженерных систем в различных климатических условиях и для различных типов загрязнений.
- 5. Разработка рекомендаций по оптимальному использованию фито-инженерных сооружений для децентрализованной очистки сточных вод.

#### Методы исследования

Объект исследования находится в двух больницах района Рудаки, оборудованных канализационными очистными сооружениями. Эти сооружения предназначены для обработки всего образующегося объема сточных вод в этих больницах, которые затем сбрасываются в канал и загрязняют подземные водоносные горизонты.

Для эффективной очистки сточных вод, на очистных сооружениях применяется первичная очистка (рис. 1) (отстаивание) в отстойнике или септиктанке, из которых возможно получение биогаза (из органических отходов). Также используется вторичная очистка (биологическая обработка) в анаэробном реакторе с перегородками, анаэробном фильтре, горизонтальном и вертикальном гравийном фильтре [3].



Рисунок 1 – Первичная очистка

После очистки процесс продолжается в анаэробном реакторе с перегородками, который работает по принципу создания анаэробного слоя осадка в восходящем потоке.

После анаэробного реактора вода поступает в анаэробный фильтр, где обрабатываются неоседающие и растворенные твердые вещества, что приводит к их тесному контакту с избыточной активной бактериальной массой (рис. 2).



Рисунок 2 – Вторичная очистка

Все фильтрующий материал образуют дополнительную поверхность для осаждения бактерий. Сточные воды, содержащие растворённый кислород, заставляют входить в интенсивный контакт с активными бактериями. Чем больше поверхность для роста бактерий, тем быстрее идёт гидролитическое разложение [3].

Когда сточная вода выходит из анаэробного реактора и анаэробного фильтра, требуются дополнительные методы очистки. В данном случае используется горизонтальный гравийный фильтр с щебнем и песком, заполненный растениями водно-болотных угодий (рис. 3).



Рисунок 3 – Дополнительные варианты вторичной очистки

После протекания сточных вод горизонтально через отстойник, фильтрующий материал отфильтровывает частицы, а микроорганизмы разлагают органические вещества. Фильтрующая среда действует как фильтр для удаления твёрдых частиц, к неподвижной поверхности которого могут прицепляться бактерии и как подложка для растительности [3].

Одним из первых сооружений биологической очистки сточных вод в естественных условиях являются поля орошения и поля фильтрации известные с давних времен. При механической очистке сточных вод на отстойниках позволяет удалить из них от 50 до 60% общего числа бактерий и снизить концентрацию загрязнений по БПК<sub>полн,</sub> а взвешенным веществом до 100%. После обсаженного гравийного фильтра, очишенная сточная вода может использоваться в качестве орошения територии данного объекта. Поэтому после проведения исследования и анализа результатов можно сделать вывод о качестве сточной воды и ее использовании для орошения.

Как уже было сказано, для эффективной очистки сточных вод используются первичная и вторичная очистки. При первичной очистке сточная вода отстаивается в отстойнике. После осаждения она проходит вторичную очистку, то есть подвергается биологической обработке в анаэробном реакторе с перегородками. Затем сточная вода проходит через анаэробный фильтр и попадает в горизонтальный гравийный фильтр.

На данном объекте (рис. 4) были выбраны пять точек отбора проб: 1- септик-выпуск (на выходе из септика), 2- анаэробный реактор, 3- анаэробный фильтр, 4 анаэробный фильтр (другая точка фильтра), 5 - выход из гравийного фильтра с растениями водно-болотных угодий.





Рисунок 4 – Точки отбора проб

Для взятия проб используются специальные литровые сосуды. После забора проб каждый сосуд дезинфицируется 70% этанолом во избежание дальнейшего распространения биологического загрязнения. В примечании записываются время, дата и место забора. Например: (07.08.2023, 1 (септиквыпуск), 09:44). Затем проводятся первичные анализы (Cond, pH, TDS, Salt, T-°C) с использованием прибора Voltcraft и pH-метра. Все полученные результаты записываются в рабочий журнал. Далее пробы перевозятся в специальных ящиках с поддержкой температуры в лабораторию для дальнейших бактериологических анализов: мутности, аммония, фосфата, химическое потребление кислорода (ХПК) и бактериологический анализ (БАК).

Физико-химическими методами очистки сточных вод являются нейтрализация и окисление, а перед сбросом их в промышленную канализацию или водоемы должны быть нейтрализованы до достижения величины рH, равной 6,5-8,5.

В проведённом исследовании, согласно общим требованиям к составу и свойствам воды в водоемах хозяйственно-бытового водопользования, промышленного предприятия и других отраслях реакция (рН) не должна выходить за пределы 6,5... 8,5. А также, было проведенно исследование по электропроводимсоти, соленности, фосфату, температуре, аммонии, мутности, ХПК и БАК. Результаты замеров вносятся в память и по специальной программе могут обрабатываться на ПК.

Для определения всех выше перечисленных показателей используется приборы, которые

позволяют выполнять эти анализы (рис. 5).



Рисунок 5 – Используемые приборы для проведения исследование сточных вод

#### Результаты и обсуждения

После проведения исследований были получены следующие результаты по эффективности (pH), электропроводимости, соли, фосфата, температуры, аммония, мутности, а также химическое потребление кислорода и бактериологические показатели (рис. 6-8).

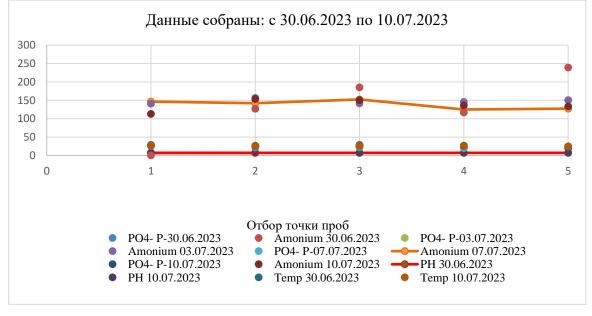


Рисунок 6 – Результаты по эффективности (рН), фосфата, аммония и температуре

Как видно из рисунка красная линия по сточным водам показывает хороший результат, так как реакция (рН) не выходит за пределы 6,5... 8,5, а температура не увеличивается свыше 30 градуса, результаты полученные по параметру фосфата, аммония также находятся в пределах нормы СанПИН.

результаты полученные по параметру фосфата, аммония также находятся в пределах нормы СанПИН. Бактериологические анализы проводятся в специальной лаборатории, оборудованной необходимыми приборами находящимися на кафедре гидротехнических сооружений и охраны водных ресурсов.

Данный анализ проводится с первым и последним точками отбора проб (рис. 7).



Рисунок 7 – Процесс инкубирования

Контроль очистки и обеззараживания сточных вод производится до и после прохождения сточными водами системы обеззараживания, для того чтобы оценить эффективность системы очистки от бактериального загрязнения. В соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания» и СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода», контролируемым показателем, также, является кишечная палочка. Ниже приведены резултаты бактераиологического анализа (рис. 8).

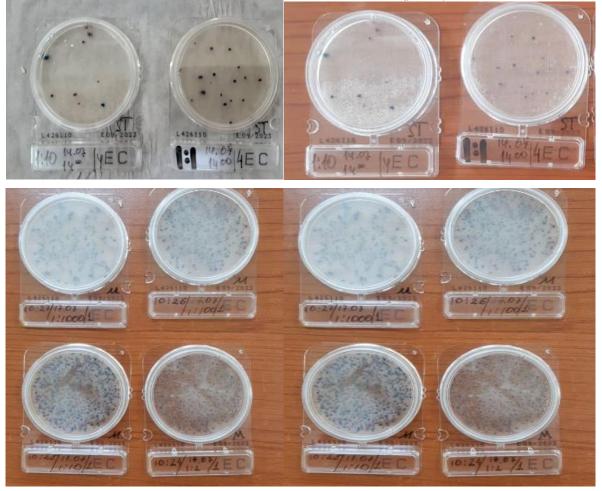


Рисунок 8 – Результаты бактериологического анализа

Как видно из результатов бактериологического анализа, после взятия проб в точках 1-4 было обнаружено определенное количество бактерий.

После проведения исследования процесса очистки сточных вод децентрализованного очистного сооружения и получения результатов лабораторных анализов, подтвердивших достоверность технологических схем этого объекта, сделаны следующие выводы.

#### Выводы

- 1. Для обеспечения экологической безопасности населенных мест, социальных учреждений, домохозяйств и других отраслей необходимо использовать фито-очистные системы для очистки сточных вод до соответствия основным требованиям.
- 2. Применение анаэробных и аэробных процессов в этих системах повышает эффективность обеззараживания сточных вод и возможности их повторного использования в аграрном секторе.
- 3. На основе полученных результатов рекомендуется применение таких сооружений также и в других регионах нашей республики.
- 4. В будущем это позволяет улучшить экологическую ситуацию, сократить загрязнение водных ресурсов и обеспечить доступ к чистой воде для различных отраслей и населения.

Рецензент: Хақимов Г.Қ. — қ.т.н., доцент, деқан Инженерно-технологичесқого факультета *Шехнологичесқого* университета *Шаджикистана*.

#### Литература

- 1. Штонда, Ю.И. Исследования процессов биологической очистки сточных вод на существующих локальных канализационных очистных сооружениях/ Ю.И. Штонда, А.О. Громова, А.С Дроздова// Журнал-Строительство и техногенная безопасность №14(66) 2019. -C.121.
- 2. Семенов, С.Ю. Водно-болотная очистка сточных вод / С. Ю. Семенов, Л. И. Шелепова // Безопасность жизнедеятельности.  $-2008.- N\!\!_{2} 1.- C.37\!\!_{-}\!38.$
- 3. Отчёты о накоплении опыта в области ВСГ. Децентрализованные системы обработки сточных вод (DEWATS) в пригородной и городской зонах в Таджикистане.
- 4. СНиП РТ 40-02-2021 «Водоотведение. Наружные сети и сооружения». / Комитет по строительству и архитектуре при Правительстве Республики Таджикистан Издательство: «Издательский центр» ГУП «НИИСА», Душанбе- 2022 г.-132 с.
- 5. Справочник проектировщика. Канализация населённых мест и промышленных предприятий. М.: Стройиздат, 1981. 639с.
- 6. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

### СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION AROUT AUTHORS

ABOUT AUTHORS					
TJ	RU	EN			
Марина Питер	Марина Питер	Marina Peter			
Доктори Ph.D	Доктор Ph.D	Ph.D			
Донишгохи илмхои дакик ва санъати шимолу ғарбии Швейтсария	Университет прикладных наук и искусств Северо-Западной Швейцарии	University of Applied Sciences and Arts of Northwestern Switzerland			
	e. mail: maryna.peter@fhnw.ch				
TJ	RU	EN			
Марамов Миргул Бердиевич	Марамов Миргул Бердиевич	Maramov Mirgul Berdievich			
Номзади илмҳои техникӣ, дотсент	Кандидат технических наук, доцент	Candidate of Technical Sciences			
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй	Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi			
	e. mail: mirgul_1989@mail.ru				
TJ	RU	EN			
Қаландарбеков Ифтихор Имомёрбекович	Каландарбеков Ифтихор Имомёрбекович	Kalandarbekov Iftikhor Imomyorbekovich			
Номзади илмхои техникй	Кандидат технических наук	Candidate of Technical Sciences			
Донишгохи техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi			
ба номи академ ик М.С.Осимй	университет имени академ ика М.С.Осими	Academician M.S.Osimi			
	e. mail: <u>iftikhor791@mail.ru</u>				
TJ	RU	EN			
Собиров Мурот Собитович	Собиров Мурот Собитович	Sobirov Murot Sobitovich			
Номзади илмхои техникй	Кандидат сельскохозяйственных наук	Candidate of Agricultural Sciences			
Донишгохи давлатии Хучанд ба номи ак.Б. Гафуров	Худжандский государственный университет имени А.Б. Гафурова	Khujand State University named after A. B. Gafurov			
T	RU	FN			
Хочибоев Далерчон Дадоевич	Хочибоев Далерджон Дадоевич	Khohiboev Dalerjon Dadoevich			
Номзади илмхои техникй	Кандидат технических наук	Candidate of Technical Sciences			
Донишгохи кухию металургии	Горно-металлургический институт	Mining-metallurgical institute of			
Точикистон	Таджикистана	Tajikistan			
TJ	RU	EN			
Хочиев Саидмуқбил Қосимович	Ходжиев Саидмукбил Косимович	Khodzhiev Saidmukbil Kosimovich			
Номзади илмхои техникй	Кандидат технических наук	Candidate of Technical Sciences			
Донишгохи кухию металургии	Горно-металлургический институт	Mining-metallurgical institute of Tajikistan			
Точикистон	Таджикистана	Tajikistan			
Contract Trace Out of	Солиголо Типпи Опити	Sodiazodo Timur Oshimi			
Содикзода Тимур Ошими Магистр	Содикзода Тимур Ошими Магистр	Sodiqzoda Timur Oshimi Master			
Донишгохи кухию металургии	Магистр Горно-металлургический институт	Mining-metallurgical institute of			
Точикистон	Таджикистана	Tajikistan			

УДК 666.32/36

## ИСТИФОДАБАРИИ ПАРТОВХО, ХАМЧУН САРЧАШМАИ БАДАСТОРИИ ГЛАЗУР БАРОИ ИСТЕХСОЛИ МАСНУОТХОИ САФОЛЙ

#### М.Р. Чурақулов, А.М. Мирчамолов, Х.Х. Саидов

Барои истехсоли маснуотхои сафолй, хамавакт чустучуи таркибхои глазури нави баландсифат, арзон ва хароратустувор лозим аст, ки ин ба маснуотхои сафоли барои дар хароратхои паст гудохтанашон, имконият медихад. Барои хамин максади асосии кор карда баромадани масолеххои нави сафолй — ин сохтани технологияхои камхарчи энергетикию захиравии кампартов мебошад, ки ин имконияти истифодабарии партовхои саноатхои шишабарорй, зарфбастабандй, химиявй ва инчунин дар асоси онхо сохтани масолеххоро бо хосиятхои баланди истифодабарй ва ороиширо медихад.

**Калидвожахо:** глазур, мустаҳкамӣ, ашёи хом, сатҳ, сафол, маснуот, ҳароратустувор, тарорат, технология, масолеҳҳо, партовҳо, истеҳсолот, стронсий, ванадий, истифодаи партовҳо, пайвастагӣ, тадҳиҳот.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ, КАК ИСТОЧНИК ПОЛУЧЕНИЯ ГЛАЗУРИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

#### М.Р. Джуракулов, А.М. Мирджамолов, Х.Х. Саидов

Для производства керамических изделий требуется постоянный поиск новых составов высококачественных, дешевых и термостойких глазурей, позволяющих обжигать керамические изделия при пониженной температуре. Поэтому, основная цель разработки новых керамических материалов — это создание энерго и ресурсоэкономичных малоотходных технологий, позволяющих использовать отходы стекольной, тароупаковочной, металлургической, химической промышленностей, а также создания на их основе материалов с высокими эксплуатационными и декоративными свойствами.

**Ключевые слова:** глазурь, прочность, сырьё, поверхность, керамика, изделие, термостойкий, температура, технология, материалы, отходы, производство, стронций, ванадий, утилизация, соединения, исследование.

## USE OF WASTE AS A SOURCE OF GLAZE FOR THE PRODUCTION OF CERAMIC PRODUCTS M.R. Jurakulov, A.M. Mirjamolov, Kh.H. Saidov

The production of ceramic products requires a constant search for new compositions of high-quality, cheap and heat-resistant glazes that allow ceramic products to be fired at low temperatures. Therefore, the main goal of developing new ceramic materials is the creation of energy and resource-efficient low-waste technologies that make it possible to use waste from the glass, packaging, metallurgical, and chemical industries, as well as create materials with high performance and decorative properties based on them.

**Keywords**: glaze, strength, raw materials, surface, ceramics, product, heat-resistant, temperature, technology, materials, waste, production, strontium, vanadium, recycling, compounds, research.

#### Муқаддима

Сирдавонии маснуот – яке аз мувафақиятҳои технологии асосӣ дар соҳаи истеҳсоли сафолот ба ҳисоб меравад. Глазур (сир) – моддаи шишамонанд мебошад, ки сатҳи маснуоти сафолиро дар намуди пардаи тунук руйкаш карда, мустаҳкамии механикиии маснуот ва қобилияти алоқаи ногузарониро барои моеъ ва газҳо баланд мекунад, устувории онро ба таъсири боришотҳои атмосфери таъмин менамояд ва ҷилогию ороишнокии онро зиёд мегардонад.

Истехсоли маснуотҳои сафолӣ, ҳамавақт ҷустуҷӯи таркибҳои глазури нави баландсифат, арзон ва ҳароратустуворро талаб мекунад, ки ин ба маснуотҳои сафоли барои дар ҳароратҳои паст гудохтанашон, имконият медиҳад.

Мақсади асосии кор карда баромадани масолеххои нави сафолй — ин сохтани технологияхои камхарчи энергетикию захиравии кампартов мебошад, ки ин имконияти истифодабарии партовхои саноатхои шишабарорй, зарфбастабандй, химиявй ва инчунин дар асоси онхо сохтани масолеххоро бо хосиятхои баланди истифодабарй ва ороиширо медихад.

Истифодабарии ашёи хоми дуюмбора ва партовхои истехсолот, мукамалдихии технологияи коркарди онхо, қатъан захирахои саноатиро васеъ мегардонанд, захирахои иловагиро барои сарфакории харочоти масолеҳӣ ва меҳнатӣ месозанд ва харчи истехсолиро кам мекунанд.

#### Маводхо ва усулхои тадкикотй

Технологияи истехсоли глазури арзон барои сафолот аз намуди ашёи хоми махалл $\bar{n}$  ва аз харгуна партовхои истехсол $\bar{n}$  — ин проблемаи актуал $\bar{n}$  ба хисоб меравад. Яке аз партовхои техногении саноат ин  $SrCO_3$  ба хисоб меравад, ки дар таркиби партовхои заводхои металург $\bar{n}$  вучуд дорад. Як қатор коркардхои илм $\bar{n}$  барои истифодабарии пайвастагихои стронсий дар истехсоли сафол $\bar{n}$ , хусусан коркард дар бораи р $\bar{n}$ 0 р $\bar{n}$ 1 р $\bar{n}$ 2 р $\bar{n}$ 3 р $\bar{n}$ 4 доранд.

Корҳои Ю.Г. Штейнберг дар бораи кор карда баромадани глазурҳои пастҳарорати стронсий барои маснуотҳои сафолй [2] маълум аст. Глазури стронсий бо сахтии баланд, ҳароратустуворй ва инчунин камҳисёти нисбати муҳити барҳароршавй ҳангоми ҷӯшонидани фритта ва гудозиши политй тавсиф дода мешавад.

Дар кори мазкур имконияти истифодабарии оксидхои стронсий, ванадий, ки дар партовхои заводи гидрометалургии Исфара (ЗГМИ) мавчудаст, тадкик карда шудаанд ва хангоми истехсоли глазур имкони истифодаи партовхо ва хифзи мухити атрофро [3] медихад.

*Sr* – микдор партовхои заводи гидрометалургии Исфара консистенсияи хамирмонанди қахварангро дорад, ки микдори намии 30–40 % дорад. Онҳо чунин микдори пайвастагиҳои химиявие, ки дар ҷадвали 1 оварда шудааст, доранд.

Чадвали 1 – Микдори пайвастагихои химиявии партовхои заводи гидрометалургии Исфара

т/р	Пайвастагихои химиявй	Миқдор бо %
1	$SrSO_4$	30
2	$SrCO_3$	7–10
3	$Sr(NO_3)_2$	4–5
4	$Fe(OH)_3$	30–40
5	$AI(OH)_3$	8–10
6	$SiO_2$	до 10

Карбонати стронсий дар таркиби сатҳи глазурӣ, тобовариро ба таъсири атмосфери глазурҳо ва эмалҳоро ҳангоми рӯйкашкунии масолеҳҳои сафолӣ, пӯлод ва гудозаҳои ҳароратустуворро баланд мекунад.

V — миқдор партовҳо — массаи хамирмонанди қаҳваранги торикранг, бо намнокии 30–40 % ва миқдори V205 15–30 % дорад. Миқдори партовҳои ванадийдошта арзиши аслии истеҳсолоти глазурро аз ҳисоби аз байн бурдани марҳилаи фриттакунй ва истифодабарии ашёи хоми арзон [4] паст мекунад.

Дигар намуди партовхое, ки мухити атрофро ифлос мекунанд, ин чанги туршии карбонатй аз танурхои даврзанандаи гудозиши охаксанги комбинати электрохимиявии Ёвон (КЭХЯ) мебошад. Чунин партовхо дар ин корхона то ба 6 хазор тонн рафта мерасад. Нисфи ин партовхо дар чараёни технологии истехсоли асосй истифода мешавад ва кисми дигар дар хоктўдахои корхона мемонанд.

Чунон, ки маълум аст оксидҳои калсий ба гудоза барои паст кардани ҳарорати обшавии глазур ворид карда мешаванд. Ҳангоми миқдори *CaO* кам аз 8% будан, интервали ҳарорати обшави каме ба соҳаи баландҳарорати кӯчонада мешавад, ки ин бо ҳарочотҳои энергетикии иловагӣ алоҳаманди дорад. Оксиди калсий ба глазур мустаҳкамӣ ва ҷилогӣ медиҳад.

#### Натичахои тадкикот

Мақсади кори мазкур – ин бадаст овардани маснуотҳои сафолии сохтмонӣ, паст намудани арзиши аслии истеҳсоли он аз ҳисоби истифодабарии партовҳои дар боло зикршуда, аз байн бурдани фриттакунӣ ва ҳифзи муҳити зист мебошад.

Ба ҳайси компонентҳои асоси дар таркиби глазур Sr – миқдор, V – миқдор партовҳои ЗГМИ, гили Веселовск, порфирҳои квартсй, консетрати данбуритй, майдагии шиша истифода карда шудаанд. Масолеҳҳои ашёи хоми ибтидои пешаки майда карда, аз ғалбери  $0,063\,$  гузаронда шудааст.

Барои тахтасангҳои сафолии намо, бо истифодаи миқдори партовҳои стронсийдошта, глазуре ба даст оварда шуд, ки дар намуди чадвали 2 бо чунин таркиби гудоза омадааст.

**Чадвали** 2 – Таркиби глазури стронсийдошта барои тахтасангхои сафолии намо

т/р	Таркиби глазур	Миқдор бо %
1	Микдори партовхои стронсийдошта	15
2	Порфирхои квартсй	35
3	Оксиди калсий	2
4	Консетрати данбуритй	40
5	Гил	5
6	Бура	3
Ҳамагӣ		100

Бо истифода аз микдори партовхои ванадийдошта барои тахтасангхои сафолии намо, глазури руйкашкуни ба даст оварда шуд, ки дар намуди чадвали 3 бо чунин таркиби гудоза омадааст.

Чадвали 3 — Таркиби глазури ванадийдошта барои тахтасангхои сафолии намо

т/р	Таркиби глазур	Микдор бо %
1	Миқдори партовхои ванадийдошта	30
2	Порфирхои квартсй	15
3	Консетрати данбуритй	45
4	Оксиди калсий	2
5	Гил	5
6	Бура	3
Ҳамагӣ		100

Компонентхои гудозаро омехта карда, бо усули намй, то бокимондаи на зиёда аз 0,2% дар ғалбери 0,056 тунук суда карда шуд. Глазури бадастовардашуда чунин хосиятҳоро, ки дар чадвали 4 оварда шудааст, доро мебошад.

**Ч**адвали 4 – Хосиятхои асосии глазури рўйкашкунй

т/р	Хосиятхои асосй	Нишондод
1	КХВХ (Коэффитсиенти хароратии васеъшавии	(71,23–73,12). 10 <sup>-7</sup> град <sup>-1</sup>
	хатй)	1 11
2	Зичй	2479–2597 кг/м <sup>3</sup>
3	Нишондоди инъикос	1,49–1,51
4	Харорати чоришавй	950–990°C

Аз ҳама усули беҳтарини сирдавонй, методи ғутонидан ба ҳисоб меравад, аммо барои сирдавонии маснуотҳои калон имкони истифодабарии методи чангкунй низ вуҷуд дорад. Гудозиши маснуотҳои сирдавондаи таҳтасангҳои сафоли дар танури озмоишй гузаронида шуд. Ҳарорати гудозиш 950 ва 1050°С - ро ташкил намуд.

Суръати оптималии баландшавии ҳарорат барои тахтасангҳои намо бо технологияи гудозиши яккарата чунон аст: ҳарорати то 300°С бо суръати 30°С/мин, баъдан то 950°С бо суръати 11–12°С/мин баланд карда шуд. Суръати оптималии баландшавии ҳарорат барои тахтасангҳои ороишӣ бо технологияи гудозиши дукарата 70–80 °С/мин – ро ташкил мекунад.

Глазурхои синтезкардашуда бо шаффофият тавсиф дода мешаванд, ки сатхи дурахшонро дорост. Интервали оптималии гудозиши глазур 950–1050°C – ро ташкил медихад.

#### Мухокимаи тадқиқот

Натичахои тадқиқоти озмоишии сатҳи глазурй нишон доданд, ки дар вақти гудозиши яккарата дар ҳарорати то 1100°С таъсири мутақобили фаъоли глазур ва сафолпора, дар ҳолати пайдошавии қабати шишагини кристаллии инкишофёфтаи алоқагии ба даст овардани композити "сафолпораю глазур" - ро таъмин менамояд, мегузарад, ки мустаҳкамии он бо методикаи муаллифон коркардашуда муайян карда шуд. Дар маснуотҳо, глазурҳо рехтагарии хуб, пайвастагиҳои кристаллии зебо ва мавчуд набудани доғҳоро нишон доданд. Ҳароратустувори бо методи Харкорт муайян карда шуд, ки мувофики он тахтасангҳо пайдарҳам дар чевони хушккунак то ба ҳарорати 150°С тасфонида, дар об дар ҳарорати 20°С хунук карда шуд. Васеъшавии намии тахтасангҳо, бо методи автоклавй дар зери фишори 0,5 МПа дар муддати 5 соат муайян карда шуд. Обчабй, ишқортобоварй ва тезобтобоварй ба СБД 9147—80 чавобгў буданд.

Бо вучуди ин, таҳлили истифодаи партовҳои дар боло зикршуда нишон доданд, ки онҳо метавонанд ҳамчун компонентҳои асосӣ барои истеҳсоли глазури сафолӣ истифода шаванд. Ҳарорати оптимали барои гудозиши политӣ 1100°С - ро ташкил медиҳад.

#### Хулоса

Қайд кардан ба мавридаст, ки дар ҳолати истифодабарии комплексии ашёи хом, ҳиссаи зиёди харочотҳои моддии корхона ба ҳама маҳсулотҳо таҳсим мешавад, ки ин нишондодҳои иҳтисодию техникии ҳам истеҳсоли асосй ва ҳам истеҳсоли иловагиро баланд мекунад. Ба ғайр аз ин харочотҳои ғайриистеҳсоли барои тадҳиҳ ва дастраскунии ашёи хом ва дуркунии партовҳоро ба хоктудаҳо кам карда мешаванд. Барои ҳамин ташкили истеҳсоли сафоли сохтмонй, дар асоси партовҳои заводҳои гидрометалургии Исфара ва заводи электрохимиявии Ёвон имкони ташкил намудани истеҳсоли глазурҳои рӯйпушкунандаи маҳаллии тахтасангҳои ороиширо медиҳад ва барои ҳалли проблемаҳои экологй мусоидат мекунад.

Рецензент: Умарзода У.Х. — қ.т.н., первый заместитель Председателя Қомитета по архитеқтуре и строительству при Правительстве Республики Шаджикистан.

#### Адабиёт

- 1. Отходы производства как источник получения глазури, Вестник, том 17, № 8, 2017. —С.103-105.
- 2. Штейнберг Ю.Г. Стронциевые глазури / Ю.Г. Штейнберг. М.: Госстройиздат, 1960. 152 с.
- 3. Получение глазури из отходов производства Республики Таджикистан, Мирджамолов А.М., Абдурахмонов А.А. / Материалы МНПК посвященной 20-летию государственной независимости РТ и 55-летию ТТУ имени академика М.С. Осими "Наука и строительное образование на современном этапе" // Душанбе: ТТУ. 2011. —С376-378.
- 4. Радченко С.Л. Получение глазурных покрытий на основе отработанных ванадиевых катализаторов / С.Л. Радченко и др. // Стекло и керамика. 2009. № 4. C.29-31.

- 5. Свойства глины Рошткалинского месторождения Таджикистана и строительные материалы на их основе для обеспечения доступного жилья, Саидов Дж. Х., Умаров У.Х., Джуракулов М.Р. // Журнал БСТ (Бюлтень строительный техники) №2 (2019г), РФ.—С.51-54.
- 6. Механизмы структурообразования и технологические особенности производства на основе растительновяжущих композиций, Саидов Дж.Х., Умаров У.Х., Джуракулов М.Р. //Политехнический вестник №1 $^{(45)}$ , Душанбе 2019. -C.224-229.
- 7. Получение лицевых изделий с применением органосиликатных покрытий из глин Ханабадского месторождения, Мирджамолов А.М., Саидов Х.Х., Х //МНПК «Современная наука и молодые учёные» (23 июня 2022 г.), г. Пенза, РФ. –С.55-60.
- 8. Использование местных бентонитовых глин в отраслях народного хозяйства Республики Таджикистан, Мирджамолов А.М., Саидов Х.Х., Х //МНПК «Современная наука и молодые учёные» (23 июня 2022 г.), г. Пенза, РФ. –С.61-63.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

ТЈ	RU	EN			
Чуракулов Муродалй Рохатович	Джуракулов Муродали	Jurakulov Murodali Rohatovich			
	Рохатович				
Номзади илмхои техникй, и.в.	Кандидат технических наук, и.о.	Candidate of Technical Sciences,			
дотсент	доцента	Acting Associate Professor			
Донишгохи техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named after			
ба номи академ ик М.С.Осимй	университет имени академ ика	Academician M.S. Osimi			
	М.С.Осими Таджикистана				
	e. mail: <u>murodali1969@gmail.ru</u>				
TJ	RU	EN			
Мирчамолов Абдучалил	Мирджамолов Абдуджалил	Mirjamolov Abdujalil Mirjamolovich			
Мирчамолович	Мирджамолович				
Ассистент	Ассистент	Assistant			
Донишгохи техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named after			
ба номи академ ик М.С.Осимй	университет имени академ ика	Academician M.S. Osimi			
	М.С.Осими Таджикистана				
	e. mail: mirdzamolov1949@mail.ru				
TJ	RU	EN			
Саидов Хуршед Хамидуллоевич	Саидов Хуршед Хамидуллоевич	Saidov Khurshed Hamidulloevich			
Муаллими калон	Старший преподаватель	Senior Lecturer			
Донишгохи техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named after			
ба номи академ ик М.С.Осимй	университет имени академ ика	Academician M.S. Osimi			
	М.С.Осими				
e. mail: <u>Said-0785@mail.ru</u>					

УДК 691.542;691.332

# ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВО ЦЕМЕНТА А.А. Акрамов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье приведены результаты применения минеральных добавок из шлака, трепела, опоки, мела и глины в состав цементного камня для улучшения свойств цемента. Для этого проводили термоактивацию минеральных добавок. В работе использовали цемент марки М400 ООО "Хуаксин Гаюр" Яванского района Республики Таджикистан.

Ключевые слова: термоактивация, цементный камень, минеральные добавки, прочность.

### ТАЪСИРИ ИЛОВАХОИ МИНЕРАЛЙ БА ХУСУСИЯТХОИ СЕМЕНТ. А.А. Акрамов

Дар мақола натичахои истифодаи иловахои минералй аз шлак, трепел, опок, бур ва гил дар таркиби санги сементй барои бехтар кардани хосиятхои семент оварда шудаанд. Бо ин мақсад, фаъолгардонии хароратии иловахои минералй гузаронда шуд. Дар кор сементи навъи М400 аз ЧДММ "Хуаксин Гаюр", нохияи Ёвони Чумхурии Точикистон истифода бурда шуд.

Калидвожахо: фаъолгардонии хароратй, санги семент, иловахои минералй, мустахкамй.

# INFLUENCE OF ADDITIVES ON MAGNESIAN-CARNALLITE MIXTURE A.A. Akramov

The article presents the results of using mineral additives from slag, tripoli, opoka, chalk, and clay in the composition of cement stone to improve the properties of cement. For this purpose, thermal activation of mineral additives was carried out. The cement used in the work was grade M400 from Huaxin Gayur LLC, Yavan district of the Republic of Tajikistan.

Key words: thermal activation, cement stone, mineral additives, strength.

### Введение

Многокомпонентный цемент, содержащий в своем составе активные минеральные добавки, давно уже заслужил признание в качестве альтернативы чистоклинкерному, главным образом, из-за своей меньшей энергоемкости, но и также в связи с определенными преимуществами в свойствах, делающих их в ряде случаев незаменимыми [1-3]. Республика Таджикистан располагает различными высокоактивными добавками, такими как мел, глина, шлаки производства.

Минеральные добавки, вводимые в клинкерную составляющую, улучшают свойства цемента и позволяют экономить наиболее энергоемкий компонент смеси – клинкер [4-12]. В настоящее время цемент с высоким содержанием минеральных добавок (более 20%) практически не выпускается, так как такое количество добавки резко снижает прочностные свойства готового продукта.

Известно, что термообработка позволяет активировать природные минеральные добавки. Однако пределы и режимы термоактивации исследованы пока недостаточно [1].

Целью нашей работы является термоактивация добавок для замены клинкерной составляющей без ухудшения физико-механических свойств цемента.

### Материалы и методы исследования

Для проведения научно-исследовательской работы использовали цемент ООО "Хуаксин Гаюр" Яванского района Республики Таджикистан, а для улучшения строительно-технических свойств вводили шлак, трепел, опоку, мел и глину. Химический состав компонентов приведен в таблице 1.

				o ebip bebbiii ito	, , , ,		
Состав	Si <sub>2</sub> O	$Al_2O_3$	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	ППП	Прочее
Шлак	37,33	3,96	20,22	25,3	2,3	5,5	5,49
Трепел	75	12,5	3,3	0,8	1,6	5,3	1,5
Опока	72,3	7,5	5,1	7,4	4,2	2,3	1,2
Гпина	65 17	12.43	4 64	3 23	1 27	8 88	9 64

Таблица 1 – Химический состав сырьевых компонентов, %

Добавки исследовались дифференциально-термическим анализом на приборе фирмы Netzsch. Результаты представлены на рис 1.

По полученным данным ДТА можно сделать выводы, что в добавке шлака происходит разложение гидратных фаз (пик 464°C и, возможно, карбоната кальция, пик 720°C). Трепел – эндоэффект при 710°C – разложение карбоната кальция. По подсчетам количество выделившегося CO2 равно 3% от массы навески. По опоке можно сказать, что при 77°C идет удаление влаги, 225°C – разложение гидратных фаз, 571°C – разложение глинистых компонентов.

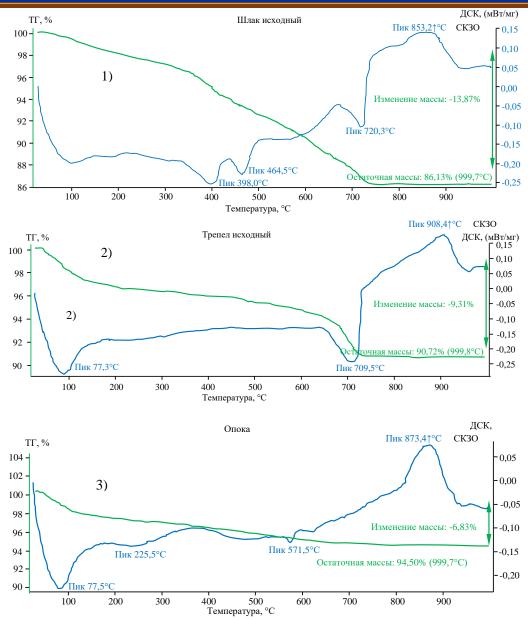


Рисунок 1 – Термограммы: 1 – шлак; 2 – трепел; 3 – опока

### Обсуждение

Проанализировав термограммы, выбрали температуры активации: трепел и шлак – 800°С, опока – 600°С и глина – 500°С. Обжиг проводился в муфельной печи. На рисунках 2,3,4,5 представлены дифрактограммы продуктов обжига:

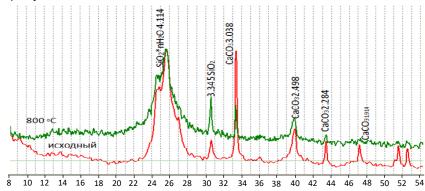
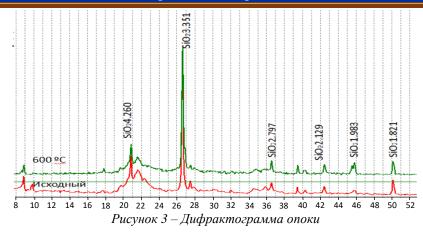


Рисунок 2 – Дифрактограмма трепела

На сравнительной рентгенограмме трепела (рис.2.) до и после обжига наблюдается уменьшение пиков CaCO3 (d 1.914; 2,284; 2,498; 3,038 Å) и некоторое увеличение пиков SiO2 (d 3,345 Å).



Значительного отличия в фазовом составе опоки до и после обжига (600°C) (рис.3.) практически не обнаружено, однако, следует отметить некоторое увеличение интенсивностей SiO₂ (d 3,351;1,983; 1,821 Å).

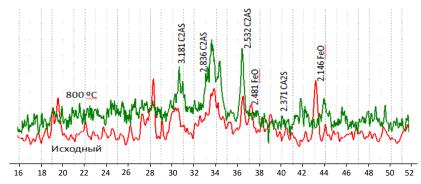


Рисунок 4 – Дифрактограмма шлака

Фазовый состав шлака характеризуется следующими минералами: геленитом(d 2,532;2,836;3,181 Å); гематитом (d 3.68; 2,70;2,52 Å); вюститом(d 2,146;2,481 Å) и мервенитом (d 2,371 Å). Термообработка при  $800\,^{\circ}$ С повышает степень окисления вюстита до гематита.

На сравнительной дифрактограмме глины заметно увеличены интенсивности пиков  $SiO_2$  (d 1,819; 2,127; 2,284; 2,458; 3,345; 4,260 Å).

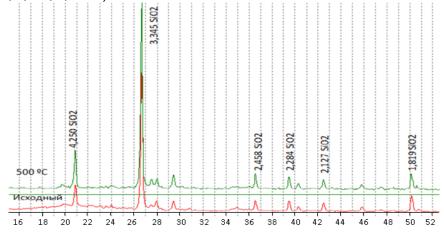
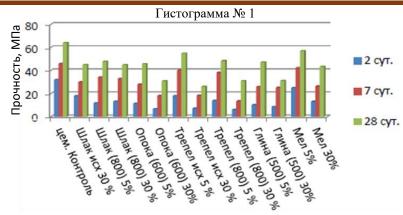


Рисунок 5 – Дифрактограмма глины

### Вывод

Термообработка способствовала повышению активности вводимых добавок. На гистограмме 1 представлена прочность опытных цементов, испытанных в малых образцах с В/Ц= 0, 28. Ввод необожженных добавок приводит к спаду прочности цемента. Добавка трепела и мела в количестве 5 % приводит к снижению прочности, на 10-14 % относительно бездобавочного цемента. В свою очередь, при введении добавок в количестве 30% не наблюдается желаемое повышение активности. Полученные результаты на 25-30% ниже значений контрольного образца. Термоактивация образцов в данном случае понизила темпы набора прочности и ее значение.



Таким образом, термоактивация таких добавок, как опока и трепел, не привела к ожидаемому улучшению свойств цемента. Термообработка шлака и глины позволяет заменить часть клинкерной составляющей в составе цемента с ожидаемым снижением прочности цементного камня. Перспективным можно считать введение в состав цемента карбонатной добавки в количестве 5%.

Рецензент: Амирзода О.Х. — д.т.н., профессор, директор института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН РПГ.

### Литература

- 1. Бахарев М. В. Термоактивация комплексных минеральных добавок для производства многокомпонентных цементов: дис... канд. тех. наук. М., 1999. 125 с.
- 2. Акрамов А.А., Шарифов А., Муродиён А.Ш. и Умаров У.Х. Классификация твердофазных отходов производства алюминия для их вторичного использования. Доклады АН Республики Таджикистан, Т.49, Душанбе: «Дониш», 2006. С. 344-347.
- 3. Акрамов А.А., Шарифов А. и Джабборов И.С. Модифицирование портландцемента добавками для его использования в производстве специальных бетонов. Доклады АН Республики Таджикистан, Т.49, №5, Душанбе: «Дониш», 2006. С. 458-463.
- 4. Бутт Ю. М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов: под редакцией В.В. Тимашев М.: Высшая школа, 1980. 472 с.
- 5. Акрамов А.А., Шарифов А. и Умаров У.Х. Повышение прочности и снижение водопоглащения гипсобетона минерально-химическими добавками. Журнал «Технологии бетона», серия 1-2 (№66-67), Москва: «Композит», 2012 С. 68- 69.
- 6. Акрамов А.А., Шарифов А., Саидов Дж.Х. и Назиров Я.Г. Влияние кремнезёмсодержащего минерального наполнителя цемента на химический и фазовый составы цементного камня в бетоне. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 2(42), Душанбе: «Шинос», 2018. С. 101–104.
- 7. Акрамов А.А., Шарифов А., Саидов Дж.Х., Шарипов Ф.Б. и Умаров У.Х. Оценка теплопроводности керамзитобетона с добавкой подмыльного щелока. Журнал бюллетень строительной техники №10(1022), Москва, Издательство "БСТ", 2019 С. 27-29.
- 8. Акрамов А.А., Шарифов А., Назиров Я.Г., Муминов А.К и Ахмедов М.Ф. Модифицирование цемента золой угля Фан-Ягнобского месторождения для повышения прочности бетона. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 1(57), Душанбе: «Шинос», 2022. С. 157–163.
- 9. Акрамов А.А. Влияние добавок на магнезиально-карналлитовую смесь. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 4(64), Душанбе: «Шинос», 2023. С. 116-120.
- 10. Шарифов А., Умаров У.Х., Камолов Г., Саидов Д.Х., Хокиев М.К. Эффективный регулятор схватывания вяжущих веществ. -Сухие строительные смеси, 2011, №4, с.32-33.
- 11. Шарифов А., Умаров У.Х., Камолов Г., Саидов Д.Х., Хокиев М.К. Регулятор процесса схватывания неорганических вяжущих веществ. -Вестник Таджикского технического университета им. акад. М. Осими, 2010, №2(10), с.50-54.
- 12. Шарифов А., Умаров У.Х., Акрамов А.А. Отходы хлопчатника-эффективные добавки для модифицирования наполненных гипсовых вяжущих. -Сухие строительные смеси, 2012, №2, с.31–33.

# СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Акрамов Авазчон Абдуллоевич	Акрамов Авазжон Абдуллоевич	Akramov Avazjon Abdulloevich
Номзади илмхои техникй,	Кандидат технических наук,	Candidate of technical sciences,
дотсент	доцент	assistant professor
Донишгохи техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named after
ба номи академ ик М.С.Осимй	университет имени академ ика	Academician M.S. Osimi
	М.С.Осими Таджикистана	
_	e. mail: <u>akramov.avaz@mail.ru</u>	

УДК 711 379.8.091.8

# ВОПРОСЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ГРАДОСТРОИТЕЛЬНО-ЛАНДШАФТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ЖИЗНЕСТОЙКОСТИ ГОРОДОВ И РАЙОНОВ ТАДЖИКИСТАНА

### Ш.И. Рахматуллозода, Н.И. Рахматуллаева

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В работе рассмотрены вопросы исследований многих лет, включающие разработку новых и совершенствование существующих методов проектирования территориального планирования городов и районов Таджикистана. Конкретизируются два направления стратегического планирования в аспекте градостроительства и аспекте ландшафта, где в дальнейшем раскрываются взаимосвязи ряда сфер деятельности, которые необходимо исследовать.

**Ключевые слова:** архитектура, проектирование, сооружения, реконструкция, ландшафт, дизайн, планирование, комплекс, города и районы.

# ISSUES OF STRATEGIC URBAN-LANDSCAPE PLANNING AND RESILIENCE OF CITIES AND REGIONS OF TAJIKISTAN

### Sh.I. Rakhmatullozoda, N.I. Rakhmatullaeva

The work examines research issues for many years, including the development of new and improvement of existing methods for designing territorial planning of cities and regions of Tajikistan. Two areas of strategic planning are specified in the aspect of urban planning and the aspect of landscape, where the interrelations of a number of areas of activity that need to be explored are further revealed.

Key words: architecture, design, structures, reconstruction, landscape, design, planning, complex, cities and regions.

# МАСЪАЛАХОИ СТРАТЕГИИ БАНАҚШАГИРИИ ШАХРСОЗИИ ЛАНДШАФТЙ ВА ТАЪМИНИ ТАЛАБОТХОИ РУШДИ ШАХРУ ДЕХОТИ ТОЧИКИСТОН

### Ш.И. Рахматуллозода, Н.И. Рахматуллоева

Дар макола масъалахои тадкикотии дар тули солхои зиёд, аз чумла тахия усулхои нав ва такмили усулхои мавчудаи тархрезии банакшагирии худудии шахру дехоти Точикистон баррасй шудааст. Ду самти стратегии банакшагирй дар чанбаи шахрсозй ва чанбаи ландшафт муайян карда шудаанд, ки дар он робитахои мутакобилаи як катор сохахои фаъолият, ки бояд тахкик шаванд, боз хам ошкор карда мешаванд.

**Калимахои калидй:** меъморй, тархрезй, иншоот, реконструксия, ландшафт, тархрезй, банақшагирй, мачмаа, шахру нохияхо.

Для начала необходимо определиться, какие вопросы раскрываются в исследовании таких тем, как стратегическое градостроительно-ландшафтное планирование (СГЛП). Конкретизируются два направления стратегического планирования в аспекте градостроительства и аспекте ландшафта, где в дальнейшем раскрываются взаимосвязи ряда сфер деятельности, которые необходимо исследовать.

Первое, порядок территориального градостроительного планирования городов и районов Таджикистана. Задачей градостроительной науки становится обобщение опыта и разработка комплекса теоретических, практических и натурных вопросов освоения территорий. На протяжении многих лет эта тема не перестаёт быть актуальной. Условия изменения геополитической обстановки социально-экономического кризиса, инновационно-экологической информационной среды, внешние воздействия, становления рыночной экономики, возрождения национальной культуры диктуют новые правила и трансформации в системе градостроительной практики, постоянно обновляя и корректируя их с учётом новых условий жизнестойкости. Появились скоростные автомагистрали, малая авиация, спутниковая связь, беспилотные системы, компьютеры, интернет, мобильные телефоны, что помогает использовать инструменты геоинформационных систем [1]. Эти системы как фон общества, где меняются потребности городских, сельских жителей. Основы градостроительного планирования внутреннего пространства любого региона зависят от факторов и служат механизмом формирования в совершенствовании второго аспекта ландшафтного планирования городов и районов.

Второй аспект представляет ландшафтное планирование, даёт новое направление в изучении стратегического планирования городов и районов Таджикистана. Имея два аспекта сфер жизнедеятельности, как градостроительство и ландшафтное планирование, данная тема позволяет объединить их в стратегическое соответствие. Ландшафт видоизменяется и зависит от природно-климатических, геологических, географических [2] показателей и отражается на планировании развивающихся городов и поселков.

Особым интересом и примером для исследования вопросов «Стратегического градостроительноландшафтного планирования и жизнестойкости городов и районов» могут послужить территории Таджикистана, относящиеся к Гиссаро-Алайской горной системе - Зеравшанская и Гармская группы районов. Ранее эти территории были исследованы автором в научной работе в 1999 году по теме: «Градостроительные особенности развития социальной инфраструктуры горных районов Таджикистана». Горные районы имеют благоприятные природно-климатические условия, отличаются выгодным географическим положением. На основе градостроительных особенностей горных районов Таджикистана представлена взаимосвязь расселения с ландшафтным планированием.

Территория отличается типично высокогорным, сильно расчленённым, крутосклонным рельефом с абсолютными отметками, достигающими 7495м.абс. над уровнем моря (Пик И.Сомони). Ландшафт, экстремальные условия этого региона являются мощным подспорьем и огромным потенциалом для исследования в инновации пространственных аспектов регулирования обустройства территорий. Районы республики заняты горными массивами составляют основную часть территорию республики 93%, большая часть населения расселена в долинах, вдоль бассейнов рек на 7% территории. Ощущается нехватка земли для людских поселений и трудовой деятельности. Внутреннее пространство регионов неоднородно по совокупности природных, исторических, этнических, социально-экономических и ландшафтных функций. Перечисленные функции обосновывают ряд региональных проблем для расселения поселений, где недостаточна комфортная и безопасная окружающая среда, отсутствует грамотная организация объектов обслуживания населения. Необходимо сохранить в планировочном облике населённых пунктов горного региона неизменный стержень национальных традиций. Разработанные до 1991г. научно-исследовательские и проектно - планировочные работы по организации системы расселения и их обслуживанию, в изменившихся социально - экономических и природноклиматических условиях значительно устарели и могут быть использованы лишь как каркас в дальнейшем градостроительном планировании [3].

В условиях Таджикистана, как горного региона, следует больше считаться с вертикальными климатическими изменениями [4]. Характер орного рельефа не везде одинаков. На севере республики располагаются Ферганская долина и невысокий Кураминский хребет 1700-2500м.абс., центральной части - горные хребты Кухистана, на востоке возвышается Памир 3500-4000м.абс – самая суровая и гористая область республики. Сочетание высоких горных хребтов от 6000 м.абс. и низменностей до 300-1000 м.абс. определило необычайную контрастность и вертикальную горную природно - климатическую зональность. Это своеобразие вертикального изменения климата и орографии обуславливает особое районирование на территории республики. Исходя из особенностей расселения республики выделяется несколько зон, каждая из которых имеет свой тип расселения, характеризующийся неодинаковой плотностью населения, различной формой функционально - планировочной организацией населенных мест. В данном случае рассматривается Зеравшанская и Гармская группа районов - характерная часть страны по вертикально-поясным и природно-климатическим характеристикам (Рис1.).

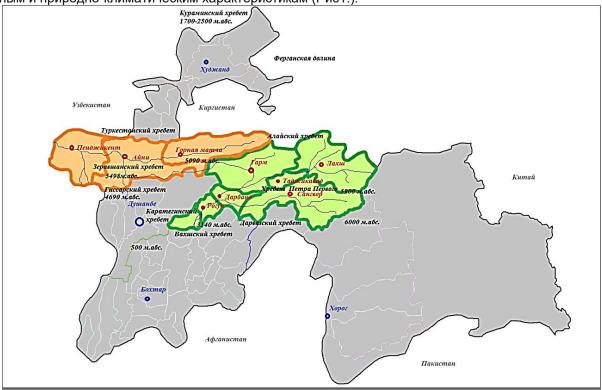


Рисунок 1 — Схема районирования Республики Таджикистан с организацией административных центров страны, Зеравшанской и Гармской группы районов с абсолютными отметками над уровнем моря. (Составлена автором на основе анализа исследованных материалов)

Зеравшанская группа районов занимает значительную часть Северного Таджикистана, к северу от г.Душанбе и к югу от г.Худжанд. Территория ограничена на востоке мощным горным узлом с Зеравшанским ледником, а на юге и на севере расходящимися от этого узла Гиссарским и Туркестанским хребтами (Рис. 2, 3). Зеравшанская группа районов занимает 6,2% территории республики и включает в себят г.Пенджикент, административный центр Айни и район - Горная Матча.



Pисунок 2 — 3еравшанская группа районов. Aдминистративное состояние региона  $PT[5]^{1}$ 

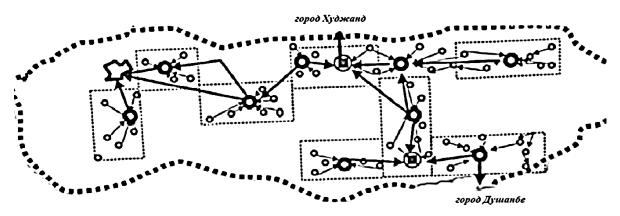


Рисунок 3 – Система расселения Зеравшанской группы районов. (составлена атором)

Исследование территорий районов, показывает, что крупные кишлаки расположены в нижней части долин, а по мере подъема долины становятся меньше населенных пунктов, густота поселений и их людность, где плотность населения колеблется в пределах от 50-100 чел./ км². действительно по Зеравшанской группе районов Пенджикентский район расположен в нижней части долин и плотность населения составляет 53 чел./км². По сравнению с низменными территориями в горных районах резко меняются параметры сельского расселения.

Из 184 населенных пунктов выделенных областей исследовано 48. Результаты показали, что 6 кишлаков в составе 731 хозяйства размещены на отметках до 1000м, 18 кишлаков в составе 3486 хозяйств расположены на уровне от 1000-1200 м, 14 кишлаков на 780 хозяйств расположены на отметках 1200-1400м и 10 кишлаков на 580 хозяйств расположены на отметках 1407-1958 м.

Например, район Горной Матчи по планировочной схеме имеет линейную форму протяженностью в 120 км и шириной в среднем 17-19 км. Застройка простирается вдоль главных дорог и рек, растягивающихся до 2-3 км, поселения характеризуются линейной формой с довольно густой сетью больших поселков с населением от 500-1000 жителей. Такое размещение образует улицу — коридор и ведет к рассредоточению жителей на территории населенного пункта, усложняет организацию социальной инфраструктуры. При линейной схеме населенного пункта центр обычно размещается ближе к месту жительства основной массы населения.

Что касается ландшафтного планирования региона, которое формируется с геологическими строениями территории, обуславливает своеобразную систему расселения в условиях республики. На (рис. 4) представлены рельефные характеристики Зеравшанского региона, где заметно большую часть территории долины, около 70%, составляют скалы и ледники [6].

Учёные считают, что современный рельеф Таджикистана за счёт процесса «роста» хребтов сопровождается образованием складок, надвигов, разрывов и глыбовых смещений, что вызывает тектонические нарушения и вызывает землетрясения. Чаще всего сильные землетрясения бывают в местах сближения растущих хребтов (Гиссаро-Алай, Памир, долина Сурхоба, Преддарвазье). В

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Мухаммадхусейни Хусейнин Рузбахони. Влияние природных условий и ресурсов на размещение и развитие отраслей сельского хозяйства Зеравшвнского региона Республики Таджикистан (Исторический и современные аспекты) Душанбе 2018г.

промышленном и гражданском строительстве, которое ведется в опасных зонах, используются новейшие методы (углубление фундамента, применение свай и антисейсмических поясов между этажами зданий). Они позволяют делать сооружения прочными, легко переносящими даже мощные подземные толчки [7].

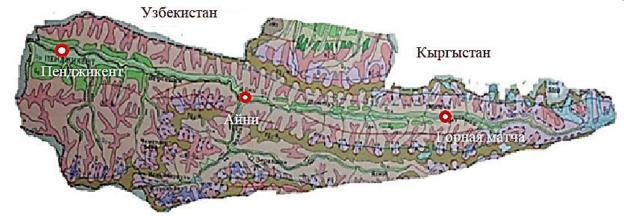


Рисунок 4 – Система расселения Зеравшанской группы районов [5].

Гарм – это древнее поселение, расположенное восточнее Гиссарского хребта на северном берегу Сурхоба, 1378м.абс. Главный город исторического региона Каратегин, центр Раштского района, 185 км от города Душанбе. Современная сеть городов и районов представляет собой мелкоочаговую дисперсную структуру расселения, в которой преобладает мелкие кишлаки с населением от 100-200 человек и только 3% от общего числа поселений жителей превышает 1000 человек [8] (Рис. 5). Следует отметить, что большинство поселений относится к категории развивающихся и лишь 1% из них теряет свое население. Главные пути и перспективы развития структуры расселения и использование земельных ресурсов в горных районах республики, зонирование по горизонтали и вертикали исследуемых территорий.

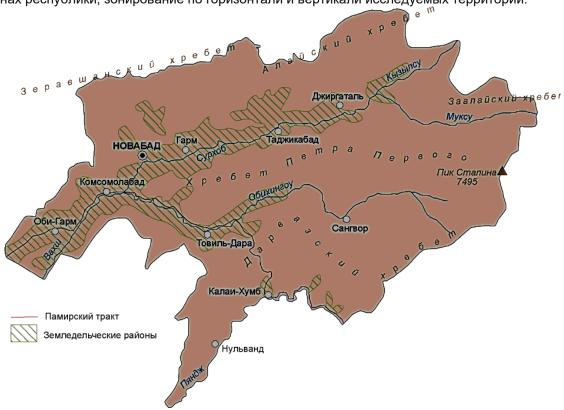


Рисунок 5 — Карта Гармской области (начало 1950-х), составлена в 2013г. Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported

Предгорный тип селения типологически находится между горными и долинными типами. Здесь нет хаотичной плотной застройки, замкнутых жилых участков, ярусного типа застройки, характерно отсутствие дворов и улиц. В предгорном селении наблюдается четкое функциональное зонирование селитебных территорий, сельскохозяйственных и производственно – хозяйственных территорий. Здесь в предгорном селении имеется непосредственная связь с поливными территориями и садами.

В местах высокогорья отсутствует, как правило, инженерная инфраструктура, недостаточна обеспеченность транспортного обслуживания. Сложности возникают в зимнее время, когда из-за сложности условий происходит отрезанность большинства ущелий и селений от городов и районов республики. Расселение в населенном пункте обусловлено, прежде всего, природными условиями. Строительные качества грунтов, рельеф, уровень стояния грунтовых вод и другие природные факторы, которыми определяется возможность использования территорий для строительных целей, так или иначе, влияют на расселение.

Как, например, на (рис. 6), можно видеть равнинный участок, предгорный и высокогорный. При выборе участка поселения главнейшая роль отводится наличию рек и возможности ирригации. Даже в современных условиях эта традиция не утратила свое значение.

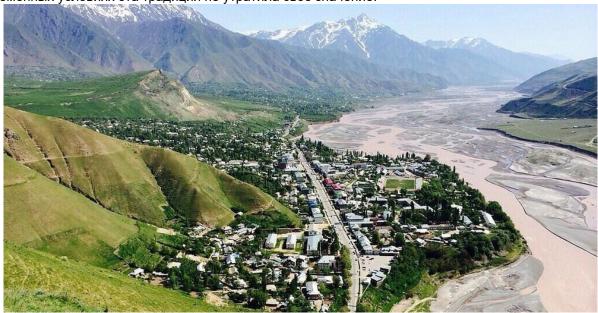


Рисунок 6 — Рашт, иллюстративное фото. Гармская группа районов. (Фото «Я люблю свой Таджикистан» интернет-портал).

Однако какими бы высокими строительными или санитарными качествами ни отличались рассмотренные территории районов, они не могут быть признаны пригодным, если при этом не обеспечиваются удобства для жизни людей. Понятие удобства расселения очень широкое, оно определяется: хорошей связью с местами приложения труда, близостью школ, магазинов, других обслуживающих учреждений, уровнем благоустройства территории, качеством транспортного обслуживания, для сельского населения учитывать планирование хозяйственной, животноводческой деятельности и экологические функции.

На территориях Зерашанского и Гармского региона имеются различные природные ресурсы, на основе которых могут создаваться малые и средние предприятий, что обеспечит в дальнейшем устойчивую основу для создания новых рабочих мест, повышения уровня благосостояния населения районов. Использование промышленного и сельскохозяйственного потенциала районов в дальнейшем необходимо осуществлять с учетом обеспечения природного баланса района, защиты окружающей среды и сохранения биоразнообразия.

Результаты анализа и обобщения статистических и картографических материалов по определённым регионам территорий республики за период с 1989г.-1996г.-2022г. позволили классифицировать сельские населенные пункты по вертикально-поясным зонам. Исследуемые Зеравшанский и Гармский районы имеют почти равные условия как расселения, так и природные условия. При достаточно обширном биоразнообразии для решения проблем расселения и ландшафтного взаимодействия при землепользовании необходимо предлагать зонирование по функциям и вертикальным поясам. При использовании равнинных, предгорных и высокогорных ландшафтов, решается вопрос где расселяться, где заниматься сельским хозяйством с поливом территорий, и где определять пастбищные угодья, не разрушая экологическое состояние экосистем и развивая природно-экономические зоны.

Рецензент: Ганизода Д.Ш. — қандидат архитеқтуры, и.о. профессора, Ректор Государственного института изобразительного искусства и дизайна *Шаджикистана* 

### Литература

- 1. Е.Ю. Колбовский, Стратегическое пространственное планирование как инструмент регионального развития. Ярославский педагогический вестник-2011№3, Т III (естественные науки).
- 2. С. Солодянкина, М.В.Левашёва, Ландшафтно-экологическое планирование для оптимизации природопользования. Учебное пособие. Иркутск 2013 ИГУ, 170 стр.

- 3. Ш. И. Рахматуллозода, К. Усмонзода. Факторы развития городской среды с учетом транспортной инфраструктуры города Душанбе. Политехнический вестник №3 (47) 2019г. стр. 131
  - 4. А.А. Акбаров. Формирование поселков АПК. В условиях горного региона. Душанбе. «Ирфон» 1988.
- 5. М. Х. Рузбахони. Влияние природных условий и ресурсов на размещение и развитие отраслей сельского хозяйства Зеравшанского региона Республики Таджикистан (Исторический и современные аспекты) Душанбе 2018г.
- 6. И.А.Аминов. Природно-экономические зоны Республики Таджикистан: состояние и перспективы.Д-2013г.
  - 7. Ландшафт Таджикистана OrexCA.com © 2003-2024.
  - 8. Э.В. Ямпольский. Вверх по вертикали. Народная газета, 1993. 1 апреля.

# СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Рахматуллозода Ш.И.	Рахматуллозода Ш.И.	Rakhmatullozoda Sh.I
Н.м., муал. калон	К. арх., ст. преп	Candidate of architecture
Донишгохи техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named after
ба номи академ ик М.С.Осимй	университет имени академ ика	Academician M.S. Osimi
	М.С. Осими Таджикистана	
	e. mail: Shahnoz119@gmail.ru	
TJ	RU	EN
Рахматуллаева Насиба Игоревна	Рахматуллаева Насиба Игоревна	Rahmatullaeva Nasiba Igorevna
Докторант PhD	Докторант PhD	PhD student
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй	Таджикский технический	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
ба номи академ ик М.С.Осимй	университет имени академ ика М.С. Осими Таджикистана	Academician M.S. Osimi
	e. mail: nasib2727@gmail.com	

УДК 691.542;661.532

# ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФОФЕРРИТНОГО КЛИНКЕРА

### А.А. Акрамов, И.Ш. Ашуров, И.С. Муминов, Р.Р. Саидов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье изучены возможности получения сульфоферритового клинкера на основе природных и техногенных материалов. Для этого было изучено минералообразование сульфоферритного клинкера (СФК) при синтезировании высокого и низкоосновного ее состава на основе природных материалов. В работе использовались химические реактивы для получения сырьевых смесей и проводилась серия изотермических спеканий для последовательного изучения минералообразования в СФК при температурах 1000, 1100, 1200, 1300 °C – для C2F·CaSO4 и 900, 1000, 1100 °C – для 3CF·0,3CaSO4.

Ключевые слова: клинкер, минералообразование, синтезирование, температура, обжиг, декарбонизация, ангидрид.

### ТАЪСИРИ МАСОЛЕХХОИ ТАБИЙ ВА ТЕХНОГЕНЙ БА ХОСИЛ НАМУДАНИ КЛИНКЕРИ СУЛФОФЕРРИТ

### А.А. Акрамов, И.Ш. Ашуров, И.С. Муминов, Р.Р. Саидов

Дар макола имкониятхои истехсоли клинкери сульфоферрит дар асоси маводи табий ва сунъй баррасй карда мешавад. Бо ин максад хосилшавии минерали клинкери сульфоферрит (МКС) тадкик карда шуда, дар айни замон дар асоси материалхои табии таркиби баланд ва пасти асосии он синтез карда шуд. Дар кор барои ба даст овардани омехтахои хом аз реагентхои кимиёвй истифода бурда шуд ва як катор изотермизатсияи изотермикй барои омузиши пайдарпайи ташаккули минерали дар МКС дар харорати 1000, 1100, 1200, 1300 °C - барои C<sub>2</sub>F•CaSO<sub>4</sub> ва 900, 1000, 1100 барои 3CF•0, 3CaSO<sub>4</sub> гузаронида шуд.

Калидвожахо: клинкер, хосилшавии минералй, синтез, харорат, бирёнкунй, декарбонизатсия, ангидрид.

# INFLUENCE OF NATURAL AND TECHNOGENIC MATERIALS FOR OBTAINING SULFOFERRITE CLINKER

### A.A. Akramov, I.Sh. Ashurov, I.S. Muminov, R.R. Saidov

The article examines the possibilities of producing sulfoferrite clinker based on natural and man-made materials. For this purpose, the mineral formation of sulfoferrite clinker (SFC) was studied, while synthesizing its high and low basic composition based on natural materials. The work used chemical reagents to obtain raw mixtures and carried out a series of isothermal sinterings to sequentially study mineral formation in SFC at temperatures of 1000, 1100, 1200, 1300 °C - for C<sub>2</sub>F•CaSO<sub>4</sub> and 900, 1000, 1100 °C - for 3CF•0, 3CaSO<sub>4</sub>.

Key words: clinker, mineral formation, synthesis, temperature, roasting, decarbonization, anhydride.

### Введение

Использование цементов в различной строительной сфере создает необходимость производства цемента с определенными технологическими свойствами. При невыполнении условия прочности при растяжении в готовых продукциях, то есть когда растягивающее напряжение больше допустимого, то появляются трещины, которые приводят к усадке цементного камня. Это происходит в результате попадания влаги в появившиеся трещины, которые приводят к нарушению прочности готовой продукции. Для недопущения подобного случая используются специальные цементы и добавки при изготовления изделий, которые в свою очередь будут отвечать требованиям прочности, водонепрницаемости и трещиностойкости изделий. Полученные путем смешивания растягивающихся и рядовых портландцементных клинкеров – композиционные вяжущие относятся к этим изделиям [1-12].

Линейная усадка бетона, сделанного из обычного цемента, равна 0,05-0,1%, что является результатом карбонизации углекислым газом и потери воды [13-15]. При использовании расширяющихся цементов с небольшим расширением, около 0,1%, удается предотвратить уменьшение размеров бетонных изделий. В таком случае, в первый период происходит расширение, во второй период обратный процесс — усадка, величина которой приблизительно равна величине расширения, в результате затвердевший бетон приобретает исходный размер, который был сразу после формования. Такие цементы с данной степенью расширения называют безусадочными.

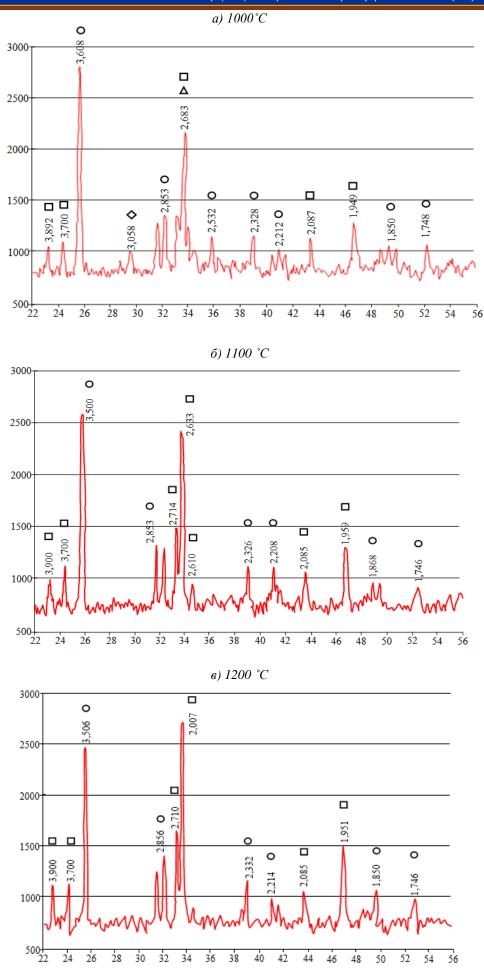
### Материалы и методы исследования

В качестве расширяющейся добавки в цемент могут использоваться алюминиевые порошки, сульфоалюминатные, сульфоферритные и сульфоалюмоферритные добавки.

В научной литературе процессы получения расширяющихся цементов на основе сульфоферритной добавки малоизучены, что препятствует его промышленному применению. Поставленная цель работы заключается в изучении минералообразования, происходящего при синтезировании сульфоферритного клинкера (СФК) на основе химически чистых компонентов. Для этого понадобилось синтезировать высокий и низкоосновной состав на основе природных материалов. Нами были испоьзованы химические реактивы CaCO<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O для изготовления сырьевых смесей, рассчитанных для получения высокого и низкоосновного сульфата кальция, чтоб исследовать процессы фазообразования в СФК. Состав высого и низкоосновного сульфата кальция приведен в таблице 1.

Таблица 1 – состав сырьевых смесей для получения высокой низкоосновного СФК. %

Смесь	CaCO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Всего
C <sub>2</sub> F·CaSO <sub>4</sub>	38	32	30	100
3CF·0,3CaSO <sub>4</sub>	35	7	58	100



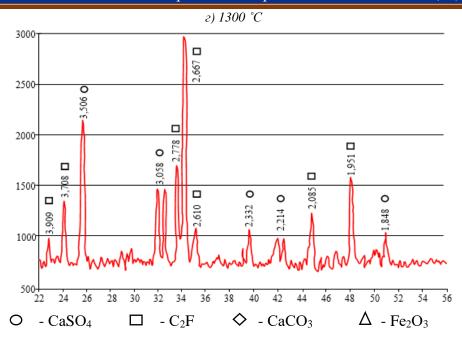


Рисунок 1 – Изменение фазового состава СФК, рассчитанного на образование  $C_2F\cdot CaSO_4$  при увеличении температуры от  $1000\text{-}1300\,^{\circ}\mathrm{C}$ 

### Обсуждение

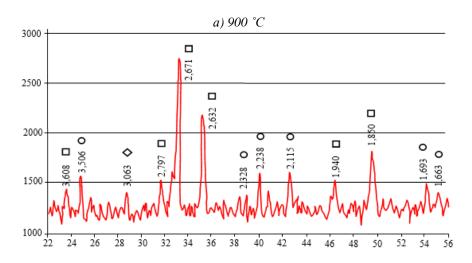
Была проведена серия изотермических спеканий для изучения последовательности минералообразования в СФК при температурах 1000, 1100, 1200, 1300 °C – для C<sub>2</sub>F·CaSO<sub>4</sub> и 900, 1000, 1100 °C – для 3CF·0,3CaSO<sub>4</sub>. Из диаграммы состояния двухкомпонентных систем о плавлении фаз двухкальциевого и однокальциевого ферритов были выбраны конечные температуры обжига.

На рисунке 1.а) представлен обожжённый СФК при температуре  $1000^{\circ}$ С, представлен двумя фазами: C<sub>2</sub>F (d = 2,68; 1,95; 1,69; Å) и CaSO<sub>4</sub> (d = 3,51; 2,85; 2,53 Å). Видно, что присутствует в клинкере отражение CaCO<sub>3</sub>, которое не успело разложиться к этому времени обжига.

Из рисунка 1.б видно, что процесс завершения декарбонизации  $CaCO_3$  при температуре 1100 °C, это подтверждается отсутствием его отражений. Видно, что при дальнейшем увеличении температуры до 1100 °C оксид железа (III) полностью связывается с CaO и образуется двухкальциевый феррит  $C_2F$  (d = 2,69; 3,90; 1,95 Å). Надо отметить, что процесс взаимодействия оксида кальция, освободившегося от  $CaCO_3$ , с оксидом железа протекал в ускоренном виде, в результате чего образовался оксид кальция в свободном состоянии.

Также при температуре  $1100^{\circ}$ C наблюдалось снижение интенсивности пиков ангидрида CaSO<sub>4</sub> (d = 3,50; 2,33; 2,21 Å) в результате внедрения CaSO<sub>4</sub> в фазу C<sub>2</sub>F (рис. 1.в).

Увеличение интенсивности двухкальциевого феррита в клинкере происходило при постепенном усвоении ангидрида, который в свою очередь сопровождался уменьшением интенсивности его отражений в процессе изменения температуры от 1100 до 1300 °C. Из рисунка 1.г) видно достаточное количество неусвоившегося CaSO<sub>4</sub> при температуре обжига 1300 °C.



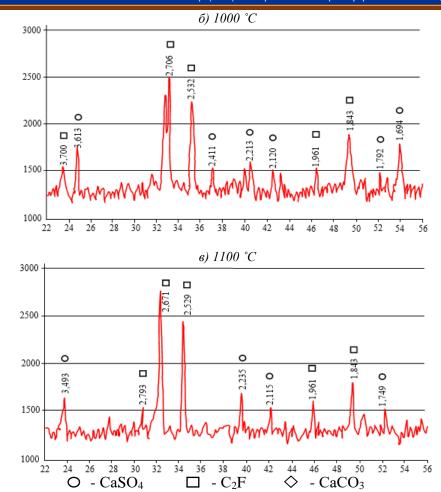


Рисунок 2 — Изменение фазового состава СФК, рассчитанного на образование  $3CF\cdot 0,3CaSO_4$ , при увеличении температуры от  $900-1100~^{\circ}C$ 

Низкоосновной СФК, обожжèнный при температуре  $900^{\circ}$ C, в качестве основной фазы содержал CF (d = 2,67; 2,53; 2,79 Å), а также CaSO<sub>4</sub> и CaCO<sub>3</sub> (d = 3,06 Å), что свидетельствовало о незавершенности процесса декарбонизации при данной температуре (рис. 2.а). При температуре  $1000^{\circ}$ C (рис. 2.б) завершился процесс декарбонизации CaCO<sub>3</sub>, что доказывается отсутствием пиков CaCO<sub>3</sub>.

Полное разложение CaCO₃ в низкоосновном CФК произошло раньше (при температуре 1000 °C) в сравнении с высокоосновным СФК, где процесс декарбонизации завершился при 1100 °C.

После процесса декарбонизации и полного связывания оксида кальция в однокальциевый феррит изменений в клинкере не происходило, отражения ангидрита имели неизменную интенсивность при повышении температуры. Процесс обжига был завершен при 1100°С во избежание полного расплавления клинкера.

### Выводы

В результате проведенных исследований было выявлено, что полного взаимодействия ферритных фаз с ангидритом с образованием сульфоферритов кальция разной основности не происходило.

В случае обжига сырьевой смеси, рассчитанной на получение сульфоферрита кальция на основе  $C_2$ F, ангидрит в небольшом количестве внедрялся в структуру двухкальциевого феррита, что сопровождалось уменьшением интенсивности отражений  $C_2$ F. В случае обжига сырьевой смеси, рассчитанной на получение сульфоферрита кальция на основе CF, внедрения ангидрита не наблюдалось.

Таким образом, при синтезе сульфоферритного клинкера на основе химически чистых компонентов клинкер был представлен двумя фазами: ферритом кальция и ангидритом, образования сульфоферрита кальция не происходило.

Рецензент: Умарзода У.Х. — қ.т.н., первый заместитель Председателя Қомитета по архитеқтуре и строительству при Правительстве Республики *Шаджикистан*.

### Литература

1. Борисов И.Н., Мандикова О.С., Семин А.Н. Расширяющаяся добавка на основе сульфатированного и ферритного отходов для получения специальных цементов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. №1. С. 125-128.

2. Шарифов А., Акрамов А.А., Хокиев М.К., Умаров У.Х. Комплексные химические добавки для цементных бетонов Вестник Таджикского технического университета, серия 3(11), Душанбе: «Шинос», 2010. – С.69 –72.

- 3. Шарифов А., Акрамов А.А., Хокиев М.К., Умаров У.Х., Саидов Д.Х. Механизмы влияния декстрина и модифицированного лигносулфоната технического на процессы гидратации и твердения портландцемента. Известия АН Республики Таджикистан, №4 (141), Душанбе: «Дониш», 2010. С. 78—84. 4. Шарифов А., Акрамов А.А., Улукханов Ал.А., Субхонов Д.К., Шодиев Г.Г. Растительное сырьё для
- 4. Шарифов А., Акрамов А.А., Улукханов Ал.А., Субхонов Д.К., Шодиев Г.Г. Растительное сырьё для получения эффективных органических модификаторов вяжущих веществ. Доклады АН Республики Таджикистан, Т.60, №5-6, Душанбе: «Дониш», 2017. С. 259-263.
- 5. Шарифов А., Акрамов А.А., Шарипов Ф.Б. Цементные растворы с комплексными добавками на основе подмыльного щелока. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 4(40), Душанбе: «Шинос», 2017. С. 75-79.
- 6. Шарифов А., Акрамов А.А., Саидов Дж.Х., Назиров Я.Г. Влияние кремнезёмсодержащего минерального наполнителя цемента на химический и фазовый составы цементного камня в бетоне.Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 2(42), Душанбе: «Шинос», 2018. С. 101–104.
- 7. Шарифов А., Акрамов А.А., Саидов Дж.Х., Назиров Я.Г. Коррозионностойкость бетона на цементе с кремнезёмсодержащим минеральным наполнителем. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 2(42), Душанбе: «Шинос», 2018. С. 121–125.
- 8. Шарифов А., Шарипов Ф.Б., Акрамов А.А. Низкомарочный керамзитобетон с воздухововлекающей химической добавкой. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 3(42), Душанбе: «Шинос», 2018. С. 70–74.
- 9. Акрамов А.А.1, Назиров Я.Г., Муминов А.К. Водонепроницаемость бетона с одинарными и комплексными добавками. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 1(53), Душанбе: «Шинос», 2021. С. 107–111.
- 10. Шарифов А., Акрамов А.А., Назиров Я.Г., Муминов А.К., Ахмедов М.Ф. Оптимизация состава мелкозернистого бетона.Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 4(56), Душанбе: «Шинос», 2021. С. 157–162.
- 11. Шарифов А., Акрамов А.А., Назиров Я.Г., Муминов А.К., Ахмедов М.Ф. Модифицирование цемента золой угля Фан-Ягнобского месторождения для повышения прочности бетона. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 1(57), Душанбе: «Шинос», 2022. С. 157–163.
- 12. Акрамов А.А. Влияние добавок на магнезиально-карналлитовую смесь. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 4(64), Душанбе: «Шинос», 2023. С. 116-12
  - 13. Венюа М. Цементы и бетоны в строительстве. М.: Стройиздат, 1980. 415 с.
- 14. Михайлов Н.В. Основные принципы новой технологии бетона и железобетона. М.: Госстройиздат, 196. 52 с.
- 15. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. М.: Высшая школа, 1981. 335 с

# СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Акрамов Авазчон Абдуллоевич	Акрамов Авазжон Абдуллоевич	Akramov Avazjon Abdulloevich
Номзади илмхои техникй, дотсент	Кандидат технических наук, доцент	Candidate of technical sciences, assistant professor
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими Таджикистана	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
	e. mail: akramov.avaz@mail.ru	
TJ	RU	EN
Ашуров Идрис Шарифхонович	Ашуров Идрис Шарифхонович	Ashurov Idris Sharifkhonovich
муаллими калон	старший преподаватель	senior lecturer
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй	Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
	e. mail: <u>ashurovidris@gmail.com</u>	
TJ	RU	EN
Муминов Ихтиёр Субхонкулович	Муминов Ихтиёр Субхонкулович	Muminov Ikhtiyor Subkhonkulovich
муаллими калони	старший преподаватель	senior lecturer
муаллими калони Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй	старший преподаватель Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана	senior lecturer Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
Донишгохи техникии Точикистон	старший преподаватель Таджикский технический университет имени академ ика	
Донишгохи техникии Точикистон	старший преподаватель Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана	
Донишгохи техникии Точикистон	старший преподаватель Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана е. mail: imuminov86@gmail.com RU Саидов Римохиддин Раджабович	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  EN Saidov Rimohiddin Radjabovic
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ  Саидов Римохиддин Рачабович  Номзади илмхои техникй, муаллими калон	старший преподаватель Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана е. mail: imuminov86@gmail.com RU Саидов Римохиддин Раджабович Кандидат технических наук, старший преподаватель	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  EN Saidov Rimohiddin Radjabovic  Candidate of technical sciences, senior lecturer
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ  Саидов Римохиддин Рачабович  Номзади илмхои техники,	старший преподаватель Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана е. mail: imuminov86@gmail.com RU Саидов Римохиддин Раджабович Кандидат технических наук,	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  EN Saidov Rimohiddin Radjabovic Candidate of technical sciences, senior

УДК 624

# ВЫБОР КОНСТРУКТИВНОЙ ОБДЕЛКИ И ЦЕМЕНТАЦИОННЫЕ РАБОТЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ТОННЕЛЯ СТ-4 РОГУНСКОЙ ГЭС

М.Х. Саидов<sup>1</sup>, М.А. Сулеймонова<sup>1</sup>, М.Н. Хасанов<sup>2</sup>

Таджикский технический университет, им. акад. М.С. Осими<sup>1</sup>

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана<sup>2</sup>

В статье приводятся сведения по выбору конструкций обделок и проведения цементационных работ в строительном тоннеле СТ-4 Рогунской ГЭС. Подробно изложены материалы и методы исследований, описаны поперечные сечения, пролеты выработок, от которых зависит выбор конструкции металлической опалубки.

Следует отметить, что подробно описаны возведение обделки и её бетонирование, а также применяемые машины и механизмы приведены в представленной статье. Подробно и поэтапно рассмотрены вопросы бетонирования, опалубочных работ, армирования, возведения монолитных обделок, этапы работ и способы их выполнения в достаточном объеме отражены в статьи.

В заключительной части статьи приводятся выводы по использованию метода цементации путем инъектирования цементного раствора с качественного обеспечения работ по цементации строительного тоннеля СТ-4.

**Ключевые слова:** обделка, бетонирование, опалубка, тоннель, арматура, оборудование, механизмы, армирование, раствор, скважины.

# ИНТИХОБИ РУПУШИ КОНСТРУКТИВЙ ВА ИЧРОИ КОРХОИ СЕМЕНТКУНОНЙ ДАР НАҚБИ СОХТМОНИИ СТ-4-и НБО-и РОҒУН

### М.Х. Саидов, М.А. Сулеймонова, М.Н. Хасанов

Дар макола маълумотхо оиди интихоби сохти руйпуш ва корхои сементкунонй дар накби СТ-4 НБО-и Роғун маълумот оварда шудааст. Масолеххо, тарзхои тадқикотхо, шаклхои бурришхои кундаланг муфассал баён карда шуда, бо накшахои мувофик тасвири худро ёфтаанд.

Тарзи сохтани рупуши яклухт, мачмуаи механизмхо ва тачхизотхои зарурй дар макола муфассал баён карда шудааст. Барои ичро намудани корхои бетонрезй, колабхо, армиронй, бунеди рупушхои яклухт мархилахои ичрои корхо ва тарзи ичрои корхо пурра ва муфассал баён карда шудаанд. Натичахои корхои гузаронидашуда ва сементкунонии пуркунанда агрегати сементкунанда ва тарзи истифодаи он дар макола пурра оварда шудааст.

Дар охир макола хулосахо оиди истифодаи пурраи таъмин ва сифатнок, истифода бурдани тарзи сементкунонй дар накби сохтмонии СТ-4 оварда шудаанд.

Калидвожахо: рупушкунй, бетонкунй, қолаб, нақб, арматура, тацхизот, механизмхо, армиронй, махлул, чоххо.

# SELECTION OF STRUCTURAL LINING AND GROUTING WORKS OF THE ST-4 CONSTRUCTION TUNNEL OF ROGUNSKAYA HPP

### M.H. Saidov, M.A. Suleymonova, M.N. Hasanov

The article provides information on selection of lining structures and grouting works in the construction tunnel ST-4 of Rogun hydroelectric power station. Materials and methods of research are described in detail, cross-sections, excavation spans, on which the choice of metal formwork design depends, are described.

It should be noted that the detailed description of the lining erection and its concreting, as well as the applied machines and mechanisms are given in the presented article. Concreting, formwork works, reinforcement, monolithic lining erection are considered in detail and step by step, the stages of works and methods of their fulfillment are fully described in the article.

The final part of the article contains conclusions on the use of grouting method by injection of cement mortar to ensure the quality of grouting works of construction tunnel ST-4.

Key words: lining, concreting, formwork, tunnel, reinforcement, equipment, mechanisms, reinforcement, mortar, boreholes.

### Введение

Строительный тоннель СТ-4 по протяженности составляет 1760м. Отметка лотка на входном портале 1090,00м, на выходном портале около 1055,00м. Пропускная способность строительного тоннеля при максимальном напоре составляет 3500м³/сек. В напорной части сечение тоннеля круглое с диаметром 15,0м с протяженностью до разветвления тоннеля, которое начинается с ПК12+37,30 на точке Т-20. Безнапорная часть тоннеля из двух ветвей с подковообразным поперечным сечением, берет начало после камеры затворов и в дальнейшем, при поднятии уровня ВБ (верхнего бьефа) используется для подключения ТВВУ-1 (HLO-1) через шахты, который обеспечивает на период постоянной эксплуатации Рогунского гидроузла (рисунке 1) [1-4].

В период строительства строительного тоннеля СТ-4 используются все подъездные пути, ведущие к входному и выходному порталам сооружения, а также транспортные тоннели близлежащие к отвалам и производственным площадям. При перевозке грузов будут макси¬мально использованы специализированные виды автотранспорте. Автохозяйство на стройплощадке является общим для всего строительства гидроэнергетического узла. В автохозяйстве предусматривается техническое обслуживание и текущий ремонт транспортных средств.

В период строительства строительного тоннеля СТ-4 используются все подъездные пути, ведущие к входному и выходному порталам сооружения, а также транспортные тоннели близлежащие к отвалам и производственным площадям. При перевозке грузов будут макси¬мально использованы специализированные виды автотранспорте. Автохозяйство на стройплощадке является общим для всего строительства гидроэнергетического узла. В автохозяйстве предусматривается техническое обслуживание и текущий ремонт транспортных средств.

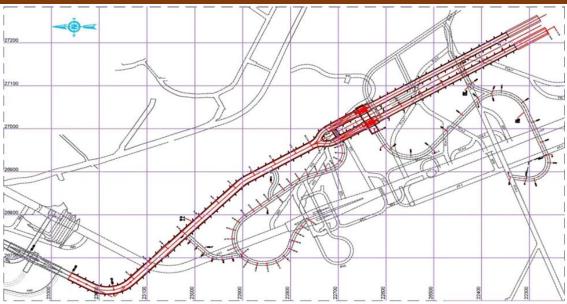


Рисунок  $1 - \Pi$ лан строительного тоннеля CT-4

### Материалы и методы исследования

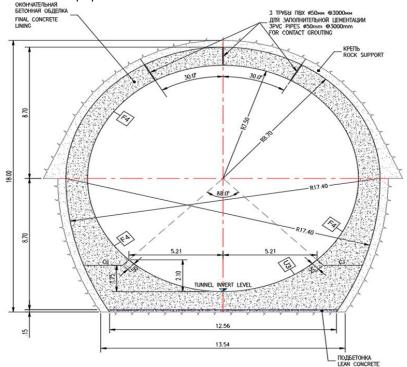
Материалы для конструкций обделок методы исследования и контроль качества работы выбирались в соответствии с руководством по устройству бетонной опалубки ACI 347R-14.

Конструкции монолитных и железобетонных обделок тоннеля, материалы для конструкций обделок, формы поперечных сечений тоннеля приведены в проектной документации (рисунке 2).

Монолитная железобетонная обделка тоннеля сооружается отдельными участками с применением тоннельной инвентарной передвижной опалубки и комплекса механизмов и оборудования (бетононасосы, механические перестановщики опалубки, краны). Длина участка бетонирования должно устанавливаться проектной документацией.

Конструкция металлической опалубки выбирается в зависимости от размеров поперечного сечения, пролетов выработки, очередности бетонирования по сечению, длины тоннеля, последовательности бетонных и проходческих работ, продолжительности выдержки бетона в опалубке с учетом необходимости тридцатикратной оборачиваемости.

Для уплотнения бетонной смеси с помощью вибраторов в опалубке должны быть предусмотрены окна, которые по мере укладки бетона должны закрываться. Размер окон и расстояние между ними определяются возможностью проработки всего уложенного бетона без оставления "мертвых зон", а также удобством ведения работ по вибрированию.



Рисунки 2 – Конструкция бетонной обделки СТ-4

При установке опалубки должны соблюдаться следующие требования:

- способы закрепления опалубки и несущих ее конструкций должны обеспечивать требуемую точность и неизменяемость формы бетонируемого сооружения;
  - тяжи, стяжки и другие элементы креплений не должны препятствовать бетонированию;
- перед началом бетонирования на опалубку должны быть нанесены отметки верха блока и другие необходимые обозначения.

В тоннеле монтаж арматуры производится последовательно, под наблюдением маркшейдерской службы. Элементы арматуры в каркасах и сетках, а также сами каркасы и сетки в процессе монтажа арматуры в тоннелях соединяются между собой с помощью электросварки или внахлест без сварки т.е.

При доставке элементов арматуры к месту монтажа должны быть предусмотрены меры по защите их от повреждения и загрязнения.

Порядок установки арматуры должен быть увязан с технологической схемой бетонирования конструкции. Установка арматуры должна опережать бетонирование не менее чем на одну захватку.

Бетонирование монолитной обделки тоннелей, сооружаемых горным способом производится по частям, с соблюдением следующих требований:

-укладка бетона в свод должна вестись одновременно с двух сторон, от пят к замку и при этом замок должен бетонироваться вдоль шелыги свода;

-бетонирование стен должно вестись горизонтальными слоями;

-при подведении стен под готовый свод перед окончанием бетонирования стен в месте примыкания их к пяте свода следует оставлять пространство на величину до 400 мм, заполняемое тщательно уплотняемой жесткой бетонной смесью, в которую закладываются трубки для последующего нагнетания цементного раствора.

При возведении монолитных обделок на полное сечение бетонирование должно осуществляться от подошвы выработки к замку свода с перестановкой бетоновода по высоте через каждые 2 м. Замок следует бетонировать вдоль шелыги свода сразу на два участка опалубки.

Бетонирование конструктивных элементов обделќи тоннеля производится без перерывов укладки бетонной смеси. Исключение составляют перерывы необходимые перерывов, устраиваемых для осадки бетонной смеси и не требующие выполнения рабочих швов. В случае вынужденного перерыва, необходимые для бетонирования свода, следует придавать плоскости шва радиальное, а при бетонировании стен - горизонтальное направление.

### Результаты и обсуждения

Технологический комплекс для возведения монолитных бетонных и железобетонных обделок, включает (рисунки 3-5):

- бётоноукладчики с загрузочными приспособлениями и механизмами;
- транспортные средства для доставки бетонной смеси от бетонных заводов;
- опалубки с механизмами перестановки;
- вибраторы для уплотнения бетонной смеси;
- бетоноводы.

Оборудование и механизмы должны быть увязаны с расчетом обеспечения максимальной их производительности в едином комплексе, а также непрерывности ведения бетонирования в каждом цикле. В качестве бетоноукладочных механизмов в туннеле применяется бетононасос.

Бетонная смесь после укладки каждого слоя толщиной 30-50см уплотняется вибраторами.

Интенсивность бетонирования должна быть такой, чтобы нижележащий слой при его перекрытии следующим, сохранял способность разжижаться при вибрировании.

Во время перерыве в бетонировании укладка бетонной смеси на ранее уложенный бетон допускается при достижении им прочности не менее 15 кг/см<sup>2</sup>.

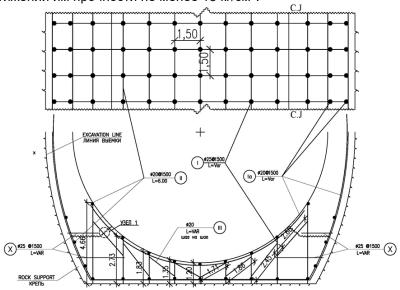


Рисунок 3 – Схема расположение монтажной арматуры

# язына в разращение — констр. крепление — крепление —

Рисунок 4 − Анкерные крепление CT-4 Рогунской ГЭС

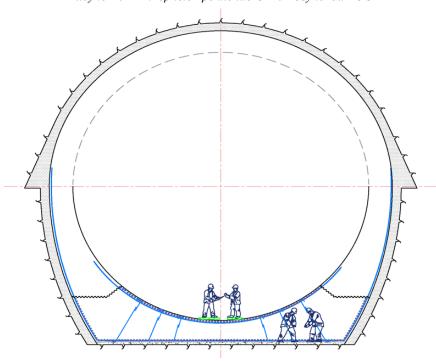


Рисунок 5 – Армирование тоннеля

### Работы по заполнительной и укрепительной цементации

Цемент должен иметь минимальную удельную поверхность 3500 см2 на грамм, как определено по методу воздухопроницаемости по Блейну (ASTM C 204). Никаких частиц цемента не должно оставаться на сите 0.08 мм (100% пропускаемость) и не менее 98% любого образца должно проходить через сито 0.04 мм.

Цемент должен быть устойчивым к кислой воде.

Заполнительная цементация является обязательной в тоннелях при всех видах обделок, кроме набрызг-бетонных, в любых условиях залегания пород.

Общим требованием к заполнительной цементации является необходимость заполнения зазоров и пустот между обделкой сооружения и грунтом, между слоями многослойных обделок (например, между обделкой и временной крепью, сооружаемой в процессе проходки тоннеля) с целью обеспечения совместной работы обделки и грунта, недопущения осадок подземных и надземных сооружений и просадок поверхности грунта.

Заполнительная цементация выполняется в два этапа: сначала выполняется первичное нагнетание стабильных растворов через скважины (отверстия) рядов первой очереди, затем контрольное

(повторное) нагнетание через скважины рядов второй очереди расположенных между рядами скважин первой очереди с целью ликвидации оставшихся пустот и усадочных трещин в затвердевшем растворе первичного нагнетания.

Материал заполнительной цементации для первичного нагнетания за сводовую часть сооружения должен отвечать следующим требованиям:

- а) марка материала по прочности на сжатие для напорных тоннелей должна быть не менее удвоенной величины расчетного внутреннего давления (в МПа) воды в тоннеле и не менее 32,5;
- б) марка материала по прочности на сжатие для безнапорных сооружений должна быть не менее ВІ;
- в) модуль упругости материала для напорных тоннелей с несущей обделкой и внутренним расчетным давлением воды в тоннеле свыше I МПа должен быт, как правило, равен величине модуля деформации грунтов, принятой в расчете обделки.
- г) раствор, закачиваемый за монолитную обделку, должен схватываться до начала передвижки проходческого комплекса. В проектах необходимо предусматривать выполнение первичного нагнетания непосредственно за сооружением обделки при достижении бетоном 75% проектной прочности. Для монолитных обделок отставание по длине сооружения допускается не более 60 м.

Заполнительнуя цементация выполняется с помощью цементационого агрегата марки PNT 80.50.30 или марки ZBYSB (рисунки 6-8).



Рисунок 6 – Цементационный агрегат марки PNT 80.50.30

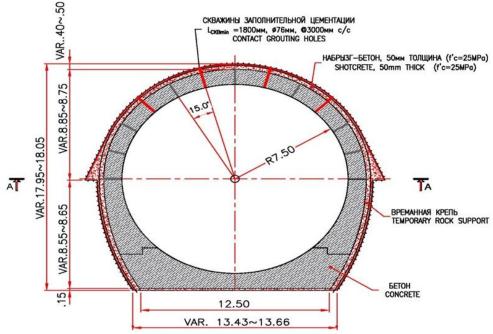
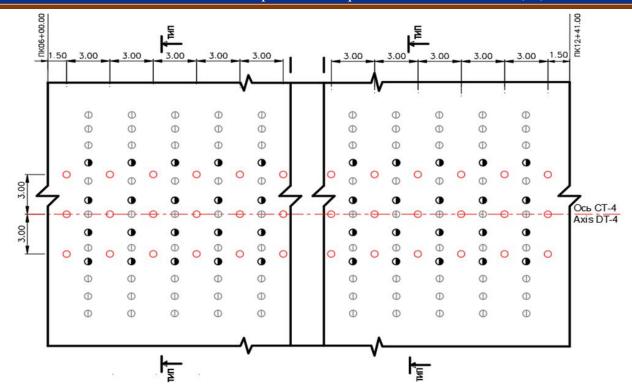


Рисунок 7 – Типовое сечение заполнительной цементации тоннеля СТ-4



### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ/LEGEND:

□ РЯДЫ КОНДУКТОРОВ ДЛЯ УКРЕПИТЕЛЬНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ/
 СОNDUCTOR ROWS OF CONSOLIDATION GROUTING.
 □ РЯДЫ СКВАЖИН ПЕРВОЙ ОЧЕРЕДИ (ДЛЯ ПЕРВИЧНОГО НАГНЕТАНИЯ)
 ROWS OF WELLS FIRST ORDER (FOR PRIMARY INJECTION)
 О РЯДЫ СКВАЖИН ВТОРОЙ ОЧЕРЕДИ (ДЛЯ КОНТРОЛЬНОГО НАГНЕТАНИЯ)
 ROWS OF WELLS OF THE SECOND LINE (FOR CONTROL INJECTION)

Рисунок 8 – Расположение скважин для заполнительной цементации

### Укрепительная цементация

В гидротехнических тоннелях укрепительная цементация грунтов должна производиться после окончания работ по заполнительной цементации.

Укрепительную цементацию скальных грунтов вокруг обделок подземных сооружений следует предусматривать с целью улучшения деформативных и противофилътрационных свойств грунтов при технической возможности ее осуществления и экономической эффективности [5,6].

В проекте необходимо учитывать положительное влияние укрепительной цементации на обделку сооружения вследствие: увеличения модуля деформации грунтов; уменьшения проницаемости грунта и утечек из туннеля или притока води в безнапорное сооружение; уменьшения деформативной и фильтрационной неоднородности и анизотропии грунтов; увеличения устойчивости грунтов против химической и механической суффозии; создания предварительного напряжения в обделке и грунте; ослабление воздействия на обделку агрессивных грунтовых вод. Цементационные работы должны быть закончены до устройства дренажа основания сооружения или должны проводиться мероприятия, учитывающие возможность засорения дренажа цементационными растворами [7,8,10].

Размещение и последовательность опробования контрольных геофизических скважин, методы опробования и необходимые ресурсы для проведения контроля должны быть определены проектом (рисунке 9).

Цементационные работы по укрепительной цементации следует считать достаточными, если в результате контрольных работ установлено соответствие физико-механических свойств зацементированных, грунтов проектным требованиям.

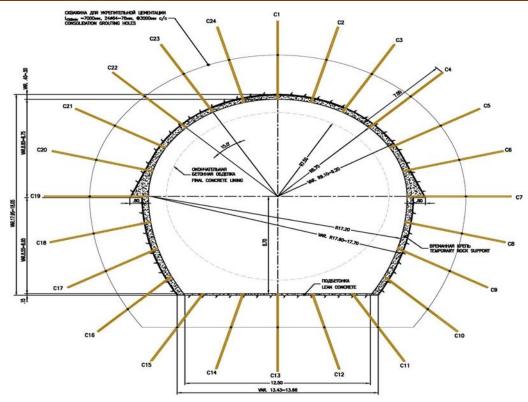


Рисунок 9 – Расположение скважин для укрепительной цементации

### Вывод

- 1. При возведении монолитной и железобетонной обделок применялась тоннельная инвентарная передвижная опалубка и комплекс механизмов и оборудования.
- 2. В комплекс механизмов и оборудования для возведения монолитной обделки входят: бетононасосы, механические перестановочные опалубки и краны.
  - 3. Нормальным следует считать ход нагнетания раствора, при котором:
  - -нагнетание ведется непрерывно;
- -при нагнетании раствора постепенно снижается расход раствора, а давление раствора или соответствует давлению отказа или постепенно возрастает до давления отказа;
  - -весь нагнетаемый раствор поступает в грунт.
  - К отклонениям от нормального хода нагнетания раствора следует относить:
  - -длительное поглощение наиболее густого цементного раствора без повышения давления;
  - -выход раствора на дневную поверхность непосредственно или через устья соседних скважин;
  - -гидравлический разрыв пород;
  - -перерыв нагнетания раствора, вызванный неисправной работой оборудования.
- 4. После завершения цементации всех зон и проведения суммарной цементации скважин, если она была предусмотрена проектом, ствол скважины должен быть плотно затампонирован раствором.

Таким образом, цементационный раствор должен быть проектирован с получением следующих особенных условий:

- -марш конуса ≈ 32-36 секунд;
- -водоотделение после 2 часов < 1%;
- -28 дневная одноосная прочность на сжатие > 20 Мпа
- -в/ц: 0.5-0.7 с разным процентным соотношением супер пластификатора (т.е., 0.5%, и 1.0% с весом цемента);
  - -тонкость помола цемента по блейну: минимальный 3500 см<sup>2</sup>/гр.

Рецензент: Икромов И.И. — к.т.н., доцент, заведующий қафедрой строительной механики и гидротехнических сооружений ПІАУ имени Ш. Шохтемура.

### Литература

- 1. 17 млрд киловаттов в год: Рогунская ГЭС самая мощная в Центральной Азии. Дата обращения: 25 октября 2019. Архивировано 25 октября 2019 года.
  - 2. Рогунская ГЭС ЛОТ-3 СТ-4 Геотехническое оборудование и мониторинг. 2023 г. 25с.
- 3. Саманиян (2020) Геотехнические исследования правого берега Фактический отчет по исследовательской скважине «RE-11» в оси затвора HLO1 Отчет № STE-Rep-L3-FR-013, ред. 0.

- 4. Саманиян (2020) Геотехнические исследования Правого берега Фактический отчет по исследовательской скважине «PE-12» в Ионахшском разломе Отчет № STE-Rep-L3-FR-015, ред. 0.
- 5. Исследование технико-экономической оценки проекта строительства Рогунской ГЭС, Фаза II: Варианты определений проекта, Том 2: Основные данные, Глава 3: Геотехника, RP 45 Rev. A, 2013.
- 6. Исследование технико-экономической оценки проекта строительства Рогунской ГЭС, Фаза II: Оценка существующих работ на Рогунской ГЭС (Анализ нагрузки деривационного тоннеля 1, включая неармированную облицовку), RP 46 Rev. A, 2013.
- 7. Хасанов Н.М., Сулейманова М.А. Выбор методов предварительного укрепления и снижения водопроницаемости грунтов и горных пород в зонах тектонических нарушений Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2016. № 1-1 (192). С. 202-205.
- 8. Хасанов Н.М., Холов Ф.А., Саидов С.А. Способы проведения цементационных работ в гидротехническом строительстве. Вестник, ТНУ- Душанбе: Серия геологических и технических наук 2022. №3. —С. 85-93.
- 9. Хасанов Н.М., Ятимов У.А. Геологические факторы, влияющие на разрушение устойчивости гидротехнических тоннелей. Вестник КГУСТА. 2018. № 2 (60). С. 94-98.
- 10. Хасанов Н.М., Холов Ф.А., Зувайдов М.М. Проходка гидротехнических сооружений с предварительным укреплением методом инъекции // Политехнический Вестник №3, ТТУ, 2022. -C.108-115

# СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

	ABOUT AUTHORS	
RU	TJ	EN
Саидов Мансур	Саидов Мансур Хамрокулович	Saidov Mansur
Хамрокулович		Khamrokulovich
кандидат технических наук,	номзади илмхои техникй,	Candidate of Technical Sciences,
доцент кафедры «Теоретическая	дотсенти кафедраи «Механикаи	Associate Professor of the
механика и сопротивление	назарявй ва муқовимати мавод»	Department of Theoretical
материалов»		Mechanics and Resistance of
		Materials
Таджикский технический	Донишгохи техникии Точикистон	Tajik Technical University named
университет имени академика	ба номи академик М.С. Осимй	after Academician M.S. Osimi
М.С. Осими		
RU	TJ	EN
Сулеймонова Мутабар	Сулейманова Мутабар	Mutabar Abdulkhaevna
Абдулхаевна	Абдулхаевна	Suleimonova
кандидат технических наук, и.о.	номзади илмхои техникй,	Candidate of Technical Sciences,
доцента кафедры «Основания,	дотсенти и.в. кафедраи «Асосхо,	Acting Associate Professor of the
фундаменты и подземные	тахкурсихо ва иншоотхои	Department "Foundations,
сооружения»	зеризаминӣ»	Foundations and Underground
		Structures".
Таджикский технический	Донишгохи техникии Точикистон	Tajik Technical University named
университет имени академика	ба номи академик М.С. Осимй	after Academician M.S. Osimi
М.С. Осими		
RU	TJ	EN
Хасанов Мухриддин	Хасанов Мухриддин	Khasanov Mukhriddin
Нуралиевич	Нуралиевич	Nuralievich
Соискатель	Унвончу	Applicant
Институт водных проблем,	Институти масъалахои об,	Institute of Water Problems,
гидроэнергетики и экологии НАН	гидроэнергетика ва экология	Hydropower and Ecology of the
Таджикистана	АМ ИТ	National Academy of Sciences of
		Tajikistan

УДК 691

### ЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ СОЛЕЙ И ГРУНТОВЫХ ВОД В ДРЕВНИХ СООРУЖЕНИЯХ

### М.Р. Джуракулов, Дж.Х. Саидзода, А. Мирджамолов, Х.Х. Саидов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В данной статье рассматривается история применения местных материалов для гидроизоляции подземной части зданий и применение местных материалов и добавки как пластификаторов в роли катализатора для приготовления состава из глины для применения его как строительный материал в подземной части зданий, а также инженерный опыт древних строителей по применению местных материалов.

Ключевые слова: местные материалы, добавки, глины, формы, коррозия, соль, климат, пористость.

# ХИМОЯИ БИНОХО ВА ИНШООТХО АЗ НАМАК ВА ОБХОИ ЗЕРИЗАМИНЙ ДАР ИНШООТХОИ КАДИМА

### М.Р. Чурақулов, Ч.Х. Саидзода, А. Мирчамолов, Х.Х. Саидов

Дар мақолаи мазкур таърихи истифодабарии масолеххои махалли барои гидроизолятсияи қисми зеризаминии бинохо ва истифодабарии масолеххои махалли ва иловагихо ҳамчун пластификатор ба ҳайси катализатор барои тайёр кардани таркиб аз гил барои истифода кардани он ҳамчун масолехи сохтмони дар қисми зеризаминии биноҳо ва инчунин тачрибаи муҳандисии сохтмончиёни қадима дар барои истифодабарии масолеҳҳои маҳаллӣ муоина карда шудааст.

Калимахои калиди: масолеххои махалли, иловагихо, гилхо, шакл, коррозия, намак, иклим, ковоки.

# PROTECTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES FROM SALT AND GROUNDWATER IN ANCIENT STRUCTURES

### M.R. Jurakulov, J.H. Saidzoda, A.M. Mirjamolov, Kh.H. Saidov

This article discusses the history of the use of local materials for waterproofing the underground part of buildings and the use of local materials and additives as plasticizers as a catalyst for the preparation of a clay composition for use as a building material in the underground part of buildings, as well as the engineering experience of ancient builders in the use of local materials.

Keywords: local materials, additives, clays, molds, corrosion, salt, climate, porosity.

### Введение

Развитие солевой формы физической белой болезни (коррозия) строительных материалов наблюдается в районах с сухим жарким климатом в случаях, когда сооружения возводятся на засоленных грунтах или же в местах с высоким уровнем минерализованных подпочвенных вод. В пределах нашей республики в настоящее время эти случаи сложились во многих районах Согдийской и Хатлонской областей, а также в районах республиканского подчинения.

Изучение данной формы коррозии показало, что причиной ее является перемещение растворов солей из грунта в надземной части сооружений, кристаллизация их в порах строительных материалов и последующие объемные изменения, вызывавшими возникновение значительное давление на стенки пор.

Наблюдения за сооружениями, материалы которых подвергаются коррозии, позволили сделать заключение, что перемещение растворов солей в конструкции происходит при непосредственном соприкосновении частей сооружений с грунтом, увлажнении засоленного грунта, наличии непрерывной сети капилляров в грунте и материале сооружений. Устранение или же ослабление действий перечисленных факторов может быть выполнено путем применения некоторых инженерных мероприятий, в частности:

- 1. Предохранение от увлажнения участков, на которых находятся сооружения;
- 2. Изоляция от грунта подземных частей сооружений;
- 3. Сообщение гидрофобных свойств материалам и конструкциям.

### Материалы и способы исследования

Анализ конструктивных решений некоторых старинных сооружений даёт повод предположить, что ещё в древности, а также в средние века зодчие иногда учитывали необходимость защиты построек от рассматриваемой выше формы коррозии, частично осуществляя указанные выше мероприятия.

Сохранившиеся на территории Средней Азии сооружения 10- 12, а также 14-16 веков, свидетельствуют о высоком мастерстве зодчих того времени. Накопив от поколения к поколению много знаний в области архитектуры и строительных конструкций (оперируя при этом, главным образом, эмпирическими приёмами), они создали на территории нынешних городов Самарканда, Бухары, Ургенча, Истаравшана, Канибадама, Гиссара и ряде других городов монументальные здания, являющиеся крупнейшими памятниками архитектуры.

Основными строительными материалами, используемыми для изготовления фундаментов и стен указанных сооружений, являлись камень, обожженный и сырцовый кирпич, глина, гипс, ганч, (глиногипс).

Большая часть перечисленных материалов относится к числу пористых и гидрофильных. Вследствие этого можно полагать, что выполненные из них сооружения, сохранившиеся в течение столетий и порою возведенные на засаленных грунтах, по-видимому, строились с применением каких-то специальных мероприятий. В ряде мест на территории Средней Азии уровень грунтовых вод в прошлом

был значительно выше, как и в настоящее время об этом свидетельствуют, например, данные арабского автора Якута ал-Хамави, который, описывая поездку по Хорезму в 1219г н.э., отмечает наличие в нем деревень и городов, многих домов и замков.

Наряду с этим он сообщает: "Несмотря на то, что почва ее (области) дурная и расположена на болотах со множеством мест, где просачивается вода, в ней непрерывная полоса с селениями, когда они копают землю (даже) на один лапоть, (уже) выступает вода".

А т.к. почва Хорезма территориально расположена по берегам реки Амударьи в среднем и нижнем ее течении, она содержала значительное количество солей, то указанные обстоятельства должны были заставить зодчих разрабатывать соответствующие защитные мероприятия для монументальных зданий, возводившихся как в Хорезме, так и в ряде других, сходных по условиям местах.

Наиболее крупные сооружения - мавзолеи, мечети и др. - часто строились на возвышенных участках, небольших холмах. Этим достигалось, по-видимому, не только лучшее обозреваемое построек, видимость их издалека, но и одновременно удаленность фундаментов от грунтовых вод, часто сильно минерализованных. На возвышенности не могла попасть самотеком вода из оросительных каналов, а осадки быстро стекали, не успевая проникнуть глубоко в почву возле стен. Помимо этого, как известно, почвы более или менее крупной возвышенности обычно содержать намного меньше легкорастворимых солей, по сравнению с почвами соседних равнин. Мелкие же бугры (высотою до 1,5м) служат местами накопления солей, которые перемешаются туда вследствие капиллярного подсоса их растворов и интенсивного испарения влаги с поверхности.

Исследователи древних сооружений Средней Азии отмечают, что фундаменты почти всех кирпичных монументальных сооружений Средней Азии в период с 10 по 18 века возводились на подушках из чистой жирной плотной глины. Толщина этих подушек обычно составляла 60-80см, достигая порой 1 м. В ряде случаев глины обкладывались и в боковые поверхности фундаментов, вследствие чего последние полностью изолировались от грунта.

Подобная полная изоляция фундаментов отмечена Н.М Бачинским в мавзолее Тюра бек Ханым, находящемся на территории древнего Хоразма, мавзолее султана Санджара в Старом Мерве и др.

Наличие глиняных подушек под фундаментами определено в мавзолее Буян-кули-ханпа (14 век), мавзолеях Фахр-ад-Дин, Рази и Наджи-ал-дин Кубра в Ургенче, пилонах портала мавзолея Хаджи Ахмеда Яссави (конец 14 века), медресе Улегбека (15 век), Кукель- лаш (16 век), Абдулла Хана (16 век) в Бухаре и т д.

Кроме этого, исследователями отмечается применение в тех же сооружениях в качестве строительного раствора жирной глины для кладки фундаментов, выполнявшихся чаше всего из крупного камня

По Н.М. Каминскому, устройство глиняных подушек под фундаментами и укладка глины по бокам выполнялись как антисейсмические мероприятия, а там, где уровень подпочвенных вод высок, то и одновременно для защиты сооружения от воды. По его мнению, вертикальные сейсмические толчки смягчались глиняными пластичными подушками под подошвой фундамента, а затем ещё частично поглощались в глиняном растворе его кладки. Подобное объяснение причин, вызвавших устройства глиняных подушек под фундаментами, представляется нам односторонним. Цель укладки глины по бокам фундаментов не объясняется вовсе.

### Результаты исследования

Примечательным является то обстоятельство, что в указанных случаях применялась, как отмечалось, хорошо смешанная жирная глина. Защита от воды была нужна лишь в единичных случаях, так как материал фундаментов был достаточно водостойким (чаше всего это был камень на глиняном растворе). Скорее всего, по нашему мнению, в Средней Азии толстые глиняные слои применялись строителями 10-18 веков для защиты фундаментом и цоколей от содержащихся в грунтах, или же грунтовых водах, легкорастворимых солей. Перемещаясь вместе с влагой, в случае отсутствия защитного гидроизоляционного слоя, соли достигали и подземных частей конструкции, что в условиях сухого жаркого климата должно было приводить к развитию солевой формы физической коррозии.

В распоряжении зодчих Средней Азии имелся природный гидроизолирующий материал - жирная глина, естественно, которая и применялась. Для улучшения изоляционных свойств, глина подвергалась перемешиванию, что делало ее более однородной, которая нарушила имевшуюся связь между пустотами, часто образуя в результате деятельности живых существ: грызунов червей, личинок, насекомых и т.д., а также пустотами, остающимися после сгнивания корней растений.

Интересно отметить, что и в древнем Ассиро-Вавилонском государстве, климат которого был благоприятен для развития укачанной формы коррозии, кладка фундаментов иногда выполнялась из обожженного кирпича на природном асфальте. Возможно, в этом случае также преследовалась цель изоляции сооружений от содержащихся в грунте растворов солей.

Ещё одно конструктивное мероприятие зодчих Средней Азии выполнялось, по нашему мнению, отчасти в целях защиты сооружений от солевой формы физической коррозии. По свидетельству исследователей, в цоколях древних среднеазиатских построек часто устраивались прослойки из камыша,

уложенные поперёк цоколя. По Н.М. Бачинскому, камыш укладывался с целью амортизации сооружений, для защиты их от сейсмических толчков. Однако нами было выяснено, что такие же камышовые прослойки устраиваются и в настоящее время для создания гидроизоляционного слоя.

Зрелый камыш негигроскопичен, поверхность его от стеблей плохо смачивается водой, вследствие чего слой такого камыша препятствует капиллярному подъёму влаги, и тем самым - солей, в находящейся выше части стены. Поэтому прослойки из камыша выполняют такую же роль, как устраиваемые в цоколях сооружений гидроизоляционного слоя толя, жирного цементного строительного раствора и некоторых других материалов, а также препятствует перемещению солей. Камышовый слой был известен давно, вследствие чего он играл роль не только амортизатора. По свидетельству С.Г. Толстого, камышовые прослойки применялись в древнем Хорезме ещё во второй половине 1 тысячелетия до нашей эры для предохранения конструкции от протекания в них снизу влаги и солей. По поводу целесообразности применения слоев камыша в качестве антисейсмического мероприятия нужно заметить, что в тех случаях, когда сооружения не находится строго над эпицентром землетрясения, и воспринимаемые ими сейсмические толчки направлены под углом к вертикали. Вследствие этого они могут рассматриваться как состоящими из вертикальных и горизонтальных составляющих. Слой камыша может смягчить вертикальные толчки, однако он не будет сопротивляться горизонтальным усилиям, благодаря чему в подобном случае находящие выше слой части сооружения будут сдвигаться относительно нижней. Учитывая возможность и катастрофические последствия такого сдвига, действующие в настоящее время нормативы, разрешают устройство гидроизоляционного слоя в каменных стенах только из цементного строительного раствора, т.е. материала, обладающего хорошим сцеплением с кладкой.

Основываясь на сказанном, считаем, что главной целью устройства камышовых прослоек в древних сооружениях являлось создание гидроизоляционного слоя. Вблизи рек и оросительных каналов, при малой засоленности грунтов этот слой служил для зашиты стен от подъёма влаги, вызывающий сырость в помещениях и ослабляющий конструкции. В сооружениях, возводимых на засоленных грунтах или же в местах с высоким уровнем минерализованных грунтовых вод, тот же слой являлся препятствием для перемещения солей в вышележащие части конструкции.

Интересно отметить наличие преданий, существующих у коренного населения Средней Азии о добавке строителями древних сооружений к глине и ганчу продуктов, содержащих жиры (молоко, сало). Некоторые старожилы сообщили дошедшие до них сведения о том, что во время сооружения мавзолея, глина при изготовлении сырца и строительных растворов затворялась верблюжьим молоком. Проведенное обследование этих построек показало, что на наличие в грунтах значительного количества сульфатов кальция и натрия, фундаменты и цоколи гробниц находились в относительно хорошем состоянии. Действительно, в целях проверки вероятности добавки к глине указанных веществ, проба строительного раствора цоколя был проведен химический анализ. В растворе были найдены остатки продуктов окисления жиров. Поэтому сведения о добавлении к глинам жиров в целях гидрофобизации или же улучшения пластичности можно считать не лишенными основания.

Что касается добавления молока к гипсовыми вяжущим, то как показали наши исследования, в этом случае преследовалась иная цель.

Как известно, молоко является сложной полидисперсной - колитной системой, и которой дисперсионной средой служит вода. Молоко составлено водой, жирами, белковыми веществами, молочным сахаром, количество жиров в молоке молочных домашних животных может достигать 9,5%, белковых веществ - 6,0%, молочного сахара - 5,1%. Исходя из строения состава белка, можно предположить, что добавка его к строительному гипсу и глиногипсу, прежде всего, удлиняет сроки схватывания, а также отчасти гидрофобизирует их. Соответствующие эксперименты показали, что при затворении упомянутых гипсовых вяжущих молоком, они вовсе не начинали схватываться (в течение 10 часов). В случае затворения смесью из 95% воды и 5 % коровьего молока средней жирности время начала схватывания увеличивалось на 60%, конца - на 50%. При затворении смесью из 20% воды и 10% молока сроки начала и конца схватывания удлинились на 240 и 210%.

Применение указанных смесей воды и молока почти не отразилось на прочности гипсовых образцов, определявшейся в возрасте 1 и 7 суток, а также на их водостойкость. Образцы не приобрели гидрофобных свойств. Основываясь на результатах экспериментов, можно заключить, что сведения о затворении молоком гипса, якобы производившегося древними зодчими Средней Азии, являются недостаточно правдоподобными, т.к. в этом случае гипс практически не схватывается. Молоко могло применяться лишь в сильно разбавленном виде. В этом случае оно являлось замедлителем схватывания гипса. Продукт обжига должен был содержать в себе примесь растворимого ангидрита (пережог) и двуводного гипса (недожог), т.к. обжиг гипса производился весьма несовершенно, кусками, в печах, подобных наполными. Указанные примеси, как известно, ускоряют схватывание строительного гипса и глиногипса, которые и без них зачастую происходит весьма быстро. Вследствие этого применение замедлителей было необходимым. Кроме этого, строители Средней Азии применяли для замедления схватывания гипса также отвар корня растения, ширеш (клей) и золу. Таким образом, можно проследить, что из числа перечисленных мероприятий, применявшихся зодчими Средней Азии, большая часть

осуществлялась, по всей вероятности, для защиты фундаментов и стен зданий не только от землетрясений, грунтовых вод, а также от солей, содержащихся в грунтах и грунтовых водах.

### Закпючение

Исследования опыта зодчих и строителей Средней Азии показывают, что применение этих местных материалов в строительстве сокращает импорт таких строительных материалов, как битумных, рулонных и нефтяных, в республику и этим способствует подъему и росту экономики.

Рецензент: Умарзода У.Х. — қ.т.н., первый заместитель Председателя Комитета по архитеқтуре и строительству при Правительстве Республики Шаджикистан.

### Литература

- 1. Батырбаев, Г.А. Перспективы развития производства арболита на основе стеблей хлопчатника, рисовой соломы, одубины и камыша [Текст] / Г.А. Ашкинази. -М.: Стройиздат, 1977. –66 с., С. 3 5.;
- 2. Бобров, Ю.Л. Новые теплоизоляционные материалы в сельском строительстве [Текст] / Ю.Л. Бобров. М.: Стройиздат, 1974. –111 с.;
- 3. Бухаркин, В.Н. Производство арболита в лесной промышленности [Текст] / В.Н. Бухаркин, С.Г. Свиридов, З.П. Рюмина. –М., 1969. -С.8-15.;
- 4. Волобуев, В.Г. Использование отходов сельскохозяйственного производства в качестве энергетического топлива [Текст] / В.Г. Волобуев, В.И. Сапего. Минск, 1980. 40с.;
- 5. Гончаров Н.А. Плиты из стеблей хлопчатника [Текст] / Н.А. Гончаров, В.М. Курдюмова // Плиты и фанера: научно-технический реферативный сборник. –М., 1981. –Вып. 3. С.14-15.;
- 6. Завражнов А.М. Сельскохозяйственные отходы сырье для строительных материалов [Текст] / А.М. Завражнов, В.И. Барулин, Е.А. Баженов // Строительные материалы и конструкции. −1984. –№2. –С.20-21.;
- 7. Саидов Д.Х., Умаров У.Х., Джуракулов М.Р. Свойства глины Рошткалинского месторождения Таджикистана и строительные материалы на их основе для обеспечения доступного жилья // Бюллетень строительной техники. Россия -2019. №2. С.12-19.;
- 8. Саидов Д.Х., Умаров У.Х., Джуракулов М.Р. Механизмы структурообразования и технологические особенности производства материалов на основе растительно-вяжущих композиций // Вестник ТТУ им. М.С.Осими. Душанбе, 2019. -№1 (45). –С.224-229.;
- 9. Джуракулов М.Р., Хасанов М.Н. Арболитовые материалы на основе РВК с использованием стеблей хлопчатника // Политехнический вестник, ТТУ им. М.С.Осими. Душанбе, 2020. №4 (52).

## СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION AROUT AUTHORS

	ABOUT AUTHORS	
TJ	RU	EN
Чуракулов Муродалй Рохатович	Джуракулов Муродали	Jurakulov Murodali Rohatovich
	Рохатович	
Номзади илмҳои техникӣ, и.в.	Кандидат технических наук, и.о.	Candidate of Technical Sciences,
дотсент	доцента	Acting Associate Professor
Донишгохи техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named after
ба номи академ ик М.С.Осимй	университет имени академ ика	Academician M.S. Osimi
	М.С.Осими Таджикистана	
	e. mail: murodali1969@gmail.ru	
TJ	RU	EN
Саидзода Чамшед Хамро	Саидзода Джамшед Хамро	Saidzoda Jamshed Hamro
д.и.т., профессор	д.т.н., профессор	Doctor of Technical Sciences, Professor
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй	Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
	e. mail: jamshed66@mail.ru	
TJ	RU	EN
ТЈ Мирчамолов Абдучалил	RU Мирджамолов Абдуджалил	EN Mirjamolov Abdujalil Mirjamolovich
	11.0	21,
Мирчамолов Абдучалил	Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович Ассистент	Mirjamolov Abdujalil Mirjamolovich  Assistant
Мирчамолов Абдучалил Мирчамолович Ассистент Донишгохи техникии Точикистон	Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович	Mirjamolov Abdujalil Mirjamolovich  Assistant Tajik Technical University named after
Мирчамолов Абдучалил Мирчамолович Ассистент	Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович Ассистент Таджикский технический университет имени академ ика	Mirjamolov Abdujalil Mirjamolovich  Assistant Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
Мирчамолов Абдучалил Мирчамолович Ассистент Донишгохи техникии Точикистон	Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович Ассистент Таджикский технический университет имени академ ика	Mirjamolov Abdujalil Mirjamolovich  Assistant Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
Мирчамолов Абдучалил Мирчамолович Ассистент Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй	Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович Ассистент Таджикский технический	Mirjamolov Abdujalil Mirjamolovich  Assistant Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
Мирчамолов Абдучалил Мирчамолович Ассистент Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй	Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович Ассистент Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана e. mail: mirdzamolov1949@mail.ru RU	Mirjamolov Abdujalil Mirjamolovich  Assistant Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
Мирчамолов Абдучалил Мирчамолович Ассистент Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй	Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович Ассистент Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана e. mail: mirdzamolov1949@mail.ru	Mirjamolov Abdujalil Mirjamolovich  Assistant Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
Мирчамолов Абдучалил Мирчамолович Ассистент Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ Саидов Хуршед Хамидуллоевич Муаллими калон	Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович Ассистент Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана e. mail: mirdzamolov1949@mail.ru RU	Assistant Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  EN Saidov Khurshed Hamidulloevich Senior Lecturer
Мирчамолов Абдучалил Мирчамолович Ассистент Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ Саидов Хуршед Хамидуллоевич Муаллими калон Донишгохи техникии Точикистон	Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович Ассистент Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана е. mail: mirdzamolov1949@mail.ru RU Саидов Хуршед Хамидуллоевич	Assistant Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  EN Saidov Khurshed Hamidulloevich Senior Lecturer Tajik Technical University named after
Мирчамолов Абдучалил Мирчамолович Ассистент Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ Саидов Хуршед Хамидуллоевич Муаллими калон	Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович Ассистент Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана е. mail: mirdzamolov1949@mail.ru RU Саидов Хуршед Хамидуллоевич Старший преподаватель Таджикский технический университет имени академ ика	Assistant Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  EN Saidov Khurshed Hamidulloevich Senior Lecturer
Мирчамолов Абдучалил Мирчамолович Ассистент Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ Саидов Хуршед Хамидуллоевич Муаллими калон Донишгохи техникии Точикистон	Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович Ассистент Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана е. mail: mirdzamolov1949@mail.ru RU Саидов Хуршед Хамидуллоевич Старший преподаватель Таджикский технический	Assistant Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  EN Saidov Khurshed Hamidulloevich Senior Lecturer Tajik Technical University named after

УДК 624

### ВЫБОР КРЕПИ УЧАСТКА РАЗВЕТВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ТОННЕЛЯ СТ-4 РОГУНСКОЙ ГЭС

### М.А. Сулейманова<sup>1</sup>, М.Н. Хасанов<sup>2</sup>, А.М. Алимардонов<sup>1</sup>, С.А. Саидов<sup>1</sup>

Таджикский технический университет, им. акад. М.С. Осими<sup>1</sup>

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана<sup>2</sup>

В статье приводятся сведения о разветвлении строительного тоннеля СТ-4 Рогунской ГЭС. Подробно изложены методы исследований, разветвление на напорном участке тоннеля и выше нижней камеры затворов.

Следует отметить, что при выборе крепи участка разветвления подробно учитывались данные по фактическим геологическим условиям в примыкающих плоскостях забоя. Участок разветвления строительного тоннеля СТ-4 располагается в пределах верхне и нижнеобигармских свит ( $K_1$ ob<sub>1</sub> и  $K_1$ ob<sub>2</sub>). Подробно и поэтапно рассмотрены вопросы земляных работ и крепи породы путем применения аналитического (анализа клиньев) и численного (конечно-элементный анализ) были выбраны необходимые системы крепи.

Свойства материалов для крепи породы, которые использованы в К-Э моделях, включая торкрет-бетон, армоцементные анкеры и сварную арматурную сетку. Свойства материалов двух типов железобетонной обделки, включая монолитный бетон марки C25/30 и стальные арки IPE 240 мм или IPE 300 мм.

**Ключевые слова:** разветвления, тоннель, арматура, оборудование, механизмы, армирование, методы, земляных работ, крепь

# ИНТИХОБИ РУЙБАСТИ БА ШОХАХО ЧУДО ШУДАНИ НАКБИ СОХТМОНИИ СТ-4 НБО РОҒУН

### М.А. Сулейманова, М.Н. Хасанов, А.М. Алимардонов, С.А. Саидов

Дар макола маъмумотхо оиди ба шохахо чудо шудани накби СТ-4-и НБО-и Роғун оварда шудааст. Тарзҳои тадқиқотҳо, шохаҳо дар қитъаи фишордори нақб ва болотар аз камераи затворҳо муфассал баён карда шудааст. Бояд қайд кард, ки ҳангоми интихоби руйбасти қитъаи шохадор маълумотҳои ҳақиқии шароитҳои геолог $\bar{u}$  дар ҳамвориҳои ҳамшафатии бун муфассал ба назар гирифата шудаанд. Қитъаи шохадори нақби сохтмонии СТ-4 дар ҳудудҳои ( $K_1$ о $b_1$ ) ташаккули Обигарми поён $\bar{u}$  ва болой ( $K_1$ о $b_2$ ) чойгир аст.

Хусусиятхои моделхои К-Э истифода шудаанд аз торкрет-бетон, лангархо ва сеткаи армиронй иборатанд. Хусусиятхои масолеххо бошанд аз ду тип рупўшкунии оханубетонй маркаи C25/30 ва аркаи оханй IPE 240 мм ёки IPE 300 мм мебошанд.

Калидвожахо: шохахо, нақб, арматура, тачхизот, механизмхо, армиронй, тарзхо, корхои заминй, руйбаст

# SELECTION OF ANCHORING OF THE BRANCHING SECTION OF CONSTRUCTION TUNNEL ST-4 OF ROGUNSKAYA HPP

### M.A. Suleymanova, M.N. Hasanov, A.M. Alimardonov, S.A. Saidov

The article provides information on branching of construction tunnel ST-4 of Rogun hydroelectric power station. Materials and methods of research, branching at the pressure section of the tunnel and above the lower chamber of gates are described in detail.

It should be noted that data on actual geologic conditions in the adjacent face planes were taken into account in detail. The branching section of the ST-4 construction tunnel is located within the Upper and Lower Obigarm Formations (K1ob1 and K1ob2). The issues of excavation and rock support were considered in detail and step-by-step by applying analytical method (wedge analysis) and numerical method (finite element analysis) and the necessary support systems were selected.

Material properties of the rock support materials used in the K-E models, including shotcrete, reinforced cement anchors and welded reinforcement mesh. Material properties of two types of reinforced concrete lining including C25/30 grade monolithic concrete and IPE 240 mm or IPE 300 mm steel arches.

Key words: branching, tunnel, reinforcement, equipment, mechanisms, reinforcement, methods, excavation, bracing

### Введение

Согласно общей концепции водосбросов предполагается, что СТ-4 будет пропускать суммарный паводковый пиковый расход 3500 м<sup>3</sup>/с в период строительства плотины и водосбросов. По завершении строительства в каждой ветви напорных тоннелей СТ-4 будет сооружена бетонная пробка, перед нижней камерой затворов, где противофильтрационная завеса плотины пересекает тоннель СТ-4.

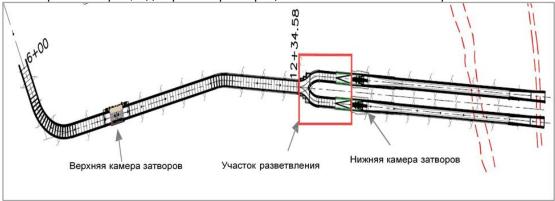


Рисунок 1 – Компоновка СТ-4 Рогунской ГЭС

Разветвление тоннеля располагается на напорном участке и выше нижней камеры затворов (рисунок 1).

Основные данные по проекту и тоннелю СТ-4 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные данные по проекту

Гребень плотины	1300 м над ур. моря
Длина гребня	660 м
Ширина гребня	20 м
Максимально возможный паводок (PMF)	1296 м над ур. моря
НПУ в ходе эксплуатации	1290 м над ур. моря
МПУ в ходе эксплуатации	1230 м над ур. моря
НПУ на этапе опережающей выработки (1-й	1055 м над ур. моря
этап)	
НПУ на этапе опережающей выработки (2-й	1100 м над ур. моря
этап)	
Макс. допустимый уровень водохранилище при	1203 м над ур. моря
деривации расхода через СТ-4	
Уровень водоприемника СТ-4	1090 м над ур. моря
Внутренний диаметр напорного туннеля ДТ4	15 м
выше разветвления	
Нижняя камера затворовСТ-4, отметка порога	1083.30 м над ур. моря
сегментного затвора	
Ширина в свету безнапорного участка СТ-4	10 м

План геологического горизонта на своде участка разветвления СТ-4 представлен на рисунке 2. Как видно из рисунка, участок разветвления СТ-4 располагается в пределах верхне и нижнеобигармских свит (K1ob1 и K1ob2).

Верхнеобигармская свита, сложена из пластов песчаника большой и средней мощности с прослоями аргиллитов и алевролитов. Пласты алевролитов отмечаются практически повсюду в пачке в виде прослоев между пластами песчаника. Песчаники твердые и мелкозернистые, очень прочные, известняковые, твердые и плотные, пласты малой и большой мощности, с трещинами с большими и малыми промежутками. При прохождении тоннеля в этой формации отмечаются практические сухие условия с точки зрения поступления воды, за исключением участков пересечения некоторых крупных разломов, где отмечено незначительное капание воды.

Нижнеобигармская свита, эта свита, сложена преимущественно из пластов алевролитов с прослоями аргиллитов и песчаников. Алевролиты — это горная порода с тесно расположенными трещинами отдельности, имеющая окраску от коричневого до красновато-коричневого (средний промежуток между трещинами составляет от 20 до 60 см, поверхности трещин варьируются от гладких до очень гладких). Помимо гипса как материала, заполняющего трещины, в некоторых из них отмечаются вкрапления или включения алевролитов и гипса вблизи зон контакта с кызылташской и верхнеобигармской свитами различной мощностью вплоть до 30-40 см.

Фактическая мощность этой зоны 25 м, что практически составляет длину около 30 м по трассе тоннеля. Это обстоятельство позволяет сделать заключения, что участок разветвления СТ-4 полностью находится в пределах границы массива песчаников и иловатых песчаников.

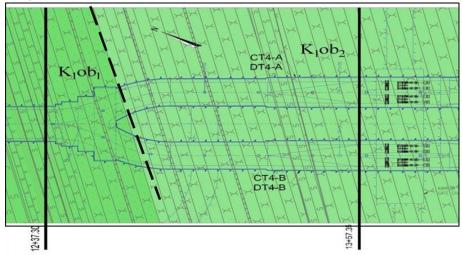


Рисунок 2 – План геологического горизонта на своде участка разветвления CT-4 от пикета 12+37.30 до 13+57.35

### Материалы и методы исследования

Геометрические параметры разветвления приведены на рисунке 3, а также расчетная геометрия на рисунке 4. Внутренняя ось х на рисунке 4 начинается в точке "О" на рисунке 3. Разветвление является симметричным. Оно делит тоннель диаметром 15 м на два тоннеля диаметром 10.6 м каждый под углом 2x35°. После разветвления два тоннеля вновь изогнуты в направлении главной оси. После прямого участка длиной ~35м на протяжении переходного участка длиной еще ~35 м поперечное сечение меняется с круглого на прямоугольное, которое разветвляется еще раз к двум затворам в каждом из тоннелей всего четыре затвора.

Важно отметить, что на участке 180 м (12 диаметров) до разветвления имеется изгиб 15° и радиус 100 м. Это создает режим вторичного потока, который сохраняется вплоть до зоны подхода к разветвлению и, тем самым, создает асимметрию в потоке, подходящем к разветвлению.

Геометрия должна быть такой, чтобы обеспечить баланс нижесложенных требований:

- -как можно меньшие потери напора, в частности, для потока полной пропускной способности;
- -уменьшение кавитации;
- -условия для плавного потока, без срыва потока, особенно в случае асимметричной эксплуатации, в частности в зоне разделителя между двумя исходящими туннелями;
- -потребности обеспечения прочности (как можно меньшие пролеты; избегать участков концентрации сжимающих напряжений).
- Пункт 1 предусматривает обеспечение как можно меньших изменений скорости потока и целостность поперечного сечения.

Пункт 2 требует минимальных радиусов для боковых выпуклых стенок и примыкающего изгиба центробежного ускорения.

Для выполнения пунктов 3 и 4 нужно обеспечить минимальный радиус разделителя.

Задачи проектирования заключается в том, чтобы объяснить три разных метода, использованных при проектировании систем крепи породы, которые будут установлены в процессе проходки СТ-4 на участке разветвления и между разветвлением и нижней камерой затворов.

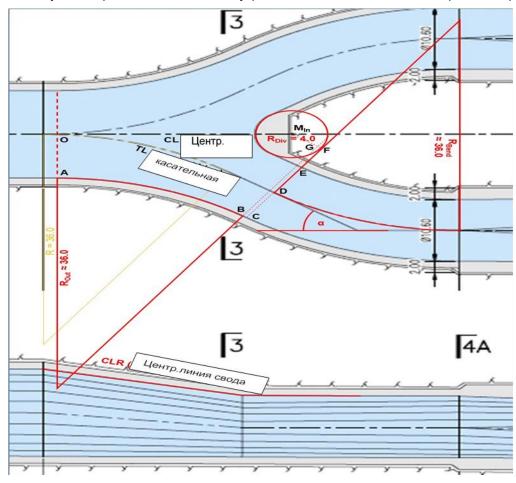
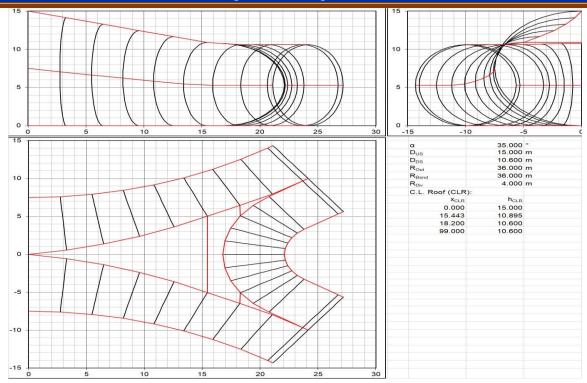


Рисунок 3 – Геометрия разветвления, перечень основных параметров



Pисунок 4 —  $\Gamma$ еометрия разветвления. Pасчетная геометрия

После изучения ненарушенной породы и оценки состояния горных массивов для определения систем первичной крепи горных пород, которая потребуется при проходке СТ-4 в различных горных массивах использовались системы инженерной классификации горных массивов. Затем, путем применения аналитического метода (анализа клиньев) и численного метода (конечно-элементный анализ) были выбраны необходимые системы крепи породы.

Инженерно-геологический план и профиль СТ-4, а также свойства ненарушенной породы и горных массивов, залегающих вокруг тоннеля, были изучены с использованием всей имеющейся геологической и геотехнической информации. По результатам исследования основный вывод заключается в том, что вдоль участка разветвления СТ-4 залегают преимущественно горные массивы удовлетворительного качества. Поэтому возможный характер разрушения - это разрушение, обусловленное структурой и вызванное напряжением в горном массиве, залегающем вокруг этой части тоннеля.

Последовательность земляных работ и первичная крепь были выбраны в соответствии с геологическими условиями, известными на момент разработки проекта на основании данных, собранных в ходе геологического картирования тоннелей правого берега, включая подходные тоннели к СТ-4, до и после разветвления.

В ходе нового изучения трещин и классификации горных массивов для участка разветвления СТ-4 были выполнены измерения горных массивов, залегающих непосредственно перед разветвлением в нижнеобигармской свите и в подходном тоннеле АСТ-1 в месте его пересечения с СТ-4 после разветвления верхнеобигармской свиты. В любом случае, фактические геологические условия станут известны полностью только после завершения проходки разветвления.

### Результаты и обсуждения

Система определения качества горного массива (Q) была разработана Бартоном и другими учеными в (1974) [4], в основном, с целью прокладки тоннелей. Согласно данной классификационной системе, значения Q горных массивов вдоль тоннелей оцениваются по шести параметрам, после чего для каждого массива назначается необходимая система крепи. Соответственно, горные массивы в различных пикетах, залегающие вдоль СТ-4, были подвергнуты классификации по системе Q. В качестве первого шага при проектировании систем крепи для участка разветвления СТ-4 (от пикета 12+37 м до 13+57 м тоннеля СТ-4), был использован эмпирический метод с учетом двух классов горных массивов, залегающих на этом участке, и геологического строения по трассе тоннеля. Для этого была использована хорошо известная система классификации горных массивов, и разработаны несколько систем крепи для различных пикетов участка разветвления.

Эмпирические методы были разработаны на основе статистического анализа данных по устойчивым и неустойчивым подземным выработкам, выполненным в горных массивах различных типов в ряде стран. Одной из наиболее широко используемых в механике горных пород систем классификации

породных массивов в подземных выработках является "качество породного массива" (Q), разработанная Бартон и др. в 1974 г. [4]. Поэтому данная система классификации была использована для оценки необходимых систем крепи породы вдоль участка разветвления СТ-4.

В качестве второго этапа проектирования крепи породы для участка разветвления СТ-4, от пикета 12+37 м до 13+57 м была проверена устойчивость потенциально нестабильных клиньев в своде и стенах туннеля. К потенциально неустойчивым клиньям были применены меры по их стабилизации в виде нанесения торкрет-бетона и применения анкерных болтов до достижения необходимого запаса прочности. Соответствующие анализы выполнялись с использованием программного обеспечения, UNWEDGE ver. 3.0, разработанного компанией RocScience Co. (Торонто, Канада) и работающего по методу предельного равновесия. Входные данные и результаты анализа клиньев представлены в следующих разделах.

Для анализа UNWEDGE была консервативно учтена полная длина разветвления (26 м) и взяты самые крупные клинья, которые теоретически могут образоваться при взаимном пересечении несплошностей (и которые, как правило, имеют минимальный запас прочности). Несмотря на то, что данный подход является консервативным, он приводит к получению более прочной системы крепи породы, что является обязательным при проходке крупных подземных выработок в блочных и сильно блочных породных массивах, в которых доминирующим случаем является структурно контролируемое разрушение.

Поскольку, на практике, нагрузку от породы воспримет торкрет-бетон первых стадий твердения (через 3-4 часа), то в программе Unwedge неограниченная прочность на сжатие и сопротивление сдвигу торкрет-бетона были приняты соответственно на уровне 5 МПа и 0,7 МПа.

Согласно критериям проектирования правобережных сооружений [10] после установки крепи породы минимальный запас прочности для потенциально нестабильных клиньев в своде и стенах составит 1,2 для нормальных и необычных условий нагрузки и 1.1 для чрезвычайных условий нагрузки.

Результаты анализа клиньев на участке разветвления СТ-4, образующихся в результате взаимного пересечения крупных несплошностей (плоскостей напластования, систем трещин и разломов). Первичная система крепи для клиньев состоит из следующих компонентов: армированный торкретбетон толщиной 10-15 см со сварной арматурной сеткой 6мм (@-шагом) 150х150 мм, и анкеры L=5.85 м, диаметром 32 мм, @ 1.5х1.5м.

На последнем этапе проектирования крепи породы для участка разветвления (от пикета 12+37 м до 13+57 м вдоль тоннеля СТ-4), было выполнено математическое моделирование нескольких сечений данных подземных проходок с целью анализа напряжений сразу же после проходки, а также после монтажа системы крепи. Отмечается, что в начале разветвления имеется короткий участок тоннеля СТ-4 длиной всего 3,7 м. В связи с тем, что поперечное сечение первой части разветвления имеет ту же подковообразную форму и очень похожие размеры с поперечным сечением тоннеля СТ-4 (особенно с типовым участком крепи породы типа III), данный короткий участок тоннеля не моделируется, потому что конечно-элементное моделирование по нему выполнялось в ходе проектирования земляных работ и системы крепи породы тоннеля СТ-4.

С целью проведения математического анализа использовалась программа на основе конечноэлементного метода RS2 ver. 9.0, разработанная RocScience Co., Торонто, Канада. Данная программа способна решать широкий спектр задач в области горного дела и проектирования сооружений. Очевидно, что достоверность результатов расчетов для каждой программы зависит от метода моделирования и, в частности, от точности исходных данных. Чем точнее геологические и геомеханические параметры, тем надежнее результаты расчетов. Тем не менее, поскольку точное моделирование условий грунта обеспечить обычно очень сложно или даже невозможно, то неизбежно приходится использовать некоторые упрощенные допущения.

Для математических расчетов СТ-4 были приняты следующие общие допущения и критерии: -горные массивы являются сплошными средами и демонстрируют упруго - пластическое поведение;

- -для 2-х мерных расчетов принято плоское деформированное состояние;
- к горным массивам применяется критерий разрушения Хоек и Браун;

Модель была разработана для D-образной формы сечения тоннеля CT-4 в начале разветвления (сечение 1), от пикета 12+37 м до пикета 12+43 м, где будет установлена система крепи тип VIII, включающая торкрет-бетон толщиной 5 см, монолитный бетон толщиной 35см марки C25/30 со стальными арками IPE240 мм с шагом 1.0 м. Габариты тоннеля CT-4 в этой модели после проходки составляют 19.65м в высоту и 20.80м в ширину, в этом месте вокруг тоннеля залегают породы нижнеобигармской свиты (K1ob1) вблизи контакта с верхнеобигармской свитой (K1ob2), которая преимущественно сложена чередованием песчаников и иловатых песчаников.

В данном К-Э расчете, горный массив K1ob1 вокруг тоннеля моделировался как упругопластический материал, где в режиме пластичности прочностные параметры ухудшаются.

На рисунке 5 показан общий вид К-Э модели СТ-4 в сечении 1, когда сейсмическая нагрузка активизируется на этапе 10 (ПУГ=0.27g).

На рисунке 6 показана сигма 1 и деформированные элементы вокруг разветвления СТ-4 в сечении 1 на этапе 11. Далее, на рисунке 7 показаны коэффициент запаса прочности и изгибающий момент в обделке, представлено общее смещение и усилия сдвига в обделке.

Анализ напряжений показал, что меры по укреплению породы, предусмотренные для данного сечения, будут функциональными на различных этапах. Отмечается, что даже при применении сейсмической нагрузки, эквивалентной землетрясению, которое может произойти при проходке ДТ4 (ПЗ = 0.27g), стабильность тоннеля СТ-4 в сечении 1 будет обеспечена, и тоннель сохранит свою функциональность после такой нагрузки.

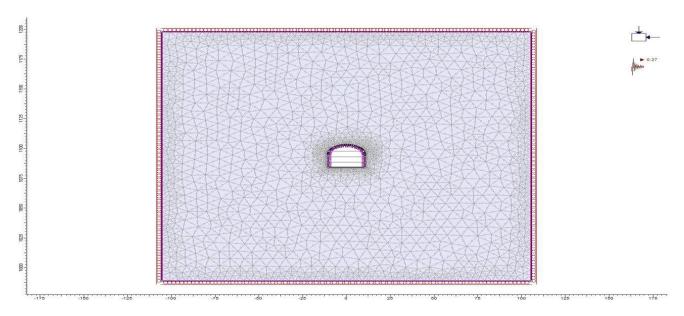


Рисунок 5 — Общий вид K- $\Theta$  модели разветвления CT- $\Phi$  в сечении I

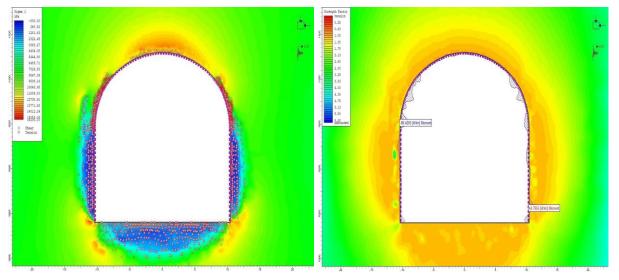


Рисунок 6 — Сигма 1 и деформированные элементы вокруг разветвления CT-4

Рисунок 7 — Коэффициент запаса прочности и изгибающий момент в участке разветвления СТ-4

### Выводы

1. С учетом рекомендуемых классов крепи породы, предложенных в результате применения эмпирических методов проектирования, расчетов стабильности для подземных клиньев и К-Э расчетов разветвления тоннеля СТ-4 и формы, толщины бетонной обделки и размера сечений в этой части тоннеля в пикетах от 12+37 м до 13+57 м, который включает участок от начала зоны разветвления вплоть до нижней камеры затворов, было рекомендовано 8 типов крепи породы как показано в таблице 2.

2. Фактически, соответствующие классы крепи будут определены инженером-геотехником проектировщиками в процессе проходки СТ-4, с учетом фактических наблюдаемых условий грунта. Необходимая адаптация классов крепи будет проведена по результатам наблюдений за фактическими условиями в тоннеле и характеристиками грунта. Если необходимо, будут выполнены дополнительные расчеты на этапе проходки для уточнения классов крепи, чтобы подтвердить пригодность выбранной системы крепи для каждой части тоннеля, где состояние грунта или характеристики горного массива могут отличаться от предполагаемых.

Таблица 2 – Описание классов крепи породы, рекомендуемых для участка разветвления СТ-4

Тип крепи	Пикеты (м)	Значения Q и GSI	Торкрет- бетон	Армоцемент- ные анкеры	Монолит- ный бетон	Стальная арка
III-a (1)	12+37 ~ 12+41	1.88 < Q < 5.19 50 < GSI < 55	Толщина 5 см	-	C20/25 толщина 40 см	IPE 300 мм, с шагом 1 м
VIII	12+41 ~ 12+43	1.88 < Q < 5.19 50 < GSI < 55	Толщина 5 см	-	C25/30 <sup>(2)</sup> толщина 35 см	IPE 240 мм, с шагом 1 м
IX & X (3)	(12+43 ~ 12+49) (12+49 ~ 12+56)	1.88 < Q < 5.19 50 < GSI < 55	Толщина 5 см	2xØ32мм, L = 5.85 м @ 1.0×1.5м на своде	С25/30 толщина 40 см	IPE 300 мм, с шагом 1 м
XI (4)	12+56 ~ 12+66	0.63 < Q < 1.73 50 < GSI < 55	Толщина 5 см	2xØ32мм, L = 5.85 м @ 1.0×1.5м на своде	С25/30 толщина 45 см	IPE 300 мм, с шагом 1 м
XII, XIII и XIV	(12+66 ~ 12+87) (12+87 ~ 13+23) (13+23 ~ 13+57)	0.63 < Q < 3.89 50 < GSI < 55	Толщина 5 см	-	С25/30 толщина 35 см	IPE 240 мм, с шагом 1 м

Рецензент: Икромов И.И. — қ.т.н., доцент, заведующий қафедрой строительной механиқи и гидротехничесқих сооружений ПІАУ имени Ш. Шохтемура.

### Литература

- 1. Marinos V., 2010, "New Proposed GSI Classification Charts for Weak or Complex Rock Masses", Bulletin of the Geological Society of Greece Vol. 43. // Новая предложенная диаграмма классификации геологического индекса прочности для слабых или сложных горных массивов.
- 2. Hoek E. et al., 2002, "Hoek-Brown Failure Criterion 2002 Edition". //«Критерий разрушения Хоек-Браун»
- 3. Barton N., Lien R. and Lund J, 1974, "Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support", Rock Mechanics, 6, pp. 189-236 // «Инженерная классификация горных массивов для расчета крепи туннелей»
- 4. Barton N., 2002, "Some new Q-value correlations to assist in site characterization and tunnel design", Int. Jour. Roc. Mech. & Min. Sci., 39, pp. 185-216. // «Некоторые новые корреляции значения Q в помощь при описании площадки и проектировании туннелей»
- 5. Barton N., 2002, "Some new Q-value correlations to assist in site characterization and tunnel design", Int. Jour. Roc. Mech. & Min. Sci., 39, pp. 185-216. // «Некоторые новые корреляции значения Q в помощь при описании площадки и проектировании туннелей»
- 6. NGI Handbook, 2015, "Using the Q-System, Rock Mass Classification and Support Design", pp. 32-35. // «Применение системы Q, классификации горных массивов и проектирование крепи»
- 7. Aydin A., 2009, "Suggested method for determination of the Schmidt hammer rebound hardness: Revised version", Int. J. Rock Mech. Min. Sci. 46(3): 627–634.// «Метод, предлагаемый для определения твердости по отскоку молотка Шмидта: уточненный вариант»
- 8. Хасанов Н.М., Сулейманова М.А. Выбор методов предварительного укрепления и снижения водопроницаемости грунтов и горных пород в зонах тектонических нарушений. Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2016. № 1-1 (192). С. 202-205.

- 9. Хасанов Н.М., Холов Ф.А., Саидов С.А. Способы проведения цементационных работ в гидротехническом строительстве. Вестник, ТНУ- Душанбе: Серия геологических и технических наук 2022. №3. –С. 85-93.
- 10. Ятимов А.Дж., Хасанов Н.М., Холов Ф.А., Хасанов М.Н. Анализ результатов исследований напряжений, проявляющихся вокруг подземных выработок //ТНУ- Душанбе: ТНУ, Серия геологических и технических наук 2023. №1. -C.151-158

# СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
- 10		
Сулеймонова Мутабар	Сулейманова Мутабар	Mutabar Abdulkhaevna Suleimonova
Абдулхаевна	Абдулхаевна	
кандидат технических наук, и.о.	номзади илмхои техникй,	Candidate of Technical Sciences,
доцента кафедры «Основания,	дотсенти и.в. кафедраи асосхо,	Acting Associate Professor of the
фундаменты и подземные	тахкурсихо ва иншоотхои	Department "Foundations, Foundations
сооружения»	зеризаминй	and Underground Structures".
Донишгохи техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named after
ба номи академ ик М.С.Осимй	университет имени академ ика	Academician M.S. Osimi
	М.С.Осими Таджикистана	
TJ	RU	EN
Хасанов Мухриддин	Хасанов Мухриддин	Khasanov Mukhriddin
Нуралиевич	Нуралиевич	Nuralievich
Соискатель	Унвончу	Applicant
Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана	Институти масъалахои об, гидроэнергетика ва экологияи	Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана
TJ	RU	EN
		A1' 1 A1' 1 3 6 1' ' 1
Алимардонов Алишер	Алимардонов Алишер	Alimardonov Alisher Mengaliyevich
Алимардонов Алишер Менгалиевич	Алимардонов Алишер Менгалиевич	Alimardonov Alisher Mengaliyevich
		Alimardonov Alisher Mengaliyevich  Assistant, Department of Foundations,
Менгалиевич	Менгалиевич	
Менгалиевич ассистент кафедры «Основания,	Менгалиевич ассистенти, кафедраи «Асосхо,	Assistant, Department of Foundations,
Менгалиевич ассистент кафедры «Основания, фундаменты и подземные	Менгалиевич ассистенти, кафедраи «Асосхо, тахкурсихо ва иншоотхои	Assistant, Department of Foundations, Foundations and Underground
Менгалиевич ассистент кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения»	Менгалиевич ассистенти, кафедраи «Асосхо, тахкурсихо ва иншоотхои зеризаминй»	Assistant, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures
Менгалиевич ассистент кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения» Донишгохи техникии Точикистон	Менгалиевич ассистенти, кафедраи «Асосхо, тахкурсихо ва иншоотхои зеризаминй» Таджикский технический	Assistant, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures Tajik Technical University named after
Менгалиевич ассистент кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения» Донишгохи техникии Точикистон	Менгалиевич ассистенти, кафедраи «Асосхо, тахкурсихо ва иншоотхои зеризаминй» Таджикский технический университет имени академ ика	Assistant, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures Tajik Technical University named after
Менгалиевич ассистент кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения» Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй	Менгалиевич ассистенти, кафедраи «Асосхо, тахкурсихо ва иншоотхои зеризаминй» Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана	Assistant, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
Менгалиевич ассистент кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения» Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй	Менгалиевич ассистенти, кафедраи «Асосхо, тахкурсихо ва иншоотхои зеризаминй» Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана	Assistant, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi EN
Менгалиевич ассистент кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения» Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ Саидов Саидмумин	Менгалиевич ассистенти, кафедраи «Асосхо, тахкурсихо ва иншоотхои зеризаминй» Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана RU Саидов Саидмумин	Assistant, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi EN
Менгалиевич ассистент кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения» Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ Саидов Саидмумин Абдукахорович	Менгалиевич ассистенти, кафедраи «Асосхо, тахкурсихо ва иншоотхои зеризаминй» Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана  RU Саидов Саидмумин Абдукахорович	Assistant, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  EN Saidov Saidmumin Abdukahorovich  Applicant
Менгалиевич ассистент кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения» Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ Саидов Саидмумин Абдукахорович Соискатель	Менгалиевич ассистенти, кафедраи «Асосхо, тахкурсихо ва иншоотхои зеризаминй» Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана RU Саидов Саидмумин Абдукахорович Унвончў	Assistant, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures  Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  EN Saidov Saidmumin Abdukahorovich

УДК 72.04 (575,3)

# ТАХЛИЛИ САНЪАТИ ПЛАСТИКЙ ДАР МЕЪМОРИИ ШАХРИ ДУШАНБЕ Ф.Ё. Эмомова, Н.У. Рачабов

Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй.

Дар мақола раванди рушд ва алоқамандии санъати пластикй дар давраи ташаккулёбй ва рушди мамлакати мустақили чавон ва давлати куханбунёди точик, ки айни замон зарурати баланд бардоштани нақши санъати бадей-пластикй, меъморй ва истифодабарии он дар мухит хело нақши мухим мебозад, пешниход гардидааст.

Инчунин бомаврид истифода бурдани санъати пластикиро дар меъмории имруза, ки хамчун кисми зарурии санъат дар Чумхурии Точикистон ба хисоб меравад кайд гардидааст.

Калимахои калиди: санъат, мухити меъмори, хунари бадей, санъати пластики, тархрези.

# АНАЛИЗ ПЛАСТИЧЕСКОГО ИСКУССТВА В АРХИТЕКТУРЕ ГОРОДА ДУШАНБЕ Ф.Ё. Эмомова, Н.У. Раджабов

В статье представлен процесс развития и взаимосвязи пластического искусства в период становления и развития независимой молодой страны и древнего таджикского государства, которая в настоящее время играет очень важную роль в повышении роли художественно-пластического искусства, архитектуры и его использования в окружающей среде.

Также, было отмечено успешное использование пластического искусства в современной архитектуре, которое считается необходимой частью искусства в Республике Таджикистан.

Ключевые слова: искусство, архитектурная среда, художественное искусство, пластическое искусство, дизайн.

# ANALYSIS OF PLASTIC ART IN THE ARCHITECTURE OF THE CITY OF DUSHANBE F.E. Emomova, N.U. Rajabov

The article presents the process of development and interrelation of plastic art during the formation and development of an independent young country and the ancient Tajik state, which currently plays a very important role in increasing the role of artistic and plastic art, architecture and its use in the environment.

The successful use of plastic art in modern architecture, which is considered a necessary part of art in the Republic of Tajikistan, was also noted.

Keywords: art, architectural environment, art, plastic art, design.

### Муқаддима

Тавре ки маълум аст, раванди рушд ва густариши фарханги халқи точик бо тахқиқи мероси фархангии мардум ба таври зич алоқаманд аст. Дар сохаи санъат ва меъморй, донистани мероси гузаштагон имкон медихад, ки ба анъанахои аслии миллй диққати махсус дода шуда, барои ошкор намудани санъати миллй ва чустучу кашфиётхои нави пластик мусоидат кунад.

Дар давраи ташаккулёбй ва рушди давлати куҳанбунёди тоҷик, ки айни замон, афзоишёбии аҳолй дар назар аст, зарурати баланд бардоштани наҳши санъати бадей-пластикй, меъморй ва истифодабарии он дар муҳит хело наҳши муҳим мебозад.

Дар тўли асрхои XX ва XI истифодабарии санъати бадей-пластикй, меъморй хело зиёд ба чашм расида, ёдгорихои монументалй сохта ба истифода дода шудаанд.

Солхои 60 — 80-ум, дар Точикистон санъати бадеии мозайка, бо меъморй алоқаи зич дошта, бо услубхои реализми сотсиалистй, модернизм ва абстрактсионизм бештар маъмул гардида буд. Ин намуди санъат муваффакиятхои кишварро дар илм, варзиш, мехнат ва дигар сохахо инъикос менамуд.

Дар хамон солхо рассоми барчастаи монументалист, Асрор Аминчонов дар санъати пластикй сахми босазоро гузошта буд. У пас аз хатми омузишгохи рассомии шахри Душанбе, омузишгохи рассомии ба номи Мухинаи шахри Ленинградро хатм намуда бо дигар рассомон аз чумла 3. Хабибуллоев, Х.Хушвахтов, Н. Ханин барои пешрафти санъати пластики ва бадей корхои зиёдеро анчом дода буданд.

Инчунин бо шарофати Асрор Аминчонов дар омузишгохи рассоми бахши ороиши кушода шуда буд. Дар барномаи таълими омузиш ва тарзи истифодаи мозайкаи сангро чори намуданд, ки истифодабарии сангхои табий дар ин намуди санъати бадей рушд кард. Тахлилу тахкикотхо нишон дод, ки хамаи он бинохои истикомати ва маъмури, ки бо мозайка ороиш дода мешуд ба зилзила тобовар боки мемонд. Бисёр бинохои бо мозайка ороишдодаро дидан мумкин аст, ки зиёда аз 50 сол гузаштааст, то хол сифати худашро гум накардааст.

Чунин санъати пластикиро бисёртар дар асархои А. Аминчонов, монументалистони сохибтачриба, рассомон аз қабили Н.Ханин, И.Рахнаев, Л.Гурчиев, Григоров ва дигарон дидан мумкин, ки техникаи мозайкаи рангаро дар асархои худ самаранок истифода бурдаанд.

Дар намои кохи «Точикистон» (холо вайрон шудааст), (Расми 3.) яке аз калонтарин паннохои мозайики гузошта шуда буд, ки дар он хаёти хушбахтонаи мардуми точик эчод гардида буд.

Дар мачмуъ тахлили васеъи таърихи имрузаю гузаштаи санъати пластикй аз тарафи мутахассисони соха омухта шуда, онро хамчун кисми зарурии санъати бадей хисобида, истифодаи онро дар меъмории муосир рохандозй намудан лозим.

### Маводхо ва усулхо

Таҳлилу таҳқиқотҳои санъати пластикии меъмории биноҳои ҷамъиятии шаҳри Душанбе нишон медиҳад, ки санъати пластикй дар меъмории шаҳр, дар эҷодиёти аслии меъморон ва ҳайкалтарошон кам ба чашм расида бо пешниҳодоти роҳҳои ҷустуҷӯи истифодаи усулҳои миллй, дар санъати меъморй ва ҳайкалтарошии муҳити шаҳр аз нав ба роҳ монда, дар меъмории шаҳр пешниҳод шуда истодааст.

Бояд қайд кард, ки дар охири солҳои 1950-ум ва 1960-ум, меъмории миллии Тоҷикистон назар ба дигар ҷумҳуриҳои собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ, бениҳоят бой буда, ороиши биноҳои ҷамъиятӣ, дар якҷоягӣ бо меъмории қадима симои пешрафта ҳисобида мешуд. Солҳои 1970, 1980 ва аввали солҳои 1990 дар меъмории шаҳри Душанбе, афзоиши мунтазами санъати пластикӣ ва меъморӣ ба назар гирифта шуда, дар он ҳамбастагии онҳо нишон дода шуда буд. Истифодабарии санъати бадеӣ-пластикӣ, дар меъмории биноҳои ҷамъиятии шаҳр, натиҷаҳои ҳубро ба даст овард.

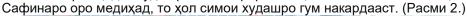
#### Доираи татбик

Барои пешрафти сохтмон ва меъморй дар шахри Душанбе, нисбати ташаккули санъати пластикй ва истифодаи он дар меъморй аз тарафи мутахассисони соҳа, меъморон, рассомон навиштачотҳо хело кам ба чашм мерасад, ки ин боиси аз байн рафтани санъати пластикй мегардад.

Бояд қайд намуд, ки истифода аз санъати пластикӣ алалхусус мозайка дар меъмории имрӯза хело кам шуда, оҳиста оҳиста аз байн рафта истодааст.

Дар солхои 70-80-уми асри гузашта рассомон бо як махорати зиёд, бо эчодиёти рангини худ санъати пластикиро истифодабарй намуда, бинохои истикоматй ва маъмуриро дар мавзўхои гуногун ва рангин бо мозайка оро медоданд. Агар онхо ин зебоиро тачассум намекарданд, мо имрўз аз ин зебой барканор монда аз офаридахои рассомон Асрор Аминчонов, Муривват Бекназаров, Юсуф Сангов, Зухур Хабибуллоев, Виктор Жаданов, Якуб Бегимов, Вафо Назаров, Валерий Чалкин, Хамрокул Шарипов, Мирзо Хикматов ва дигарон бебахра мемондем, чунки ин зебой абадист ва солхо хизмат карда, хашамату таровати худро гум намекунад.

Асари эчоднамудай рассом Асрор Аминчонов бо номи "Шашмақом", (Расми 1.), ки айни хол биной





Расми 1 — Мозайка аз сангхои табий. "Шашмақом" 1976 сол.

Расми 2 – Сафина. Душанбе.

Ин мозайкаи машхур соли 1976 аз сангхои табий сохта шудааст, ки дар ин чобачогузорй, хамбастагии мавзўи гирифта бо мавод алокамандии зич дорад. Барои эчоди ин асар Асрор Аминчонов захмати зиёд кашида, аввалан аз кўххо чамъоваррии сангхои мувофик, баъдан чо ба чо гузоштани, хар як санг мувофик бо рангаш сурат гирифта шуда буд, ки ин мехнати шабонарўзии рассом буд.

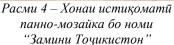
#### Натичахои тахкикот

Таҳлилу таҳқиқотҳо нишон додаанд, ки санъати пластикй яке аз намуди санъатҳоест, ки набояд аз байн бурда шавад. Мутассифона то имруз чанд биноҳои шаҳри Душанбе, ки бо ин намуди санъат оро дода шуда буданд, аз байн рафтанд ба мисоли хонаи истиқоматй дар кучаи С. Айнй бо номи "Замини Тоҷикистон"(Расми 4.), мозайкаи бинои донишгоҳи педагогй, хонаи истиқоматие, ки бо номи "Афсона" машҳур буд ва дар намои ошёнаи якуми он деворанигора бо лавҳаи ёдгории арзиши баланди маданй дошта, оро дода шуда буд, кохи "Тоҷикистон", (Расми 3.) бинои театри лухтак, асари Вафо Назаров ва Юсуф Сангов (Расми 5.) ва ғайраҳо.



Расми 3 — Мозайка бо номи "Хаёти хушбахтонаи мардуми точик" Асари Зухур Хабибуллоев







Расми 5 – Мозаика дар бинои театри лухтак. Асари Вафо Назаров ва Юсуф Сангов. Душанбе.

#### Мухокимаи натичахои тахкикот

Дар мархилахои инкишофи меъморй ва санъати пластикии шахри Душанбе тахлил карда шудааст, ки дар тули асрхо аз як шахраки хурди феодалй ба маркази асосии маъмурй, илмй, фархангй ва саноатй табдил ёфтааст.

Дар робита ба ин, дар ҳар марҳилаҳои рушди меъмории Душанбе диққати хосса ба санъати пластикй, тадбирҳои мушаххаси давлатй барои барқарорсозй ва сохтмони биноҳои истиқоматй, маъмурй ва дигар иншоотҳо диққати махсус дода шудааст.

Қайд намудан зарур аст, ки эчоди меъморй ва пластикии муосири, шахри Душанбе сохтмони биноҳои пурҳашамати бо унсурҳои миллй сохташуда, ки дар солҳои охир пайдо шуданд, инчунин тарҳрезии лоиҳаҳои наве, ки дар оянда ба нақша гирифта шудааст, тамоюлоти навтаринро дар меъмории шаҳри Душанбе муайян мекунад. Ҳамчунон шаҳри Душанбе инъикосгари чунин зебой дар меъморй буда, бо шуҳрати хоссаи худ муарифгари шаҳрҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон мебошад.

#### Хулосахо

Дар хотима қайд карда мешавад, ки рушд ва ҳамкорй бо асарҳои меъморй-бадей мучассамаофарй дар санъати пластикй ва меъмории асри X1X-XXI, ки дар ташаккули васеъи чомеаи точикон нишон дода шудааст, меъморон, ҳалкалтарошон ва рассомони точикро, на танҳо дар Шарқ балки дар чаҳони муосир шинохтанд.

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон кӯшиш ба харҷ дода мешавад, ки меъморон бисёртар ба меъмории миллӣ рӯй оваранд.

Хамаи ороишотхои бадей, мозайка ва деворанигорахое, ки имрўзхо камшумор мондаанд, хамчун ёдгоре аз таърихи бой ва рангини гузаштаи мо ба шумор мераванд.

Мутахассисони соҳаи меъморй, меъморон, рассомон ва ҳайкалтарошон барои ривоч ва рушди минбаъдаи санъати пластикй ва меъморй, дар тачрибаи чаҳони муосир барои дарёфти навгониҳо дар ин самт ҳаракат мекунанд, ки саҳми худро барои ташаккули ин намуди санъат гузоранд.

Муқарриз: Юсупов Б.Н. — профессор, ақадемиқи ақадемияи байналмиллалии меъморон, Раиси Иттифоқи меъморони Точиқистон.

#### АДАБИЁТ

- 1. Гафуров Б.Г., Цибукидис Д.И. Александр Македонский и Восток. М.: Наука, 1980. С. 244.
- 2. Воронина В.Л. Народная архитектура Северного Таджикистана. Сталинабад: Госстройиздат, 1959. С. 74.
  - 3. Воронина В.Л. Народная архитектура Северного Таджикистана, указ. соч., с.

- 4. Веселовский В.Г., Мукимов Р.С. Этапы формирования градостроительной структуры Ленинабада // Исследования по истории и культуре Ленинабада. Душанбе: Изд. «Дониш», 1987. С. 57-72.
- 5. Мукимов Р.С. История и теория таджикского градостроительства. Душанбе: Изд. ООО «Контраст», 2009. С.446-447.
- 6. Архитектура Таджикистана. <a href="https://www.tajembassy.ru/ru/ob-yavleniya/37-arkhitektura-tadzhikistana">https://www.tajembassy.ru/ru/ob-yavleniya/37-arkhitektura-tadzhikistana</a>;

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN			
Эмомова ФирузаЁфтуллоевна	Эмомова ФирузаЁфтуллоевна	Emomova FiruzaEftulloevna			
номзади меъморй, и.в. дотсенти	кандидат. архитектуры., и.о.	candidate of architecture, lector			
кафедраи "ДММваТ",	доцент, кафедры "ДАСи Р"	of the AD			
Донишгохи Техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University			
ба номи ак. М.С. Осимй	университета им. академика М.С.	named after Academician			
	Осими	M.S.Osimi			
e-mail: miss.imomova@mail.ru					
TJ	RU	EN			
ТЈ Рачабов Н.У.	RU Раджабов Н.У.	EN Rajabov N.U.			
	110	221,			
Рачабов Н.У.	Раджабов Н.У.	Rajabov N.U.			
Рачабов Н.У. Хатмкунандаи Донишгохи Техникии	Раджабов Н.У. Выпускник Таджикского	Rajabov N.U.  Graduate of the Tajik Technical			
Рачабов Н.У. Хатмкунандаи Донишгохи Техникии Точикистон ба номи ак. М.С. Осими	Раджабов Н.У. Выпускник Таджикского технического университета им.	Rajabov N.U. Graduate of the Tajik Technical University named after			
Рачабов Н.У.  Хатмкунандаи Донишгохи Техникии Точикистон ба номи ак. М.С. Осимй бо ихтисоси 1-270101-17-	Раджабов Н.У. Выпускник Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими, по	Rajabov N.U. Graduate of the Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi,			

ТДУ 691:502.17

#### ЛОИХАКАШИИ БИНОХОИ ЭНЕРГИЯСАМАРАНОК БО ДЕВОРХО АЗ МАСОЛЕХХОИ ТАБИЙ

#### П.С. Хучаев, Ч.Х. Саидзода, Ч.Ш. Ғанизода, Д.Ғ. Сафарзода

Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С.Осимй

Дар маколаи бартарихои лоихакашй ва иморатсозй бо истифодаи деворхо аз хиштхои гилкохй дар дехотчойхо, аз нуктаи назари гармотехникй ва иктисодй мавриди баррасиву тахлил карор дода шудааст. Деворхои борбардори бинохои гилкохй дорои хусусиятхои бехтарини гармимухофихй буда, истифодаи онхо имкон медихад, ки харочоти энергияро барои гармкунии онхо дар фасли сармо кам намоем. Ғайр аз ин, бунёди бинои гилкохй сарфи нихоят ками энергия ва масолеххоро, нисбати бинохои аз масолеххои анъанавй сохташаванда таъмин менамояд ва дар натича бартарии иктисодиро ба вучуд меорад.

**Калидвожахо:** гил, кох, газобетон, энергиясамаранокй, нишондиханда, хусусият, муқовимати гармигузаронй, гармиустуворй, арзиш, хисоб, сарфакорй.

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ СО СТЕНАМИ ИЗ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### П.С. Хужаев, Дж.Х. Саидзода, Дж.Ш. Ганизода, Д.Г. Сафарзода

В статье рассматриваются преимущества глино-гилкохного домостроения в сельской местности с теплотехнической и экономической точек зрения. Несущая стена глиноглиногилкохного обладает хорошими теплоизоляционными свойствами, что позволяет снизить расходы на отопление в холодные периоды. Кроме того, строительство глиногилкохного требует меньше энергии и материалов, чем строительство дома из традиционных материалов, что также позволяет экономить.

**Ключевые слова:** глиносаман, газобетон, энергоэффективность, показатель, особенности, сопротивление теплоотдаче, теплоустойчивость, стоимость, расчет, экономия.

### DESIGNING ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS WITH WALLS MADE FROM NATURAL MATERIALS

#### P.S. Khuzhaev, J.H. Saidzoda, J.Sh. Ganizoda, D.G. Safarzoda

The article discusses the advantages of adobe housing construction in the suburbs from the thermal and economic side. The study showed that an adobe house has a number of advantages both from a thermal and economic point of view. The load-bearing wall of an adobe house has good thermal insulation properties, which reduces heating costs during cold periods. In addition, the construction of an adobe house requires less energy and materials than building a house from traditional materials, which also allows you to save money.

Keywords: adobe, aerated concrete, energy efficiency, indicator, features, heat transfer resistance, heat resistance, cost, calculation, economy.

#### Муқаддима

Лоиҳакашӣ ва сохтани биноҳои хусусӣ - бе истифодаи техникаи гаронбаҳо ва ба кор қабул кардани коргарон, метавонад на танҳо ба ҷузъи иқтисодӣ, балки ба хоҳиши сармоягузорӣ кардани як қисми худ ба ҳар як ҷузъиёти фазои зисти ояндаи худ вобаста бошад. Қобилияти мустақилона идора кардани раванди сохтмон, интихоби мавод, тарроҳӣ ва мусоид будани ҳуҷраҳоба шумо имкон медиҳад, ки ҷои беназир ва бароҳат барои истиқомат эҷод кунед.

Таҳлили муқоисавии хусусиятҳои гармидиҳии девори борбардори гилкоҳй ва девори дигар нишон дод, ки бинои аз гилкоҳ сохташуда ба гармй тобовартар буда, барои нигоҳ доштани ҳарорати бароҳат дар дохили бино энергияи камтарро талаб мекунад.

Арзёбии иқтисодии харочоти сохтмон ва истифодабарй нишон дод, ки бинохо бо деворхои гилкохй нисбат ба бинои аз маводи дигар сохташуда харочоти камтари истифодабарй ва арзиши умумии сохтмонро дорад. Хамин тариқ, бинои гилкохй аз чихати иқтисодй самаранок ва арзонтар мебошад

Дар мачмуъ, тадкикот имкон дод, ки бинои гилкохиро аз чихати хусусиятхои гармидихй ва самаранокии иктисодй муфидтарин муайян гардад. Ин максаднокии истифодаи онхоро дар дехотчойхо, барои кам кардани харочоти гармидихй ва нигохдории бинохои истикоматй тасдик мекунад.

Раванди мазкур на танҳо имкон медиҳад, ки на танҳо дар дараи сохтмон сарфакори намоем, балки бо бино робитаи махсус ба миён ояд, зеро ҳар як гуша бо саъю кушиши шахсй ва ғамҳорй дар бораи ҳар як чузъиёт пур мешавад. Он инчунин ба рушди малакаи бинокорй мусоидат карда, метавонад дар оянда ҳангоми ободонй ва таъмири манзил муфид бошад.

Аз ин рӯ, сохтани бинои хусусӣ бо қувваи худ метавонад на танҳо аз ҷиҳати иқтисодӣ ва амалан фоидаовар бошад, балки аз сохтани гӯшаи беназири худ дар рӯи замин лаззат ва қаноатмандии зиед ба бор орад [1-11].

**Гилкох** як маводи қадимй ва муассир барои сохтани бинохост, ки дар фархангу даврахои гуногун васеъ истифода мешуд. Манфиатҳои он тозагии экологй, хосиятҳои хуби гармимуҳофизй, мавҷудияти ашёи хоми сохтмонй ва осонии коркарду ороиши биноро дар бар мегиранд.

Истифодаи гилу кох барои сохтани бинохо ба мо имкон медихад, ки бо харочоти камтарин фазои мусоид ва барохати истикоматй эчод намоем. Ин мавод дорои гармй- ва садомухофизии хуб буда, бинохои аз гилкох сохташударо дар хама фаслхои сол барохат нигох медорад. Ғайр аз он, деворхои гилкох устувории зарурй доранд ва метавонанд солхои дароз бидуни аз даст додани сифатхои худ хизмат кунанд.

Истехсоли гилкох истифодаи чузъхои табииро талаб мекунад, ки онро аз чихати экологи тоза ва барои саломатии инсон бехатар мегардонад. Бо сабаби нарми ва чандирии худ, гилкох ба рахнахо ва деформатсияхо тобовар буда, имкон медихад, ки бинохои аз ин мавод сохташуда, хатто дар хокхои начандон устувори асос бунёд карда шаванд.

Хамаи манфиатхои дар боло зикршуда гилкохро барои сохтани бинохо чолиб буда, он дорои хусусиятхои зерин мебошад:

- 1. Садомухофизū: Гилкох дорои хосиятхои хубтарини садомухофизй мебошад, ки ба мухити ором дар дохили хучрахои бино мусоидат мекунад. Садомухофизии зарурй сокинонро аз садои зиёдатй аз берун мухофизат гардонида, сифати зиндагиро бехтар мекунад.
- 2. **Шамолмуҳофизū:** Деворҳои аз гилкоҳ сохташуда муҳофизати боэътимодро аз шамол таъмин карда, аз ворид шудани ҳавои хунук ба ҳуҷра пешгирӣ мекунанд. Ин барои гарм нигоҳ доштани бино ва кам кардани ҳароҷоти гармидиҳӣ кӯмак мекунад.
- 3. Имконияти эчоди шаклхои гуногуни тархй: Бо сабаби чандирй ва осонии коркард, гилкох имкон медихад, ки бинохои шаклхои тархии гуногун, аз чумла бо деворхои мудаввар сохта шаванд. Ин на танхо ба бино намуди беназир ва асли медихад, балки инчунин барои пешгири кардани талафоти назарраси гарми ва конденсатсия дар кунчхо сабаб мешавад.

Истифодаи гилкох барои сохтмон имкон медихад, ки бинохои барохат ва каммасрафро бо хосиятхои бехтарини садо- ва гармимухофизй ба даст оварда, онро барои шахсоне, ки барохатй ва тозагии экологиро дар манзили худ қадр мекунанд, интихоби чолиб месозад [2-9].

Хангоми мукоисаи сохтмони бино аз гилкох ва аз блокхои гузубетони, як катор меъерхои асоси, аз кабили эътимодноки, сарфакори, устувори, барохати ва ғайра бояд ба назар гирифта шаванд.

- 1. **Эътимоднок** тарду мавод, гилкох ва газбетони метавонанд барои сохтани бинохо хангоми гузоштан ва коркарди дуруст боэътимод бошанд. Аммо, блокхои газубетони одатан мустахкамтар мебошанд, ки онхоро ба таъсири омилхои беруна тобовартар мекунад.
- 2. **Иқтисодиёт:** Бинохои гилкохӣ метавонад аз чиҳати харочоти ашёи хом сарфакортар бошад, зеро барои сохтани он истифодаи маводи дастрас ва арзон лозим аст. Аммо, арзиши сохтмони бино аз блокҳои газбетонӣ метавонад пешгӯишаванда ва устувортар бошад.
- **3.** Пурдошти: Блокхои газбетонй устувории хуб доранд ва метавонанд солхои дароз бидуни аз даст додани сифатхои худ хидмат кунанд. Деворхои гилкохй, сарфи назар аз устувории худ, нигохубин ва нигохдории бештарро талаб мекунанд.
- **4. Бехдошти:** Харду мавод дорои хосиятхои хуби гарминигохдорй мебошанд, ки барохатии зиндагиро метавонад таъмин намоянд. Аммо, гилкох инчунин хоситяти садомухофизии хубтарро доро мебошад, ки метавонад мухити оромтар ва барохатро ба вучуд орад.

Хангоми интихоби байни бинохои гилкохи ва газбетонй, афзалиятхо ва бартарихо, инчунин талаботи асосии сохтмонро ба назар гирифтан лозим аст. Харду мавод бартарй ва нуксонхои худро дошта, интихоби онхо аз шароитхои мушахас ва талаботи фармоишгар вобаста мебошад.

Барои муқоисаи гилкоху блокхои газбетонй аз руи талаботи энергетикй, тобоварии гарми ва нишондихандахои иктисодй, хисобхо барои муқовимат ба интиколи гарми ва тобоварии гармии харду

мавод, инчунин баходихии иктисодии харочоти сохтмон ва истифодабари зарур мебошад.







Pасми 1 - Cохmмони бинохо аз хишmхои гилкох $\bar{u}$  ва газоблокхо

Барои хисоб кардани гармигузаронии деворхо ва хисоб кардани муковимати интиколи гармй бояд хусусиятхои гармидихии хар як мавод (гилкох ва блокхои газбетонй) ва инчунин ғафсии деворхоро ба назар гирифта шавад.

Барои арзёбии харочоти иктисодй, арзиши мавод ва харочоти мехнат барои сохтмони хар як намуди бино, инчунин харочоти гармкунй/кондитсионеронй дар давоми сол бояд ба назар гирифта шавад. Бо назардошти параметрхои зикршуда, муайян кардан мумкин аст, ки кадом варианти сохтмон (бино аз

гилкох ё аз блокхои газбетонй сохташуда) аз чихати иктисодй самараноктар ва ба талафоти гармй тобовар хохад буд [4-8].

Чадвали 1 – Хусусиятхои асосии хисобкунии маводхои баррасишаванда дар шароити нохияи Рашт

	menjami i wiiii								
№	Нишондиханда	Ишора	Вохиди ченак	Мал Гилкох	олех Газубетон				
1.	<b>Гафсии</b> девор	δ	M	0.5	0.5				
2.	Коэффисиенти гармигузаронй	λ	Вт/м <sup>0</sup> С	0.18	0.22				
3.	Харорати хавои дохила	$t_{\scriptscriptstyle \mathrm{B}}$	<sup>0</sup> C	2	0				
4.	Харорати хавои беруна	$t_{\scriptscriptstyle \mathrm{H}}$	<sup>0</sup> C	2.	5.				
5.	Харорати давраи гармкунй	t <sub>от.пр.</sub>	$^{0}\mathrm{C}$	1,6					
6.	Давомнокии давраи гармкунй	$Z_{\text{от.пр}}$	Шабонарўзи	147					
7.	Коэффисиенти фурубарии радиатсияи офтоб	ρ	б/р	0,5	0,7				
8.	Коэффисиенти хисобии гармиазхудкунй	S	$Bm/M^2$	3,89 3,36					
9.	Коэффисиенти гармидихии сатхи дохила	$\alpha_{\scriptscriptstyle \mathrm{B}}$	Вт/м <sup>20</sup> С	8,7					
10.	Коэффисиенти гармидихии сатхи беруна	$\alpha_{\scriptscriptstyle \mathrm{H}}$	Вт/м <sup>20</sup> С	23					

Барои гузаронидани хисобхо оид ба муқовимат ба интиқоли гармй ва муқовимат ба гармй, инчунин баходихии иқтисодии бино аз гилкох ва аз блокхои газбетонй дар шароити нохияи Рашт, маълумоти дар чадвали 1 овардашударо мувофиқи меъёрхо ва стандартхои дахлдори сохтмон ба назар гирифтан лозим аст.

Барои блокҳои газбетонӣ, ки дар пайвасткунаки сементӣ қабул шудаанд, бояд маълумот аз МҚС ҶТ 23.02-2009 [9] истифода шавад, ки хусусиятҳои гармидиҳии ин маводро ба назар мегиранд.

Барои гилкох, маълумоти тадқиқотй оид ба ГОСТ [11], ки дар манбаъ оварда шудааст, метавонад барои хисобхо бо назардошти хусусиятхои ин мавод ва хосиятхои гармимухофизии он истифода шавад.

Шароити истифода дар нохияи Рашт (шароити иклимй, тағйирёбии ҳарорат ва ғайра) инчунин ҳангоми арзебии параметрҳои гармидиҳй ва самаранокии иктисодии интихоби яке аз вариантҳои сохтмон бояд ба назар гирифта шавад.

Дар асоси ҳамаи ин маълумот ва ҳисобҳо, муайян кардан мумкин аст, ки кадом варианти бино (гилкоҳй ё аз блокҳои газбетонй) аз ҷиҳати ҳифзи гармй, устувории гармй ва хароҷоти иқтисодй дар шароити мушаххаси Рашт оптималй хоҳад буд.

#### **Хисоби муқовимати гармигузарон**ū.

Муқовимати гармигузаронй *R. м*<sup>2</sup> °*C/Вт*, бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

Барои деворхои газобетонй:

$$R_{\text{ras.6.}} = \frac{\delta_r}{\lambda_r} = \frac{0.5}{0.22} = 2.27 \text{ m}^2 \text{ °C/Bt},$$

Барои деворхои гилкохй:

$$R_{\text{гилкох}} = \frac{\delta_{\text{гилкох}}}{\lambda_{\text{гилкох}}} = \frac{0.5}{0.18} = 278 \text{ м}^2 \text{ °C/Bm},$$

Барои муайян кардани муқовимати зарурии интиқоли гармӣ барои таъмини сарфаи энергия, бояд андозаи дараҷа-рӯзи давраи гармидиҳӣ (ДРДГ) - ро ҳисоб кард.

ДРДГ аз рўи формулаи:

$$\Pi P \Pi \Gamma = \Sigma (t_{\text{пох}} - t_{\text{миёна}}) \cdot Z_{\partial gg \, GOZ} = \Sigma (20\text{-}1.6) \cdot 147 = 2705 \, ^{\circ}\text{С·ш/р}$$

дар ин чо:  $t_{\mathit{бер}}$  - ҳарорати миенаи ҳавои беруна дар давраи гармидиҳ $\bar{\mathsf{u}}$ ;

 $t_{\text{дох}}$  - ҳарорати дохилии меъёрй (одатан баробар қабул карда мешавад +20°С);

Z<sub>дав.сол.</sub> - давомнокии давраи гармидиҳӣ (дар як шабонарӯз).

Пас аз ҳисоб кардани бузургии ДРДГ, муқовимати зарурии интиқоли гармиро муайян кардан мумкин аст, ки аз майдони сохторҳои берунии муҳофизатии бино, коэффитсиенти гармидиҳии маводҳо, ғафсии онҳо ва дигар параметрҳо вобаста хоҳад буд.

Баъди гузаронидани ҳамаи ҳисобҳои зарурӣ, метавон хулоса кард, ки барои таъмини сарфаи энергия дар шароити Рашт кадом муқовимати интиқоли гармӣ талаб карда мешавад ва муайян кард, ки кадом варианти сохтмон (бинои гилкоҳӣ ё аз блокҳои газбетонӣ сохташуда) аз ҷиҳати сарфаи энергия самараноктар хоҳад буд.

Дар ҳолати ДРДГ = 2705 °С $\cdot$ ш/р будан  $R_o^{\rm TP}$  –ро бо роҳи интерполятсия аз ҷадвали 3-юми СП муайян мекунем [7-11]:

$$R_0^{\rm Tp} = 0.86 \, M^2 \, {}^{o}C/Bm$$

Агар мо ғафсии деворро 50 см қабул кунем, мо метавонем арзёбй намоем, ки оё аз ҳисоби зиёд кардани ғафсии девор бе муҳофизати иловагй кор кунем.

Барои блокҳои газбетонӣ бо коэффитсиенти гармидиҳӣ λ=0,15 Вт/(м·°С), ғафсии 50 см муқовимати интиқоли гармиро таъмин мегардад, аммо ин метавонад барои иҷрои талаботи сарфаи энергия кофӣ набошад.

Барои гилкох, ки коэффитсиенти гармидихии он камтар аст, зиёд кардани ғафсии девор то 50 см низ метавонад барои таъмини гарми мухофизии зарурй кофй набошад.

Барои хисобкунии дакик, бояд хисобхои муфассали гармидихй гузаронида шаванд, ки хамаи параметрхои масолехи сохтмонй ва сохторхо, шароити иклим ва ғайраро ба назар мегиранд.

Хамин тарик, тавсия дода мешавад, ки барои муайян кардани ғафсии оптималии деворхо ва зарурати истифодаи изолятсия барои таъмини сарфаи энергия дар шароити мушаххаси Рашт бо истифода аз барномахои махсус ҳисобҳои гармимуҳофизӣ гузаронида шаванд ё ба мутахассисони соҳаи сохтмон ва муроҷиат намоем.

Барои девори газбетонй:

$$R_{ca3.6.} = \frac{\delta_{\rm r}}{\lambda_{\rm r}} = \frac{0.5}{0.22} = 2,27 \,\text{m}^2 \,^{\circ} \text{C/Bm},$$

Барои девори гилкоҳй:

$$R_{\text{гилкох}} = \frac{\delta_{\text{гилкох}}}{\lambda_{\text{гилкох}}} = \frac{0.5}{0.18} = 2,77 \text{ m}^2 \text{ °C/Bm},$$

Мувофики маълумоти гирифташуда, девори гилкохии 50 см ғафсй дошта метавонад талаботи энергетикиро бидуни илова кардани изолятсияи иловагй қонеъ гардонад. Ин ба коэффитсиенти пасти интиколи гармии мавод ва изолятсияи хуби гармии сохторхои гилкохй вобаста аст [1-7].

Аз тарафи дигар, девори газбетонии зичии миёна, бо вучуди он, ки дар байни масолехи сохтмонии муосир изолятсияи нисбатан хуби гармй дорад, метавонад ба талаботи муковимати интиколи гармй дар ғафсии 50 см тоб наорад ва барои таъмини сарфаи энергия дар чунин девор шояд илова кардани изолятсия е истифодаи дигар технологияхои гармимухофизй зарур бошад.

Хамин тариқ, дар ин ҳолат, девори аз гилкоҳ сохташуда метавонад аз ҷиҳати нигоҳ доштани гармй ва сарфаи энергия ҳалли муассиртар бошад, дар ҳоле ки девори аз газбетон сохташуда метавонад барои беҳтар кардани гармимуҳофизй чораҳои иловагй талаб кунад.

#### Хисоб барои муковимат ба гармй

Мақсади ҳисоб барои муқовимат ба гармӣ аз он биорат аст, ки амплитудаи ҳисобшудаи тағйиребии ҳарорати сатҳи дохилии деворро муайян намоем, ки он бевосита ба суръат ва шиддати тағйиребии ҳарорати ҳуҷра таъсир мерасонад.

Барои ичрои хисоби гармиустувории девор параметрхои зеринро ба назар гирифтан лозим аст:

- 1. Хусусиятҳои гармидиҳии масолеҳи сохтмонй: коэффитсиенти гармидиҳии мавод, зичй, гармиғунҷоиш ва хосиятҳои дигари физикй.
- 2. Ғафсии девор ва хусусиятҳои сохтории он (мавҷудияти изолятсия, фосилаҳои вентилятсия ва ғайра).
- 3. Шароити иқлими минтақа ва омилҳои муҳити беруна, аз ҷумла ҳарорати ҳавои атроф, намӣ, суръати шамол ва ғайра.
  - 4. Холати харорати дарунй, гармидихй аз тачхизоти гармидихй ва ғайра.
- 5. Талаботи меъёру қоидахои сохтмон барои гармимухофизй ва гармимухофии бинохо дарминтақаи мушаххас.

Пас аз ба назар гирифтани ҳамаи омилҳои номбаршуда, шумо метавонед муҳовимати гармии деворро ҳисоб карда, амплитудаи тахминии тағйиребии ҳарорати сатҳи дохилиро муайян ва арзеби намоед, ки девор то чи андоза гармии хонаро самаранок нигоҳ медорад.

Амплитудаи ҳисобшудаи тағиребии ҳарорати сатҳи дохилии конструксияи иҳотавӣ,  $A_{rs}$ ,  ${}^{\circ}$ С бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$A_{\tau_B} = \frac{A_{\tau_B}^{\text{XMC}}}{\nu} \tag{1}$$

дар ин чо: и- андозаи хомушшавии амплитудаи хисобшудаи тағйиребии харорати хавои беруна дар конструксияи ихотавй мувофики б. 6.4 КС(СП) [10];

Барои хисоб кардани андозаи хомушшавии амплитудаи хисобшудаи тағйиребии харорати хавои беруна дар конструксияи ихотавй мувофики банди 6.4 КС (СП) (коидаи сохтмонй) ба банди зикршудаи хуччати мазкур назар кардан лозим аст. Дар ин банд, бояд усулхо ва формулахо барои хисоб кардани андозаи пастшавй нишон дода шаванд.

ҚС (СП) ё дигар қоидахои сохтмон одатан дастурхо ва формулахои заруриро барои хисоббаробаркунй дар бар мегиранд. Аз ин рў, барои дуруст ичро кардани хисобкунии микдори камшавй, бояд ба банди дахлдори хуччати меъёрии зикршуда мурочиат кунед.

Барои муайян кардани амплитудаи хисобии лаппишхо  $A_{\tau_B}^{\text{хис}}$  харорати сатхи дохилии конструксияи ихотавй формулаи зеринро истифода мебарад:

$$A_{\text{TB}}^{\text{XMC}} = 0.5 \cdot A_{tn} \frac{\rho(l_{max} - l_{min})}{a_n} \tag{2}$$

дар ин чо:  $A_{tn}$ - амплитудаи максималии тағйиребии ҳарорати ҳавои беруна дар моҳи июл, ${}^{\circ}$ С, аз ҷадвали 11.1\* СП [7] гирифта мешавад;

Барои девори газбетонй:

$$A_{\text{TB}}^{\text{XMC}} = 0.5 \cdot A_{tn} \frac{\rho(l_{max} - l_{min})}{a_n} = 29,15 \, {}^{o}C$$

Барои девори гилкохй:

$$A_{TB}^{XMC} = 0.5 \cdot A_{tn} \frac{\rho(l_{max} - l_{min})}{a_n} = 24,03 \, {}^{\circ}C$$

Андозаи хомушшавии амплитудаи хисобии тағйирёбии харорати хавои беруна дар конструксияи ихотавй у аз рўи формулаи

$$v = 0.9e^{\frac{\sum D}{\sqrt{2}}} * \frac{(s_1 + \alpha_s)(s_2 + Y_1)...(s_n + Y_{n-1})(\alpha_n + Y_n)}{(s_1 + Y_1)(s_2 + Y_2)...(s_n + Y_n)\alpha_n}$$
(3)

дар ин чо: D – инерсияи гармии конструксияи ихотавй;

 $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$  – коэффитсиентҳои гармидиҳии сатҳи берунии ҳабатҳои алоҳидаи конструксияи иҳотавӣ,  $BT/(M^2 \cdot oC)$ ;

Барои муайян кардани коэффитсиентхои гармидихии сатхи берунии конструксияи ихотавй У,  $BT/(m^2 \cdot oC)$ , инерсияи гармиро (D) пешакй бо формулаи зерин муайян кардан лозим аст:

$$D_i = R_i * S_i \tag{4}$$

Инерсияи гармй: барои газбетон

$$D_{cas} = R_{cas.} * S_{cas.} = 7.36, D_c = R_c * S_c = 10.81$$

Пас аз муайян кардани инерсияи гармии девор, ин маълумотро барои хисоб кардани коэффитсиентхои гармидихии сатхи берунии сохтори девор истифода бурдан мумкин аст.

Коэффитсиенти гармидихии сатхи берунии қабат Y, Bт/(м2·оС), бо инерсияи гармй *D*≥1 бояд ба коэффитсиенти хисобии гармидихй (s) маводи ин қабати сохтор баробар қабул карда шавад. Дар холати эл харду мавод  $D \ge 1$ . Барои девори газбетонй: V=423.7  $A_{TB} = \frac{A_{TB}^{XHC}}{v} = \frac{29.15}{422.7} = 0.069 \quad ^{O}C$ мо барои ҳарду мавод  $D \ge 1$ .

$$A\tau e = \frac{A_{TB}^{XHC}}{v} = \frac{29.15}{422.7} = 0.069 \, ^{O}C$$

$$A_{T6} = \frac{A_{TB}^{XMC}}{v} = \frac{24.02}{3467.07} = 0.0069 \quad ^{o}C$$

Аз натичахои бадастомада маълум мегардад, ки бинои девори гилкохй нисбат ба газбетонй ба гармй тобовартар аст (такрибан 10 маротиба). Деворхои гилкохй инерсияи гармии баланд доранд, зеро мавод зичии нисбатан хурд ва гармиғунчоиши мутлақи баланд дорад. Аз ин сабаб, деворхои гилкохй гармимухофизии хуб дошта, харорати биноро устувортар нигох медоранд. Дар холе ки девори газбетонй, гарчанде ки маводи сабук аст, инерсияи пасти гармй дорад ва дар нигох доштани гармй камтар самаранок аст.

Аз ин рӯ, биное, ки аз деворҳои гилкоҳӣ сохта шудааст, ба гармӣ тобовартар хоҳад буд ва метавонад шароити бароҳати зистро дар он таъмин кунад.

#### Арзебии иктисоди

Дар асоси маълумоти пешниходшуда, метавон хулоса кард, ки бинои аз гилкох сохташуда дар мукоиса бо бинои аз блокхои газбетон сохташуда дар мархилаи сохтмон як катор бартарихо дорад.

Афзалияти аввал дар он аст, ки хокро, ки дар чои сохтмон пайдо кардан мумкин аст ё бо пардохти нисбатан кам ҳамчун маводи асосии сохтмонй барои бинои аз гилкоҳ сохташуда оварда мешавад, истифода бурдан мумкин аст. Ин харочоти маводро дар муқоиса бо хариди блокҳои газбетонй ба таври назаррас коҳиш медиҳад.

Афзалияти дуюм бо гармимухофизй алоқаманд аст. Бинои аз хиштхои гилқох сохташуда нисбат ба бинои аз блокҳои газбетон сохташуда ба таври назаррас камтар гармимуҳофизиро талаб мекунад. Бо ғафсии девор 50 см, ҳатто кори гармимуҳофизии иловагӣ барои бинои аз гилкоҳ сохташуда талаб карда нашуда, ин ҳам имкон медиҳад, ки мавод ва меҳнатро сарфа намоем.

Аз маълумоти пешниходшуда маълум мешавад, ки бинои аз гилкох сохташуда нисбат ба бинои газбетонй бартарихои назарраси гармимухофизй дорад. Хисоби дуюм нишон дод, ки бинои деворхои гилкохидошта аз чихати тобоварии гармй аз бинои газбетонй кариб 10 маротиба зиёдтар аст. Ин аз он шаходат медихад, ки бинои гилкохй дар нигох доштани гармй самараноктар хохад буд, ки дар нихоят ба сарфаи назарраси харочоти гармидихй дар зимистон ва кондитсионеронй дар тобистон оварда мерасонад.

#### Хулоса

Хулоса, истифодаи маводи табий ба монанди гилкох хангоми сохтани бинои энергииясамаранок як қатор манфиатҳои экологй дорад. Аввалан, чунин маводҳо ҳангоми истеҳсол ва истифода сатҳи пасти партовҳои зараровар дошта, ба коҳиш додани таъсири манфй ба муҳити зист мусоидат мекунанд. Ғайр аз он, маводҳои табий қобилияти баланди гармимуҳофизй доранд, ки барои гармидиҳй ва кондитсионеронй самараноктар мебошад.

Дар айни замон, сохтани бинои энергиясамаранок аз маводи табий, аз қабили гилкох, ба талаботи муосири рушди устувор чавобгў буда, ба ҳифзи захираҳои табий мусоидат мекунад. Аз ин рў, ҳангоми интихоби мавод ва технология барои сохтмони биноҳои истиқоматй чанбаҳо ва афзалиятҳои экологиро ба назар гирифтан мухим мебошад.

Хамин тариқ, интихоби гилкох метавонад на танхо шароити барохати зистро таъмин кунад, балки дар давраи истифодабарии дурнамо ба сарфаи назарраси харочот оварда расонад.

Муқарриз: Қурбонов Н.Б. — н.и.т., досент, муовини диреқтори Институти масъалақои об, гидроэнергетиқа ва экологияи АМИП оид ба илм.

#### Адабиёт

- 1. Ливчак В.И., Забегин А.Д. Преодоление разрыва между политикой энергосбережения и реальной экономией энергоресурсов // Энергосбережение. 2011. № 4.
- 2. Шокиров Р.М., Каримов Н.М., Мухибуллоев Н.М. Повышение теплозащитных качеств наружных стен зданий из легких блоков (на примере Таджикистана) // Политехнический вестник. Серия: инженерные исследования. Душанбе, 2020. №. 3, С. 133-138.
- 3. Хужаев П.С., Сулаймонов А.А., Поччоев М.М., Сулаймонов З.А.- Снижение энергопотребетелия здания путем применеия теплоизоляционных материалов.-// Вестник Таджикского технического университета. –Душанбе, 2015. -№2(30). С.122-127
- 4. Поччоев М.М., Хужаев П.С. Анализ теплозащитных свойств наружных ограждений сельских жилых зданий. // Вестник Таджикского технического университета. Политехнический вестник –серия; Инженерные исследование Душанбе, 2019. -№4(48). С.140 -144
- 5. Шокиров Р.М Повышение энергоэффективности зданий в Республике Таджикистан //Инженерный вестник Дона, №3, С.87 (2022) ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2022/7505
- 6. Хужаев П.С. Омилҳои паст шудани хусусиятҳои гармимуҳофизӣ ва баланд бардоштани характеристикаи гармимуҳофизии қабатҳои иҳотавии бино. // ВЕСТНИК. Таджикского Национального Университета. Серия геологических и технических наук 2023. №1 ISSN 2664-1534 С.167-177 2023.
- 7. Хужаев П.С., Исматуллозода Дж. И., Хасанов Ф.Н. Энергоэффективные стеновые ограждения зданий с высокими теплозащитными характеристиками // Научный журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии национальной академии наук Таджикистана. Том 3. Стр 109-118 Душанбе

- 8. СНиП ІІ-3-79\* (98) "Строительная теплотехника"
- 9. МҚС ЧТ 23.02-2021 Гамимуҳофизии биноҳо
- 10. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий
- 11. ГОСТ 30244—94 или ГОСТ Р 57270-2016 Материалы строительные.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN						
Хучаев Парвиз Сайдғуфронович	Хужаев Парвиз Сайдгуфронович	Khuzhaev Parviz Saidgufronovich						
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Ph.D., Associate Professor						
ДТТ ба номи ак. М.С.Осимй	ТТУ имени ак. М.С.Осими	TTU named after ak. M.S.Oshimi						
Сохтмон ва меъморй	Строительство и архитектура	Construction and architecture						
	e-mail: parviz0774@inbox.ru							
TJ	RU	EN						
Саидзода Цамшед Хамро	Саидзода Джамшед Хамро	Saidzoda Jamshed Hamro						
д.и.т., и.в. проф.	докт. техн. наук, и.о.проф.	doc. tech. Sciences, Acting prof.						
Сохтмон ва меъморй	Строительство и архитектура	Construction and architecture						
	e-mail: jamshed@mail.ru							
TJ	RU	EN						
<b>F</b> анизода <b>Ч</b> амшед Шучоъ	Ганизода Джамшед Шуджо	Ganizoda Jamshed Shujo						
номз. меъморй, профессор	канд. архитектуры,	Ph.D. architecture,						
	профессор	Professor						
Сохтмон ва меъморй	Строительство и архитектура	Construction and architecture						
	e-mail: ganizodaJ@mail.ru							
TJ	RU	EN						
Сафарзода Дилшод Ғанӣ	Сафарзода Дилшод Ганй	Safarzoda Dilshod Gani						
унвонҷӯй	соискатель	applicant						
Сохтмон ва меъморй	Строительство и архитектура	Construction and architecture						
	e-mail: kapitelh@mail.ru							

ТДУ: 72.725

### ОМИЛХОИ ТАЪИНОТИИ ТАШКИЛИ МУХИТИ ДОХИЛАИ МУАССИСАХОИ МАХСУСИ ТАВОНБАХШЙ

#### Ч.Х. Саидзода, Ч.Ш. Ғанизода, Д.Ғ. Сафарзода

Мақола ба омузиш ва таҳлили омилҳои таъинотй, ба монанди ҳарорат, рутубат, ҳаракат ва фишор, таркиби кимиёвию бактериологй, ҳолатҳои радиоактивию электрикии ҳаво, ки ба ҳалати муҳити ҳавои дохилаи маҷмааҳои иҷтимой барои шаҳсони маҳдудҳаракат таъсир мерасонад баҳшида шудааст.

**Калидвожахо:** ҳарорат, рутубат, ҳаракат ва фишор, таркиби кимиёвию бактериологй, ҳолатҳои радиоактивию электрикии ҳаво.

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

#### Дж.Х. Саидзода, Дж.Ш. Ганизода, Д.Г. Сафарзода

Статья посвящена изучению и анализу функциональных факторов, как температура, влажность, подвижность и давление, химический и бактериальный состав, электрическое и радиоактивное состояние воздуха, влияющих на состояние внутренней воздушной среды социальных комплексов для людей с ограниченной функциональной возможностью.

**Ключевые слова:** температура, влажность, подвижность и давление, химический и бактериальный состав, электрическое и радиоактивное состояние воздуха.

### FUNCTIONAL FACTORS FORMATION OF THE INTERNAL ENVIRONMENT OF SPECIAL REHABILITATION INSTITUTIONS

#### J.H. Saidzoda, J.S. Ganizoda, D.G. Safarzoda

The article is devoted to the study and analysis of functional factors, such as temperature, humidity, mobility and pressure, chemical and bacterial composition, electrical and radioactive air condition, affecting the state of the internal air of social complexes for people with limited functional capacity.

Key words: temperature, humidity, mobility and pressure, chemical and bacterial composition, electric and radioactive air condition.

Тадқиқотҳои солҳои гуногун, ки аз ҷониби гигиенистони рус, пеш аз ҳама, кормандони маркази илмй-таҳқиқотии саломатии наврасону кӯдакон Вазорати Тандурустии Русия (МИТ СНК) гузаронида шуданд, нишон доданд, ки муддати тӯлонй дар фазои маҳдуди дохилаи биноҳои таълимй-табобатй будани кӯдакон, ба тағйирёбии хосиятҳои ҳаво, аз даст додани сифатҳои ҳаётан муҳими он ва афзоиши натиҷаҳои номатлуб оварда мерасонад. Ин дар навбати худ ба паст шудани қобилияти корй ва муқовимати бадани кӯдакон ба бемориҳо оварда мерасонад.

Мувофиқи маълумоти 3.П. Громова қобилияти кории (дақиқй ва суръати) хонандагон дар ҳуҷраи ҳуб ҳавоивазшаванда дар тӯли тамоми рӯзи таҳсил нисбат ба кӯдаконе, ки дар синфи ҳавояш ивазнашаванда машғул буданд, 1,5-2 маротиба зиёдтар мебошад [1, саҳ.225].

Ба ҳолати муҳити ҳаво омилҳои таъинотӣ, аз ҳабили ҳарорат, намӣ, ҳаракат ва фишор, таркиби химиявӣ ва бактериявӣ, ҳолати электрикӣ ва радиоактивии ҳаво таъсир мерасонанд.

Харорати хаво аз сатҳи муқаррарии +18°С то охири дарс ба +21-26°С мерасад. Ин аз он сабаб аст, ки ҳар як кӯдак ба муҳити атроф тақрибан 40-60 ккал гарми ихроч мекунад. Чунин баландшавии ҳарорат ба шиддати механизмҳои танзими ҳарорати бадани кӯдакон, тақсимоти хун, ба арақкунии назаррас оварда мерасонад.

Дар хучрахои таълимии бо масохати калони шишабандӣ харорати хаво бояд аз сабаби муқовимати пасти гармии шиша 1-2°с баландтар бошад. Харорати сатҳои шишабандидошта на камтар аз +10-13°С барои таъмини радиатсияи манфии хадди ақал қабул карда мешавад.

Дар охири дарсхо намӣ ба ҳисоби миена 1,5 маротиба зиёд шуда, ба 70-80% мерасад, дар ҳоле ки намӣ беҳтарин барои ҳуҷраҳои асосӣ 40% (бо тағйирёбии иҷозатдодашуда аз 30 то 60%) тавсия дода мешавад [1, сах.233].

Харакати ҳаво инчунин ба микроиқлими ҳучра таъсир мерасонад. Ба ҳама маълум аст, ки суръати баланди ҳаракати ҳаво дар дохили бино — шамолрасии дутарафа ва баръакс, паст - рукуд ба таъсири манфй ба бадани инсон (гипотермия ё нафаскашй) оварда мерасонад. Маълумоти беҳдоштии суръати мусоидии ҳаракати ҳаво дар ҳучраҳои мактаб фарқ мекунад. Барои иқлими муътадил онҳо барои зимистон 0,06-0,25 м/сония, барои баҳор ва тирамоҳ 0,4 м / сония ҳабул карда мешаванд. Барои иҳлими гарми ҶТ бошад 0,60,8 м / сония бо иҷозат то 1,0 м / сония ҳабул шудааст.

Тибқи маълумоти Л.Б. Доливо-Добровольский ва А. п. Павловская [8] шумораи умумии микробҳо дар 1 см³ ҳаво дар охири дарси чорум аз 100% то 519% афзоиш меёбад. Дар тадқиқоти Г.Л. Туровец ва Л. Б. Михайлов тасдиқ гардидааст, ки афзоиши микробҳо пас аз 2,5 соати дар ҳуҷраҳо будани кӯдакон 4-5 маротиба зиёд мешавад [6, саҳ. 135].

Холати электрикии ҳаво, ки бо таносуби ионҳои мусбат ва манфй алоқаманд аст, новобаста аз омилҳои дигар, ба бадани инсон таъсир мерасонад. Дар 1 см³ ҳавои атмосфера тақрибан 800-1000 иони ҳар як аломат мавҷуд аст. Дар ҳуҷраҳои камҳавоивазшаванда шумораи ионҳои манфй (ионҳои ҳаёт, ки ба фаъолияти организми инсон таъсири мусбат мерасонанд) то 25-50 дар 1см³ коҳиш меебад.

Ғайр аз аломати заряд, ба хосиятҳои ҳаво ҳаракати ионҳо таъсир мерасонад. Ионҳои дар ҳаво пайдошуда зери таъсири радиоактивии хок, нурҳои ултрабунафш, пошидани об бо суръати 1,52 м/сон. ҳаракат мекунанд. Ин ионҳои ба истилоҳ сабук ҳангоми пайваст шудан ба зарраҳои дуду чанг ба ионҳои вазнин мубаддал мешаванд.

Дар ҳавои синфхона [4] дар оғози рӯзи таълим дар 1 см³ 467 иони сабук ва 10023 иони вазнин, дар охири рӯзи таълим 220 иони сабук ва 24432 иони вазнин мавҷуд мебошанд. Афзоиши шумораи ионҳои вазнин ва мусбат ба бадани кӯдакон таъсири манфӣ мерасонад.

Дар солхои охир маводхои [1,сах. 225] чамъ оварда шуданд, ки аз баланд шудани сатхи радиоактивии хаво дар бинохои пушида ва бинохои чамъиятй шаходат медиханд. Он аз нишондихандаи атмосфера 1,5-2 маротиба баландтар аст ва аз маводи сохтмонй, хок ва либос, ки моддахои радиоактивиро чудо мекунанд, вобаста аст.

Таркиби химиявии ҳавои синф дар давоми руз низ ба тағйироти назаррас дучор мегардад. Ҳаҷми оксиди карбон зиёд шуда (кӯдаки 10-12 сола дар ҳолати хомӯшӣ тақрибан 10 литр нафас мекашад ва ҳангоми ҳаракат 15 литр оксиди карбон дар як соат), омехтаҳои зараровар пайдо мегардад ва моддаҳои гуногуни органикӣ, ҳангоми вайроншавии арақ, равғани пӯст ба вуҷуд меоянд. Тадқиқоти Маълум аст, ки ҳар ҳадаре ки дар ҳаво моддаҳои органикӣ зиёд бошанд, барои оксидшавии он оксиген бештар талаб карда мешавад. Мувофиқи маълумоти Сапожникова Р. Г. [3], дар синфҳое, ки кӯдакони гирифтори ревматизм таълим мегиранд, барои оксидшавии 1 м³ ҳаво 6 мг оксиген (дар ҳолати муқаррарӣ 4-8 мг/м³), дар миёнаи рӯзи таълимӣ 10 мг/м³; дар охири рӯзи таълимӣ 18,3 мг/м³ ҳаво лозим мебошад.

Консентратсияи 0,1% - и кислотаи карбон, ки ба меъери санитарӣ асос ёфтааст, имкон медиҳад, ки ҳаҷми оптималии ҳаво барои 1 хонанда ва зарфияти мубодилаи ҳаво муайян карда шавад.

МИТ СНК Вазорати Тандурустии Русия тавсия медихад, ки бояд таъмини хаво дар синфхона барои як кудаки хурдсол 16, 6 м²/соат, ба як хонандаи калонсол то 26,0 м³/соат бошад.

Дар муассисахоитаълимӣ-тавонбахшии кӯдакон ҳаҷми ҳаво дар синф (вобаста ба самти фаъолияти муассиса) аз 8 то 10 м³ фарқ мекунад. Дар робита ба ин, таъмини миқдори кофии ҳавои ҳушсифат дар синфҳона барои ҳонандагони ҳурдсол 2-2,5 маротиба иваз кардани ҳаво, барои калонсолон 3-4 маротиба иваз кардани ҳаворо талаб мекунад.

Таъсири зараровар ба речаи ҳавоии омилҳои дигари дар боло баррасӣ шуда (ҳарорат, намӣ, бактерияҳо, барқ ва ғайра) ҳангоми расидан ба нишондиҳандаҳои зикршуда аз рӯи ҳачм ва мубодилаи ҳаво дар биноҳои таълимӣ баробар карда мешавад.

Ба речаи рушноии бинохои муассисаи таълимй-тарбиявй ташкили равшании табий ва сунъй таъсир мерасонад. Тавре ки маълум аст, речаи равшании хучра аз самти чойгиршавй ва андозаи тирезахои он, андоза, шакл ва рангхои дохилии он, иклими равшании ин макони чугрофй, ки бо сатххои гуногуни радиатсияи офтоб хос аст, вобаста аст.

Аҳамияти нури офтоб барои бадани кӯдак хеле муҳим аст. Нури офтоб на танҳо ба ҳассосияти визуалӣ, балки ба таҳлилгари шунавоӣ, системаи асаб, фаъолияти умумӣ таъсири судманд мерасонад [1,саҳ.212]. Дар зери таъсири нурҳои нур дар бадани кӯдак провитамини "Д" ба витамин табдил меебад, ки ин ташаккули дурусти устухонро таъмин мекунад. Таъсири бактериясидии радиатсияи офтоб низ муфид аст.

Таъсиси речаи оптималии нур дар мактаб бо ташкили дурусти равшанӣ, тақсимоти контрастҳои дурахшон дар майдони биниш, тарзи фиксатсияи диққат алоқаманд аст.

Дар соҳаи реҷаи равшании биноҳои мактаби таҳсилоти умумии оммавй тадқиқоти зиёди институти илмй-таҳқиқотии техникаи рушной ва институти илмй-таҳқикотй ва лоиҳакашии таҷрибавии марказии собиқ Шуравй (ЦНИИЭП) биноҳои таълимй гузаронида шуданд, имкон доданд, ки дар ин соҳа муқаррароти меъерй, ки дар ҳуҷҷатҳои меъёрии амалкунанда оид ба лоиҳакашии муассисаҳои таҳсилоти умумй сабт шудаанд, таҳия карда шаванд.

Ба истиснои массисахои таълимиву тавонбахшӣ барои кӯдакони нобино ва биниши сустдошта, ин хуччатҳои меъёриро ҳангоми тарҳрезӣ, сохтмон ва истифодаи ҳама намудҳои дигар истифода бурдан мумкин аст.

Хусусияти кўдакони нобино барои фаъолияти онхо речаи махсуси рўшноиро талаб мекунад. Аксарияти кўдакони нобино, яъне кўдакони биниши сустдошта мебошанд, ки раванди маърифатии онхо ба истифодаи биниши бокимонда асос ефтааст.

Тавсияҳои гигиенӣ [10,саҳ.12] ба сохтори равшании табиӣ дар мактабҳо-интернатҳои махсус барои кӯдакони нобино муқаррароти зеринро пешбинӣ мекунанд:

- таъмини ҳамаи ҳуҷраҳои таълимӣ бо нури табиии тасмаҳои канори чап бо истифодаи дастгоҳҳои муҳофизаткунандаи офтоб;

- коэффитсиенти равшании табий (KEO) барои синфхонахо, утоқхои омўзишй, лабораторияхо ва устохонахо на камтар аз 2,5% қабул карда мешавад;
  - самти бинохои таълимй ба чануб, шарк ва чанубу шарк ташкил карда мешавад;
- сатххои мухофизатӣ ва мебел бо рангҳои матоӣ ранг карда мешаванд, ки дурахширо бо рангҳо ва коэффитсиентҳои инъикоси зерин истисно мекунанд: шифт ва қисми болоии деворҳо (аз 1,5 м аз фарш баландтар) бо ранги сафед бо коэффитсиенти инъикоси 0,8, панелҳо (то 1,5 м аз фарш) бо ранги сабзи равшан е зардранг бо коэффитсиенти инъикоси 0,6, мизҳо бо гаммаи сабзи рангҳо е ранги чуби табиӣ бо коэффитсиенти инъикоси 0,45.

Муқарриз: Қурбонов Н.Б. — н.и.т., досент, муовини директори Институти масъалақои об, гидроэнергетиқа ва экологияи АМИП оид ба илм.

#### АДАБИЁТ

- 1. Гигиенические вопросы школы-интерната. М, Медицина, 1994.
- 2. Муратов Р.С. Технические средства обучения слепых и слабовидящих школьников. М, 1998.
- 3. Сапожяиковв Р.Г. Гигиенические наблюдения за учащимися массовой школы, больными ревматизмом. М, 2008.
  - 4. Минх А. А. Ионизация воздуха в школах. Педиатрия, 1998, № 7-8.
- 5. Серпокрыл Н.В. О решении "зрительных задач" в практике экспертизы и трудоустройства слабовидящих. В кн. "Экспертиза трудоспособности и трудоустройства инвалидов" под ред. Косинской Н.С. и Макковейского П.А., Л, изд.ЛИЭТИН, 1998.
- 6. Туровец ГЛ., Михайлова Л.В. О критериях гигиенической оценки состояния воздушной среды в школах. В сб. Гигиена детей и подростков. Выпуск 1У. М, 2007.
- 7. Доливо-Добровольский Л.Б., Павловская А.П. Значение сквозного проветривания для санации воздуха школьных помещений от бактериального загрязнения.
  - 8. Соловьев С.П. Свет и цвет в интерьерах школьных зданий. В сб. Общественные здания. К., Стройиздат, 1993.
- 9. Белецкая В.И. Гигиенические основы нормирования искусственного освещения в классах для слабовидящих детей. Гигиене и санитария. № 9, 1968.
- 10. Организация учебных занятий в специальных общеобразовательных школах-интернатвх для слепых и слабовидящих. Минздрав СССР, Минпрос СССР. М., 1988.
- 11. Рекомендации к устройству искусственного освещения в школах и шкслах-интернэтах для слабовидящих и слепых. ЦНИИЭП учебных зданий, НИИ глазных болезней им. Гельмгольца, ВНИИ светотехники. 1955.
- 12. Хасанов Н.Н. Научно-прикладные и теолретико-исторические аспекты архитектурно-планировочных решений социальных комплексов для детей с ограниченными функциональными возможностями: Монография / Душанбе:, 2022. 304с.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN					
Саидзода Чамшед Хамро	Саидзода Джамшед Хамро	Saidzoda Jamshed Hamro					
д.и.т., и.в. проф.	докт. техн. наук, и.о.проф.	doc. tech. Sciences, Acting prof.					
Сохтмон ва меъморй	Строительство и архитектура	Construction and architecture					
	e-mail: jamshed@mail.ru						
TJ	RU	EN					
Ғанизода Ҷамшед Шучоъ	Ганизода Джамшед Шуджоат	Ganizoda Jamshed Shujo					
номз. меъморй, профессор	канд. архитектуры,	Ph.D. architecture,					
	профессор	Professor					
Сохтмон ва меъморй	Строительство и архитектура	Construction and architecture					
	e-mail: ganizodaJ@mail.ru						
TJ	RU	EN					
Сафарзода Дилшод Ғанӣ	Сафарзода Дилшод Ганӣ	Safarzoda Dilshod Gani					
унвончуй	соискатель	applicant					
Сохтмон ва меъморй	Строительство и архитектура	Construction and architecture					
e-mail: <u>kapitelh@mail.ru</u>							

УДК 691.335

#### ТОНКОДИСПЕРСНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В КОМПЛЕКСЕ С ХИМИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ ДЛЯ ДОРОЖНОГО БЕТОНА

Р.Х. Сайрахмонов, А.С. Рахматзода, Я.Г. Назиров

ТТУ имени академика М. С. Осими

В статье отмечаются теоретические аспекты необходимости обеспечения качества дорожных покрытий с помощью создания высокопрочных дорожных бетонов. Изложена область применения цементобетона и приводятся результаты экспериментальных исследований применения тонкодисперсных минеральных материалов в комплексе с химическими добавками в состав дорожного бетона. Указывается, что тонкодисперсные минеральные материалы в комплексе с химическими добавками в зависимости от их природы, разнообразно влияя на свойства дорожного бетона, в совокупности улучшают её физикомеханические характеристики и удовлетворяют требованием действующих государственных стандартов.

**Ключевые слова:** дорожный цемент, дорожный бетон, добавки, дисперсноармирование, тонкомолотые минеральные добавки, порошки, пластификатор, бетонная смесь, прочность.

### ИЛОВАХОИ СУФТА МИНЕРАЛЙ ДАР ЯКЧОЯГЙ БО ИЛОВАХОИ ХИМИЯВЙ БАРОИ БЕТОНХОИ СОХТМОНИ РОХ.

#### Р.Х. Сайрахмонов, А.С. Рахматзода, Я.Г. Назиров

Дар макола чамбахои назарияв й оиди бетонхои рох оварда шуда, роххои баланд бардоштани сифати истифодабарии онхо пешниход карда шудаанд. Инчунин тадкикоти хосиятхои физикию-механикии бетонхои рох, бо иловахои минералй-химияв дар ассоси захирахои ватан и омухта шудааст. Нишон дода шудааст, ки истифодаи иловахои номбурда хосиятхои физикимеханикии бетонро баланд менамоянд

Калидвожахо: семент, бетони рох, иловагихо, пластификатор, мустахкамй, экстрактхои растанй, устворй.

### STUDY OF THE PROPERTIES OF CONCRETE BASED ON MIXED CEMENT WITH ORGANIC-MINERAL ADDITIVES

#### R.H. Sairahmonov, A.S. Rahmatzoda, Y.G. Nazirov

The article deals with the study of the physico-chemical characteristics of concrete, in particular, rheology and resistance in aggressive environments based on mixed conventional cement with organic additives from natural wollastonite, coal ash from the Zidinsky coal deposit and modified ligno – sulfonate technical plasticizer (MLS).

Keywords: cement, high-strength concrete, additive, plasticizer, concrete mix, wollastonite, ash, strength, corrosion resistance.

#### Введение

В настоящее время во всех сферах народного хозяйства используется цементобетон, кроме того, он является одним из требуемых материалов в транспортном строительстве наряду с асфальтобетоном для устройства дорожного покрытия автомобильных дорог. Однако вопросы качества дорожных покрытий имеют особое значение во всех странах, а для стран, имеющих сухой жаркий климат они более, чем актуальны. Как известно, такие покрытия находятся в сложных условиях эксплуатации и материалы таких покрытий, имея в виду дорожные бетоны по сравнению с обычными бетонами должны обладать более высокой устойчивостью. Исходя из этого надо создать такие бетоны, которые по всем параметрам отвечали бы показателям и при эксплуатации являлись бы очень востребованными. Это необходимая прочность; плотная структура; морозостойкость, стойкость против истирающих и ударных воздействий, малая усадка, повышенная прочность на растяжение и изгиб. Кроме вышеназванного, бетон для дорожных покрытий должен обладать определенными физико-механическими свойствами: достаточной устойчивостью против деформации.

Известно, что на сегодняшний день дорожный портландцемент достаточно популярен для создания бетона для автомобильных дорог, однако практика показывает, что обычный портландцемент не может иметь подобные качества для создания высококачественного дорожного бетона. Для дорожного цемента характерно присутствие в составе пластифицирующих, гидрофобных и воздухововлекающих добавок. Также в составе можно обнаружить доменный шлак (около 15% от общей массы). Кроме того, в составе таких цементов трехкальциевый алюминат должен быть не более 8%. Такие цементы должны иметь определенную стандартную скорость схватывания и набор прочности, они должны иметь способность к медленному схватыванию. Можно отметить, что начало схватывания должно начинаться через 120 минут. Для решения указанных проблем надо особо подходить с точки зрения распределения порового пространства и пластификации цемента, чтобы создать такие дорожные бетоны, которые по всем параметрам отвечали бы требованиям создания качественных дорожных покрытий. Обычно в производственных условиях для создания таких бетонов надо использовать в их составе комплексную органоминеральную добавку, способствующую удовлетворять перечисленным выше специальным требованиям.

\_\_\_\_\_\_\_ Целью исследования является создание высококачественного бетона путём модификации дорожного цемента тонкодисперсными минеральными материалами в комплексе с химическими добавками.

#### Теоретическая часть

Дорожные покрытия с применением цементобетона отличаются от покрытий асфальтовым бетоном рядом качества. Они имеют более высокую прочность, стойкость к повышенным и высоким

температурам, стойкость к истиранию в результате движения транспорта, долговечность, стойкость к агрессивным средствам [1-2]. Однако, несмотря на ряд преимуществ, цементобетон имеет недостатки при применении в дорожном строительстве для устройства дорожных покрытий [2]. Можно отметить, что цементобетон имеет более высокую цену при устройстве покрытий и при эксплуатации, при вероятности механизации работы и вспучивания верхнего слоя. При устройстве дорожных покрытий из цементобетона необходимо устранить продольные и поперечные деформационные швы в покрытиях, которые требуют больших механизированных работ.

Известно, что транспортные дороги эксплуатируются в различных климатических условиях, можно сказать, что в условиях сухого, жаркого, холодного, влажного климата. Кроме того, они подвергаются [1-3] воздействию множества факторов воздействия нагрузок от транспортных средств, что в итоге приводит к износу материалов. Так как в нашем случае речь идет о цементобетоне, то поэтому ему при приготовлении предъявляют следующие требования: качество компонентов; рецептура состава смеси; тип вяжущего вещества; условия приготовления; хранение и транспортировка смесей.

Классификация бетонов производится согласно ГОСТ 25192-2012, ГОСТ 25192-82 и ГОСТ 7473-2010. В зависимости от категории дороги, слоя покрытия и климатических условий службы назначаются физико-механические показатели бетона, этими же факторами определяется необходимое водоцементное отношение (В/Ц). Данные приведены в табл. 1, необходимые при проектировании состава дорожных бетонов.

Таблица 1 - Некоторое требование к составу смесей дорожного бетона

	таолица 1 - пекоторое треоование к составу смесей дорожного остона							
Температура воздуха холодного					Количество			
месяца, °С	Морозо- стой-кость	Прочность при сжатии МПа	Прочность при изгибе МПа	В/Ц	Диаметр частиц см	Подвиж ность см	зерно одноразмер ного кг/м <sup>3</sup>	
	Бетон однослойных и верхнего слоя двухслойных покрытий							
05	F100			не				
-510	F150	3050	45,5		До 2	Не более4	450	
ниже -15	F200							
Бетон для нижнего слоя двухслойных покрытий								
015	F50	25 25	25 45	не	П 4		500	
ниже –15	F100	2535	3,54,5	более 0,6	До 4	-	500	

В производственных условиях прочность бетона при сжатии в определенной степени является одним из параметров, оценивающих истираемость дорожных покрытий, созданных на его основе. Авторы [2-5] считают, что, если класс бетона по прочности не ниже B22,5, такой бетон можно считать устойчивым к воздействию истираемых сил.

Для того чтобы подобрать компоненты для дорожного бетона нужно заранее подумать о максимальной прочности и износостойкости из-за действия постоянных нагрузок на дорожные покрытия. Поэтому от свойства компонентов состава бетона зависят и свойства дорожного бетона. Известно, что вяжущие, имея в виду портландцемент и каменные материалы, являются составляющими материалами дорожного бетона, в производственных условиях от их показателей зависят показатели бетона. Цемент, как вяжущий в бетоне, образует монолит между компонентами, аналогично без присутствия воды невозможно гидратировать дорожный цемент. Однако от количества воды зависят и эксплуатационные свойства дорожного бетона. Отсюда следует, что одна из важных характеристик, влияющих на подвижность и прочность бетона – это водоцементное отношение. В ряде работ [1-2] приведено, что для затвердения бетона достаточно В/Ц = 0.2, однако на практике такая смесь слишком жесткая и неподвижная. Кроме того, в составе дорожного портландцемента добавки должны быть в определенной дозировке, так как чрезмерное использование минеральных добавок способно значительно снизить морозостойкость. Несмотря на это в зависимости от вида и природы минералов и климатических условий местности, пролегания дороги выбираются вид дорожного бетона и материалы, способные обеспечить необходимые физико-механические качества.

Для повышения качества бетонной смеси и стойкости бетона против агрессивного воздействия в бетонную смесь во время ее приготовления вводят различные минеральные и химические добавки. В большинстве случаев для повышения устойчивости бетона против воздействия внешних факторов самым

эффективным способом является применение добавок модификаторов химического и минерального происхождения к цементу или как наполнителя в составе бетонов [5-9].

Одним из важных аспектов применения добавок модификаторов для цемента или наполнителей цементосодержащих материалов, в частности бетона, является повышение качества цемента и уменьшение удельного расхода цемента [9-11]. В свою очередь, уменьшение удельного расхода цемента в бетоне также приводит к возрастанию его стойкости в агрессивных средах. Это связано со снижением содержания цементного камня, коррозируемого составляющего бетона в единице его объема.

Существенного повышения качества вяжущего и при этом значительного снижения расхода цемента можно достичь при комплексном применении минерально-химических добавок [11-14]. Эффективность их применения возрастает при использовании их в качестве материалов, имеющих сродные с цементом составы или возобновляемые источники сырья. В связи с этим перспективным является использование порошковых минеральных добавок: золы, отходов футеровки оборудования заводов и природного волластонита, месторождения которого распространено в странах Средней Азии, в том числе в Республике Таджикистан[7-8].

Эффективным является также применение таких добавок цемента как декстрин водной вытяжки при варке листьев хлопковых растений (ВЭХ) [12,21], водный экстракт плодов деревьев гледичия (ВЭПГ) [12,21] и модифицированный лигносульфонат технический (МЛСТ) [11,13] для повышения устойчивости бетона против действия внешних факторов цементного камня. Однако отсутствие научно обоснованных данных и результатов исследований характеристик дорожных цементов без и с названными добавками не способствует их внедрению для получения дорожного бетона, особенно для устройства дорожных покрытий автомобильных дорог, эксплуатируемых в условиях сложного климата. Научные разработки авторов [11,13] показывают, что в практике для уменьшения стоимости бетона и дорожных конструкций на его основе необходимо снижение расхода цемента как связующего материала в бетоне. Для этого в практике для снижения расхода цемента используются различные добавки. Добавки к цементу, по мнению авторов [11,13], бывают в зависимости от их природы и вещества разные: органические и неорганические. Известно, что к органическим добавкам относятся химические и полимерные добавки, к неорганическими добавками относятся минеральные добавки. Можно отметить, что выбор эффективной добавки для цемента и применение более дешевых заполнителей в составе бетона с целью снижения его стоимости являются актуальной задачей строительства. В связи с чем возникла необходимость в выполнении настоящей работы. Для этого главной задачей дорожного строительства на сегодняшний день является проектирование того состава цементобетона, который способен при эксплуатации обеспечивать требуемые функциональные свойства дорожных покрытий. Имеющиеся опыты и научные исследования авторов [19-21] позволяют определить основные пути обеспечения качества таких материалов как дорожные бетоны. Можно отметить, что один из способов получения дорожных бетонов с высокими эксплуатационными показателями, по мнению авторов [14-16] - это регулирование качества цементного вяжущего, которое также, как и в случае бетона на его основе, оценивается набором показателей. Однако в производственных условиях такие подходы во многих случаях не гарантируют требуемого качества дорожных покрытий на основе цемента и цементобетона, необходимо использование специальных химических добавок, модифицирующих цементом. Потому что цементы и цементосодержащие композиции в настоящее время широко используются во всех сферах народного хозяйства, являются важным материалом в строительстве дорожных покрытий и конструкций зданий сооружения. Исходя из этого целесообразно считаем, что разработка технологии производства высококачественных дорожных бетонов повышенной долговечности на основе модифицированных цементов представляется весьма актуальной задачей, позволяющей решать проблему надежности и долговечности работы сооружений. При совместном применении микронаполнителей и пластифицирующих добавок цемента в результате снижения В/Ц и повышения плотности упаковок частиц при формировании структуры цементного камня снижается общая пористость и размер пор, что благоприятно влияет на повышение непроницаемости бетона. Так, по данным авторов [18-21], при совместном применении суперпластификатора С-3 с кремнеземной пылью в составе цемента можно обеспечить в бетонной смеси В/Ц <0,2, что в свою очередь способствует существенному увеличению плотности бетона. По данным авторов [9-10], с применением суперпластификаторов типа С-3 и ЛСТМ – 2 и минеральных добавок можно получить вяжущую с низкой водопотребностью (ВНВ) с нормальной густотой до 18%.

В работах исследователями [19-20] рассмотрены физико-механические аспекты структурообразования микроструктуры бетона при использовании микронаполнителей, в том числе и с химическими модификаторами. Показано, что введение наполнителей в цемент способствует изменению зернового состава его частиц, что благоприятно влияет на их гидратацию, при этом ускоряется твердение цементного камня и повышается его трещиностойкость. Здесь речь идет об обеспечении физикомеханических свойств дорожного бетона, имея в виду его морозостойкость, прочность при эксплуатации дорожных покрытий. Решая подобные проблемы, авторами [17-18] установлено, что некоторые модификаторы растительного происхождения благоприятно действуют на улучшение дифференциальной пористости цементного камня. По их мнению, химические добавки растительного происхождения в цементном тесте при его твердении приводят к образованию системы резервных

условно-замкнутых пор сферической формы диаметром от 10 до 100 мкм. Другие авторы [11,13] предлагают, что химические добавки, прерывая капиллярные поры, способствуют высокой плотности цементного камня. По мнению авторов [11,13], введение в состав цементного камня модификатора из растительного сырья приводит к снижению капиллярных пор и увеличению гелевой пористости, что приводит к понижению температуры замерзания жидкости в поровом пространстве и предопределяет высокую морозостойкость бетона.

Дорожные сооружения являются многофункциональными объектами народного хозяйства, они эксплуатируются в различных неблагоприятных климатических условиях и существуют много веков. Для строительства дорог, исходя из условия эксплуатации и категории дорог, методами проб и ошибок подбирались материалы. При подборе материалов всегда строго соблюдается учет необходимых свойств, имея в виду прочность, водостойкость, морозостойкость, трещиностойкость и износостойкость. На примере дорожного строительства следует отметить, что ежедневные нагрузки, которым поддается дорожное покрытие, требуют, чтобы при подборе материалов для его устройства, учитывать вышеупомянутые свойства дорожных материалов. С этой целью в дорожном строительстве при устройстве дорожных покрытий применяют специальный бетон – дорожный. В этом аспекте, если провести анализ исследования отечественных ученых в этом направлении, то ими под руководством профессора Шарифова А.Ш. и его школы проведен широкий спектр исследования по применению порошковых отходов промышленности (золы, отходов ТДОК, кирпичного боя футеровки и др.) и природных минеральных материалов в состав дорожных композитов. Их исследование позволяет в значительной степени снизить дефицит традиционных вяжущих материалов [6-7,13,14]. Однако анализ их исследования в области бетона показывает, что они исследовали традиционные бетоны и гидротехнические. Анализ работы других авторов [3-5] показывает, что дорожные бетоны сами по себе имеют свои специфические характеристики. К таким характеристикам можно отнести: устойчивость к влиянию нагрузок от транспорта: стойкость к внешним воздействиям: химическую стойкость. Большая нагрузка в дорожных бетонах падает не только на сжатие, но и на растяжение. Однако эти требования совершенно недостаточны для условий Таджикистана, так как они не отражают реальных условий работы в данном регионе. В условиях сухого жаркого климата высокое качество бетонных покрытий обеспечивают правильным уходом за бетоном при твердении, кроме того, могут быть недостаточными для некоторых материалов, пример тому наш дорожный бетон, особенно при монолитном бетонировании. Можно отметить, что в условиях сухого жаркого климата совмещение сухого ветра с температурой воздуха 40-45°C создает неблагоприятные условия для твердения бетона в первые семь суток. Кроме того, из опытов строительства дорожных покрытий в условиях жаркого климата известно, что на сегодняшний день остаются проблемы по потребности в расширении технологических решений по повышению стойкости бетона, против появления тещины. Для решения этого вопроса в таких условиях при бетонировании применяют ряд специальных добавок, которые влияют на качественные характеристики дорожных покрытий. На этой основе можно привести ряд работ авторов [5-11], по их мнению, полимерные добавки повышают прочность в дорожном бетоне, в том числе в агрессивной среде, кроме того, добавки фиброволокна на основе полимеров влияют на стойкость к динамическому воздействию, оно дает дополнительное армирование бетону. Можно отметить, что такие добавки повышают износостойкость, в целом эксплуатационные свойства дорожного бетона используются для автомагистралей. Иногда такие добавки изменяют сроки твердения цементного камня, обычно для регулирования, сроков схватывания цементного камня в процессе смешивания добавляют пластификаторы. Кроме того, пластификаторы служат как ускорители твердения поверхности дорожного основания, их добавляют перед укладкой бетона. Особенности дорожного бетона состоят в том, что к нему добавляют воздухововлекающие добавки вместе с пластификатором цемента. они обеспечивают максимально высокие свойства бетона. По мнению авторов [2,10], все добавки должны использоваться согласно инструкциям производителей, по их мнению, если одновременно применяются некоторые добавки в комплексе, то их количество вместе должно быть меньше 60 г/кг цемента.

Основными особенностями климата Таджикистана являются высокая температура и незначительное годовое количество осадков. Испытание материалов по существующим методикам может оказаться недостаточным для их объективной оценки применительно к реальным условиям. Чтобы получить дорожный бетон выше упомянутыми специальными требованиями, подбирают по количественному соотношению необходимые составляющие компоненты: вяжущие, заполнители, добавки. Обычно все эти материалы в совокупности составляют структуры бетона, которые оказывают большое влияние на его прочность и деформативность. Для выяснения этого вопроса обычно рассматривают схемы физико-механического процесса образования структуры бетона. Физическая структура бетона формируется в процессе гидратации цемента и обусловливает процесс твердения. Структурные свойства бетонных смесей зависят от структурных свойств цементного теста, обусловливают его удобоукладываемость и являются важным фактором при формовании бетонных изделий. Потому что цементные смеси дают камень, который выдерживает более высокие нагрузки на сжатие, растяжение и изгиб при растяжении, что положительно сказывается на эксплуатационных особенностях поверхности дороги. Для этого самым эффективным способом достижения вышеназванной

цели является применение добавок модификаторов химического и минерального происхождения в составе цемента. Анализ ряда работ авторов [12,22-23] показывает на целенаправленное применение добавки растительного происхождения в качестве модификаторов цемента для производства различного высококачественного бетона. Основываясь на выполненных работах вышеуказанных авторов, считаем допустимым применение некоторых добавок растительного происхождения в состав дорожных бетонов, так как нами было сказано, что цемент является основным компонентом для дорожного бетона. Они в большинстве случаев регулируют свойства бетонных смесей и бетона. Исходя из этого в данной работе мы пытались исследовать влияние некоторых минеральных материалов с химическими модификаторами, производимыми на основе отечественных запасов сырья, на свойства цемента и дорожного бетона на его основе.

#### Экспериментальная часть

В качестве пластификатора были испытаны водные экстракты растительного сырья хлопковых растений (ВЭХ), водный экстракт плодов деревьев гледичия (ВЭПГ) [22] и модифицированный лигносульфонат технический (МЛСТ) [11,13-14]. В таблице 2 приведены результаты экспериментального исследования по определению нормальной густоты теста дорожного цемента.

Поборио		Водоцементное отношение							
Добавка	0	0,025	0,05	0,1	0,2	0,3			
МЛСТ	0,29	0,29	0,28	0,27	0,25	0,24			
ВЭПГ	0,29	0,26	0,25	0,28	0,29	0,30			
ВЭХ	0,29	0,26	0,27	0,28	0,29	0,31			

Таблица 2 - Влияние добавки на водопотребность дорожного цемента

Из данных табл.2 следует, что добавки изменяют водоцементное отношение по сравнению с образцом без добавок. Добавка ВЭХ в малом количестве от веса цемента уменьшает его водопотребность, однако при увеличении количества добавок из ВЭХ до 0,3% от веса цемента повышает водопотребности цемента. С введением добавок из ВЭПГ в количестве 0,01 до 0,1 % от веса цемента водопотребность цемента понижается, при увеличении количества добавок ВЭПГ от 0,1 до 0,3 повышается водоцементное отношение. Введение добавок из МЛСТ в количестве до 0,3% коэффициент нормальной густоты цементного теста резко уменьшается.

По мнению авторов [15-16,23], поверхностно-активное свойство таких добавок объясняется наличием различных полярных гидроксильных групп в его молекуле и определенным расположением их в элементарном звене гидроксильных групп. Эти полярные гидроксильные группы отличаются по реакционной способности и другим свойствам, что обеспечивает пластифицирующие качества добавок при введении их в состав цементных вяжущих.

Применение ВЭХ и ВЭПГ в малом количестве от веса цемента уменьшает его водопотребность, однако при увеличении количества добавок до 0,3% от веса цемента повышает водопотребность цемента. Таким образом, из вышеприведенных анализов следует, что влияние добавки растительного происхождения и по своей природе разнообразно действует на водопотребность цемента. В работе, основываясь на труды автора [11], было исследовано влияние добавки из ВЭПГ на пластичность цементного теста в начальные сроки твердения. Для этого в лабораторных условиях были изготовлены образцы цементного теста с применением добавок ВЭПГ с дозировкой от 0,01 до 0,1% от массы цемента. Результаты исследования приведены на рис.1.1.

Из данных рис.1 следует, что с введением добавок из ВЭПГ в состав теста из цемента вода снижает пластическую вязкость теста. Можно отметить, что при малых дозировках до 0,075%, не происходит уменьшение прочности цементного камня в начальные сроки твердения. Как видно, в течение 2-3 часов после приготовления цементного теста его пластическая прочность практически не зависит от содержания исследуемой добавки ВЭПГ, в этот период времени цементное тесто сохраняет свою пластичность и добавка не изменяет скорости процессов схватывания цемента. Этот период времени вполне достаточен для того, чтобы в производственных условиях бетонные смеси, содержащие добавки из экстракта плодов дерева гледичия, укладывались без нарушения исходных технологических свойств, а также появится возможность их перемежения на расстояния. После 4-5 часов с момента приготовления образцов цементного теста скорость упрочнения цементного теста с добавкой при малых дозировках преобладает над скоростью твердения состава без добавок. Однако с увеличением времени твердения цементного теста начинает проявляться упрочняющий эффект исследуемой добавки ВЭПГ и при его сравнительно больших дозировках. Так, если через 8 часов твердения наибольшую пластическую прочность имеет тесто с содержанием 0,03% добавки, то через 8-9 часов твердения наибольшею прочностью уже обладает цементный камень при содержании добавки 0,05% в цементе. С увеличением времени структурообразования снижается темп замедления скорости твердения цементного теста при расходах добавки 0,05...0,1%, хотя при содержании добавки 0,1% прочность цементного камня практически сравнима с прочностью камня без добавки. В производственных условиях основными

показателями качества бетона в дорожных покрытиях автомобильных дорог являются прочность, водопоглощение, износостойкость и морозостойкость. В дорожном строительстве, по мнению авторов статьи [11,17], они зависят не только от качества бетонной смеси, но и от формирующейся структуры, в первую очередь поровой. Так как цемент является основным активным компонентом состава бетона от степени гидратации и образования его структуры зависит степень пористости бетона. В этом аспекте авторы [11,14,15,17] предлагают, что для регулирования, имея в виду распределение пор по объему бетона, надо выбрать соответствующие химические и минеральные добавки. Для этого нами в работе было исследовано влияние добавки ВЭПГ на пористость цементного камня.

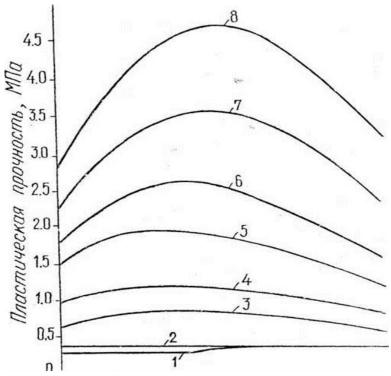


Рисунок 1 — Показатели изменения набора прочности цементного камня от расхода добавки в цементе в начальные сроки твердения через /час/: 1-2; 2-3; 3-4; 4-5; 5-6; 6-7; 7-8; 8-9.

Для этого были изготовлены образцы цементного теста с добавкой ВЭПГ для затвердения их в нормальных условиях в течение 28сут, после методом ртутного пароизмерения определи влияние добавки на пористость цементного камня. Метод известен и основан на определении следующих характеристик материалов: объемная и кажущаяся плотность, распределение среднего радиуса пор, удельная поверхность, распределение частиц по размерам пор. Результаты исследования проведены на рис.1.2.

На рисунке кривые линии обозначают дифференциальные кривые распределения пор по радиусам для образцов цементного камня, затвердевающего 28 сут. в нормальных условиях. Пористая структура цементного камня без добавки представлена порами с эффективным радиусом 10...1000нм при преобладании макропор в общем объеме пористости. Их данных рис.1.2 следует, что введение водного экстракта дерева гледичия в состав цемента снижает не только общую пористость, но и размер пор при оптимальных количествах добавки. При разных количествах добавки снижение общей пористости изменяется от 10 до 24%. При расходах добавки ВЭПГ 0,03...0,075% от массы цемента общий объем пор снижается на столько, что пористая структура цементного камня становится мелкопористой, состоящей в основном из микропор с радиусами 3...10нм и макропор с радиусами до 500... 1000нм. При расходе ВЭПГ 0,1%, хотя снижается объем макропор, происходит незначительное увеличение их радиуса.

Улучшение пористой структуры цементного камня и повышение пластической прочности цементного теста вызвано регулирующим действием ВЭПГ на процессы структурообразования гидратных новообразований цемента, особенно в их начальный, т.е. индукционный период. ВЭПГ, как гидроксилсодержащее поверхностно-активное вещество, при введении в систему цемент-вода образует на поверхности гидратированных частиц цемента адсорбционно-сольватные пленки, увеличивающие подвижность цементного теста снижением силы поверхностного натяжения частиц [11,23]. Эти адсорбционно-сольватные пленки способствуют ускорению зародышеобразования кристаллизационных гидратированных частиц цемента.

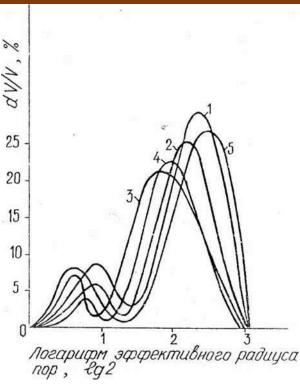


Рисунок 2 — Показатели распределения пор по радиусам для цементного камня: 1-без добавок: 2–0,03; 3–0,05; 4–0,075: 5-0,1 добавка.5–0,1% через 28 сут. нормального твердения.

Данные рис 1.2. показывают, что повышение прочности цементного камня при малых дозировках ВЭПГ до 0,075 от массы цемента объясняется тем, что при таких дозировках толщина адсорбционно-сольватных пленок на поверхности гидратных новообразований цементных частиц соответствует мономолекулярным размерам [23]. Снижение начальной прочности цемента при увеличении дозировки ВЭПГ до 0,1% возможно объясняется возрастанием толщины молекулярного слоя добавки на поверхности частиц цемента, это приводит к тому, что часть поверхности экранизируется для сольватизации молекул минералов клинкера и на некоторое время не участвует в реакции их гидратации и зародышеобразовании кристаллического сростка цементного камня. В результате снижается скорость процесса структурообразования цементного камня [23].

В практических условиях регулирование пористой структуры цементного камня, т.е. уменьшение общей пористости и создание системы равномерно распределенных сравнительно мелких пор, способствует снижению проницаемости в целом цементобетона и способствует повышению его водонепроницаемости и морозостойкости.

Кроме того, в производственных условиях, по мнению П.Н. Курочки и А.В. Гаврилова [21], качество бетона зависит от используемых материалов в его составе. Правильный выбор составляющих материалов для бетона обеспечивает заданный его класс, можно отметить, что для дорожного бетона это обеспечение прочности, морозостойкости. Авторы в статье приводят, что в производственных условиях иногда в бетонных смесях в определенном количестве попадают нежелательные мелкие пески. Мелкие пески диаметром меньше 0,14 в бетонных смесях являются уплотнителями, разбавителями или наполнителями к цементу. В зависимости от их природы они разнообразно действуют на свойства бетонных смесей. На этой основе авторы [21] приводят, что мелкий песок в составе бетонных смесей является нежелательными примесями. Они при приготовлении бетона способствуют уменьшению подвижности бетона и известно, что такие бетоны хорошо не укладываются. Для улучшения упоминающих показателей бетонных смесей авторы предлагают модификацию цементной матрицы путем замены сродных цементу минеральных добавок. Известно, что эти минералы являются дисперсными и в практике дорожного строительства при бетонировании они широко используются. В некоторых случаях часть цемента заменяют ими или их применяют, не уменьшая количества цемента. Минеральные добавки по происхождению бывают разные: - природные; -техногенные; -промышленные отходы. В технических литературах к таким добавкам относятся: золы, молотые шлаки, микрокремнезем, порошок волластонита и др. Можно отметить, что дальнейшее развитие технологии дорожных материалов будет происходить в направлении применения все более тонких компонентов, одной из задач строительного материаловедения является разработка научно обоснованных способов получения качественных материалов.

Для исследований в качестве порошковых минеральных добавок приняты зола, молотый волластонитовый порошок[11]. До начала исследования с целью определения назначения добавки в зависимости от их дисперсности были рассеяны на фракции: <0,05мм зола (3) (уплотнитель) и 0,08-0,14 волластонит (ВП) (наполнитель).

Количество минеральных добавок в бетоне составляло 15% и количество химических добавок составляло 0,05% от массы цемента. Опыты проводились на образцах-кубах размером 10x10x10 см и для определения прочности бетона на растяжение при изгибе были изготовлены балочки квадратного сечения 10\*10\*40см , изготавливались по обычной лабораторной технологии. В образцах бетонных смесей была принята подвижность  $\Pi2$ , т.е. осадка конуса составляла 4-5 см. Расход компонентов для смеси составил (на 1 м³): цемент - 420 кг; песок (Мкр=2,18) - 620 кг; щебень (фракция 5-10 мм) - 1180 кг; вода - 179 л (В/Ц=0,465). Результаты исследования приведены в табл.3

Данные, приведенные в табл. 3 показывают, что при содержании в бетонной смеси добавок растительного сырья ВЭПГ 0,05 % от массы цемента прочность образцов бетона при сжатии составляет 51Мпа, на растяжение при изгибе составляет 7.94МПа. Образцы, содержащие добавки золы при сжатии, составляют 48.3Мпа, на растяжение при изгибе составляют 8,3МПа. При добавлении в бетон порошка волластонита (ВП) прочность при сжатии составляет 46,6Мпа, на растяжение при изгибе составляет 8,5МПа. Из данных табл.3 следует, что применение минеральных добавок в комплексе с химическими добавками эффективно влияет на физико-механические показатели бетона. Прочность образцов бетона на золу с добавкой ВЭПГ при сжатии составляет 53,6Мпа, на растяжение при изгибе составляет 8,9МПа. Прочность образцов бетона на добавки из ВП с добавкой ВЭПГ при сжатии составляет 51,4Мпа, на растяжение при изгибе составляет 9,38МПа. У бетона с этими добавками высокий коэффициент трещиностойкости: при золе 0.18, при волластоните 0,19, при ВЭПГ 0.175 и при совместном применении минеральных добавок в комплексе с химическими коэффициент трещиностойкости у образцов бетона составляет 0,93 соответственно, при 3+ВП+ВЭПГ она составляет 0.20 на 15% больше, чем бетона без добавок.

Таблица 3 - Показатели физико-механических свойств бетона с добавками

No	Наименование	Значения показателей							
п/п	показателей	Ц	3	ВП	ВЭПГ	ВП+3	ВЭПГ+3	ВЭПГ +ВП	ВЭПГ+ ВП+3
1	Прочность на сжатие, МПа	41.5	47.3	45.6	48.2	49.8	51,6	50,4	52.1
2	Прочность на изгиб, МПа	7.3	8.3	8.5	8.44	9.7	9,3	9,68	10,2
3	Коэффициент трещиностойкости ( $R_{\mbox{\tiny H3T}}/R_{\mbox{\tiny Cж}}$ ).	0.17	0.18	0.19	0.175	0.94	0,18	0,93	0.20
4	Водопоглощение, %	7.01	6.41	6.31	5.86	5.14	5.01	4.84	4.81
5	Водонепроницаемость	B4	В6	B5	В6	В7	B7	B7	B8
3	Морозостойкость, цикл	F100	F200	F200	F300	F300	F400	F400	F400

Кроме того, было изучено совместное влияние добавки на прочность бетона: зола (40%), порошок волластонита (60%), общее количество добавки составило 15% от массы цемента. Полученные результаты показали (табл.3), что по сравнению с золой, обеспечивающей прочность бетона при сжатии 46,6 МПа, комплексная добавка повышает прочность бетона до 52,1 МПа с высоким коэффициентом трещиностойкости (0,20).

К нормативному расходу обычного цемента стабильность получения дорожного бетона заданного класса может быть обеспечена путем добавления к цементу химических добавок различного характера действия. Из данных табл.1.2, видно, что применение добавки в комплексе намного улучшает показатели дорожного бетона, где при эксплуатации эти показатели являются обязательными. Например, морозостойкость бетона с добавками составляет 400 циклов, водонепроницаемость составляет В8 и водопоглощение составляет 4,81%, где у образцов бетона без добавки водопоглощение составляет 7,01%. Практика показывает, что обычный портландцемент не может иметь подобные качества без специальных добавок. Для дорожного цемента характерно присутствие в составе пластифицирующих и гидрофобных добавок. Также в его составе можно добавить доменный шлак 15% от общей массы, и содержание трехкальциевого алюмината должно быть не более 8%. Анализ данных табл.1.2 показывает, что при совместном применении минеральных добавок с химическими добавками можно получить низкоалюминатный цемент. Например, если в составе среднеалюминатного цемента содержание минерала С<sub>3</sub>А в среднем составляет 8%, то при замене 15 % минеральной добавки содержание минерала С<sub>3</sub>А будет 6,8%. Таким образом, получены высококачественные бетоны, которые после опытно-

промышленной проверки могут быть использованы для устройства дорожных покрытий автомобильных дорог.

#### Выводы

Предложена технология получения дисперсных модификаторов типа золы в комплексе с порошком минерала волластонита и с химическими модификаторами из растительного сырья.

Разработана технология получения высококачественного бетона для устройства дорожных покрытий автомобильных дорог.

Разработанные составы имеют более высокую трещиностойкость за счет микро-армирования с дисперсно-армирующей добавкой из порошка волластонита, водонепроницаемость за счет низкого содержания капиллярных пор, более хорошую однородность состава за счет повышения пластичности.

Установлено, что введение химического модификатора ВЭПГ в цементное тесто в оптимальном количестве улучшает его вязкопластические свойства: тесто нормальной густоты получается при уменьшенном расходе воды затвердения на 20-25.

Рецензент: Саломзода Р.С. — қ.т.н., доцент, директор Государственного учреждения «Автомобильный транспорт и логическое обслуживание" при Министерстве транспорта Республики *Шаджикистан*.

#### Литература

- 1. Носов В.П., Фотиади А.А. Причины образования уступов на цементобетонных покрытиях автомобильных дорог. Наука и техника в дорожной отрасли, 2008 №. 3, с.20–22.
- 2. Некоторые вопросы качества бетонных смесей и бетонов в транспортном строительстве /Зайцев П.А. и др. //Прогрессивные конструктивно-технологические решения для тоннеле- и метростроения в России: сб. науч. тр. М: ОАО ЦНИИС. 2004. Вып. 221. С. 213.
- 3. Феднев Т.А. Требования к цементам для бетонов различного назначения / JLA. Феднер, С.Н. Ефимов, П.А. Зайцев //Цемент и его применение. 2005. № 3. С. 7-8.
- 4. Ткач Е.В. Технологические аспекты получения высококачественных модифицированных бетонов заданных свойств/ Е.В. Ткач, Д.В. Орешкин, В.С. Семенов, В.С. Грибова // Научно-технический производственный журнал «Промышленное и гражданское строительство». 2012. №2. С. 65-68.
- 5. Зайцев П.А. Бетонные смеси и бетоны с химическими добавками на основе модифицированных лигносульфонатов /П. А. Зайцев и др. //Цемент и его применение. 2004. № 1. С. 70-72.
- 6. Зайцев П.А. О регулировании свойств бетонных смесей и бетонов химическими добавками на основе лигносульфонатов / П.А. Зайцев, Е.С. Шитиков; А.Феднер; С.Н. Ефимов; А.Б. Самохвалов //Строительные конструкции зданий и сооружений дорожного сервиса: сб. науч. тр. М.: МАДИ (ГТУ). 2004. С. 68-77.
- 7. Назиров Я.Г. Прочность и деформативность бетонов с добавкой щелочного экстракта стеблей хлопчатника /Шарифов А. Акрамов А.А., Назиров Я.Г., Муминов А.К. //Известия академии наук Республики Таджикистан. №4(153),-2013.-С.106-112.
- 8. Назиров Я.Г. Повышение прочности и коррозионностойкости цементсодержащих композиций с экстрагируемыми веществами состава стеблей хлопчатника /Шарифов А. Акрамов А.А., Назиров Я.Г., Муминов А.К.//Известия Академии наук Республики Таджикистан. 2016. №5-6.- С.248-252.
  - 9. Тараканов О.В. Химические добавки в растворы и бетоны. Пенза: ПГУАС, 2016. 156 с
- 10. Шитиков Е.С. Особенности применения комплексов химических добавок для производства бетонных смесей различного назначения / Е.С. Шитиков, Л.И. Алебастрова, Е.В. Гордеева //Строительные материалы. 2005. № 6. С. 38-40.
- 11. Сайрахмонов Р.Х. Цементно-волластонитовые вяжущие с химическими добавками и материалы на их основе. Монография. Душанбе. ТТУ, 2020, 148 с.
- 12. Каримов Э.Х. Влияние водного экстракта гетерокомпонентов растительного сырья на физико-химические процессы в тампонажных и пластовых дисперсных системах. Автореф. дисс. канд. техн. наук. Душанбе, 2019. 43. с.
- 13. Шарифов А.Ш., Дустмурадов Т., Голубев М.Н. Опыт применения модифицированного лессом СДБ в бетоне.//Бетон и жезобетон.-ю1988.-№3.-С.15-16
- 14. Шарифов А., Дусмурадов Т., Голубев М.Н. и др. Опыт применения модифицированного лессом СДБ в бетоне //Бетон и железобетон. -1988- № 3,- С. 15-16.
- 15. Ткач Е.В. Реологические свойства цементных паст и растворов на основе модифицированного коллоидного цементного клея / Е.В. Ткач, В.С. Грибова // Научно-технический журнал Вестник МГСУ. 2011. №1 т 2 C 317-321.
- 16. Ткач Е.В. Эффективный способ приготовления гидрофобизируюгцего органоминерального модификатора ГДМ / Е.В. Ткач, В.С. Грибова // VIH международная научно практическая конференция «Новината за напреднали наука 2012»: сборник София, 2012. т. 23 С. 83-85.
- 17. Толмачев С.Н., Беличенко Ё.А. Влияние вовлеченного воздуха на свойства дорожного бетона и фибробетонов. // Строительные материалы . 2017. № 1-2. С.68-72.

- 18. Рахимов М.А. Способы получения гидрофобизирующих комплексных органоминеральных модификаторов / М.А. Рахимов, Г.М. Рахимова, Р.Ф.Серова, М.О. Иманов, Е.В. Ткач, В.С. Грибова / VIII международная научно-практическая конференция «Эффективные инструменты современных наук»: сборник. Прага, 2012. т. 31 С. 17-19.
- 19. Рахимов М.А. Влияние гидрофобизирующих органоминеральных комплексных модификаторов на свойства мелкозернистых бетонных смесей/ М.А. Рахимов, Г.М. Рахимова, Р.Ф.Серова, М.О. Иманов, Е.В. Ткач, В.С. Грибова / VIII международная научно-практическая конференция «Европейская наука XXI века»: сборник. Пшемысль, 2012. т. 21 С. 94-97.
- 20. Ткач Е.В. Получение высокоэффективных модифицированных бетонов заданных физико-технических свойств / Е.В. Ткач, В.С. Грибова, М.А. Рахимов// Труды Междунар. научно-пракг. конф. «Наука и образование ведущий фактор стратегии Казахстан-2030». Караганда, 2011. С.92 95.
- 21. П.Н. Курочка П.Н., Гаврилов А.В. Бетоны на комплексном вяжущем и мелком песке. Инженерный вестник Дона, 2013.-С.155 167
- 22. Каримов Э.Х. Усманов Р. Влияние водной вытяжки растительных отходов на структурообразование вяжущих материалов. Вестник Таджикского национального университета, 2010.-№3(59).-С. 220-222.
- 23. Мансураева Л.М., Юсупова И.И., Булаев С.А. Поверхностно-активные вещества, свойства и применение. Вестник магистратуры.- №2-1(125),- 2022.-с.30-36

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

ABOUT AUTHORS							
TJ	RU	EN					
Сайраҳмонов Раҳимчон	Сайрахмонов Рахимджон	Sayrakhmonov Rahimjon					
Хусейнович	Хусейнович	Huseynovich					
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	candidate of technical sciences					
		associate professor					
Донишгохи техникии	Таджикский технический	Tajik Technical University named					
Точикистон ба номи академик	университет имени академика М.	after academician M. S. Osimi					
М.С. Осимй	С. Осими						
	e-mail: <u>srivakn@mail.ru</u>						
TJ	RU	EN					
Рахматзода Алишер	Рахматзода Алишер	Rahmatzoda Alisher					
унвончу	соискатель	title seeker					
Донишгохи техникии	Таджикский технический	Tajik Technical University named					
Точикистон ба номи академик	университет имени академика М.	after academician M. S. Osimi					
М.С. Осимй	С. Осими						
	e-mail:						
TJ	RU	EN					
Назиров Яхё Гиёхович	Назиров Яхё Гиёхович	NazirovYahyo Giyohovish					
н.и.т., и.о. дотсент	к.т.н., и.о. доцента	candidate of technical sciences					
	, , , ,	associate professor					
Донишгохи техникии	Таджикский технический	Tajik Technical University named					
Точикистон ба номи академик	университет имени академика М.	after academician M. S. Osimi					
М.С. Осимй	С. Осими						
	e-mail: Yakhyo80@gmail.com						

УДК 728.6 (575.3)

# ТЕНДЕНЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА И ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ГОРНЫХ РАЙОНОВ ТАДЖИКИСТАНА

#### Акбаров Акрам

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье рассматриваются перспективы устойчивого развития градостроительства и экологические основы совершенствования сельских поселение в условиях горных районов Таджикистана. Обосновано социальное значение развитие расселения горных районов и необходимость решения градостроительных задач в перспективе. Предлагается создание центра устойчивого развития малых городов и сельских поселений для решения градостроительных задач горных районов, а также подготовки высококвалифицированных кадров в области архитектуры и строительства.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, градостроительства, расселения, горные районы, совершенствования поселений, научное исследование, подготовка специалистов.

## РАВАНДИ ТАРАҚҚИЁТИ УСТУВОРИ ШАХРСОЗЙ ВА МАСЪАЛАХОИ ТАШАККУЛИ МАХАЛХОИ АХОЛИНИШИНИ НОХИЯХОИ КЎХИИ ТОЧИКИСТОН Акбаров Акрам

Дар макола ояндаи тарақкиёти устувори шахрсозй ва асосхои экологии ташаккули сукуноти дехотро дар шароити нохияхои куҳии Точикистон дида шудааст. Моҳияти ичтимоии рушди сукуноти аҳолии ноҳияҳои куҳй ва ҳалли масъалаҳои шаҳрсозй дар оянда асоснок карда шудааст. Ташкили маркази тарақкиёти устувори шаҳрҳои ҳурд ва шаҳраҳҳои деҳот барои ҳалли масъалаҳои шаҳрсозй дар ноҳияҳои куҳй пешниҳод шудааст, аз чумла раванди тайёр кардани мутаҳасисони баландихтисоси соҳаи меъморй ва соҳтмон пешбарй гардидааст.

**Калидвожахо:** тараққиёти устувор, шахрсозй, сукуноти ахолй, нохияхои кухй, ташаккули махалхои ахолинишин, таққикоти илмй, тайёр кардани мутахассисон.

## TREND OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF URBAN PLANNING AND PROBLEMS OF FORMATION OF SETTLEMENTS IN THE MOUNTAINOUS AREAS OF TAJIKISTAN Akbarov Akram

The article examines the prospects for sustainable development of urban planning and the ecological foundations for improving rural settlements in the mountainous regions of Tajikistan. The social significance of the development of settlement in mountainous areas and the need to solve urban planning problems in the future are substantiated. It is proposed to create a center for the long-term development of small towns and rural settlements to solve urban planning problems in mountainous areas, as well as train highly qualified personnel in the field of architecture and construction.

**Key words:** sustainable development, urban planning, settlement, mountainous areas, improvement of settlements, scientific research, training of specialists.

#### Введение

С позиция градостроительства, устойчивое развития городов и межселенных территорий - это создание благоприятной среды проживания, ограничение вредного воздействия на окружающую среду, опять же с целью создания благоприятных условий проживания не только для ныне живущих, но и для последующих поколений.

С позиции экологических проблем сокращение ущерба, причиняемого окружающей среде является важнейшей задачей градостроительной политики. В этом направление принцип экологического решения градостроительных задач был вынесен на 5 место на Форуме в Рио-де-Жанейро. На этом Международном форуме устойчивого развития градостроительства определилась, как основы формирования поселений с учетом проблем экологии. Об охране окружающей среды в градостроительстве говорилось на конференции в Йоханнесбурге где было отмечено: «.... надо начинать все-таки решать сначала сегодняшние, животрепещущие проблемы, которые волнуют жителей горных стран сегодня, не забывая об определенной перспективе» [1].

В условиях Таджикистана более 74% населения проживают в населенных пунктах сельской местности. Для обеспечения более устойчивого будущего в республике структура этих сельских населенных мест следует совершенствовать и необходимо поддерживать трансформацию горных поселений.

На современном этапе развития градостроительство основная масса населения республики: - более 85% размещены на территории долин, предгорной и частично на низкогорных равнинах, на высотах от 350 м до 1500 м над уровнем моря. На более 90% горных территориях размещена остальная часть (15%) населения республики. Эти условия требуют определения перспективы устойчивого развития городских и сельских поселений Таджикистана.

#### Постановка задачи

Необоснованное территориальное развитие городов и сельских поселений в зонах равнин определяет актуальность и практическую ценность разработки новой градостроительной политики по совершенствованию расселения и формирования сельских поселков во взаимосвязи с перспективами развития агропромышленных и горно-рекреационных комплексов на территориях горных районов

Республики Таджикистан. Такая градостроительная политика будет направлена на решение важнейших градостроительных задач и формирования архитектуры в горных районах республики.

Однако, недостаточное развитие инфраструктуры и услуги, нехватка равнинных земель и сельскохозяйственных угодий, обусловленная отрицательными последствиями градостроительство и нерациональными землепользованиями, серьезным образом влияет на рациональное использование природной среды в горных районах республики. Наряду с этим отсутствие в горных районах мест для приложения труда приводит к расширению масштаба миграции из сельских районах в города, а также в зарубежные страны. Всё это способствует истощению людских ресурсов в сельских общинах горных районов.

В целях осуществления новой градостроительной политики и программ устойчивого развития горных районов, которые обеспечивало бы совершенствование структуры сельских поселений в территориальную планировки областей. Для этого требуется разработки эффективных научно-исследовательских работ по проектированию населенных пунктов и управлению их застройкой на горном рельефе. В этом аспекте важно уделят особое внимание вопросам планировки и застройки городских и сельских районов в условиях горного рельефа.

На современном этапе развития Республики Таджикистан сельские жители, в том числе население горных районов, играют важную роль в обеспечении продовольственной безопасности и поддержании социального и экологического равновесия на значительных участках горных территорий.

Горный административный район представляет собой сложную систему расселения, имеющая в своем составе предприятия и организации агропромышленного комплекса, а также другие отрасли народного хозяйства. Основные объекты инфраструктуры района - школы, детские сады, учреждения здравоохранения, клубы, торговые ряды и инженерные сети нуждаются в устойчивом развитии и укреплении материально-технической базы. Для устойчивого развития Местные исполнительные органы власти - Хукуматы районов должны обладать достаточными ресурсами и правами, чтобы их реконструировать и улучшит архитектурный облик в соответствие с требованием устойчивого развития.

В градостроительном плане одной из ключевых задач является изучение новой методики совершенствования структуры горного расселения и формирования системы сельских населенных пунктов. Особое значение приобретает всестороннее исследование принципов совершенствования системы горных поселений и разработки научно-обоснованных рекомендаций по рациональной планировке и застройке сельских населенных пунктов на горном рельефе. При этом важно сохранение ценных равнинных земель из под застройки для сельскохозяйственного производства (рис.1).

Методика регулирования и совершенствования архитектурно-планировочной организации горных районов требует учета комплекса факторов природной среды: особые климатические условия, сложный горный рельеф, сейсмические условия, селевые потоки, возможность оползней и обвалов [4]. Эти условия объективно определяют специфические задачи перед проектировщиками по формированию пространственных параметров и объемно-планировочной организации сельских поселков на горном ландшафте.



Рисунок 1 – Современное состояние расселения на территории Республики Таджикистан

На этой основе необходимо скоординировать научно-исследовательскую и проектную деятельность различных научных и проектных организаций республики для разработки Комплексной программы по устойчивому развитию горных районов. Также важно участие учёных и специалистов высших учебных заведений республики в этой программе. В этом плане необходим поиск финансовой поддержки Международных фондов и вложения их инвестиции для решения этой важной народно-хозяйственной задачи устойчивого развития поселений горного региона.

На ближайшие годы особое значение приобретают всесторонние исследования и научно обоснованные рекомендации по рациональному использованию территории горных районов по развитию агропромышленных комплексов. Важно глубоко профессиональное градостроительное решение сети сельских поселений с учетом трансформационных процессов социальной инфраструктуры горных районов республики и разработки новых принципов планировки и застройки поселков на горном рельефе.

Таким образом, в градостроительном плане эта проблема начинается от территориальнопространственной организации населенных мест (как больших, так и малых сельских поселков) в системе расселения в целом, до решения социальной и инженерной инфраструктуры каждого населенного пункта в отдельности. В этом плане нами разработана принципиальная схема формирования перспективной структуры поселений в системе регионального расселения горной области Республики Таджикистан (рис. 2).

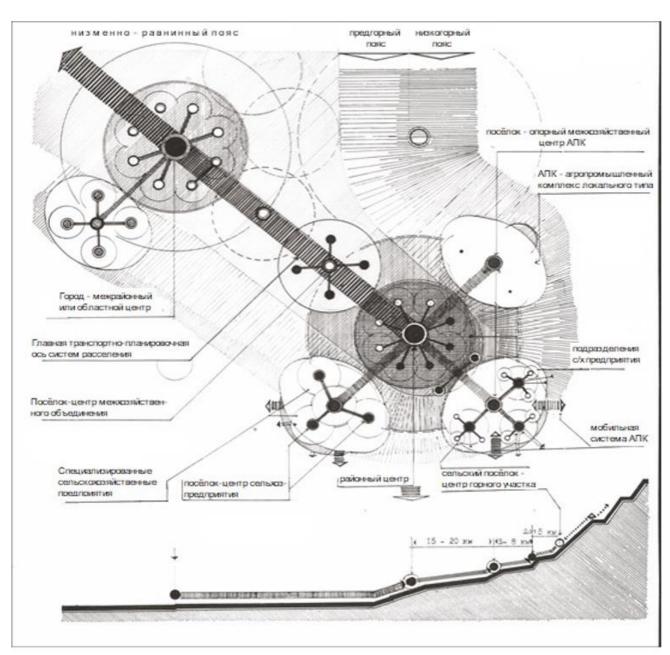


Рисунок 2 — Принципиальная схема - модель формирования населенных пунктов в региональной системе расселения горной области Республики Таджикистан

Градостроительная политика республики сегодня, с позиции формирования региональной системы расселения и формирования новой архитектуры сельских поселков горных районов, призвано разрабатывать целевые программы проектирования, устанавливать зависимость принимаемых решений от имеющих природно-климатических, социально-экономических и строительно-технологических условий, определить новые критерии оценки принимаемых архитектурно-планировочных решений [5].

В этом направлении организации <u>Центра перспективного развития малых городов и сельских поселков</u> с лабораторией оснащенной современной информационной технологией позволило бы комплексному исследованию горных районов в целях решения градостроительных задач. Центр должен обеспечивать разработку научно обоснованных программ и проектных предложений по совершенствованию инфраструктуры и планировочной организации горных поселений. В разработке теоретических основ и экспериментальных проектов жилищно-гражданских объектов и производственных сооружений для условий горных зон могут принять участие ученые, специалисты вузов и проектных организаций республики.

Основной целью данной комплексной программы должны стать выработки градостроительных основ и новых приемов регулирования системы горных поселений, а также разработки методики планировки и застройки поселков агропромышленных комплексов на горном рельефе. В этом плане важно совершенствование архитектурно-планировочных и художественно-композиционных решении малых городов и сельских населенных пунктов горных и предгорных зон Республики Таджикистан.

Главной целью данной программы должны стать повышения квалификации и переподготовка кадров владеющим градостроительными основами решения проектов планировки и застройки городских и сельских поселений в условиях горного рельефа. Будущие специалисты- архитекторы должны заниматься экспериментальным поиском перспективной модели сельских и городских поселений для условий горного рельефа [6].

Основными задачами нового курса является переподготовка и повышение квалификации архитектурных и строительных кадров:

- знающих принципы планировки и застройки малых городов и сельских поселков, а также производственных комплексов для условий горного рельефа;
- знающих основы проектирования жилых и общественных зданий для жизнеобеспечения сельских поселений на высокогорных участках;
- владеющих методом организации застройки производственных и жилых образований с учетом использования нетрадиционных источников энергии;
- владеющих методом совершенствования сети сельских поселений горных районов, с учетом защиты природных ресурсов и природного ландшафта;
- владеющих методом разработки новых технологических проектов по использованию энергии солнца в жилой среде и формирования агропромышленных комплексов с учетом достижения научнотехнического прогресса.

В условиях горных и предгорных районов важно ограничение воздействий природных бедствий и катаклизмов. Как показало опыт, даже в благополучной Европе, мощные стихийные бедствия вызывают колоссальные катастрофические последствия. Наш опыт пока что в значительной степени бессильны перед такими явлениями как землетрясения, селевые потоки и наводнения, обвалы и камнепады.

Очень важно в этом направлении повысить эффективность деятельности органов управления процессом градостроительного развития в областях, административных районах и городах, особенно в горных районах. Поэтому с позиции градостроительной политики необходимо начать перспективное создание материально- пространственных условий для устойчивого развития поселений на основе преобразования и развития мест проживания, приложения труда, обслуживания и отдыха населения, а также систем транспортного и инженерно- технического обеспечения малых городов и сельских населенных мест [8].

- В перспективе, в целях решения поставленных задач для устойчивого развития градостроительства в условиях Республиках Таджикистан необходимо разработки комплексной программы развития горных регионов [7]. При этом важно определение условия и решения системы приоритетных задач общегосударственного масштаба:
- 1. Обеспечить здоровую и безопасную среду жизнедеятельности сельского населения и жителей малых городов. Формировать экологически устойчивые горные поселения и сети инженерной инфраструктуры. Создать среду обитания, обеспечивающую нормальную санитарно- эпидемическое жизнеобеспечение населения. Обеспечивать защиту предгорных и горных поселений от техногенных и природных катастроф и катаклизмов.
- 2. Обеспечивать эффективное использование природных и градостроительных ресурсов горных зон на основе:
- -охраны окружающей среды, с учетом эффективного использования природных горных ресурсов в градостроительных системах поселений.

-повышение эффективности использования территориальных ресурсов (земельных угодий, исключая изъятия сельскохозяйственных угодий), при градостроительной организации как сельских, так и городских поселений.

-обеспечение охраны историко-культурного наследия, горного ландшафта, национальных парков, заповедников, и их эффективное использование в градостроительных системах формирования сети поселений.

- 3. Повысить обоснованность и эффективность градостроительных решения реконструкции и развития малых городов, районных центров и поселков агропромышленных комплексов (АПК).
- 4. Создать эффективную систему управления процессом градостроительного развития Республики Таджикистан на основе:
- -создания эффективно-функционирующей системы информационного и научно-образовательного обеспечения градостроительной деятельности во всех уровнях: области, отдельного района или города в целом.
- -обеспечения соблюдения всех градостроительных норм, правил и законодательных актов при формирования новых поселений, развития территориальных систем районах, а также городских и сельских поселений.
- 5. Улучшит систему подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов в области градостроительства и районной (территориальной) планировки [3]. Решение этих стратегических задач градостроительства надо начать с подготовки высококвалифицированных градостроительных кадров.

#### Выводы

Для устойчивого развития градостроительства в условиях Республики Таджикистан возникло необходимость по организации системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации архитекторов и инженерно-технических кадров в области градостроительства и территориальной планировки.

С этой целью необходимо организация курсов повышения квалификации и консалтинговых услуг на базе кафедры Архитектуры и градостроительство. Курсы должны формироваться при Таджикском техническом университете с материальной поддержкой Комитета Архитектуры и строительства при Правительстве РТ. Курсы регулярно будут функционировать для подготовки архитектурных, градостроительных и инженерно-технических кадров, владеющих методами планировки и застройки городов и сельских поселков на горном рельефе.

Главной задачей является: - объединение усилий ученых и опытных специалистов ТТУ в проведении курсов и семинаров по повышению квалификации и переподготовки архитектурностроительных кадров и инженерно-технических работников в области градостроительства и развития производства на горном рельефе. В этом направление необходимо вести работу по составлению учебнообразовательных программ для организации курсов повышения квалификации специалистов на основе привлечения финансовых возможностей различных предприятий, учреждений и организаций с учетом требований рыночной экономики.

На нынешнем этапе развития Республики Таджикистан особо актуально стало проблема подготовки высококвалифицированных специалистов архитекторов и планировщиков, глубоко понимающих градостроительную политику, знающих теории градостроительства и основ территориальной планировки, а также владеющих методикой планировки и застройки городов и сельских населенных мест.

Необходимость подготовки специалистов по этому направлению вызвано тем, что они должны [3] уметь:

- использовать достижения современной отечественной и зарубежной практики градостроительства и территориальной планировки для условия горного региона;
- применять основы управления процессами развития поселений и территорий в условиях горных районов;
- использовать инструментарий планирования и проектирования для поиска обоснованных проектных решений на горном рельефе;
- использовать прикладные методики профессиональной деятельности для оптимизации планировки и застройки городских и сельских поселений, формирования систем расселения;
  - работать с правовыми, нормативными, программными документами, специальной литературой. Рецензент: Умарзода У.Х. — қ.т.н., первый заместитель Председателя Комитета по архитектуре и

ıт: Умарзода У.Х. — қ.т.н., первый заместитель Председателя Қомитета по архитеқтуре и строительству при Правительстве Республиқи Шадҗиқистан.

#### Литература

- 1. Декларации Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию. Риоде-Жанейро, 1992. <a href="http://sobakidendy-news.ru/post">http://sobakidendy-news.ru/post</a> 220452571/.
- 2. Акбаров А.А. Градостроительные проблемы горных районов Республики Таджикистан. В научном сборнике АН РТ «Проблемы устойчивого развития горных территорий Республике Таджикистан». Душанбе: «Сурушан», 2002. –С 239-245.

- 3. Акбаров А.А. Концепсияи тайёр кардани мутахассисони баландихтисоси меъморй мувофики талаботи ояндаи рушди шахру дехоти Точикистон. Меъморй. Мачаллаи илми-оммавй ва фархангй. Душанбе, 2015, №4, с.19-21.
- 4. Акбаров А.А. Перспективы совершенствования архитектурно-планировочной организации поселений на горном ландшафте Таджикистана. Наука и техника. Межд. науч.-техн. журнал. -Минск, БНТУ, 2013 №3. -С. 27-32.
- 5. Акбаров А.А. Этапы формирования и предпосылки развития архитектурно-планировочной структуры сельских поселений в горных районах Таджикистана. Архитектура. : Сборник науч. тр. –Вып. 6; редкол. : А.С. Сардаров [и др.]. –Минск, БНТУ, 2013. с. 133-138.
- 6. Акбаров А.А. Традиционная архитектура горных селений и современные методы их моделирования для условий горного рельефа Таджикистана. Материалы науч. -практ. семинар-совещ-я: Проблемы исполь. элементов националь. архитектуры в строит-ве здан-й и сооруж.-й Респ. Таджикистан. –Душанбе, 2014. –С.62-67.
- 7. Акбаров А.А. Социально-экономические аспекты устойчивого развития градостроительство в условиях Таджикистана. Материалы Республ. научно-практич. конференции «Новый генеральный план города Душанбе: пути развития и совершенствования». -Душанбе, 31 октября 2017. С.24-30.
- 8. Акбаров А.А. Проблемы и перспективы градостроительство Республики Таджикистана. Материалы республиканской научно-практич. конференции: «Современные задачи градостроительство и архитектуры» Душанбе, 2019. С. 155-161.

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN						
Акбаров Акрам	Акбаров Акрам	Akbarov Akram						
Доктори меъмори, академики Академики мухандисии Ч.Т. и.в.профессори кафедраи меъморй ва шахрсозй	Доктор архитектуры, академик Инженерной академии Р.Т., и.о. профессора кафедры архитектуры и градостроительства	Doctor of architecture, academicians of Engineering Academy of the Republic of Tajikistan						
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осимй	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M. S. Osimi						
e-mail: <u>akbarov2004@inbox.ru</u>								

УДК 691.328.44

### ДОРОЖНЫЙ БЕТОН С ХИМИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Р.Х. Сайрахмонов, Я.Г. Назиров, А.С. Рахматзода

ТТУ имени академика М. С. Осими

В статье рассмотрены теоретические аспекты создания устойчивых и однородных бетонов для устройства дорожных покрытий автомобильных дорог и приводятся результаты экспериментальных исследований влияния химических добавок из растительного сырья: водной вытяжки при варке листьев хлопковых растений (ВЭХ), экстракта плодов деревьев Гледичия (ВЭПГ) и модифицированного лигносульфоната технического (МЛСТ) - на свойства дорожного бетона. Установлено, что вышеназванные добавки в зависимости от их природы, разнообразно влияя на свойства дорожного бетона, в совокупности улучшают её физикомеханические характеристики.

Ключевые слова: дорожный цемент, дорожный бетон, добавки, пластификатор, бетонная смесь, прочность.

#### БЕТОНХОИ СОХТМОНИ РОХ БО ИЛЛОВАХОИ ХИМИЯВЙ АЗ КОРКАРДИ МАВОДХОИ РАСТАНЙ

#### Р.Х. Сайрахмонов, Я.Г. Назиров, А.С. Рахматзода

Дар мақола тадкиқоти хосиятҳои физикию-механикии бетонҳо, бо иловаҳои химиявӣ дар ассоси экстракти аз растаниҳо чудо карда шуда омухта шудааст. Нишон дода шудааст, ки истифодаи иловаҳои номбурда хосиятҳои физикавӣ-механикии бетонро баланд менамоянд.

Калидвожахо: семент, бетони рох, иловагихо, пластификатор, мустахкамй, экстрактхои растанй, устворй.

### STUDY OF THE PROPERTIES OF CONCRETE BASED ON MIXED CEMENT WITH ORGANIC-MINERAL ADDITIVES

#### R.H. Sairahmonov, Y.G. Nazirov, A.C. Rahmatzoda

The article deals with the study of the physico-chemical characteristics of concrete, in particular, rheology and resistance in aggressive environments based on mixed conventional cement with organic additives from natural wollastonite, coal ash from the Zidinsky coal deposit and modified ligno – sulfonate technical plasticizer (MLS).

Keywords: cement, high-strength concrete, additive, plasticizer, concrete mix, wollastonite, ash, strength, corrosion resistance.

**Keywords:** cement, high-strength concrete, additive, plasticizer, concrete mix, wollastonite, ash, strength, corrosion resistance.

#### Введение

Цементобетон – один из требуемых строительных материалов, который используют для производства различных изделий, конструкций, а также во всех сферах народного хозяйства. В настоящее время в транспортном строительстве наряду с асфальтобетоном для устройства покрытия автомобильных дорог широко применяют цементный бетон. Как известно, такие бетоны находятся в сложных условиях эксплуатации. Такие бетоны по сравнению с обычными бетонами должны обладать более высокой морозостойкостью, стойкостью против истирающих и ударных воздействий, малой усадкой, повышенной прочностью на растяжение и изгиб. Кроме того, они должны быть устойчивыми к ударным воздействиям, потому что в процессе эксплуатации большинство воздействующих на них факторов многократно повторяются. Для этого бетон для дорожных покрытий должен быть вполне определен физико-механическими свойствами: необходимой прочностью, достаточной устойчивостью против деформации. Чтобы получить дорожный бетон выше упоминающим специальным требованием, подбирают по количественному соотношению необходимые составляющие компоненты: вяжущие. заполнители, добавки. Обычно все эти материалы в совокупности составляют структуры бетона, которые оказывают большое влияние на его прочность и деформативность. Для выяснения этого вопроса обычно рассматривают схемы физико-механического процесса образования структуры бетона. Физическая структура бетона формируется в процессе гидратации цемента и обусловливает процесс твердения. Структурные свойства бетонной смеси зависят от структурных свойств цементного теста, обусловливают его удобоукладываемость и являются важным фактором при формовании бетонных изделий. Потому что цементные смеси дают камень, который выдерживает более высокие нагрузки на сжатие, растяжение и изгиб при растяжении, что положительно сказывается на эксплуатационных особенностях поверхности дороги. Для этого самым эффективным способом достижения вышеупомянутой цели является применение добавок модификаторов химического и минерального происхождения в составе цемента. Анализ ряда работ авторов [1-5] показывает на целенаправленное применение добавки растительного происхождения в качестве модификаторов цемента для производства различного высококачественного бетона. Основываясь на выполненных работах вышеуказанных авторов, считаем допустимым применение некоторых добавок растительного происхождения в состав дорожных бетонов. Целью данного исследования является изучение влияния добавки различного характера действия на основе растительного сырья на физико-механические свойства дорожного бетона.

#### Теоретическая часть

Дорожные покрытия с применением цементного бетона при эксплуатации во много раз отличаются от бетонов с применением органического вяжущего вещества. Можно отметить, что такие покрытия имеют

во много раз больше теплоустойчивости, морозоустойчивости и деформативностойкости. Эти приведённые показатели во многом превосходят покрытия с применением асфальтовых бетонов. Поэтому с каждым годом возрастает внимание к этому материалу. Обычно в практике дорожного строительства их классифицируют по различным показателям: объемной массе, основному назначению, типу вяжущего вещества, виду наполнителей, условиям твердения и структуре. Однако эти показатели весьма существенные, от которых зависит не только красота и комфортность дорожного полотна, но и его надежность, безопасность и долговечность. В практике создания таких бетонов является проект прочной основы, которая будет стойкой к подземным водам, дождям, снегу, а также резким перепадам температур. Можно предполагать, что составляющие материалы бетона подбираются таким образом, чтобы сделать бетон максимально прочным и качественным. Кроме того, количество добавок регулируют таким образом, чтобы бетон был минимально подвижным. Одним из важнейших показателей свойства бетона, определяющих его долговечность, кроме устойчивости его структуры при действии на них агрессивной среды, является прочность.

Исследованиями [9-11] установлено, что предел усталости цементного бетона составляет 50-55%, предел прочности на сжатие и 30-70% предела прочности на изгиб, т.е. если многократная нагрузка превысит 0,50-0,55R<sub>сж</sub>, материал разрушается. В производственных условиях, чтобы достичь выносливость цементных бетонов и конструкций на их основе, производят различные работы: -повышают однородность цементного камня; -применяют цементы с повышенным содержанием алюмоферитов; используют различные химические добавки: -увеличивают расход цемента. Практика применения дорожного бетона при устройстве дорожных покрытий показывает, что не все эти вышеупомянутые мероприятия дадут дорожному бетону при эксплуатации нормативную и всестороннюю устойчивость. Например, добавление ускорителей твердения, повышенное содержание С<sub>3</sub>А, пропаривание в определённой мере уменьшают устойчивость бетона при эксплуатации. Отсюда можно предполагать, что в практике технологии цементных вяжущих и бетонов на их основе существенно возрос интерес к поверхностно-активным и тонкодисперсным минеральным добавкам, которые, в основном, используются в качестве пластифицирующих, гидрофобизирующих или активных и инертных наполнителей цемента. В производственных условиях применение пластифицирующих добавок придает бетонным и растворным смесям нерасслаиваемость, сохранение удобоукладываемости во времени [6-8]. Кроме того, расход цемента уменьшается до 10-12%, повышается морозостойкость бетона, текучесть смесей для перекачивания их растворонасосом. Анализ ряда работ авторов [2-3] показывает, что для дорожного бетона, эксплуатируемого в дорожных покрытиях, подвергающегося воздействию агрессивной окружающей среды, существует проблема его преждевременного разрушения вследствие недостаточной эксплуатационной стойкости. Кроме того, для таких бетонов характерны цементы более высокого качества по сравнению с обычным тяжёлым бетоном, добавки различного вида, обеспечивающие удобоукладываемость смеси или по ряду признаков: структуре; плотности; виду заполнителей; зерновому составу; условиям твердения.

По мнению авторов [9-11] важным фактором, влияющим на структуру бетона, является количество воды, принимаемое для приготовления бетонной смеси. По их мнению для гидратации цемента необходимо 30-40% воды от общего принимающего количества воды в единице объема бетонной смеси. Однако в практике для обеспечения подвижности бетонной смеси количество воды берут с некоторым избытком. По мнению авторов [10-11], избыточная вода остается в структуре бетона свободной. Впоследствие вступает в химическое соединение с менее активными частицами цемента, а в результате заполняет поры и капилляры в цементном камне и полостях между зернами крупного заполнителя, по истечении времени, испаряясь, освобождает их. По данным исследований авторов [9-10], поры занимают около трети объема цементного камня, с уменьшением воды пористость цементного камня уменьшается и прочность бетона на его основе увеличивается. Для этого в дорожном строительстве при устройстве дорожных покрытий применяют более жесткие бетонные смеси.

Известно, что на сегодняшний день дорожный портландцемент достаточно популярен для создания бетона для автомобильных дорог, ведь он обладает именно теми свойствами, которые необходимы для создания качественного покрытия. Такой вид портландцемента характеризуется: максимальной прочностью; -стойкостью к морозу; -ударной вязкостью; -водонепроницаемостью. Практика показывает, что обычный портландцемент не может иметь подобные качества без специальных добавок. Для дорожного цемента характерно присутствие в составе пластифицирующих и гидрофобных добавок. Также в составе можно обнаружить доменный шлак (около 15% от общей массы) и трехкальциевый алюминат (не более 8%) [9-11]. Они должны иметь определенную стандартную скорость схватывания и набор прочности, высокую износоустойчивость, высокую морозостойкость и ударную вязкость. Начало схватывания таких цементов должно наступать не ранее чем через 2ч от начала затвердения [9-11]. Можно отметить, что способность дорожного цемента к медленному схватыванию помогает при больших расстояниях. Обычно в среднем такой строительстве сооружений, находившихся на специальный портландцемент начинает застывать только через 120 минут, а вот обычный -схватывается уже через 45 минут.

Даже если учесть медленное схватывание, применять дорожный цемент повсеместно просто не получится: до отдаленных районов смесь просто не успеет доехать в незастывшем виде.

В настоящее время для решения указанных проблем надо создать такие бетоны, которые обладают всеми параметрами, в частности необходимой прочностью; плотной структурой; морозостойкостью, коррозионной стойкостью для дорожных покрытий путём введения комплексной органоминеральной добавки, способствующей удовлетворять перечисленным выше специальным требованиям.

Так как нами было выше упомянуто, что цемент является основным компонентом для дорожного бетона, где в большинстве случаев регулируют свойства бетонных смесей и бетона, в данной работе мы пытались исследовать влияние химических добавок, производимых на основе отечественных запасов растительного сырья на свойства дорожного цемента. Это химические добавки, водная вытяжка при варке листьев хлопковых растений (ВЭХ), водный экстракт плодов деревьев гледичия (ВЭПГ) и модифицированный лигносульфонат технический (МЛСТ). Эти добавки имеют ресурсные базы производства в Республике Таджикистан, характеристика и их способы получения приведены в ряде работ отечественных авторов [12-14].

Вышеупомянутые добавки, полученные по способу [12-14], получены из местного растительного сырья ВЭХ, из плодов деревьев гледичия в течение 20 мин при соотношении сырья и воды 1:3 при температуре 50°C по способу [13].

#### Материалы для исследования

В работе использовался портландцемент М400 ПЦ- ДО: тонкость помола 96%, истинная плотность 3,1г/см³; величина удельной поверхности 3396 см²/г, активность 41,6МПа.

Используемый при исследованиях портландцемент имеет следующий минералогический состав (табл.1).

Таблица 1- Состав клинкера исследуемого портландцемента

			1 12	1 11		
Компонент	$C_3S$	$C_2S$	C <sub>3</sub> A	$C_4AF$	$S_3O$	$M_{ m g}O$
Содержание по массе, %	60,94	13,92	6,13	16,4	2,18	0,69

Заполнители имели следующие характеристики:

щебень: плотность 2,701 г/см<sup>3</sup>, влажность 0,14 масс .%; содержание пылеватых частиц - 0,13масс.%; марки 1200: -песок от отсевов производства щебня, модуль крупности  $M_{\kappa}$ =2,19.

Для модифицирования свойств цемента и бетона на его основе использованы добавки из водной вытяжки при варке листьев хлопковых растений (ВЭХ), экстракт плодов деревьев гледичия (ВЭПГ) и модифицированный лигносульфонат технический (МЛСТ). Характеристика принимаемых добавок приведена в теоретической части данной статьи.

Исследования складывались из определения влияния добавки на физико-механические свойства дорожного бетона.

Первоначально для исследования проектировали состав мелкозернистого дорожного бетона (МДБ). После на основе проекта определили соотношение составляющих материалов дорожного бетона, которое составило 1:1,59:3,03, В/Ц=0,46.

В лабораторных условиях приготовили исследуемые образцы бетонной смеси: мелкий и крупный заполнители вводили в смеситель и после вводили цемент, содержимое перемешивали и добавляли воду. Добавки вводили с водой затвердения. Полученной смесью заполняли формы и после отверждения образцы бетона подвергали испытаниям.

Физико-механические характеристики бетона с добавками и без них определялись при испытании бетонных образцов размером 15х15х15 см и 10х10х10 см, отвердевших в соответствующих условиях. Прочность образцов испытывалась после 28 сут. их твердения.

Результаты исследования приведены в табл.2.

При сравнении данных, приведенных в табл. 2, выясняется, что при содержании в бетонной смеси добавок растительного сырья разного происхождения от 0,01 - 0,3 мас. %, цемента, прочность бетона при сжатии находится в пределе 45-50МПа. Кроме того, предел прочности на растяжение при изгибе составляет 6,5-7,9МПа. Здесь особо важно разобраться в степени влияния добавки в зависимости от их природы и количества. Данные табл. 2 показывают, что добавки в зависимости от своей природы и количества разнообразно влияют на прочность бетона при добавлении в цемент 0,05% добавок из ВЭХ, прочность бетона при осевом сжатии находится в диапазоне 48Мпа, предел прочности на растяжение при изгибе7,6МПа, соответственно при добавлении добавки из ВЭПГ показатели прочности бетона находятся аналогично в пределе 48МПа и 7,6МПа. Здесь уместно отметить, что при добавлении в бетонную смесь добавок из МЛСТ в количестве до 0,05% физико-механические характеристики образцов бетона особо не изменяются, они составляют 46 МПа, когда при добавлении ВЭХ в таком количестве предел прочности

составляет 48Мпа. При добавлении в цемент в 0,1- 0,3% МЛСТ от массы цемента прочность бетона при сжатии составляет49-50Мпа, предел прочности на растяжение при изгибе 7,5-7,9Мпа. При этом другие показатели бетона соответствовали требованиям современных стандартов и показателей бетонов без добавки.

Таблица 2 - Показатели физико-механических свойств бетона с добавками

No	Количество добавки,%			Показатели					
п/п	ВЭХ	ВЭПГ	МЛСТ	Прочно	сть, МПа	$K_{T}$	$B_{\text{пог}}$	$\Pi_{ m op}$	$F_{\text{map}}$
				Rсж	R <sub>из</sub>				
1	-	-	-	42,3	6,3	0,125	2,6	6,3	200
2	0,025			45,6	6,9	0,13	2,4	5,9	300
3		0,025		47,8	7,5	0,136	2,4	5,8	300
4			0,025	44,2	6,8	0,13	2,5	6,1	300
5	0,05			48,6	7,8	0,14	1,8	5,3	400
6		0,05		49,0	7,9	0,141	1,7	5,2	400
7			0,05	46,3	6,1	0,32	2,1	5,9	300
	0,1			45,2	6,9	0,152	2,5	6,1	400
		0,1		45,3	6,8	0,140	2,1	5,9	400
			0,1	49,9	7,9	0,155	1,8	5,3	300
	0,3			43,6	6,8	0,153	2,4	6,1	300
		0,3		42,6	6,7	0,157	2,5	6,2	300
			0,3	48,9	7,5	0,154	1,8	5,6	300

Примечание:  $K_{\tau}$ - коэффициент трещиностойкости; Впог- водопоглощение;  $\Pi_{\text{ор-}}$  пористость; Fмар-морозостойкость

#### Вывод

Таким образом, из вышеприведённых исследований можно сделать следующие выводы.

К нормативному расходу обычного цемента стабильность получения дорожного бетона заданного класса может быть обеспечена путем добавления к цементу химических добавок различного характера действия. Практика показывает, что обычный портландцемент не может иметь подобные качества без специальных добавок. Для дорожного цемента характерно присутствие в составе пластифицирующих и гидрофобных добавок. Также в его состав можно добавить доменный шлак 15% от общей массы, и содержание трехкальциевого алюмината должно быть не более 8%. Анализ данных табл.2 показывает, что при совместном применении минеральных добавок с химическими добавками можно получить низкоалюминатный цемент. Например, если в составе среднеалюминатного цемента содержание минерала С<sub>3</sub>А в среднем составляет 8%, то при замене 15 % минеральной добавки содержания минерала С<sub>3</sub>А будет 6,8%. Таким образом, получены высококачественные бетоны, которые после опытнопромышленной проверки могут быть использованы для устройства дорожных покрытий автомобильных дорог.

Применение разработанного высококачественного бетона для устройства дорожных покрытий автомобильных дорог обеспечит следующие преимущества:

-более высокую трещиностойкость, водонепроницаемость за счет низкого содержания капиллярных пор;

-более хорошую однородность состава за счет повышения пластичности;

- использование добавки растительного происхождения способствует увеличению эксплуатационной надежности дорожных покрытий.

Рецензент: Саломзода Р.С. — қ.т.н., доцент, директор Государственного учреждения «Автомобильный транспорт и логическое обслуживание" при Министерстве транспорта Республики Шаджикистан.

#### Литература

- 1. Толмачев С.Н., Беличенко Ё.А. Влияние вовлеченного воздуха на свойства дорожного бетона и фибробетонов. // Строительные материалы . 2017. № 1-2. С.68-72.
- 2. Назиров Я.Г. Прочность и деформативность бетонов с добавкой щелочного экстракта стеблей хлопчатника /Шарифов А. Акрамов А.А., Назиров Я.Г., Муминов А.К. //Известия Академии наук Республики Таджикистан. №4(153),-2013.-C.106-112.
- 3. Назиров Я.Г. Повышение прочности и коррозионностойкости цементсодержащих композиций с экстрагируемыми веществами состава стеблей хлопчатника /Шарифов А. Акрамов А.А., Назиров Я.Г., Муминов А.К.//Известия академии наук Республики Таджикистан. 2016. №5-6.- С.248-252.

- 4. Зайцев П.А. Бетонные смеси и бетоны с химическими добавками на основе модифицированных лигносульфонатов /П. А. Зайцев и др. //Цемент и его применение. 2004. № 1. С. 70-72.
- 5. Зайцев П.А. О регулировании свойств бетонных смесей и бетонов химическими добавками на основе лигносульфонатов / П.А. Зайцев, Е.С. Шитиков; А.Феднер; С.Н. Ефимов; А.Б. Самохвалов //Строительные конструкции зданий и сооружений дорожного сервиса: сб. науч. тр. М.: МАДИ (ГТУ). 2004. С. 68-77.
  - 6. Тараканов О.В. Химические добавки в растворы и бетоны. Пенза: ПГУАС, 2016. 156 с
- 7. Шитиков Е.С. Особенности применения комплексов химических добавок для производства бетонных смесей различного назначения / Е.С. Шитиков, Л.И. Алебастрова, Е.В. Гордеева //Строительные материалы. 2005. № 6. С. 38-40.
- 8. Сайрахмонов Р.Х. Цементно-волластонитовые вяжущие с химическими добавками и материалы на их основе. Душанбе. ТТУ, 2020, 148 с.
- 9. Носов В.П., Фотиади А.А. Причины образования уступов на цементобетонных покрытиях автомобильных дорог. Наука и техника в дорожной отрасли, 2008 №. 3, с.20–22.
- 10. Некоторые вопросы качества бетонных смесей и бетонов в транспортном строительстве /Зайцев П.А. и др. //Прогрессивные конструктивно-технологические решения для тоннеле- и метростроения в России: сб. науч. тр. М: ОАО ЦНИИС. 2004. Вып. 221. С. 213.
- 11. Феднев Т.А. Требования к цементам для бетонов различного назначения / JLA. Феднер, С.Н. Ефимов, П.А. Зайцев //Цемент и его применение. 2005. № 3. С. 7-8.
- 12. Шарифов А., Дусмурадов Т., Голубев М.Н. и др. Опыт применения модифицированного лессом СДБ в бетоне //Бетон и железобетон. -1988- № 3,- С. 15-16.
- 13. Каримов Э.Х. Влияние водного экстракта гетерокомпонентов растительного сырья на физико-химические процессы в тампонажных и пластовых дисперсных системах. Автореф. дисс. канд. техн. наук. Душанбе, 2019. 43. с.
- 14. Шарифов А.Ш., Дустмурадов Т., Голубев М.Н. Опыт применения модифицированного лессом СДБ в бетоне.//Бетон и жезобетон.-ю1988.-№3.-С.15-16

### МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ ABTOPAX-INFORMATION ABOUT AUTHORS

ADOUTAUTHORS							
TJ	RU	EN					
Сайраҳмонов Раҳимчон	Сайрахмонов Рахимджон	Sayrakhmonov Rahimjon					
Хусейнович	Хусейнович	Huseynovich					
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	candidate of technical sciences					
		associate professor					
Донишгохи техникии	Таджикский технический	Tajik Technical University named					
Точикистон ба номи академик	университет имени академика М.	after academician M. S. Osimi					
М.С. Осимй	С. Осими						
	e-mail: srivakn@mail.ru						
TJ	RU	EN					
Назиров Яхё Гиёхович	Назиров Яхё Гиёхович	NazirovYahyo Giyohovish					
	W.T.W. W.O. TOWOWNO	candidate of technical sciences					
н.и.т., и.о. дотсент	к.т.н., и.о. доцента	associate professor					
Донишгохи техникии	Таджикский технический	Tajik Technical University named					
Точикистон ба номи академик	университет имени академика М.	after academician M. S. Osimi					
М.С. Осимй	С. Осими						
	e-mail: Yakhyo80@gmail.com						
TJ	RU	EN					
Рахматзода Алишер	Рахматзода Алишер	Rahmatzoda Alisher					
унвончу	соискатель	title seeker					
Донишгохи техникии	Таджикский технический	Tajik Technical University named					
Точикистон ба номи академик	университет имени академика М.	after academician M. S. Osimi					
М.С. Осимй	С. Осими						
	e-mail:	·					

УДК 691.542;661.343

# ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЦЕССА МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ В ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОЙ СЫРЬЕВОЙ СМЕСИ ОТ ВЛИЯНИЯ ОКСИДА НАТРИЯ

#### А.М. Абдуганиев, А.А. Акрамов, А.К. Муминов, Я.Г. Назиров

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье приведены результаты исследования влияния оксида натрия на сырьевую смесь портландцемента в процессе его минералообразования и обжига его в температуре 1100 – 1200 °С. При исследование синтезировались клинкерные минералы C<sub>3</sub>A, C<sub>4</sub>AF и C<sub>2</sub>S при температурах обжига 1400, 1350 и 1300 °С соответственно.

Ключевые слова: портландцемент, клинкерные минералы, сырьевая смесь, температура, обжиг.

### ВОБАСТАГИИ РАВАНДИ МИНЕРАЛТАШКИЛШАВАНДАХО ДАР ОМЕХТАХОИ ХОМИ ПОРТЛАНДСЕМЕНТ АЗ ТАЪСИРИ ОКСИДИ НАТРИЙ.

А.М. Абдуғаниев, А.А. Акрамов, А.К. Муминов, Я.Г. Назиров

Дар мақола натичахои омузиши таъсири оксиди натрий ба омехтаи хоми портландсемент хангоми пайдоиши минералии он ва сузонидани он дар харорати аз 1100 - 1200 ° С оварда шудааст. Дар рафти тадкикот минералхои клинкери C<sub>3</sub>A, C<sub>4</sub>AF ва C<sub>2</sub>S дар харорати сузонидан мутаносибан 1400, 1350 ва 1300 °С синтез карда шуданд.

Вожахои калиди: портландсемент, маъданхои клинкер, омехтаи ашёи хом, харорат, сузонидан.

### DEPENDENCE OF THE PROCESS OF MINERAL FORMATION IN PORTLAND CEMENT RAW MIXTURE ON THE INFLUENCE OF SODIUM OXIDE

A.M. Abduganiev, A.A. Akramov, A.K. Muminov, Ya.G. Nazirov

The article presents the results of a study of the influence of sodium oxide on the raw mixture of Portland cement during the process of its mineral formation and firing at a temperature of 1100 - 1200 °C. During the study, clinker minerals C<sub>3</sub>A, C<sub>4</sub>AF and C<sub>2</sub>S were synthesized at firing temperatures of 1400, 1350 and 1300 °C, respectively.

Key words: portland cement, clinker minerals, raw material mixture, temperature, firing.

#### Введение

Во вращающих печах цементного производства щелочные соединения развиты своей циркуляцией. При обжиге в небольшом количестве поступающие в печной агрегат щелочные хлориды и сульфаты накапливаются в обжигаемом материале. Вследствие конденсации и возгонки соответственно при охлаждении и высокой температуры количество щелочных хлоридов и сульфатов значительно увеличиваются в печи. Из производства глиноземных работ известно, что образование алюминатов кальция, ферритов кальция или алюмоферритов кальция в обжигаемых смесях не обнаруживается, так как в шихте содержится большое количество  $Na_2O$ . До температур 1200 в продуктах реакции присутствует только  $Na_2O \cdot Fe_2O_3$  и  $Na_2O \cdot Al_2O_3$  вместо ферритов иалюминатов кальция [1]. Следовательно, учитывая циркуляцию щелочных соединений, можно прийти к выводу, что при производстве цемента в вращающихся печах, в зонах декарбонизации и экзотермических реакций из-за большого содержания солей щелочных металлов будут протекать реакции взаимодействия этих солей щелочных металлов с CaO,  $Al_2O_3$  и  $Fe_2O_3$ , и образовываться продукты похожие при производстве глинозема в печах, то есть:  $Na_2O \cdot Fe_2O_3$  и  $Na_2O \cdot Al_2O_3$  или другие щелочесодержащие соединения.

Некоторые исследователи проявляли интерес качеству цемента в процессе влияния щелочных металлов к клинкерообразованию цементного камня [2–15]. Установлено, что при температуре не выше  $1100~^{\circ}$ C во вращающихся печах цементного производства карбонаты натрия и калия способны реагировать с углекислым кальцием, образуя двойные соли,выявлено, что во вращающихся печах при температуре не выше  $1100~^{\circ}$ C производства цемента, образовываются двойные соли происходящие при вступлении в химическую реакцию карбонатов натрия с углекислым кальцием, которые будут выполнять роль интенсификаторов в цементных смесях, то есть ускорять процесс связывания CaO в клинкерные минералы на низкотемпературной стадии обжига портландцементного клинкера. Синтез алитовой фазы, существенно снизиться при температуре обжига солей щелочных металлов выше  $1300~^{\circ}$ C, потому что они способствуют ограничению диффузии ионов  $Ca^{2+}$  и  $[SiO_4]^{4-}$ , так как образуется весьма вязкий расплав. Или при полном дискридитирование ее образовани в жидкофазном спекании клинкера.

Преимуществом данного исследования заключается в том, что при температуры 1100 – 1300 °C, не учтены взаимодействия реакции оксидов щелочных металлов и основных клинкерных минералов.

Поэтому основной целью данного исследования являлась процесс минералообразования в портландцементной смеси от влияния Na₂O, при их обжиге в температурах от 1100 до 1300 °C.

#### Материалы и методы исследования

В начале исследования были синтезированы клинкерные минералы  $C_3A$ ,  $C_4AF$  и  $C_2S$  при температурах обжига 1400, 1350 и 1300 °C соответственно. Потом приготавливали смеси в разных мольных отношениях (3:1; 2:1; 1:1; 1:2; 1:3) соль щелочного металла – это  $Na_2CO_3$  и  $Na_2SO_4$  и минералы  $C_3A$ , или  $C_4AF$ , или  $C_2S$ , которые содержат один клинкерный минерал.

На рис. 1 приведено сравнение рентгенограммы продуктов обжига ( $C_3A$  и  $Na_2CO_3$ ) при температуре 1150 °C. Оно показывает, что в соотношении 3:1 присутствуют только пики, принадлежащие трехкальциевому алюминату. В соотношении 1:1 можно заметить появление CO (максимумы 2.780Å, 2.406Å, 1.702Å) и  $Na_2O\cdot Al_2O_3$  (максимумы 2.948Å, 2661Å), что доказывает протекание химической реакции между  $C_3A$  и  $Na_2CO_3$ , но трехкальциевый алюминат присутствует, хотя его количество заметно уменьшается. К моменту, когда соотношения начальных компонентов составляло 1:3, весь  $C_3A$  отреагировал с  $Na_2CO_3$  образованию  $C_3A$  и  $Na_2CO_3$ .

Можно прийти к выводу, что при температуре 1150 °C, взаимодействие карбоната натрия  $Na_2CO_3$  с клинкерным минералом  $C_3A$  происходит полное протекание химической реакции, при избыточном количестве  $Na_2CO_3$ , т.е. при соотношении 1:3  $C_3A$  к  $Na_2CO_3$ , химическая реакция выглядит следующим образом:

$$3CaO\cdot Al_2O_3 + Na_2CO_3 \xrightarrow{\textbf{1150} \, ^{\circ}\! C} Na_2O\cdot Al_2O_3 + 3CaO + CO_2 \uparrow$$

Исследовав рентгенограмму смесей обжига в соотношении 3:1, при температуре  $1200^{\circ}$ C (рис. 2a) обнаружили только отражения четырехкальциевого алюмоферрита (максимумы 2.652Å, 2.792Å, 1932Å), а из рентгенограммы  $C_4$ AF к  $Na_2$ CO в соотношении равным1:1 (рис. 2б), видны пики оксида кальция (максимум 2.404Å) и очень слабые отражения  $Na_2$ O·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (3.324Å, 2.288Å).

Можно прийти к выводу, что оксид натрия вступая в реакцию с  $Al_2O_3$ , образовала алюминат натрия, но на данной рентгенограмме пиков  $C_4AF$  не наблюдается, зато имеются пики  $C_6AF_2$  (максимумы 2.667Å, 2.795Å, 1.937Å), это говорит о том, что показанная фаза наполнена оксидом натрия (рис. 3), а это удостоверяет о взаимодействии оксида натрия с оксидом алюминия.

Анализируя рентгенограмму на рис. 4а, где адекватность начальных компонентов равно 1:2, можно прийти к выводу, что весь  $Al_2O_3$  вступает в реакцию с  $Na_2O$ , это доказывает присутствие хорошо выраженных отражений  $Na_2O \cdot Al_2O_3$  (максимумы 2.634Å, 2.589Å и 2.896Å) и появлением  $C_2F$  вместо  $C_6AF_2$ , а это указывает на то, что фаза еще более наполнена оксидом железа (рис. 3)

Но на этом химические реакции не заканчиваются, и это подтверждает рентгенограмма, где  $C_4AF:Na_2CO_3=1:3$  (рис. 46). Далее  $Na_2O$  реагирует с  $Fe_2O_3$ , образовывая  $Na_2O\cdot Fe_2O_3$ .

Таким образом, можно утверждать, что карбонат натрия взаимодействует с четырехкальциевым алюмоферритом при температуре обжига 1200 °C ступенчато. То есть, сначала соль щелочного металла реагирует с, а после того, как весь оксид алюминия уйдет на образование Na<sub>2</sub>O·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, будет взаимодействовать с Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Полное протекание химической реакции происходит с избыточным количеством карбоната натрия (в соотношении 1:3): В соотношение 1:3 полное протекание химической реакции происходит с избыточным количеством карбоната натрия.

Первая стадия взаимодействия:

$$4\text{CaO·Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{1200 \, ^{\circ}\text{C}} 2\text{CaO·Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O·Al}_2\text{O}_3 + 2\text{CaO+CO}_2 \uparrow$$

Вторая стадия взаимодействия:

$$2\text{CaO+Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{1200 °C}} \text{Na}_2\text{O+Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{CaO+CO}_2\uparrow$$

Модифицирование двухкальциевого силиката прошедшего синтез, и прибавлении к нему в соотношении 3:1  $Na_2CO_3$  (рис.5.), на рентгенограмме видны пики принадлежащим продуктам обжига данной смеси. Эти принадлежащие  $2Na_2O\cdot CO\cdot SiO_2$  (максимумы 2.697Å; 5.541Å; 4.332; 1.940Å), и CaO (максимум 2.407Å). Из этого следует, что данный клинкерный минерал вступая в реакцию с карбонатом натрия, содействует в свою очередь преобразованию  $\gamma - C_2S$  в  $\beta - C_2S$ , чего подтверждает отражения 2.782Å; 2.616Å; 2.198Å.

На рентгенограмме, которая соответствует соотношению исходных компонентов 1:1 (рис. 5), появляются пики (максимумы 2.655Å, 2.205Å, 1936Å) из-за гидратации 2Na₂O·CaO·SiO₂ с образованием гидратной фазы вышеупомянутого состава.

При исследовании рентгенограммы, где  $C_2S:Na_2CO_3=1:3$  (рис. 5), видно, что весь вухкальциевый силикат прореагировал с карбонатом натрия, и продуктами реакции являются  $2Na_2O\cdot CaO\cdot SiO_2$  и CaO. Можно заметить, что натриево-кальциевый силикат продолжил гидратировать за счет паров воды, которые присутствуют в окружающей среде (максимумы 2.770Å, 1.938Å).

Следовательно, можно утверждать, что карбонат натрия взаимодействует с двухкальциевым силикатом при температуре обжига 1100 °C, данная химическая реакция полностью протекает при избыточном количестве соли щелочного металла (в соотношении 1:3):

$$2\text{CaO·SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{1100\,^{\circ}\text{C}} 2\text{Na}_2\text{O·CaO·SiO}_2 + +\text{CaO+2CO}_2\uparrow$$

В обжигаемых смесях, где вместо карбоната натрия использовался сульфат натрия, химических реакций между клинкерными минералами и солью щелочного металла не обнаружено, так как исходные

фазы остались неизменными. Но в обожженных смесях  $C_2S$  и  $Na_2SO_4$  во всех соотношениях заметно, что перешел в другую модификацию  $\beta - C_2S$ :

$$\gamma - C_2 S \xrightarrow{1100 \, {}^\circ C} \beta - C_2 S$$

#### Обсуждение

Полученные данные подтверждают взаимодействие клинкерных минералов ( $C_3A$ ,  $C_4AF$  и  $C_2S$ ) с оксидом щелочного металла —  $Na_2O$ . Также можно заметить одну особенность, что полное протекание всех химических реакций, как с  $C_3A$ , с  $C_4AF$ , так и с  $C_2S$  происходят при наличии избыточного количества карбоната натрия (в соотношениях 1:3). По правилу Ле-Шателье при увеличении содержания  $Na_2CO_3$ , в качестве исходного компонента, константа равновесия химической реакции должна сместиться в сторону продуктов реакции, за счет образующегося CO, а это объясняет, почему более полное взаимодействие клинкерных минералов с карбонатом натрия протекает с избытком последнего (в соотношении 1:3). Таким образом, можно предположить, что и во вращающейся цементной печи при обжиге клинкера карбонат натрия будет взаимодействовать с сырьевой смесью, образуя такие же соединения, что и с клинкерными минералами.

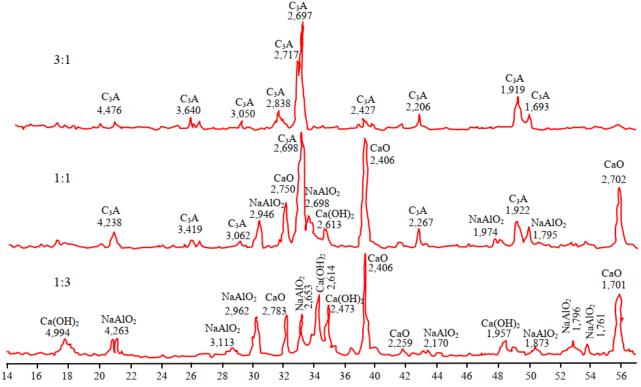


Рисунок  $1 - Взаимодействие C_3 A$  и  $Na_2 CO_3$  при 1150 °C и изотермической выдержке 10 минут

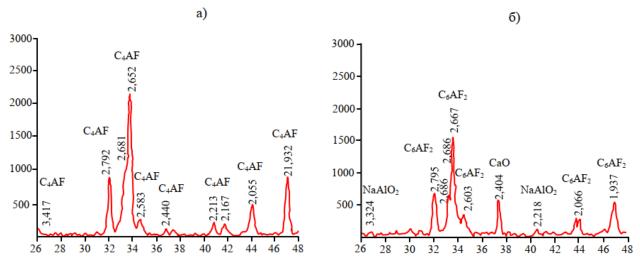


Рисунок 2 — Взаимодействие C4AF и Na2CO3 при 1200 °C и изотермической выдержке 10 минут а) в соотношении 3:1; б) в соотношении 1:1

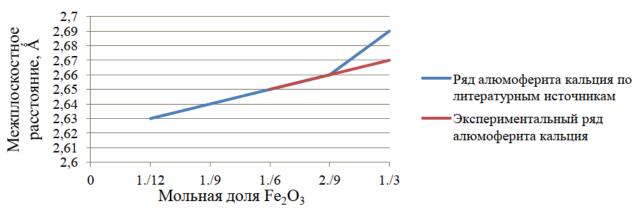


Рисунок 3 – Изменение составов алюмоферритов кальция в продуктах обжига C4AF и Na2CO3 в различных мольных отношениях при температуре 1200 °C и изотермической выдержке 10 минут

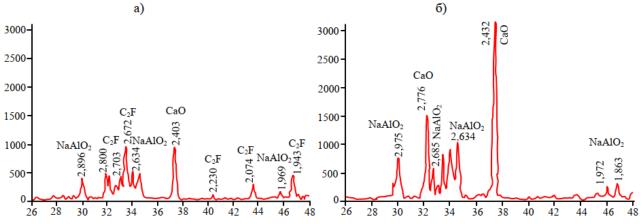


Рисунок 4 — Взаимодействие C4AF и Na2CO3 при 1200 °C и изотермической выдержке 10 минут а) в соотношении 1:2; б) в соотношении 1:3

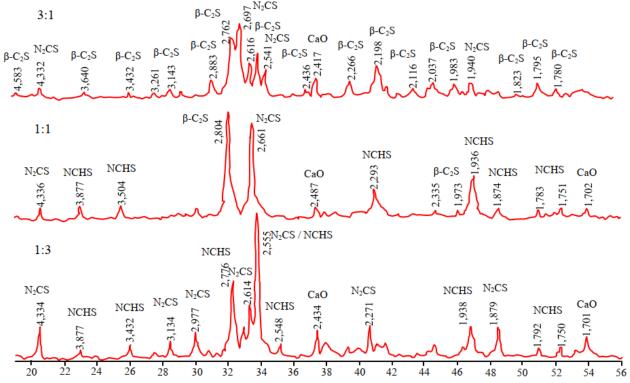


Рисунок 5 – Взаимодействие C2S и Na2CO3 при 1100 °C и изотермической выдержке 10 минут

В исследовательской работе также изучалось влияние оксида натрия на процессы минералообразования, протекающие в цементной сырьевой смеси, в качестве которой использовался рядовой шлам ООО "Хуаксин Гаюр" Яванского района Республики Таджикистан.

Исследование рентгенограммы цементной сырьевой смеси (рис. 6), которая обжигалась при температуре 1400 °С с присутствием карбоната натрия в количестве 10% (в пересчете на Na₂O), показало, что в результате химических взаимодействий образовался 2Na₂O·CaO·SiO₂, а это доказывает вышесказанное предположение.

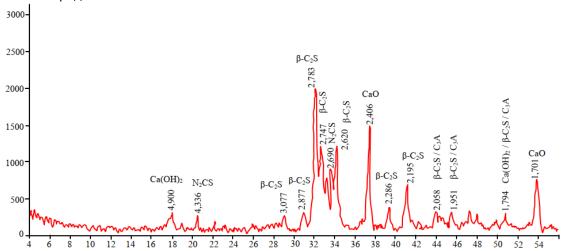


Рисунок 6 — Влияние карбоната натрия в количестве 10% (в пересчете на  $Na_2O$ ) при температуре обжига 1400 °C изотермической выдержке 10 минут на процессы минералообразования в портландцементной сырьевой смеси

#### Выводы

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы о взаимодействии оксида натрия с основными клинкерными минералами, и в интервале температур от 1100 до 1200 °C:

1. Карбонат натрия взаимодействует с  $C_3A$  при температуре 1150 °C в мольном отношении 1:3 с образованием  $Na_2O\cdot Al_2O_3$  и  $CO_2$  по реакции:

$$3\text{CaO·Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{1150 °C}} \text{Na}_2\text{O·Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CaO+CO}_2 \uparrow$$

2. Сульфат натрия не взаимодействует с C<sub>3</sub>A при температуре 1150 °C.

3. Карбонат натрия взаимодействует с  $C_4AF$  при температуре 1200 °C ступенчато: сначала, реагируя с  $Al_2O_3$ , обогащает клинкерный минерал с образованием  $C_6AF_2$ ,  $Na_2O\cdot Al_2O_3$  и CaO (мольное соотношение 1:1), а затем – с  $C_2F$ , получая  $Na_2O\cdot Fe_2O_3$ ,  $Na_2O\cdot Al_2O_3$  и CaO (мольное соотношение 1:3). Химические реакции:

1 ступень взаимодействия:

$$4\text{CaO·Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{1200\,^{\circ}\text{C}} 2\text{CaO·Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O·Al}_2\text{O}_3 + 2\text{CaO+CO}_2\uparrow$$

2 ступень взаимодействия:

$$2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{1200 \text{ °C}} \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$$

4. Сульфат натрия не взаимодействует с C<sub>4</sub>AF при температуре 1200 °C.

5. Карбонат натрия взаимодействует с  $C_2S$  при температуре 1100 °C с образованием  $2Na_2O\cdot CaO\cdot SiO_2$  и CaO (мольное соотношение 1:3), а также способствует стабилизации данного клинкерного минерала в  $\beta$  –  $C_2S$  (мольное соотношение 3:1; 1:1 и 1:3). Реакция взаимодействия:

$$2\text{CaO·SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{1100\,^{\circ}\text{C}} 2\text{Na}_2\text{O·CaO·SiO}_2 + +\text{CaO} + 2\text{CO}_2 \uparrow$$

6. Сульфат натрия не взаимодействует с  $C_2S$  при температуре 1100 °C , и также, как карбонат натрия, способствует стабилизации данного клинкерного минерала в  $\beta$  –  $C_2S$  во всех исследованных мольных отношениях.

При обжиге цементной сырьевой смеси с присутствием карбоната натрия в количестве 10% при температуре обжига 1400 °C образуется такое же соединение  $2Na_2O\cdot CaO\cdot SiO_2$ , что и при взаимодействии  $C_2S$  с  $Na_2CO_3$  (в соотношении 1:3) при температуре обжига 1100 °C.

Рецензент: Амирзода О.Х. — д.т.н., профессор, директор института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН РПГ.

#### Литература

1. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Вращающиеся печи: теплотехника, управление и экология: Справочное издание: В 2-х книгах. Книга 1: под ред. В.Г. Лисиенко. М.: Теплотехник, 2004. 688 с.

2. Лугинина И.Г. Избранные труды. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2002. 302 с.

3. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. Красноярск: Стройиздат, 1994. 323 с.

- 4. Бутт М.Ю., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов: Учебник для вузов / Под ред. Тимашева В.В. Высш. школа, 1980.-472 с.
- 5. Огурцова Ю.Н., Латыпов В.М., Строкова В.В. Особенности структурообразования цементных систем в присутствии полисиликатов натрия // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №3. С. 54 58.
- 6. Акрамов А.А., Шарифов А., Муродиён А.Ш. и Умаров У.Х. Классификация твердофазных отходов производства алюминия для их вторичного использования. Доклады АН Республики Таджикистан, Т.49, №4, Душанбе: «Дониш», 2006. С. 344-347.
- 7. Акрамов А.А., Шарифов А. и Джабборов И.С. Модифицирование портландцемента добавками для его использования в производстве специальных бетонов. Доклады АН Республики Таджикистан, Т.49, №5, Душанбе: «Дониш», 2006. С. 458-463.
- 8. Акрамов А.А., Шарифов А. и Умаров У.Х. Повышения прочности и снижения водопоглащения гипсобетона минерально-химическими добавками. Журнал «Технологии бетона», серия 1-2 (№66-67), Москва: «Композит», 2012 С. 68- 69.
- 9. Акрамов А.А., Шарифов А., Саидов Дж.Х. и Назиров Я.Г. Влияние кремнезёмсодержащего минерального наполнителя цемента на химический и фазовый составы цементного камня в бетоне. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 2(42), Душанбе: «Шинос», 2018. С. 101–104.
- 10. Акрамов А.А., Шарифов А., Саидов Дж.Х., Шарипов Ф.Б. и Умаров У.Х. Оценка теплопроводности керамзитобетона с добавкой подмыльного щелока. Журнал бюллетень строительной техники №10(1022), Москва, Издательство "БСТ", 2019 С. 27-29.
- 11. Акрамов А.А., Шарифов А., Назиров Я.Г., Муминов А.К и Ахмедов М.Ф. Модифицирование цемента золой угля Фан-Ягнобского месторождения для повышения прочности бетона. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 1(57), Душанбе: «Шинос», 2022. С. 157–163.
- 12. Акрамов А.А. Влияние добавок на магнезиально-карналлитовую смесь. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 4(64), Душанбе: «Шинос», 2023. С. 116-120.
- 13. Шарифов А., Умаров У.Х., Камолов Г., Саидов Д.Х., Хокиев М.К. Эффективный регулятор схватывания вяжущих веществ. -Сухие строительные смеси, 2011, №4, с.32-33.
- 14. Шарифов А., Умаров У.Х., Камолов Г.,Саидов Д.Х., Хокиев М.К. Регулятор процесса схватывания неорганических вяжущих веществ. -Вестник Таджикского технического университета им. акад. М. Осими, 2010, №2(10), с.50-54.
- 15. Шарифов А.,Умаров У.Х., Акрамов А.А. Отходы хлопчатника-эффективные добавки для модифицирования наполненных гипсовых вяжущих. -Сухие строительные смеси, 2012, №2, с.31–33.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

ABOUT HUITORS			
TJ	RU	EN	
Абдуғаниев Абдумачид	Абдуганиев Абдумаджид	Abduganiev Abdumadzhid	
Мамасодикович	Мамасодикович	Mamasodikovich	
муаллими калон	Старший преподаватель	senior lecturer	
Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй	Таджикский технический	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi	
ба номи академ ик М.С.Осимй	университет имени академика	Academician M.S. Osimi	
	М.С.Осими Таджикистана		
	e. mail: shahboz04@mail.ru		
TJ	RU	EN	
Акрамов Авазчон Абдуллоевич	Акрамов Авазжон Абдуллоевич	Akramov Avazjon Abdulloevich	
Номзади илмхои техникй, дотсент	Кандидат технических наук, доцент	Candidate of technical sciences, assistant professor	
Донишгохи техникии Точикистон	Таджикский технический	Tajik Technical University named after	
ба номи академ ик М.С.Осимй	университет имени академика М.С.Осими Таджикистана	Academician M.S. Osimi	
	М.С.Осими Таджикистана		
	e. mail: <u>akramov.avaz@mail.ru</u>		
TJ	RU	EN	
ТЈ Муминов Абдухаким Каримович	RU Муминов Абдухаким Каримович	Muminov Abdukhakim Karimovich	
Номзади илмхои техникй,	Кандидат технических наук,	Muminov Abdukhakim Karimovich Candidate of technical sciences, senior	
Номзади илмхои техникй, муаллими калон	Кандидат технических наук, муаллими калон	Muminov Abdukhakim Karimovich Candidate of technical sciences, senior lecturer	
Номзади илмхои техникй, муаллими калон	Кандидат технических наук, муаллими калон Таджикский технический	Muminov Abdukhakim Karimovich Candidate of technical sciences, senior lecturer	
Номзади илмхои техникй,	Кандидат технических наук, муаллими калон Таджикский технический университет имени акалем ика	Muminov Abdukhakim Karimovich Candidate of technical sciences, senior	
Номзади илмхои техникй, муаллими калон	Кандидат технических наук, муаллими калон Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана	Muminov Abdukhakim Karimovich Candidate of technical sciences, senior lecturer Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi	
Номзади илмхои техникй, муаллими калон	Кандидат технических наук, муаллими калон Таджикский технический университет имени акалем ика	Muminov Abdukhakim Karimovich Candidate of technical sciences, senior lecturer Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi	
Номзади илмхои техникй, муаллими калон Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй	Кандидат технических наук, муаллими калон Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана	Muminov Abdukhakim Karimovich Candidate of technical sciences, senior lecturer Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi	
Номзади илмхои техникй, муаллими калон Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ  Назиров Яҳё Гиёҳевич	Кандидат технических наук, муаллими калон Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана e. mail: muminov_abduhakim@mail. RU Назиров Яхё Гиёхевич	Muminov Abdukhakim Karimovich Candidate of technical sciences, senior lecturer Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  ru  EN  Nazirov Yahyo Giyokhevich	
Номзади илмхои техникй, муаллими калон Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ Назиров Яхё Гиёхевич Номзади илмхои техникй,	Кандидат технических наук, муаллими калон Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана е. mail: muminov abduhakim@mail. RU Назиров Яхё Гиёхевич Кандидат технических наук, и.о.	Muminov Abdukhakim Karimovich Candidate of technical sciences, senior lecturer Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  ru  EN  Nazirov Yahyo Giyokhevich Candidate of technical sciences,	
Номзади илмхои техникй, муаллими калон Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ Назиров Яхё Гиёхевич Номзади илмхои техникй, и.в. дотсент	Кандидат технических наук, муаллими калон Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана е. mail: muminov abduhakim@mail. RU Назиров Яхё Гиёхевич Кандидат технических наук, и.о. доцент	Muminov Abdukhakim Karimovich Candidate of technical sciences, senior lecturer Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  ru  EN  Nazirov Yahyo Giyokhevich Candidate of technical sciences, assistant professor	
Номзади илмхои техникй, муаллими калон Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ  Назиров Яҳё Гиёҳевич Номзади илмҳои техникй, и.в. дотсент Донишгоҳи техникии Точикистон	Кандидат технических наук, муаллими калон Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана е. mail: muminov abduhakim@mail.  RU  Назиров Яхё Гиёхевич Кандидат технических наук, и.о. доцент Таджикский технический	Muminov Abdukhakim Karimovich Candidate of technical sciences, senior lecturer Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  ru  EN  Nazirov Yahyo Giyokhevich Candidate of technical sciences, assistant professor	
Номзади илмхои техникй, муаллими калон Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ Назиров Яхё Гиёхевич Номзади илмхои техникй, и.в. дотсент	Кандидат технических наук, муаллими калон Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана е. mail: muminov abduhakim@mail.  RU  Назиров Яхё Гиёхевич Кандидат технических наук, и.о. доцент Таджикский технический	Muminov Abdukhakim Karimovich Candidate of technical sciences, senior lecturer Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  ru  EN  Nazirov Yahyo Giyokhevich Candidate of technical sciences,	
Номзади илмхои техникй, муаллими калон Донишгохи техникии Точикистон ба номи академ ик М.С.Осимй  ТЈ  Назиров Яҳё Гиёҳевич Номзади илмҳои техникй, и.в. дотсент Донишгоҳи техникии Точикистон	Кандидат технических наук, муаллими калон Таджикский технический университет имени академ ика М.С.Осими Таджикистана е. mail: muminov abduhakim@mail. RU Назиров Яхё Гиёхевич Кандидат технических наук, и.о. доцент	Muminov Abdukhakim Karimovich Candidate of technical sciences, senior lecturer Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi  ru  EN  Nazirov Yahyo Giyokhevich Candidate of technical sciences, assistant professor	

#### К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Приложение 1 к Положению о научном журнале "Политехнический вестник"

### **ТРЕБОВАНИЯ И УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ** статей в журнал "Политехнический вестник"

- 1. В журнале публикуются статьи научно-практического и проблемного характера, представляющие собой результаты завершенных исследований, обладающие научной новизной и представляющие интерес для широкого круга читателей журнала.
  - 2. Основные требования к статьям, представляемым для публикации в журнале:
    - статья (за исключением обзоров) должна содержать новые научные результаты;
    - статья должна соответствовать тематике и научному уровню журнала;
    - статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями к оформлению статей (см. пункт 5).
- 3. Статья представляется в редакцию по электронной почте и в одном экземпляре на бумаге, к которому необходимо приложить электронный носитель текста, идентичного напечатанному, а также две рецензии на статью и справку о результате проверки на оригинальность.
  - 4. Структура статьи

Текст статьи должен быть представлен в формате IMRAD<sup>9</sup> на таджикском, английском или русском языке:

ВВЕДЕНИЕ (Introduction)	Почему проведено исследование? Что было исследовано, или цель исследования, какие гипотезы проверены? Включает: актуальность темы исследования, обзор литературы по теме исследования, постановку проблемы исследования, формулирование цели и задач исследования.	
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	Когда, где и как были проведены исследования? Какие материалы	
ИССЛЕДОВАНИЯ	были использованы или кто был включен в выборку? Детально	
(MATERIALS AND	описывают методы и схему экспериментов/наблюдений,	
METHODS)	позволяющие воспроизвести их результаты, пользуясь только текстом	
	статьи. Описывают материалы, приборы, оборудование и другие	
	условия проведения экспериментов/наблюдений.	
РЕЗУЛЬТАТЫ (RESULTS)	Какой ответ был найден. Верно ли была протестирована гипотеза?	
	Представляют фактические результаты исследования (текст, таблицы,	
	графики, диаграммы, уравнения, фотографии, рисунки).	
ОБСУЖДЕНИЕ	Что подразумевает ответ и почему это имеет значение? Как это	
(DISCUSSION)	вписывается в то, что нашли другие исследователи? Каковы	
	перспективы для будущих исследований? Содержит интерпретацию	
	полученных результатов исследования, включая: соответствие	
	полученных результатов гипотезе исследования; ограничения	
	исследования и обобщения его результатов; предложения по	
	практическому применению; предложения по направлению будущих	
	исследований.	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	Содержит краткие итоги разделов статьи без повторения	
(CONCLUSION)	формулировок, приведенных в них.	
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. п.3).	
СПИСОК (REFERENCES)		
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	оформляется в конце статьи в следующем виде:	
(AUTHORS' BACKGROUND)		

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Данный термин составлен из первых букв английских слов: Introduction (Введение), Materials and Methods (Материалы и методы), Results (Результаты) Acknowledgements and Discussion (Обсуждение). Это самый распространенный стиль оформления научных статей, в том числе для журналов Scopus и Web of Science.

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name			
Дарача ва унвони илмй, Степень и должность,			
Title <sup>10</sup>			
Ташкилот, Организация, Organization			
e-mail			
ORCID <sup>11</sup> Id			
Телефон			
телефон			
LONG THE HATEREOOD IS 1			

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ	Конфликт интересов — это любые отношения или сферы интересов,	
(CONFLICT OF INTEREST)	которые могли бы прямо или косвенно повлиять на вашу работу или	
	сделать её предвзятой.	
	Пример:	
	1. Конфликт интересов: Автор Х.Х.Х. Владеет акциями	
	Компании Ү, которая упомянута в статье. Автор Ү.Ү.Ү. – член	
	комитета ХХХХ.	
	2. Если конфликта интересов нет, авторы должны заявить:	
	Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.	
	Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи	
ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД	Публикуется для определения вклада каждого автора в исследование.	
ABTOPOB (AUTHOR	Описание, как именно каждый автор участвовал в работ	
CONTRIBUTIONS).	(предпочтительно), или сообщение о вкладах авторов в процентах или	
	долях (менее желательно).	
	Пример данного раздела:	
	1. Авторы А1, А2 и А3 придумали и разработали эксперимент,	
	авторы А4 и А5 провели теоретические исследование. Авторы	
	А1 и А6 участвовали в обработке данных. Авторы А1, А2 и А5	
	участвовали в написании текста статьи. Все авторы	
	участвовали в обсуждении результатов.	
	2. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку	
	публикации	
	ЦОПОЛНИТЕЛЬНО (по желанию автора)	
БЛАГОДАРНОСТИ	Если авторы в конце статьи выражают благодарность или указывают	
(опционально) -	источник финансовой поддержки при выполнении научной работы, то	
ACKNOWLEDGEMENT	необходимо эту информацию продублировать на английском языке.	
(ontional)		
(optional)	Информация о грантах и пюбой пругой финансовой поллержке исследований	
ФИНАНСИРОВАНИЕ	Информация о грантах и любой другой финансовой поддержке исследований.  Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и	
	Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и	
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)		
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)  ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ	Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.  В этом разделе могут быть помещены: Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то	
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)  ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.  В этом разделе могут быть помещены: Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены	
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)  ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL	Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.  В этом разделе могут быть помещены: Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов	
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)  ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.  В этом разделе могут быть помещены: Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках,	
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)  ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL	Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.  В этом разделе могут быть помещены: Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них.	
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)  ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL	Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.  В этом разделе могут быть помещены: Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них. Особые сообщения об источнике оригинала статьи (если статья публикуется	
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)  ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL	Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.  В этом разделе могут быть помещены: Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них. Особые сообщения об источнике оригинала статьи (если статья публикуется в переводе).	
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)  ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL	Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.  В этом разделе могут быть помещены: Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них. Особые сообщения об источнике оригинала статьи (если статья публикуется	

#### 5. Требования к оформлению статей

\_\_\_

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> Title can be chosen from: master student, Phd candidate, assistant professor, senior lecture, associate professor, full professor

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> ORCID или Open Researcher and Contributor ID (Открытый идентификатор исследователя и участника) — незапатентованный буквенно-цифровой код, который однозначно идентифицирует научных авторов. www.orcid.org.

Рекомендуемый объем оригинальной статьи — до 10 страниц, обзора — до 15 страниц, включая рисунки, таблицы, библиографический список. В рубрику «Краткие сообщения» принимаются статьи объемом не более 3 страниц, включая 1 таблицу и 2 рисунка.

Рекомендации по набору и оформлению текста

	то наоору и оформлению текста	П
Наименование	Требования	Примечания
Формат страницы	A4	
Параметры	отступы сверху и снизу - 2.5 см; слева и	ориентация - книжная
страницы и абзаца	справа - 2 см; табуляция - 2 см;	
Редактор текста	Microsoft Office Word	
Шрифт	Times New Roman, 12 пунктов	
межстрочный интервал	Одинарный, выравнивание по ширине	Не использовать более одного пробела между словами, пробелы для выравнивания, автоматический запрет переносов, подчеркивания.
Единица измерения	Международная система единиц СИ	
Сокращения терминов и названий	В соответствии с ГОСТ 7.12-93.	должны быть сведены к минимуму
Формулы	Математические формулы следует набирать в формульном редакторе МаthТурез Equation или MS Equation, греческие и русские буквы в формулах набирать прямым шрифтом (опция текст), латинские курсивом. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и центрируются.	Обозначения величин и простые формулы в тексте и таблицах набирать как элементы текста (а не как объекты формульного редактора). Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в последующем изложении. Нумерация формул сквозная. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках недопустимо
Таблицы	При создании таблиц рекомендуется использовать возможности MS Word (Таблица – Добавить таблицу) или MS Excel. Таблицы должны иметь порядковые номера, название и ссылку в тексте. Таблицу следует располагать в тексте после первого упоминания о ней. Интервал между строчками в таблице можно уменьшать до одинарного, размер шрифта – до 9 пунктов.	Внутри таблицы заголовки пишутся с заглавной буквы, подзаголовки — со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком. Заголовки центрируются. Боковые — по центру или слева. Диагональное деление ячеек не рекомендуется. В пустой ячейке обязателен прочерк (тире —). Количество знаков после запятой (точность измерения) должно быть одинаковым.
Рисунки	Должны иметь сквозную нумерацию,	Заголовки таблиц и подрисуночные подписи
(иллюстрации,	название и ссылку в тексте, которую	должны быть по возможности лаконичными, а
графики,	следует располагать в тексте после	также точно отражающими смысл содержания
диаграммы, схемы)	первого упоминания о рисунке.	таблиц и рисунков. Все буквенные обозначения
	Рисунки должны иметь расширение,	на рисунках необходимо пояснить в основном
	совместимое с MS Word (*JPEG, *BIF,	или подрисуночном текстах.
	*TIFF (толщина линий не менее 3 пкс)	Все надписи на рисунках (наименования осей,
	Фотографии должны быть предельно	цифры на осях, значки точек и комментарии к
	четкими, с разрешением 300 dpi.	ним и проч.) должны быть выполнены
	Максимальный размер рисунка: ширина	достаточно крупно, одинаковым шрифтом,
	150 мм, высота 245 мм.	чтобы они легко читались при воспроизведении
	Каждый рисунок должен иметь	на печати. Наименования осей, единицы
	подрисуночную подпись, в которой	измерения физических величин и прочие
	дается объяснение всех его элементов.	надписи должны быть выполнены на русском
	Кривые на рисунках нумеруются	языке. Не допускается наличие рамок вокруг и
	арабскими цифрами и комментируются	внутри графиков и диаграмм
	в подписях к рисункам.	Каждый график, диаграмма или схема вставляется в текст как объект MS Excel.

Рукопись должна быть построена следующим образом:

Паёми политехникӣ. БАХШИ ТАҲҚИҚОТҲОИ МУҲАНДИСӢ. № 1 (65) 2024		
Раздел	Содержание (пример)	Расположение
Индекс УДК <sup>12</sup>	УДК 62.214.4; 621.791.05	в верхнем левом углу
		полужирными буквами
Заголовок	НАЗВАНИЕ СТАТЬИ	В центре
	(должен быть информативным и, по возможности,	полужирными буквами
	кратким)	
	(на языке оригинала статьи)	
Авторы	Инициалы и фамилии авторов	В центре
	(на языке оригинала статьи)	полужирными буквами
Организация	Таджикский технический университет имени	В центре
	академика М.С.Осими	полужирными буквами
Реферат	Должен быть информативным и на языке оригинала	Выровнять по ширине
(аннотация)	статьи (таджикском, русском и английском),	
	содержать 800-1200 печатных знаков (120-200 слов).	
	Структура реферата: Введение. Материалы и методы	
	исследования. Результаты исследования. Заключение.	
Ключевые слова	5-6, разделены между собой «, ».	Выровнять по ширине
	(на языке оригинала статьи)	
	Пример: энергосбережение, производство корунда,	
	глинозем, энергопотребление, оптимизация	
На двух других	перевод названия статьи, авторов <sup>13</sup> , организации <sup>14</sup> ,	
языках	заголовки и реферат <sup>15</sup> и ключевые слова <sup>16</sup> на двух	
приводится: Заголовок	других языках	
Авторы		
Организация		
Реферат		
(аннотация) Статья согласно	Согласно требованиям пункта 4 требования и условия	Выровнять по ширине
	предоставления статей в журнал "Политехнический	выровнять по ширине
структуры	вестник"	
	вестинк	

#### К статье прилагается (см. http://vp-es.ttu.tj/):

- 1. Сопроводительное письмо (приложение 1А).
- 2. Авторское заявление (приложение 1Б).
- 3. Лицензионный договор (приложение 1В).
- 4. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати (приложение  $1\Gamma$ ).
- 5. Рецензия (приложение 1Д).

\_

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> Универса́льная десяти́чная классифика́ция (УДК) — система классификации информации, широко используется во всём мире для систематизации произведений науки, литературы и искусства, периодической печати, различных видов документов и организации картотек. Межгосударственный стандарт ГОСТ 7.90—2007. Пример: <a href="https://www.teacode.com/online/udc/">https://www.teacode.com/online/udc/</a>
<sup>13</sup> В английском переводе фамилии авторов статей представляются согласно системе транслитерации BSI (British Standard Institute). Стандарт BSI обычно применяется в случае, когда требуется корректная транслитерация букв, слов и предложений из

Institute). Стандарт BSI обычно применяется в случае, когда требуется корректная транслитерация букв, слов и предложений из кириллического алфавита в латинский в случае оформления библиографических списков с официальным статусом. Им пользуются для того, чтобы попасть в зарубежные базы данных.

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> Название организации в английском переводе должно соответствовать официальному, указанному на сайте организации. Непереводимые на английский язык наименования организаций даются в транслитерированном варианте.

<sup>&</sup>lt;sup>15</sup> Необходимо использовать правила написания организаций на английском языке: все значимые слова (кроме артиклей и предлогов) должны начинаться с прописной буквы. Совершенно не допускается написание одних смысловых слов с прописной буквы, других – со строчной.

<sup>&</sup>lt;sup>16</sup> В английском переводе ключевых слов не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводимых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия; также не должен использоваться непереводимый сленг, известный только ограниченному кругу специалистов.

Мухаррири матни русй:	М.М. Якубова
Мухаррири матни точикй:	Муаллифон
Мухаррири матни англисй:	Муаллифон
Ороиши компютерй ва таррохй:	М.А. Иззатуллоев

Редактор русского текста:	М.М. Якубова
Редактор таджикского текста:	Авторская редакция
Редактор английского текста:	Авторская редакция
Компьютерный дизайн и верстка:	М.А. Иззатуллоев

Нишонй: ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовхо,  $10^{\rm A}$  Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых,  $10^{\rm A}$ 

Ба чоп 25.03.2024 имзо шуд. Ба матбаа 28.03.2024 супорида шуд. Чопи офсетй. Коғази офсет. Андозаи 60х84 1/8 **Адади нашр 50 нусха.** 

Матбааи Донишгохи техникии Точикистон ба номи академик М.С. Осим $\bar{u}$  ш. Душанбе, к $\bar{y}$ чаи акад. Рачабовхо, 10  $^{\rm A}$