

ISSN 2520-2227

# ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Бахши Таҳқиқотҳои муҳандисӣ

1 (53) 2021



**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК**  
Серия: Инженерные исследования

**POLYTECHNIC BULLETIN**  
Series: Engineering studies

# ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

1(53)

2021

СЕРИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Издаётся с  
января 2008 года

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ISSN 2520-2227

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Учредитель и издатель:  
Таджикский технический  
университет имени академика  
М.С. Осими  
(ТТУ им. акад. М.С.Осими)  
Научное направление  
периодического издания:  
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.

Свидетельство о регистрации  
организаций, имеющих право  
печати, в Министерстве культуры  
РТ № 0261/ЖР от 18 января 2017 г.  
Периодичность издания -  
ежеквартально  
Подписной индекс в каталоге  
«Почтаи точик» -77762

Журнал включен в РИНЦ  
[https://elibrary.ru/title\\_layout.asp?id=62828](https://elibrary.ru/title_layout.asp?id=62828)

Договор с Научно-электронной  
библиотекой №05-08/09-1 о  
включении журнала в Российский  
индекс научного цитирования

Полнотекстовый вариант журнала  
размещен в сайте <http://vp-es.ttu.tj/>  
Адрес редакции:  
734042, г. Душанбе, проспект  
акад. Ражабовых, 10А  
Тел.: (+992 37) 227-01-59  
Факс: (+992 37) 221-71-35  
E-mail: nisttu1@mail.ru

К.К. ДАВЛАТЗОДА  
доктор экономических наук, профессор  
М.А. АБДУЛЛО  
кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора  
А.Дж. РАХМОНЗОДА  
кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора  
К.Х. ГУЛЯМОВ  
кандидат технических наук, главный секретарь  
А.И. СИДОРОВ  
доктор технических наук, профессор (Российская Федерация)  
А.Г. ФИШОВ  
доктор технических наук, профессор (Российская Федерация)  
Л.С. КАСОВОВ  
кандидат технических наук, доцент  
А.К.КИРГИЗОВ  
кандидат технических наук, доцент  
И.Н. ГАНИЕВ  
академик АН РТ, доктор химических наук, профессор  
Х.О. ОДИНАЗОДА  
член-корр. АН РТ, доктор технических наук, профессор  
Т.Дж. ДЖУРАЕВ  
доктор технических наук, профессор  
М.М. ХАКДОД  
член-корр. АН РТ, доктор технических наук, профессор  
А.Б. БАДАЛОВ  
член-корр. АН РТ, доктор химических наук, профессор  
А.С.ФОХАКОВ  
Доктор технических наук, доцент  
В.В.СИЛЬЯНОВ  
доктор технических наук, профессор (Российская Федерация)  
Р.А. ДАВЛАТШОЕВ  
кандидат технических наук, доцент  
М.Ю. ЮНУСОВ  
кандидат технических наук, доцент  
Р.САЛОМЗОДА  
кандидат технических наук, доцент  
Д.Н. НИЗОМОВ  
член-корр. АН РТ, доктор технических наук, профессор  
И.КАЛАНДАРБЕКОВ  
доктор технических наук, и.о., профессор  
А. Г. ГИЯСОВ  
доктор технических наук, профессор  
Н.Н. ХАСАНОВ  
доктор архитектуры, профессор  
Р.С. МУКИМОВ  
доктор архитектуры, профессор  
Д.Х. САИДОВ  
доктор технических наук, профессор  
А.А. ХОДЖИБОЕВ  
доктор технических наук, доцент  
А.Р. РУЗИЕВ  
кандидат технических наук, доцент

Журнал с 30 мая 2018 года включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК при РТ.

МУНДАРИЧА

ЭНЕРГЕТИКА

**Ҷ.С. Аҳъёев.** Ташхиси ҳолати техникии таҷҳизоти электрикӣ дар асоси нишонаҳои муғлак 10

**З.Ш. Юлдашев, Л.С. Қасобов, М.Ш.Раҷабов.** Идораи босамари энергитикии корхона 14

**С.Р. Ниёзӣ (Чоршанбиев), С.Р. Чоршанбиев, А.М. Аишуров.** Моделсозӣ ва ҳисобкунии шабакаҳои барқии шаҳрии Душанбе Ҷумҳурии Тоҷикистон барои таҳлил ва баҳогузориҳои талафоти нерӯи барқ 18

**У. Бумтсэнд, Д.Д. Давлатшоев, Ҷ.С. Аҳъёев, Н. Ҳасанзода, М.Х. Сафаралиев, С.М. Асанова.** Инкишофи системаи электроэнергетикӣ баъди электрикунории роҳи оҳан 24

МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАСОЛЕҲШИНОСӢ

**М.И. Ҳалимова.** Ҳисоби сарҳади омехтанашавандагии системаи секомпонентаи алюминий-бериллий - металҳои нодирзамин (мнз) 30

**О.Ш. Давлатов, И.Н. Ғаниев, Ҳ.О. Одиназода, С.С. Раҷабалиев.** Омӯзиши потенциостатикӣ ҳулаи алюминийи АЖ2.4М5.3МГ1.1Ц4КР3, бо қалъаги чавҳаронидашуда 33

**Т.Д. Дҷураев, Э.Р. Газизова, М.Т. Тошев, Ф.Қ. Ҳоҷиев.** Баҳодихии таъсири фосфидҳо хангоми модифитсиронии генӣ ба структураи ҳулаҳои алюминий 37

**Ф.К. Раҳимов, Т.Д. Дҷураев, И.Р. Исмоилов.** Таҳқиқоти буриши квазибинарии  $YbAl_2$ - $BaAl_4$  39

ТЕХНОЛОГИЯИ КИМИЁВӢ

**Анушервони Ш, О.И. Одинова, З.А. Яминзода.** Оптимизатсияи технологияи усули сафедкунии "сардӣ"-и матоъҳои пахтагӣ бо ёрии мфб 43

**Д.С. Азимов, Р.О. Азизов.** Хосиятҳои гидрогрели акриликӣ дар асоси оби коркардшуда бо усулт электрофизикӣ 47

**Л.А. Орифова, Ҳ.Б. Бобоев, З.В. Кобули.** Баҳодихии таъсири партовҳои саҳти маишӣ ба ифлосшавии хок (дар мисоли партовгоҳи псм ш. Душанбе) 52

**О.Ғ. Бобиев, З.А. Яминзода.** Омӯзиши комплексбавучудойии кобалт (II) ва никел (II) бо кислотаи аспарагин истифода аз усули титронии рН метрӣ 55

**К.А. Самиев, И.Н. Ғаниев, Р.Д. Исмонов.** Усулҳои тадқиқотӣ ва таҷрибавии чен кардани хусусиятҳои термикӣ ҳисмҳо 59

**Ф.Р. Ниёзов, Ҳ.Б.Бобоев, З.В. Кобули.** Арзёбии фаёолияти самараноки кори технологӣ дар иншооти обтозакунии канализатсионии ш. Душанбе 62

НАҚЛИЁТ

**Э.А. Абдурозиков, М.Ю. Юнусов, Б.Ж. Мажитов.** Ҳолати ҳамлу нақли таксомоторӣ дар сектори мусофирбарии шаҳри Душанбе 66

**В.А. Корнев, А.А. Макенов, Р.К. Раҷабов, А. Солтан.** Модели идоракунии устувори эътимодияти оморӣ агентҳои логистикаи рақамӣ 71

**Г.Р. Норқулова, Д.С. Азимов, М.У. Шерализода, Ф.Б. Зоиров.** Таъсири партовҳои нақлиёт ба ҳавои атмосфера ва афзалиятҳои газ ҳамчун навъи сӯзишворӣ 76

**М. И. Исмоилов.** Масъалаи истифодаи системаҳои иттилоотӣ дар муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ шаҳри Душанбе 80

**М.Ю. Юнусов, А.М. Умирзоков, Х.Б.Хусейнов, М. Изатов** Таъсири нақлиёти автомобилӣ ба тармафарой дар роҳҳои автомобилгарди кӯҳӣ 84

**М.А. Иззатуллоев.** Баҳодихии таҷрибавии таъсири микрогеометрияҳои танзимшаванда ба тавсифҳои трибологӣ милдони лағжиши радиалӣ 87

**Н.Б. Саҳибов.** таъсири носуфтагӣ ба сифати сатҳи коркардшуда 94

**Ф.М. Юнусов.** Шакл ва тарзҳои пешқадами ташкили интиқоли автомобилӣ дар шароити баландкӯҳи Тоҷикистон ва роҳҳои асосии беҳдошти он 97

**СОХТМОН ВА МЕЪМОРӢ**

<i>А.А.Разоқов.</i> Нақши аҳамияти таърихӣ фармоишӣ системаҳои сохтмон ва унсурҳои ороишӣ дар меъмории минтақаи шимолии Тоҷикистон	<b>103</b>
<i>А.А. Акрамов, А.К. Муминов, Я.Г. Назиров.</i> Обнагузариҳои бетон бо иловаҳои якка ва ҳамчоя	<b>107</b>
<i>Ф.З. Мирзоева, А.А.Разаков.</i> Системаи тектоникии элементҳои сохтмонӣ дар меъмории минтақаи шимолу шарқи осӣи марказӣ	<b>112</b>
<i>А.А.Хочибаев.</i> Моделкунонии масъалаи сеченакаи берунаи назарияи чандирӣ бо методи муодилаҳои канорӣ	<b>116</b>
<i>А. Р. Фазилов.</i> Дар бораи беҳтар намудани кори фазои танаи борбардори бино хангоми таъсири қувваи сейсмикӣ	<b>120</b>
<i>Б.А. Гулямов, Н.М. Каримов.</i> Таъмини самаранокии энергетикӣ дар лоиҳакашии биноҳои шаҳрвандӣ	<b>125</b>
<i>А.Шарифов, Н.Н.Шоҳиён, Н.Алимов, Д.Неъматзода.</i> Муқоисаи фоидаоварии иловаҳои сементи дар афзоёнидани мустаҳкамии бетони гидротехникӣ	<b>128</b>
<i>Н.Н. Хасанов, Б.А. Гулямов.</i> Тавсияҳо оиди ҳалли ҳаҷмию-тарҳии биноҳои офтобӣ дар шароити иқлими Тоҷикистон	<b>133</b>
<i>М. А. Шаропова.</i> Экология ва ташкили истеҳсолоти сохтмон	<b>138</b>
<i>И.Қ. Қаландарбеков, Ш.Ш. Шарипов, И.И. Қаландарбеков.</i> Оид ба баҳодиҳии байни зарифҳои харобҳои иҷозатӣ ва пластикӣ дар доираи назарияи спектралӣ зилзилатобоварӣ	<b>141</b>
<i>Ф.Ё.Эмомова.</i> Ташаккулёбии санъати меъморӣ ва пластикӣ дар ш.Душанбе	<b>146</b>
<i>Ф.Н. Турдиева.</i> Яке аз принципҳои кабудизоркунӣ хангоми фароҳам овардани шароити мусоиди экологӣ дар рушди шаҳрсозӣ	<b>150</b>
<i>П.С. Хучаев, М.М.Поччоев.</i> Истифодаи нерӯи офтоб дар системаҳои гармидиҳӣ ва таъмини оби гарм ҳамчун унсурҳои манзилҳои муҳити зист, интегратсияи онҳо дар сохтмони манзилҳои истиқоматии инфиродӣ	<b>155</b>

СОДЕРЖАНИЕ

ЭНЕРГЕТИКА

- Дж.С. Ахъёев.* Диагностика технического состояния электрооборудования на основе нечетких признаков 10
- З.Ш. Юлдашев, Л.С. Касобов, М.Ш.Раджабов.* Управление энергетической эффективностью предприятия 14
- С.Р. Ниёзи (Чоршанбиев), С.Р. Чоршанбиев, А.М. Аиууров.* Моделирование и расчёт городских электрических сетей города душанбе Республики Таджикистан для анализа и оценки потерь электроэнергии 18
- У. Бумцэнд, Д.Д. Давлатшоев, Дж.С. Ахъёев, Н. Хасанзода, М.Х. Сафаралиев, С.М. Асанова.* Развитие электроэнергетической системы после электрификации железной дороги 24

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

- М.И. Халимова.* Расчет границ несмешиваемости трёхкомпонентных систем алюминий-бериллий-рзм 30
- О.Ш. Давлатов, И.Н. Ганиев, Х.О. Одиназода, С.С. Раджабалиев.* Потенциостатическое исследование алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, легированного оловом 33
- Т.Д. Джураев, Э.Р. Газизова, М.Т. Тошев, Г.К. Ходжиев.* Оценка влияния фосфидов при генном модифицировании на структуру алюминиевых сплавов 37
- Ф.К. Рахимов, Т.Д. Джураев, И.Р. Исмоилов.* Квазибинарный разрез YbAl<sub>2</sub>-BaAl<sub>4</sub> СИСТЕМЫ Al-Ba-Yb 39

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Анушервони Ш, О.И. Одинцова, З.А. Яминзода.* Оптимизация технологии «холодного» способа беления хлопчатобумажных тканей с помощью новых пав 43
- Д.С. Азимов, Р.О. Азизов.* Свойства акрилового гидрогеля на основе электрофизически обработанной воды 47
- Л.А. Орифова, Ҳ.Б. Бобоев, З.В. Кобули.* Оценка влияния полигона твердых бытовых отходов на загрязнение почв (на примере полигона ТБО г. Душанбе) 52
- О.Ғ. Бобиев, З.А. Яминзода.* Изучение комплексообразования кобальта (II) и никеля (II) с аспарагиновой кислотой методом рН – метрического титрования 55
- К.А. Самиев, И.Н. Ганиев, Р.Д. Исмонов.* Исследование и экспериментальные методы измерения теплофизических характеристик твёрдых тел 59
- Ф.Р. Ниёзов, Ҳ.Б.Бобоев, З.В. Кобули.* Оценка технологической эффективности работы канализационных очистных сооружений г. Душанбе 62

ТРАНСПОРТ

- Э.А.Абдурузиков, М.Ю. Юнусов, Б.Ж. Мажитов.* Состояние таксомоторных перевозок в городском пассажирском секторе города Душанбе 66
- В.А. Корнев, А.А. Макенов, Р.К. Раджабов, А. Солтан.* Модель робастного управления статистической надёжностью агентов цифровой логистики 71
- Г.Р. Норкулова, Д.С. Азимов, М.У. Шерализода, Ф.Б. Зоиров.* Влияние выбросов автомобильного транспорта на атмосферный воздух и приоритетность использования газа в качестве топлива 76
- М. И. Исмоилов.* Вопросы использования информационных систем на автотранспортных предприятиях города Душанбе 80
- М.Ю. Юнусов, А.М. Умирзоков, Х.Б.Хусейнов, М. Изатов.* Влияние автотранспорта на сход лавин на горные автомобильные дороги 84
- М.А. Иззатуллоев.* Экспериментальная оценка влияния регулярной микрогеометрии на трибологические характеристики радиального подшипника скольжения 87
- Н.Б. Сахибов.* Влияние шероховатости на качество обработанной поверхности 94
- Ф.М. Юнусов.* Передовые формы и способы организации автомобильных перевозок в условиях высокогорья таджикистана и основные пути их улучшения 97

**СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА**

<i>А.А.Разоқов.</i> Роль исторической значимости ордерной конструктивной системы и декоративных элементов в архитектуре северного региона Таджикистана	<b>103</b>
<i>А.А. Акрамов, А.К. Муминов, Я.Г. Назиров.</i> Водонепроницаемость бетона с одинарными и комплексными добавками	<b>107</b>
<i>Ф.З. Мирзоева, А.А.Разаков.</i> Тектоническая система конструктивных элементов в архитектуре северного региона средней Азии	<b>112</b>
<i>А.А.Хочибоев.</i> Моделирование трёхмерной внешней задачи теории упругости методом граничных уравнений	<b>116</b>
<i>А. Р. Фазилов.</i> Об обеспечении оптимальных условий пространственной работы несущего остова здания при сейсмическом воздействии	<b>120</b>
<i>Б.А. Гулямов, Н.М. Каримов.</i> Обеспечение энергоэффективности при проектировании гражданских зданий	<b>125</b>
<i>А. Шарифов, Н.Н. Шохийн, Н. Алимов, Д. Неъматзода.</i> Сравнение эффективности цементных добавок в повышении прочности гидротехнического бетона	<b>128</b>
<i>Н.Н. Хасанов, Б.А. Гулямов.</i> Рекомендации по объёмно-планировочному решению солнечных домов в климатических условиях Таджикистана	<b>133</b>
<i>М. А. Шаропова.</i> Экология и организация строительного производства	<b>138</b>
<i>И.Қ. Каландарбеков, Ш.Ш. Шарипов, И.И. Каландарбеков.</i> Об оценке зависимости между коэффициентами допускаемых повреждений и пластичности в рамках спектральной теории сейсмостойкости	<b>141</b>
<i>Ф.Ё.Эмомова.</i> Формирование архитектуры и монументального искусства в городе Душанбе	<b>146</b>
<i>Ф.Н. Турдиева.</i> Некоторые принципы благоустройства при создании благоприятной экологической среды в городской застройке	<b>150</b>
<i>П.С. Худжаев, М.М.Почтоев.</i> Использование солнечной энергии в системах отопления и горячего водоснабжения как элемент экологического жилища, интеграция в строительстве индивидуального жилья	<b>155</b>

CONTENS

	<b>ENERGY</b>
<i>J.S.Ahyoev.</i> Diagnostics of the technical condition of electrical equipment based on fuzzy signs	10
<i>Z.Sh. Yuldashev, L.S. Kasobov, M.Sh. Rajabov.</i> Energy efficiency management	14
<i>S.R. Niyozı (Chorshanbiev), S.R. Chorshanbiev, A.M. Ashurov.</i> Modeling and calculation of urban electrical networks in Dushanbe-republic of Tajikistan for the analysis and assessment of power losses	18
<i>U. Bumtsend, D.D. Davlatshoev, J.S.Ahyoev, N. Khasanzoda, M.Kh. Safaraliev, S.M. Asanova.</i> Development of the electric power system after electrification the railway	24
<b>METALLURGY AND MATERIALS ENGINEERING</b>	
<i>M.I. Halimova.</i> Calculation of the boundaries of immixability of three-component systems aluminum-beryllium-rem	30
<i>O.Sh. Davlatov, H.O. Odinzoda, I.N. Ganiev, S.S.Rajabaliyev.</i> Potentiostatic study of aluminum alloy АЖ2.4М5.3Мr1.1Ц4Кр3, alloyed with tin	33
<i>T.D. Juraev, E.R. Gazizova, M.T. Toshev, G.K. Khojiev.</i> Estimation of the influence of phosphides during genetic modification on the structure of aluminum alloys	37
<i>F. K. Rakhimov, T. D. Juraev, I. R. Ismailov.</i> Quasi-binary section YbAl <sub>2</sub> -BaAl <sub>4</sub> systems Al-Ba-Yb	39
<b>CHEMICAL TECHNOLOGY</b>	
<i>Anushervoni Sh, O.I. Odintsova, Z.A. Yaminzoda.</i> Optimization of technology of "cold" method of whitening cotton fabrics with the help of new surfaces	43
<i>D.S. Azimov, R.O. Azizov.</i> Properties of acrylic hydrogel based on electrophysically treated water	47
<i>L.A. Orifova, Kh.B. Boboev, Z.V. Kobuli.</i> Estimation of the influence of a solid waste land on soil contamination (on the example of the Dushanbe city waste land)	52
<i>O.G. Bobiev, Z.A. Yaminzoda.</i> Study of the complex formation of cobalt (II) and nickel (II) with asparaginic acid by ph metric titration method	55
<i>K.A. Samiev, I.N. Ganiev, R.D. Ismonov.</i> Research and experimental methods for measuring the thermophysical characteristics of solids	59
<i>F.R. Niyozov, Kh.B. Boboev, Z.V. Kobuli.</i> Assessment of the technological efficiency of the sewerage treatment facilities in Dushanbe	62
<b>TRANSPORTATION</b>	
<i>E.A. Abdurozıkov, M.Y. Yunusov, B.J. Majitov.</i> State of taxi transportation in the urban passenger sector of Dushanbe	66
<i>V.A. Kornev, A.A. Makenov, R.K. Rajabov, A. Soltan.</i> Annotation model of robust statistical reliability control of digital logistics agents	71
<i>G.R. Norkulova, D.S. Azimov, M.U. Sheralizoda, F.B. Zoirov.</i> Effects of emissions from automotive transportation on atmospheric air and gas as a fuel	76
<i>M.I. Ismoilov.</i> Problems of using information systems at road transport companies in Dushanbe	80
<i>M.Yu. Yunusov, A.M. Umirzokov, Kh.B. Khuseynov, M. Izatov</i> Impact of motor transport on avalanche on mountain roads	84
<i>M.A. Izzatulloev.</i> Experimental estimation of the influence of regular microgeometry on tribological characteristics of a radial sliding bearing	87
<i>N.B.Sakhıbov.</i> Influence of roughness on the quality of the treated surface	94
<i>F.M. Yunusov.</i> Advanced forms and methods of organizing road transportation in the high altitude of tajikistan and the main ways of their improvement	97

**CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE**

<i>A. A. Razakov.</i> The role of the historical significance of the order construction system and decorative elements in the rchitecture of the northern region of Tajikistan	<b>103</b>
<i>A.A.Akramov, A.K. Muminov, Ya.G. Nazirov.</i> Water resistance of concrete with single and complex additives	<b>107</b>
<i>F.Z Mirzoeva, A A Razakov.</i> Tectonic system of constructive elements in the architecture of the northern region of Central Asia	<b>112</b>
<i>A.A.Hojiboev.</i> Modeling a three-dimensional external problem of the theory of elasticity by the method of boundary equations	<b>116</b>
<i>A.R. Fazilov.</i> On provision of optimal spatial working conditions of the bearing structure of the building under seismic impact	<b>120</b>
<i>B. A. Gulyamov, N.M. Karimov.</i> Ensuring energy efficiency in the design of civil buildings	<b>125</b>
<i>A. Sharifov, N.N. Shokhiyon, N. Alimov, D. Nejmatzoda.</i> Comparison of effectiveness of cement additives in increasing strength of hydraulic concrete	<b>128</b>
<i>N.N. Khasanov, B. A. Gulyamov.</i> Recommendations for volume-planning solution of solar houses in climatic conditions of Tajikistan	<b>133</b>
<i>M. A. Sharopova.</i> Ecology and organization of construction production	<b>138</b>
<i>I.K. Kalandarbekov, Sh.Sh. Sharipov, I.I. Kalandarbekov.</i> On estimation of the dependence between the coefficients of permissible damage and plasticity in the framework of the spectral theory of seismic resistance	<b>141</b>
<i>F.Ye. Emomova.</i> Formation of architecture and monumental art in the city of Dushanbe	<b>146</b>
<i>F.N. Turdieva.</i> Some principles of landscaping while creating a favorable ecological environment in urban developmen	<b>150</b>
<i>P. S. Khujaev, M.M. Pochoev.</i> Use of solar energy in heating and hot water supply systems as an element of environmental housing, their integration in volume-planning and construction solutions of buildings	<b>155</b>



## ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ ПРИЗНАКОВ

*Дж.С. Ахъёев*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В работе рассмотрен возможный способ технической диагностики электрооборудования систем электроснабжения, подстанций и электрических сетей с помощью математического аппарата теории нечетких множеств и нечеткой логики.*

**Ключевые слова:** *техническая диагностика, электрооборудование, трансформаторы, экспертные оценки, нечеткая логика.*

### **Введение**

Транспорт электроэнергии от источника до потребителя включает в себя несколько этапов, а именно: изменение величины напряжения электроэнергии, получаемой с шин электрической станции; передачу электроэнергии по сетям электроэнергетической системы к центрам потребления; преобразование величины напряжения до уровня номинального напряжения электроприемников. Изменение величины напряжения и угла раствора векторов необходимо для снижения потерь и увеличения количества передаваемой энергии по сетям электроэнергетических систем и систем электроснабжения. Кроме того, во многих случаях требуется применение устройств компенсации реактивной мощности необходимых для регулирования напряжения в сети, повышения статической и динамической устойчивости, а также для ограничения коммутационных перенапряжений. Известно, что силовые трансформаторы могут преобразовать величину напряжения, а шунтирующие реакторы применяются в качестве устройств компенсации реактивной мощности. Задача силовых трансформаторов и шунтирующих реакторов различны, но конструкция и виды неисправностей, встречающихся как на трансформаторах, так и на реакторах, позволяет нам объединить их под одним термином «трансформаторное оборудование».

Термин «трансформаторное оборудование» подразумевает силовые трансформаторы и масляные шунтирующие реакторы, конструкция которых схожа и в разрезе интересующие нас диагностики эти устройства имеют одинаковые дефекты и признаки неисправностей. На ряду с

этим необходимо диагностировать также коммутационную аппаратуру, связанную с этим оборудованием: выключатели, разъединители, короткозамыкатели и другие.

### **Постановка задачи**

Термин «оперативная диагностика» включает в себя сбор данных о состоянии трансформаторного оборудования, находящегося в работе, и анализ их для получения определенного вывода об оценке его технического состояния. Такая диагностика может производиться после осмотра электрооборудования и выявления признаков неисправности. Признаков может быть множество, но лишь некоторые из них, на практике встречающихся довольно часто: P1 – перегрев трансформаторного оборудования; P2 – повышенная вибрация и шум трансформаторного оборудования; P3 – высокий ток утечки через изоляцию высоковольтного ввода; P4 – увлажнение трансформаторного масла.

Основными предпосылками, или причинами указанных неисправностей могут быть: G1 – высокая температура окружающей среды; G2 – неисправность системы охлаждения трансформаторного оборудования; G3 – перегрузка по току; G4 – пожар стали магнитопровода; G5 – несимметричность нагрузки по фазам; G6 – повреждение внутри бака трансформатора или реактора. Стоит заметить, что, как правило, повреждение вызывающее глубокое изменение в работе трансформатора или реактора (короткое замыкание, интенсивное газовыделение), ликвидируется релейной защитой и в данном случае не рассматривается. Но есть развивающиеся дефекты, которые не вызывают каких-либо серьезных отклонений в краткосрочной перспективе, и потому располагают временем для их распознавания и принятия соответствующих мер.

Сравнение признаков производится с учетом наличия одной из причин неисправности. Суть метода заключается в том, что для человека привычнее задавать значения переменной не числами, а словами, а также получать и воспроизводить информацию, которая содержит в себе компоненты неточности. Теория нечетких

множеств позволяет формализовать лингвистическую информацию для построения математических моделей. В основе этого лежит представление о том, что составляющие данное множество элементы, обладающие общим свойством, могут обладать им в различной степени и, следовательно, принадлежать к этому множеству с различной степенью. Лингвистическая переменная – это переменная, значениями которой могут быть слова или словосочетания. Ежедневно мы принимаем решения на основе лингвистической информации типа: «очень высокая температура»; «утомительная поездка» и прочее [1]. Эта информация не несет в себе точных определений, поэтому она является нечеткой.

### Математическая модель экспертных оценок

Рассмотрим математическую модель технической диагностики электрооборудования энергетических и промышленных объектов, основанную на нечетких отношениях между возможными причинами отказов и реальными повреждениями.

Примем следующую модель технической диагностики трансформаторов с использованием матрицы нечетких отношений, которая в свою очередь требует некоторых экспертных оценок. Эти лингвистические оценки представляются как некоторые точки функции принадлежности, отражающей субъективное восприятия повреждения экспертом на основе его опыта и знаний.

Пусть описание полного пространства возможных повреждений (предпосылок)  $X$  состоит из  $m$  факторов, а полное пространство причин (заключений) появления этих повреждений  $Y$  из  $n$  симптомов [2-3].

### Метод решения

Для облегчения поиска причин неисправностей и их устранения ниже приведены наиболее характерные отказы в работе масляных баковых выключателей и методы проверок характеристик.

К вопросу устранения неисправностей и отказов необходимо подходить с учетом следующего:

- во многих случаях обнаруженная неисправность может оказаться причиной или следствием неисправности другого узла. Так, например, несоответствие параметра привода

может оказаться результатом несоответствия параметров выключателя.

- качество выполненных работ по устранению отказов и неисправностей, как правило, должно подтверждаться результатами проведенных проверок параметров. Для подвижных элементов (приводов) результаты работ должны подтверждаться проверкой скоростных и временных параметров.

- при резких изменениях параметров, в пределах допустимого, необходимо провести анализ изменений.

Для высоковольтных выключателей пространства возможных повреждений и причин их возникновения будет конечно другим. Оценка экспертов также изменится.

Пусть неисправности, обнаруженные у высоковольтного выключателя, будут следующими [4]:

- у1 - выключатель не поддается включению;
- у2 - утечка газа;
- у3 - утечка воздуха.

Перечень причин возникновения той или иной неисправности приводится ниже в соответствии с вышеуказанными:

- х1 - обрыв в цепи катушки управления;
- х2 - отсутствие контакта механизма свободного расцепления;
- х3 - дефекты сварки или материала корпуса;
- х4 - неисправность датчика давления газа;

Между  $x_i$  и  $y_i$  существуют некоторые нечеткие причины – следственные отношения  $r_{ij} = x_i \rightarrow y_i$  которые можно представить в виде некоторой матрицы  $R$ , с элементами  $r_{ij} \in [0,1]$ . Конкретные входы (предпосылки) и выходы (заключения) можно рассматривать как нечеткие множества,  $A$  и  $B$  на пространстве  $X$  и  $Y$ .

Отношение этих нечетких множеств можно обозначить как

$$B = A \bullet R,$$

где знак « $\bullet$ » обозначает правило композиции нечетких выводов.

В данном случае направление решения в отношении выводов является обратным к направлению выводов правил, т.е. в случае диагностики имеется матрица  $R$  (знания экспертов) и определяются входы (или факторы).

Исходя из выше изложенного, используя теорию нечетких отношений и экспертные оценки возможных причин повреждаемости, можно

составить структурную схему матриц нечетких отношений между причинами (повреждениями) и их следствиями.

Рассмотрим пример, когда знания эксперта по диагностике после осмотра высоковольтного выключателя имеют вид нечетких отношений причин и следствий

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0,9 & 0,1 & 0,1 \\ 0,2 & 0,9 & 0,7 \\ 0,4 & 0,8 & 0,2 \end{bmatrix}$$

В результате осмотра выключателя его состояние можно оценить, как функцию

$$\begin{bmatrix} 0,7 \\ 0,4 \\ 0,1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0,9 & 0,2 & 0,4 \\ 0 & 0,1 & 0,9 & 0,8 \\ 0 & 0,1 & 0,7 & 0,2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{bmatrix}$$

принадлежности

$$B = 0,7/y_1 + 0,4/y_2 + 0,1/y_3,$$

Требуется определить возможную причину такого состояния

$$A = a_1/x_1 + a_2/x_2 + a_3/x_3 + a_4/x_4 + a_5/x_5,$$

Отношение введенных нечетких множеств можно представить после транспонирования в виде нечетких векторов и столбцов

При использовании (max - min) - композиции (взятие максимума из минимума) последнее соотношение преобразуется к виду

$$\left. \begin{aligned} 0,7 &= (1 \wedge a_1) \vee (0,9 \wedge a_2) \vee (0,2 \wedge a_3) \vee (0,4 \wedge a_4) \\ 0,4 &= (0 \wedge a_1) \vee (0,1 \wedge a_2) \vee (0,9 \wedge a_3) \vee (0,8 \wedge a_4) \\ 0,1 &= (0 \wedge a_1) \vee (0,1 \wedge a_2) \vee (0,7 \wedge a_3) \vee (0,2 \wedge a_4) \end{aligned} \right\}$$

Из первого уравнения получим

$$0,7 \geq 1 \wedge a_1, a_1 \leq 0,7$$

Из второго уравнения

$$0,4 \geq 0,9 \wedge a_3, a_3 \leq 0,4$$

Из третьего уравнения

$$0,1 \geq 0,7 \wedge a_3, a_3 \leq 0,7$$

Решение данной системы линейных нечетких уравнений позволяет сделать вывод, что при известных экспертных оценках специалистов, в виде матрицы нечетких отношений, наиболее вероятными являются следующие причины:

- обрыв в цепи катушки управления с принадлежностью 0,7;
- дефекты сварки или материала корпуса с принадлежностью 0,4.

### Математическая модель на основе степеней предпочтения

Предположим, что имеются все 4 признака неисправности. Сравним эти признаки по фундаментальной шкале Саати [5-6], которая имеет девять степеней предпочтения:

1 степень – равная предпочтительность; 2 степень – слабая степень предпочтения; 3 степень – средняя степень предпочтения; 4 степень – предпочтение выше среднего; 5 степень – умеренного сильного предпочтения; 6 степень – сильного предпочтения; 7 степень – очень сильного (очевидное) предпочтения; 8 степень – очень, очень сильное предпочтение; 9 степень – абсолютное предпочтение. Если признак А имеет умеренно сильное предпочтение над признаком В, то последний имеет обратную степень предпочтения над А.

В следующих матрицах представлены степени предпочтения одних признаков неисправности над другими с учетом наличия одной из шести предпосылок.

$$A(G_1) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 5 & 3 \\ 1 & 1 & 5 & 3 \\ 0,2 & 0,2 & 1 & 0,333 \\ 0,333 & 0,333 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A(G_2) = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 9 & 5 \\ 0,2 & 1 & 7 & 5 \\ 0,111 & 0,142 & 1 & 0,142 \\ 0,2 & 0,142 & 7 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A(G_3) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 5 \\ 1 & 1 & 5 & 5 \\ 0,333 & 0,2 & 1 & 1 \\ 0,2 & 0,2 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A(G_4) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 7 & 3 \\ 1 & 1 & 5 & 3 \\ 0,142 & 0,2 & 1 & 0,333 \\ 0,333 & 0,333 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A(G_5) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 7 & 5 \\ 1 & 1 & 5 & 3 \\ 0,142 & 0,2 & 1 & 0,2 \\ 0,2 & 0,333 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A(G_6) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 7 & 5 \\ 1 & 1 & 7 & 7 \\ 0,142 & 0,142 & 1 & 1 \\ 0,2 & 0,142 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max G_1} = 4,042; I.C._{G_1} = 0,014,$$

$$\lambda_{\max G_2} = 4,559; I.C._{G_2} = 0,18,$$

$$\lambda_{\max G_3} = 4,029; I.C._{G_3} = 0,009,$$

$$\lambda_{\max G_4} = 4,037; I.C._{G_4} = 0,012,$$

$$\lambda_{\max G_5} = 4,203; I.C._{G_5} = 0,068,$$

$$\lambda_{\max G_6} = 4,005; I.C._{G_6} = 0,001.$$

Расчет коэффициентов относительной важности критериев проведем методом парных сравнений по фундаментальной шкале Саати. Будем считать известными следующие лингвистические парные сравнения важности критериев  $G_1$ - $G_6$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0,333 & 0,333 & 0,333 & 0,333 & 0,2 \\ 3 & 1 & 3 & 1 & 3 & 0,2 \\ 3 & 0,333 & 1 & 0,333 & 1 & 0,2 \\ 3 & 0,333 & 3 & 1 & 3 & 0,333 \\ 3 & 0,333 & 1 & 0,333 & 1 & 0,2 \\ 5 & 5 & 5 & 3 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

Находим коэффициенты относительной важности признаков  $G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6$ . После необходимых расчетов получаем:  $\alpha_1 = 0,049$ ;  $\alpha_2 = 0,17$ ;  $\alpha_3 = 0,082$ ;  $\alpha_4 = 0,161$ ;  $\alpha_5 = 0,082$ ;  $\alpha_6 = 0,456$ , означающее наиболее важные предпосылки  $G_2, G_6$ . Максимальное собственное число вектора  $\lambda_{\max} = 6,254$ , индекс согласованности суждений  $I.C. = 0,05$ .

Производим расчет нечетких множеств по следующему выражению  $\mu_D(P_j) = \min(\mu_{G_i}(P_j)) \alpha_i$

После некоторых преобразований получаем нечеткие множества

$$\tilde{G}_1^{\alpha_1} = \left\{ \frac{0,955}{P_1}, \frac{0,955}{P_2}, \frac{0,877}{P_3}, \frac{0,912}{P_4} \right\};$$

$$\tilde{G}_2^{\alpha_2} = \left\{ \frac{0,917}{P_1}, \frac{0,793}{P_2}, \frac{0,563}{P_3}, \frac{0,687}{P_4} \right\};$$

$$\tilde{G}_3^{\alpha_3} = \left\{ \frac{0,924}{P_1}, \frac{0,933}{P_2}, \frac{0,827}{P_3}, \frac{0,818}{P_4} \right\};$$

$$\tilde{G}_4^{\alpha_4} = \left\{ \frac{0,867}{P_1}, \frac{0,856}{P_2}, \frac{0,637}{P_3}, \frac{0,734}{P_4} \right\};$$

$$\tilde{G}_5^{\alpha_5} = \left\{ \frac{0,936}{P_1}, \frac{0,919}{P_2}, \frac{0,783}{P_3}, \frac{0,854}{P_4} \right\};$$

$$\tilde{G}_6^{\alpha_6} = \left\{ \frac{0,567}{P_1}, \frac{0,695}{P_2}, \frac{0,286}{P_3}, \frac{0,297}{P_4} \right\};$$

Пересечение этих нечетких множеств дает такие степени принадлежности нечеткого решения  $\tilde{D}$ :

$$\mu_D(P_1) =$$

$$\min(0,955; 0,917; 0,924; 0,867; 0,936; 0,567) = 0,567$$

$$\mu_D(P_2) =$$

$$\min(0,955; 0,793; 0,933; 0,856; 0,919; 0,695) = 0,695$$

$$\mu_D(P_3) =$$

$$\min(0,877; 0,563; 0,827; 0,637; 0,783; 0,286) = 0,286$$

$$\mu_D(P_4) =$$

$$\min(0,912; 0,687; 0,818; 0,734; 0,854; 0,297) = 0,297$$

В результате получаем нечеткое множество

$$\tilde{D} = \left\{ \frac{0,567}{P_1}, \frac{0,695}{P_2}, \frac{0,286}{P_3}, \frac{0,297}{P_4} \right\}$$

Свидетельствующее о преимуществе варианта обусловленного повышенной вибрации и шумом трансформаторного оборудования над остальными признаками.

Показано, что при наличии признаков неисправности и оценке этих признаков по шкале предпочтений, исходя из нечеткой информации о возможных причинах на основе экспертных оценок, можно сделать окончательное заключение.

Притом наиболее вероятной причиной шума или вибрации с оценкой 0,456 является повреждение внутри бака, а неисправность системы охлаждения может вызвать повышенную вибрацию и шум трансформатора либо реактора с вероятностью 0,17.

### Выводы

Данный метод технической диагностики на основе неточной информации позволяет выбрать наиболее достоверный признак повреждения при наличии нескольких альтернатив и критериев. Процесс принятия решений по результатам технической диагностики может быть основан на симбиозе теории нечетких множеств и фундаментальной шкалы парных сравнений по Саати.

Развитие данного метода свидетельствует о возможности итогового принятия решений для двух важных случаев:

- возможна дальнейшая эксплуатация оборудования с учащенным контролем параметров (неисправное работоспособное состояние);
- немедленный вывод оборудования в ремонт (предельное состояние).

### Литература:

1. Zadeh L. Fuzzy Sets // Information and Control. - 1965. - № 8. - P.338-353.
2. Манусов В.З., Ахъёев Дж.С., Орлов Д.В., Рахимов Дж.Б. Диагностика технического состояния электрооборудования по методу анализа иерархий // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. – 2018. – №4 (44). С. 13–17.
3. В.З. Манусов, Д.И. Коваленко, С.А. Дмитриев, С.А. Ерошенко. Анализ нечетких признаков неисправностей трансформаторного оборудования // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. - 2013.- Т. 13, № 1. - С. 124-127.
4. Манусов В.З., Ахъёев Дж.С. Диагностирование трансформаторного электрооборудования на основе экспертных моделей с нечеткой логикой // Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2015. – № 5. – С. 45–48.
5. Thomas L. Saaty. Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process. – 2008. - № 102. – p. 251-318
6. С.Д. Штовба. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

### ТАШХИСИ ҲОЛАТИ ТЕХНИКИИ ТАҶҲИЗОТИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР АСОСИ НИШОНАҲОИ МУҒЛАҚ

*Ҷ.С. Ахъёев*

Дар мақола тарзи эҳтимолии ташхиси техникии таҷҳизоти электрикии системаи электротабминкунӣ, зеристгоҳҳо ва шабакаҳои электрикӣ бо ёрии аппарати математикии назарияи муғлақ ва мантиқи муғлақ пешниҳод шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** ташхиси техникӣ, таҷҳизоти электрикӣ, трансформаторҳо, баҳодиҳии экспертҳо, мантиқи муғлақ.

### DIAGNOSTICS OF THE TECHNICAL CONDITION OF ELECTRICAL EQUIPMENT BASED ON FUZZY SIGNS

*J.S.Ahyoev*

The paper considers a possible method for technical diagnostics of electrical equipment of power supply systems, substations and electrical networks using the mathematical apparatus of the fuzzy sets and fuzzy logic theory.

**Key words:** technical diagnostics, electrical equipment, transformers, expert assessment, fuzzy logic.

### Сведения об авторе:

Ахъёев Джавод Саламшоевич - к.т.н., доцент кафедры «Электрические станции» ТГУ имени академика М. С. Осими.

### УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

*З.Ш. Юлдашев<sup>1</sup>, Л.С. Касобов<sup>2</sup>, М.Ш.Раджабов<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Физико-технический институт имени С.У. Умарова НАРТ

<sup>2,3</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

Для определения и анализа энергоэффективности предлагается расчетно-графический метод конечных отношений, который позволяет определить относительную энергоёмкость. Дано определение действующей технической системы. При использовании энергетической диаграммы в анализе энергоэффективности кроме оборудования включается технологический процесс действия, результат которого обеспечен теоретическим или нормативным показателем удельного (минимального) расхода энергии.

**Ключевые слова:** энерготехнологический процесс, энергоёмкость, удельная энергоёмкость, действующая техническая система

### Введение

До введения в потребительские энергетические системы (ПЭС) энерготехнологических процессов (ЭТП) определение энергоёмкости продукции сводилось к формальному делению суммарного потребления энергии (как правило, за год) на объем выпущенной продукции. Режим потребления энергии (зависимость мощности  $P(t)$ ) интересовал только поставщиков. Анализировались не потребительские свойства энергии, а можно сказать, товарные, искажение

показателей которых приводило к конфликтному потреблению. В электротехнике яркими примерами нарушения режима потребления являются реактивная энергия и фазная несимметрия нагрузок, приводящие к увеличению потерь. Математический аппарат потребления ограничивается, в основном, интегрированием функции мощности. Появление современных точных и надежных счетчиков электрической энергии ослабило интерес к развитию анализа нагрузок и математического аппарата [1].

### Методика

Наряду с этим недостаточно изучались и использовались потребительские свойства различных видов энергии, определяющие особенности ее действия на различные среды и объекты. Примеров ограниченности доступа к некоторым видам энергии для создания эффективных технологий в агропромышленном комплексе можно привести много. С этой точки зрения введение ЭТП в ПЭС выводит потребительское энергосбережение на новый уровень синтеза ПЭС и исследований, который можно назвать выбором технологий для получения заданного технологией производства продукции результата (наряду с выбором оборудования) за счет энергетического действия [2]. Такой уровень анализа позволяет сочетать решать задачу повышения энергоэффективности не только за счет потерь, но и с учетом качества теряемой энергии, то есть с быстрым использованием достижений научно-технического прогресса в энергетическом оборудовании для преобразования энергии.

### Результаты

Дополнение выбора энергетического оборудования энерготехнологическими процессами (ЭТП) с заданными значениями результатов  $R$  с доступной путем расчета теоретической высшей границей энергоэффективности  $Q_T$  привело к новому конкретному содержанию значения относительной энергоёмкости  $Q_3$  как основного показателя МКО. Для физического (теоретического) ЭТП он равен единице, поскольку в расчетах теоретического действия энергии не участвуют потери. Схема ПЭС с ЭТП приобретает структуру, определяемую энергетическими линиями, составленными последовательными техническими элементами [3]. Каждая линия начинается на вводном устройстве и

заканчивается своим ЭТП. Затраты энергии  $Q_{н.л}$  на действие с целью получения результата  $R$  определяются выражением:

$$Q_{н.л} = Q_T \cdot Q_{3 \text{ лин}} = Q^{уд} \cdot R \cdot \prod_{i=1}^n Q_{3i} \quad (1)$$

где  $Q_{3 \text{ лин}}$  – относительная энергоёмкость линии;  $Q^{уд}$  – теоретический удельный расход энергии в ЭТП (на единицу результата);  $n$  – количество элементов в линии.

Конкретизация  $Q_3$  для линии заключается в том, что энергия действия  $Q_T = Q^{уд} \cdot R$  приобретает смысл конечной (в терминах МКО) энергии  $Q_k$ . Поскольку подведенная к ЭТП энергия содержит не только  $Q_T$ , но и составляющую на покрытие потерь, то выражение (1) может быть представлено в виде:

$$Q_{н} = Q_T + \Delta Q \quad (2)$$

Отсюда получаем выражение для относительной энергоёмкости  $R$ :

$$Q_{3R} = 1 + \frac{\Delta Q}{Q_T} \quad (3)$$

Таким образом, техническая структура ПЭС, включающая ЭТП, не меняет вида расчетных и аналитических выражений для показателя энергоэффективности. Этим подчеркивается универсальность МКО как метода. Энергетическая линия как энергетически замкнутый структурный элемент позволяет отдельно определить роли технических элементов и ЭТП в действии энергии и в создании показателя энергоэффективности.

Технические элементы:

- передают энергию к ЭТП,
- преобразуют в другой вид (при необходимости),
- трансформируют энергетические показатели (при необходимости),
- создают потери энергии, суммируемые по линии и повышающие энергоёмкость  $R$ ,
- обеспечивают работоспособность линии в различных условиях за счет механической прочности (надежность действия энергии).

Энерготехнологические процессы:

- производят результат действия энергии в заданном количественном значении,
- переносят энергоёмкость результата на энергоёмкость продукции  $P$  (ВРП и ВВП),
- определяют конкурентоспособность продукции и экономические риски предприятия.

Выделение ПЭС, в основе которой имеется совокупность технических элементов, в специальный вид технических систем - действующих, оправдано тем, что повышение энергоэффективности создает многофакторный эффект - энергетический, экономический и экологический (за счет уменьшения сжигания топлив), и является необходимым условием целесообразности поддержания надежности [4].

На основании изложенных свойств технических элементов и ЭТП сформулируем определение ПЭС: действующая техническая система, непрерывность действия и устойчивость развития которой зависит не только от работоспособности (прочности, надежности), но и от роста энергоэффективности, обеспечивающего конкурентоспособность продукции.

Основной операцией теоретического анализа энергоэффективности ПЭС является переход от функции мощности  $P$  к определенному интегралу энергии и наоборот, от измеренного значения энергии к исходной функции мощности. Несмотря на то, что эта операция осложнена обилием в системе видов функций, подлежащих аппроксимации, основную сложность представляет определение не самого показателя энергетической эффективности (для технических элементов, энергетических линий, ПЭС) и оценка его величины, а определение причин повышенной энергоёмкости и обоснование мер по ее снижению. Прямое математическое метода для таких исследований при экспертизе систем, при верификации эффективности и при обоснованиях энергосберегающих решений нет. Поэтому разработке теории энергоэффективности действующих технических систем должно предшествовать обобщение ряда положений математического анализа, относящихся к непрерывности и пределам простых и сложных функций, к основным теоремам дифференциального исчисления, параметрическому заданию функций, определенному интегрированию [5].

По определению действующая техническая система (ДТС) - искусственно (специально) созданная техническая система, к которой подводится энергия с целью воздействия ею (энергией) на различные среды или объекты для получения количественно определённого результата, отражающего изменение в состоянии объекта, на который действует энергия. Расход

энергии на получение результата может быть определён путём измерения счетчиком, не требующего определения функции мощности. Предполагается, что энергетическое воздействие контролируется специальным измерителем изменения показателя (индикатора), характеризующего ожидаемый результат. При этом измеряемый показатель должен соответствовать одному из двух энергетических показателей воздействия по уровню дифференциации - либо энергия (интегральный показатель), либо мощность (первая производная энергии). Надо учитывать, что генеральным производственным показателем эффективности использования энергии является энергоёмкость продукции, поэтому все виды результатов энергетического воздействия должны быть приведены к энергетическому (интегральному) показателю. Из понятия определённого интеграла следует, что показатель, характеризующий результат, в любом случае должен быть представлен в данных по измерениям как функция времени. По этому определению можно сказать, что в измерениях, обслуживающих экспертизу энергетической эффективности, одна и та же физическая величина может рассматриваться в различных энерготехнологических процессах и как интегральная и как дифференциальная. Минимально допустимый расход энергии  $Q_T$  на единицу результата определяется (рассчитывается) по научным, нормативным или экспериментальным данным как теоретический. В МКО расчётные выражения приводятся к виду:

$$Q_T = Q^{уд} \cdot R; \quad P_T = P^{уд} \cdot R. \quad (4)$$

Потребительские производственные энергетические системы (ПЭС) являются частным видом действующей технической системы (ДТС), создаваемой для производства продукции по определённой технологии, осуществляемой путём действия энергии в совокупности ЭТП, создающих для выпускаемой продукции весь набор необходимых результатов.

Особенностью ПЭС является существование дополнительной (по отношению к энергоёмкости результатов) - энергоёмкости продукции. Эта оценка является рыночной и двойственной:

- по удельным денежным затратам на получение результата,

- по влиянию на доходность предприятия при реализации (по конкурентоспособности).

Обе оценки имеют прямое отношение к затратам энергии. Таким образом, в ПЭС оценки действия энергии выходят за рамки, установленные технологией производства к значениям результатов действия, и входят в сферу общих для предприятия, региона, страны экономических результатов.

Для определения и анализа показателей энергоэффективности в монографии [1] предложено графическое отображение МКО в виде диаграммы в четырёх квадрантах. Использование диаграммы для анализа энергетики на уровне предприятия позволило выявить основные особенности, связывающие все составные части производства (технология, энергетическое и техническое обеспечение) в систему с единым показателем – энергоёмкость продукции, обосновать два варианта развития практического энергосбережения (экстенсивное и интенсивное) (рис. 1).

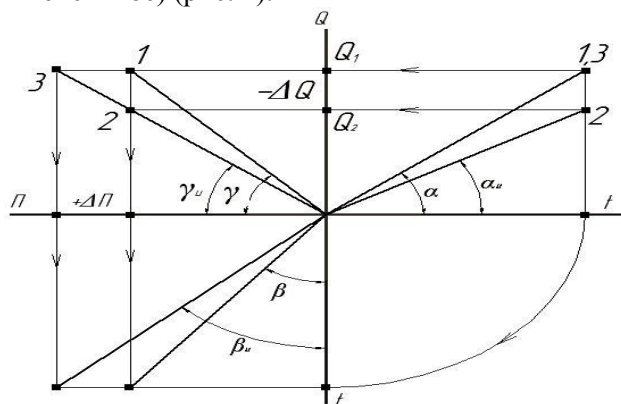


Рис. Универсальная энергетическая диаграмма.

При реализации экстенсивного энергосбережения снижение потребления энергии ( $Q_1 \rightarrow Q_2$ ) влечет за собой снижение мощности до величины  $P_2 = \text{tg}\alpha_u$ . Во втором квадранте рабочей точкой является точка 2, соответствующая прежнему объему выпуска продукции  $P$  при соответствующей сниженной энергоёмкости  $Q_{п2} = \text{tg}\gamma_u$  [6].

Вариант энергосбережения, при котором потребление энергии возвращается к прежнему уровню и достигается увеличением масштабов производства при сниженной энергоёмкости и прежней мощности  $P_1 = \text{tg}\alpha$ , предлагается считать *интенсивным*. Достигнутое повышение эффективности использования энергии за счет мер по энергосбережению направлено на увеличение

выпуска продукции  $+\Delta P$ . Если реализуется тактика интенсивного энергосбережения, то при прежнем энергопотреблении  $Q$  и соответствующей ему мощности  $P_1$  рабочий режим во втором квадранте из точки 1 перемещается в точку 3, что соответствует уменьшенной энергоёмкости  $Q_{п2}$ . Следует отметить, что увеличение выпуска продукции  $+\Delta P$  должно быть обеспечено возрастанием производственной мощности до значения  $M_{п2} = \text{tg}\beta_u$ .

### Выводы

Таким образом, при использовании диаграммы в анализе энергоэффективности кроме оборудования включается технологический процесс действия, результат которого обеспечен теоретическим или нормативным показателем удельного (минимального) расхода энергии. Метод конечных отношений (МКО) не только раскрывает содержание относительной единичной энергоёмкости, но и придает ей важное аналитическое качество – предельность. Переход от ПЭС к действующим техническим системам расширяет использование МКО для определения энергоэффективности на мобильные процессы с использованием топлив, на процессы выращивания растений с использованием естественной и искусственной световой энергии, на содержание животных и птицы с расходом кормов. Это создает уверенность в том, что вся продовольственная отрасль АПК, имеющая чрезвычайно сложную структуру энергопотребления, может иметь собственную отраслевую методическую базу управления энергоэффективностью.

### Литература:

1. Карпов В.Н., Юлдашев З.Ш. Показатели энергетической эффективности действующих агроинженерных (технических) систем: монография. -СПб.: СПбГАУ, 2014. -160 с.
2. Карпов В.Н., Юлдашев З.Ш., Немцев А.А., Немцев И.А. Управление энергетической эффективностью предприятия - это правильный выбор оборудования и действия энергии // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. -СПб.: СПбГАУ. 2016. - №45. - С.291-297.
3. 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.



<http://agronomy.emu.ee/category/volume-14/number-5/#abstract-4682>.

4. Пат. №2727149 РФ. МПК G01R 21/14, H05B 1/02. Устройство для определения потерь энергии в энерготехнологических процессах / Заявитель и патентообладатель: СПбГАУ, В.Н. Карпов. Авторы: В.Н. Карпов, З.Ш. Юлдашев, А.А. Немцев, И.А. Немцев, Ю.А. Старостенков. -№2017146053. Дата подачи заявки: 28.03.2017г. Опубликовано: 09.07.2020 Бюл. № 19.

5. Карпов В.Н., Юлдашев З.Ш. Способ дифференциации и контроля потребляемой энергии по признаку эффективности ее использования. - Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 9-й междунар. научно-техн. конф. (21 – 22 мая 2014 года, г. Москва, ГНУ ВИЭСХ). В 5-ти частях. Часть 1. Проблемы энергообеспечения и энергосбережения. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2014. – С. 54-59. ISBN 978-5-903413-13-3.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. №2017662594. Программа для определения и анализа энергоэффективности с помощью универсальной энергетической диаграммы / В.Н. Карпов, З.Ш. Юлдашев, А.А. Немцев, И.А. Немцев. Заявка №2017619308. Дата поступления 18.09.2017 г. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 13.11.2017 г.

#### ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT

**Z.Sh. Yuldashev, L.S. Kasobov, M.Sh. Rajabov**

In order to determine and analyze energy efficiency, the article proposes a computational-graphic method of finite relations, which allows you to determine the relative energy intensity. The definition of the operating technical system is given. When using the energy diagram in the analysis of energy efficiency, in addition to the equipment, the technological process of action is included, the result of which is provided by the theoretical or standard

indicator of the specific (minimum) energy consumption.

**Key words:** energy technological process, energy intensity, specific energy intensity, operating technical system.

#### ИДОРАИ БОСАМАРИ ЭНЕРГИТИКИИ КОРХОНА

**З.Ш. Юлдашев, Л.С. Қасобов, М.Ш. Раҷабов**

Барои муайян кардан ва таҳлили самаранокии энергетикӣ усули ҳисобӣ – графикии муносибати ниҳой пешниҳод мегардад, ки имконият медиҳад шиддатнокии нисбии энергияро муайян намуд. Мафҳуми системаи техникӣ амалкунанда дода шудааст. Ҳаногоми истифодабарии диаграммаи энергетикӣ барои таҳлили самаранокии энергия ба ғайр аз таъхизот раванди технологияи амал пайваст мешавад, ки натиҷаи онро нишондиҳандаи назариявӣ ё ин ки меъёрии сарфи хоси энергия таъмин менамояд.

**Калимаҳои калидӣ:** раванди технологияи энергетикӣ, шиддатнокии энергия, шиддатнокии хоси энергия, системаи амалкунандаи техникӣ.

#### Сведения об авторах:

Юлдашев Зарифджан Шарифович – д. т. н., ведущий научный сотрудник Физико-технического института имени С.У. Умарова, Национальная Академия Республики Таджикистан. E – mail:zarifjan\_yz@mail.ru

Қасобов Лоик Сафарович – к. т. н., доцент кафедры «Электрические станции» ТТУ имени академика М.С.Осими.

E – mail loiknstu@mail.ru

Раҷабов Мирзошариф Шарифович – докторант PhD кафедры “Электрические станции” ТТУ имени акад. М.С. Осими

E – mail:m.sharif95 loiknstu@mail.ru

#### MODELING AND CALCULATION OF URBAN ELECTRICAL NETWORKS IN DUSHANBE-REPUBLIC OF TAJIKISTAN FOR THE ANALYSIS AND ASSESSMENT OF POWER LOSSES

*S.R. Niyoz (Chorshanbiev)<sup>1</sup>, S.R. Chorshanbiev<sup>2</sup>, A.M. Ashurov<sup>3</sup>*

<sup>1,3</sup>Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi

<sup>2</sup>Tajik National University

*Power losses are one of the main indicators of the efficiency of any power system. In the Republic of Tajikistan, including the city of Dushanbe, the number of consumers is increasing day by day, while the growth of power losses is increasing. Considering this*

*situation, the attached article considers the issues of modeling and calculation of urban electrical networks in Dushanbe-Republic of Tajikistan for the analysis and assessment of power losses. For modeling, a section of the most loaded node included in the*

*balance of electrical networks in Dushanbe was selected.*

*The modeling was carried out in the certified RAP-st program. Based on the simulation results, the analysis and assessment of this site was carried out. Based on the results of the analysis, an action was proposed to reduce the loss of electricity in the electrical networks of the city of Dushanbe, Republic of Tajikistan.*

**Keywords:** *power losses, power system, Dushanbe, consumers, analysis, assessment, Republic of Tajikistan.*

### Introduction

When transmitting electrical energy through electrical networks from places of production to consumers, a part of the transmitted electricity itself is spent, which is expressed in the form of its technological consumption (loss of electricity) for this transmission.

As you know, the level of electricity losses in electric grids is considered the main indicator of the efficiency and economy of the power system of each country. According to [1], the level of losses of 10% is the maximum from the point of view of the physics of electricity transmission through networks. Despite the fact that in the Republic of Tajikistan, including in the electrical networks of the city of Dushanbe, the calculation and analysis of electricity losses and the selection of economically justified measures to reduce them have been carried out for more than 20 years, the level of electricity losses in many city and regional electrical networks of the republic still remains above the maximum 10% and is within 13-21% [2-8].

The problem of a high level of losses in the country has been recognized at the state level: the Government of the Republic of Tajikistan has adopted a number of relevant laws and regulations [9-12]. All this speaks of the high relevance and relevance of research in this area.

Fig.1. shows electricity losses (planned and actual) during its transportation through the power grids of the Republic of Tajikistan in 2018 [13-17].

As shown in Fig. 1, in the Republic of Tajikistan as a whole in 2015, the level of relative losses (actual) was 15.7% (against the planned 16%), and among

urban and regional electric networks, a high level of electricity losses is observed in

OJSC "Penjikent Mountains ES" - 17.4% (with the planned) 17.4%), OJSC "Kulyab Mountains ES" - 17.5% (with the planned - 17.5%), OJSC "Sughd Mountains ES" - 18 % (with planned - 18.5%) and OJSC "Dushanbe City Mountains ES" - 18.5% (with planned) 18.0%).

The problem of a high level of electricity losses in electrical networks of the Republic of Tajikistan can only be solved by modeling electrical networks for calculating, analyzing and assessing electricity losses.

Among the city and district electrical networks of the Republic of Tajikistan, OJSC "Dushanbe City Mountains ES" is the largest enterprise. Therefore, the electrical networks of Dushanbe were chosen as the object of research for modeling.

At the same time, the purpose of this work is to simulate urban electrical networks in Dushanbe for the calculation, analysis and assessment of electricity losses.

The city of Dushanbe, located in the center of the Republic with a population (over 900 thousand people, in 2019) [13], belongs to the large cities of the Republic of Tajikistan. Dushanbe City Electric Networks OJSC includes 4 regional electric networks. As of 2018, there are 33 substations - 110/35/10/6 kV on the balance sheet of Dushanbe City Electric Networks OJSC. The number of transformers is 64 with a total installed capacity of 12781.8 MVA. The length of 110 kV overhead power lines is 261.2 km, 35 kV - 29.9 km, 110 kV cable power lines - 3.96 km, 35 kV - 9.871 km [14.18].

### Modeling and Calculation of Distributive Electric Networks 6-10 / 0,4 kV Dushanbe

For modeling, calculation and analysis of electric power losses in electric distribution networks of 0.4-6-10 kV of OJSC "Dushanbe City Electric Networks" (of the Republic of Tajikistan) in feeder No. 20, facility No. 1, field measurements of power were carried out for a month (Fig. 2). It should be noted that distributed solar generation is installed at one of the transformer substations of this feeder, which significantly affects the configuration of daily load schedules [5.13.19].

The collected volume of the source data unambiguously made it possible to calculate the electric power losses in the distribution electric networks of 6-10 / 0.4 kV using the average load

method [17]. Calculation of electricity loss was performed in the program RAP-10-st. [19-22].

The RAP-10-st program is designed to calculate and analyze electric power losses and voltage modes in open electric networks with a voltage of 6-20 and 0.4 kV. The program determines the total losses of electricity, classifying them by voltage levels of 6-10-20 / 0.38 kV, by groups of elements (lines, transformers), by the structure of losses (load, idle).

Fig. 3. the model of the studied object-feeder No. 20 of the substation object No. 1 in the program RAP-10 - st.

To use the average load method, it was necessary to calculate the coefficients (integrating factors), average monthly air temperature [23-26], rated voltage at substations,  $U_{nom}$ , monthly electricity supply  $W_{mon.}$ , And reactive power factors,  $tg\phi$ , are given in Table 1.

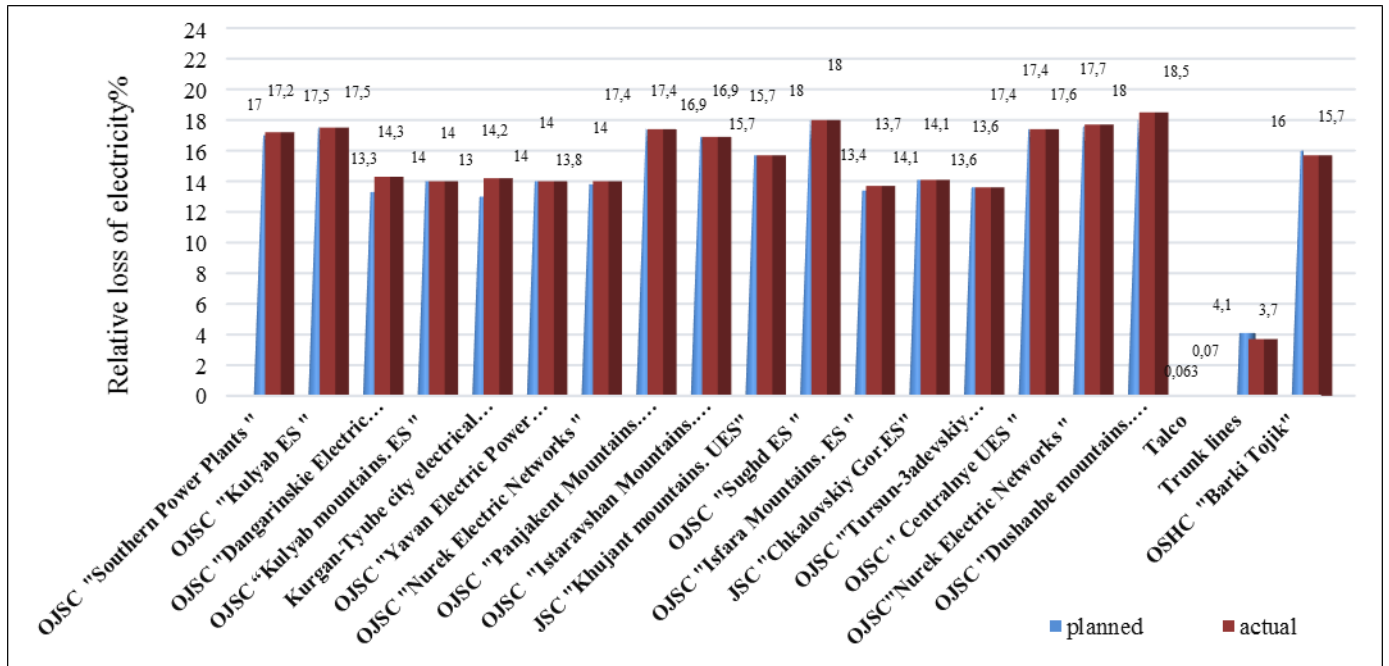


Fig. 1. Electricity losses during its transportation through the electric networks of the Republic of Tajikistan for 2018.

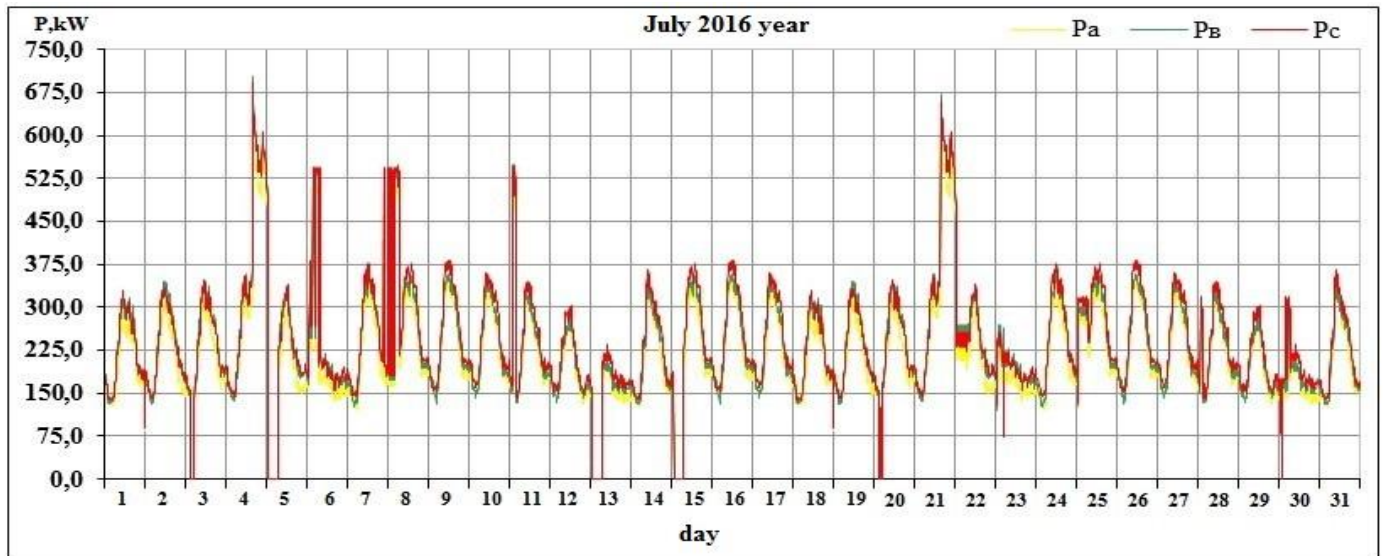


Fig. 2. Load curve of feeder No. 20 of Object № 1 substation for July 2018 year.

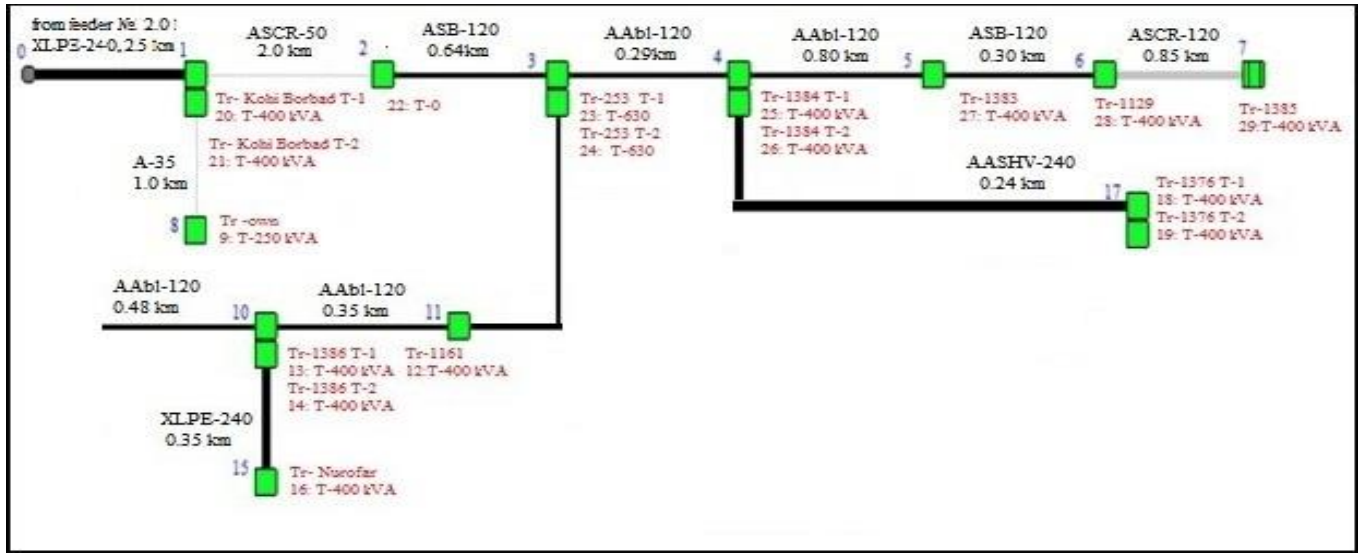


Fig. 3. The model of the studied object - feeder No. 20 of the substation object No. 1 in the program RAP-10 - st.

TABLE 1.

INITIAL DATA FOR CALCULATION OF LOSS OF ELECTRIC POWER IN FEEDER №20 OBJECT №1 IN THE PROGRAM RAP-10-ST

$f_h^2$	$f_d^{sh}$	$f_m^{sh}$	$K_w$	$U_{nom.}, kV$	$W_{month}, thousand kWh$	$tg \varphi$	$^{\circ} C$
1.1	1.07	1.026	0.58	10	480.151	0.24	29.4

Table 2 shows the results of calculations of electric power losses by the average load method in RAP-10-st program.

TABLE 2.

RESULTS OF CALCULATIONS OF LOSS OF ELECTRIC POWER FOR JUNE 2016 IN FIDER № 20 OBJECT № 1.

Feeder	Supply of Electric energy, thousand kWh	Electric power losses, thousand kWh					Electric power loss% of the supply		
		Load			No load	total 10 kV	Load	No load	Total
		In lines	In transformers	Total					
NO 30	475,81	9,21	1,32	10,53	5,32	15,85	2,15	1,21	3,36

Analysis and Evaluation of Electricity Losses in Distributive Electric Networks 6-10 / 0,4 kV Dushanbe

As can be seen from table 3, the technical loss of electricity in the facility under consideration for the month of June amounted to 15.85 thousand kWh or 3.36 from the supply of electricity. Conditionally - permanent losses in the structure of technical losses are 36%, load losses - 64% (Table 2), that is, conditionally - permanent losses are two times less than load losses.

These values correspond to the average values for the electric networks of the Russian Federation (30%: 70%) [12].

On the transmission line (power transmission line) 58% of all losses, losses on transformers - 42%. In feeder No. 20, facility No. 1, losses in transformers are losses at idle - 80%, and load losses - 20%. Among load losses, the share of power lines comes -85%, and the share of transformers - 15%.

### Conclusion

Thus, as a result of the study in the electric networks of Dushanbe, the following was obtained:

- calculated mathematical models of urban distribution electric networks with a voltage of 10 / 0.4 kV in Dushanbe, Republic of Tajikistan were developed for the analysis and assessment of electricity losses, which can be used in further research and allow OJSC "Dushanbe City Mountains ES" calculating electricity losses with various combinations of changes in the initial data.

- it was found that in order to identify the centers of losses and assess the impact of power transits through the electric networks of Dushanbe, it is necessary:

a) build a system of technical accounting of electricity to obtain the necessary data to use more accurate methods for calculating electricity losses - the average load method or the calculation day method;

b) create a database of all the electrical equipment of the substation to calculate the loss of electricity in it.

- in the structure of technical losses of feeder No. 20, object No. 1, the share of conditionally permanent losses is 36%, load losses 64%, that is conditionally constant losses are two times less than load losses;

- in the structure of technical losses, the share of power lines accounts for 58% of all losses, losses in transformers - 42%.

- Among load losses, the share of power lines accounts for - 85%, and for transformers - 15%.

These studies should be the main aspects of Dushanbe Mountains. ES "in the development of measures to reduce them.

#### References:

1. Bohmat I.S. Reduction of commercial losses in electric power systems / I.S. Bohmat, V.E. Vorotnitsky, E.P. Tatarinov // Electric stations. 1989. No. 9.

2. Чоршанбиев, С.Р. Расчет потерь электроэнергии в высоковольтных городских электрических сетях г. Душанбе Республики Таджикистан/С.Р. Чоршанбиев, Г.В. Шведов//Проблемы электротехники, электроэнергетики и электротехнологии (ПЭЭЭ-2017): сб. тр. V Всероссийской научнотехнической конференции (к 50-летию юбилею кафедры "Электроснабжение и электротехника" Института энергетики и электротехники) ТГУ, 01-06 ноября 2017 г. -Тольятти: Изд-во ТГУ, 2017. С. 178-183.

3. K. B. Nazirov, G. V. Shvedov, S. R. Chorshanbiev and S. 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," 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), Moscow, 2018, pp. 737-742.

4. Шведов Г.В. Структурный анализ потерь электроэнергии в электрических сетях 35-500 кВ Республики Таджикистан / Г.В. Шведов, С.Р. Чоршанбиев, Х.Б. Назиров//Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №1 (41). 2018. С. 74-86.

5. G. V. Shvedov, S. R. Chorshanbiev, I. A. Morsin, " Effect of distributed solar generation on electricity losses in electric networks", Proceedings of the VIII International Scientific and Technical Conference "Power Engineering through the Eyes of Youth - 2017". 2017. pp. 125-128. (In Russian).

6. Шведов, Г.В., С.Р. Чоршанбиев Расчет и анализ технических потерь электроэнергии в городских распределительных электрических сетях 6-10/0,4 кВ г.Душанбе//Известия: Кыргызского государственного технического университета им.И.Раззакова. -2017. №4 (44). С. 316-323.

7. G. V. Shvedov, S. R. Chorshanbiev, E.V. Shvetsova and K. B. Nazirov, "Impact of solar generation connected to 0.4 kV grid on the power losses and the shape factor of load curve," 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), Moscow, 2018, pp. 737-777.

8. Шведов Г.В. Анализ потерь электроэнергии в городских электрических сетях напряжением 6-10 кВ г. Душанбе Республики Таджикистан/ Г.В. Шведов, С.Р. Чоршанбиев, М.У. Холматова//Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2018. Т. 1. № 2 (42). С.36-42.

9. Law of the Republic of Tajikistan "On Energy Saving" dated May 10, 2002 No. 29.

10. Decree of the President of the Republic of Tajikistan "On additional energy saving measures" dated April 24, 2009, No. 653.

11. Decree of the Government of the Republic of Tajikistan "On approval of the " Program for the efficient use of hydropower resources and energy saving for 2012-2016 "dated November 2, 2011, No. 551.

12. Law of the Republic of Tajikistan "On Energy Saving and Energy Efficiency" dated September 19, 2013, No. 1018.

13. Agency for Statistics under the President of the Republic of Tajikistan [Electronic resource] Access mode – <http://www.stat.tj> (Date of treatment 05.11.2019). (In Russian).

14. Chorshanbiev S. R. Povysheniye effektivnosti funktsionirovaniya elektricheskikh setey s raspredelennoy solnechnoy generatsiyey za schet snizheniya tekhnicheskikh poter' elektroenergii (na primere Respubliki Tadzhiqistan). Dokt. Diss. [Improving the efficiency of functioning of electric networks with distributed solar generation by reducing technical losses of electricity (for example, the Republic of Tajikistan). Dokt.Diss.]. Moscow, 2019.189 p.

15. Chorshanbiev S.R. Structural analysis of power losses in (6-10 / 0.4 kV) urban distribution electric networks of the city of Dushanbe, the Republic of Tajikistan/2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), IEEE Russia North West Section. January 28-31, 2019. Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI», St. Petersburg, Russia: 2019. Section 9. Pp. 942- 945.

16. Чоршанбиев С.Р. Анализ выработки, передачи и потребления электрической энергии в национальной энергетической компании ОАХК "Барки Тоҷик" Республики Таджикистан / С.Р. Чоршанбиев, Г.В.

Шведов//Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. -2018. №4 (44). С. 27-35.

17. Шведов Г.В. Анализ потерь электроэнергии и разработка мероприятий по их снижению в городских распределительных электрических сетях 6-10/0,4 кВ/ Г.В.Шведов, С.Р. Чоршанбиев, // Энергетик. 2019. № 1. С. 31-34.

18. Information for 2018 Energy Company Open-Stock Holding Company (OSHC), "Barki Tojik". (In Russian).

19. Ковыркин А.В., Морсин И.А., Чоршанбиев С.Р., Шведов Г.В. Оценка влияния распределенной солнечной генерации на энергоэффективность электросетевой организации//Энергосбережение - теория и практика труды Девятой Международной школы-семинара молодых ученых и специалистов. 2018. С. 187-191.

20. Order of the Ministry of Energy of the Russian Federation of December 30, 2008 No. 326 "On the organization of work in the Ministry of Energy of the Russian Federation to approve standards for technological losses of electricity during its transmission through electric grids".

21. Shvedov G.V., Sipacheva O.V., Savchenko O.V. Losses of electricity during its transport on electric networks: calculation, analysis, rationing and reduction / Ed. Yu.S. Zhelezko. - М.: Publishing House MPEI, 2013.- p.424.

22. Шведов Г.В. Методика управления генерацией солнечных батарей по критерию минимизации относительных потерь электроэнергии в электрических сетях/ Г.В. Шведов, С.Р. Чоршанбиев, Ш.Д. Джураев // Вестник Московского энергетического института. 2019. № 1. С. 20-28.

23. Chorshanbiev S.R. Modeling, Calculation and Analysis of Technical Power Losses in 6- 10/0.4 kV Urban Distribution Networks of the City of Dushanbe of the Republic of Tajikistan/ 2019 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)-2019. March 25-29, Sochi, Russia: 2019. Pp. 322-326. 10.1109 / ICIEAM.2019.8743055 DOI: 10.1109/ICIEAM.2019.8743055.

24. Шведов Г.В. Разработка мероприятий по снижению потерь электроэнергии в высоковольтных электрических сетях (на примере ОАО "Пенджикентские ЭС" Республики Таджикистан/ Г.В. Шведов, С.Р. Чоршанбиев, // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. - 2018. -№2. С. 222-226.

25. С.Р. Чоршанбиев, Шведов, Г.В. Анализ потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 0,4-500 кВ Согдийской Области Республики Таджикистан//Известия: Кыргызского государственного технического университета им.И.Раззакова. -2019. №2-1 (50). С. 242-250.

26. Chorshanbiev S. R. Modeling of urban electric networks in dushanbe to calculate, analyze and evaluate the

power loss of electricity/ S.R. Chorshanbiev //Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. -2020. №1 (49). С. 10-17.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЁТ ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ГОРОДА ДУШАНБЕ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН ДЛЯ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

***С.Р. Ниёзи (Чоршанбиев), С.Р. Чоршанбиев,  
А.М. Ашуров***

Потери электроэнергии – являются одним из основных показателей эффективности любой энергосистемы. В Республике Таджикистан, в том числе в городе Душанбе, количество потребителей увеличивается день за днём, при этом рост потерь электроэнергии увеличивается. Учитывая эту ситуацию, в прилагаемой статье рассматриваются вопросы моделирования и расчета городских электрических сетей в Душанбе (Республика Таджикистан) для анализа и оценки потерь электроэнергии. Для моделирования был выбран участок наиболее загруженного узла, входящего в баланс электрических сетей г. Душанбе.

Моделирование проводилось в сертифицированной программе RAP-st. По результатам моделирования был проведен анализ и оценка этого участка. По результатам анализа предложено мероприятие по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях города Душанбе Республики Таджикистан.

**Ключевые слова:** потери электроэнергии, энергосистема, Душанбе, потребители, анализ, оценка, Республика Таджикистан.

### **МОДЕЛСОҶИ ВА ҲИСОБКУНИИ ШАБАКАҶОИ БАРҚИИ ШАҲРИИ ДУШАНБЕ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН БАРОИ ТАҲЛИЛ ВА БАҲОГУЗОРИИ ТАЛАФОТИ НЕРҶИ БАРҚ**

***С.Р. Ниёзи (Чоршанбиев), С.Р. Чоршанбиев,  
А.М. Ашуров***

Талафоти барқ яке аз нишондиҳандаҳои асосии самаранокии ҳар як системаи энергетикӣ мебошад. Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, аз ҷумла дар шаҳри Душанбе, шумораи истеъмолкунандагон рӯз то рӯз зиёд шуда, афзоиши талафоти барқ меафзояд. Бо назардошти ин вазъ, мақолаи зерин масъалаҳои моделсоӣ ва ҳисобкунии шабакаҳои барқии шаҳрии Душанбе-Ҷумҳурии Тоҷикистон барои таҳлил ва баҳодихии талафоти барқ баррасӣ менамояд. Барои моделсоӣ қисмати гиреҳи

сербор, ки ба тавозуни шабакаҳои баркии Душанбе дохил карда шуда интихоб карда шуд.

Моделсозӣ дар барномаи тасдиқшудаи РАП –ст амали карда шуд. Дар асоси натиҷаҳои моделсозӣ, таҳлил ва баҳодихӣ гузаронида шуд. Дар асоси натиҷаҳои таҳлил, чорабинӣ оид ба хошиш додани талафи нерӯи барқ дар шабакаҳои баркии шаҳри Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон пешниҳод карда шуд.

**Калимаҳои калидӣ:** талафоти неруи барқ, системаи энергетикӣ, Душанбе, истеъмолкунандагон, таҳлил, баҳогузорӣ, Ҷумҳурии Тоҷикистон.

### РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОСЛЕ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

*У. Бумцэнд<sup>1</sup>, Д.Д. Давлатшоев<sup>2</sup>, Дж.С. Ахъёев<sup>3</sup>, Н. Хасанзода<sup>4</sup>, М.Х. Сафаралиев<sup>5</sup>, С.М. Асанова<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>Монгольский государственный университет Науки и Технологии, Дарханский институт технологий  
<sup>2,3,4,5</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

<sup>5</sup>Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

<sup>6</sup>Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан<sup>4</sup>

*В работе рассмотрены процесс развития и режимы электроэнергетической системы после электрификации железной дороги и определены оптимальные режимы ее работы.*

**Ключевые слова** – энергосистема, железнодорожная магистраль, оптимальный режим, потери мощности, компенсация реактивной мощности.

#### Введение

Экономическое и социальное развитие Монголии в большой степени зависит от деятельности железнодорожной отрасли, занимающей высокое положение в структуре транспортной системы. В 2014 году перевозилось по железной дороге соответственно 63% грузовых перевозок, 22% пассажирских перевозок Монголии.

Преимущества электрифицированной железнодорожной тяги состоят в том, что по сравнению с тепловозом электровагон, при том же весе и габаритах, имеет значительно большую мощность, так как он не перевозит с собой источник генерации электрической энергии. Поэтому электровагон обеспечивает работу с поездами со значительно большими скоростями и, следовательно, повышает пропускную и провозную способности железных дорог. Кроме того, более высокие скорости движения обеспечивают ускорения доставки грузов

#### Сведения об авторах:

Ниёзи (Чоршанбиев) Сироджиддин Ражаббоки – к.т.н, ассистент кафедры «Электроснабжение» ТТУ им. акад. М.С.Осими.

E-mail:sirochiddin.chorshanbiev.89@mail.ru

Чоршанбиев Садриддин Ражаббокиевич – ассистент кафедры «Национальная экономика и экономическая безопасность» Таджикского национального университета.

Ашуров Ашур Махкамович – старший преподаватель кафедры «Электроснабжение» ТТУ им. акад. М.С.Осими.

и пассажиров к месту назначения, и приносят дополнительный экономический эффект для народного хозяйства [1].

Современные электрические станции с мощными и экономическими агрегатами работают с к.п.д. до 40%. И к.п.д. электрической тяги при получении питания от них составляет 25-30%. Наиболее экономично работают электровагоны при питании от ГЭС. При этом к.п.д. составляет 60-65%.

Электровагоны более надежны в эксплуатации, требуют меньший затрат на осмотр и ремонт оборудования. Электровагоны позволяют поднять производительность труда на 16-17% по сравнению с тепловозной тягой.

Нужно отметить, что тепловозы работают на дорогом и высококалорийном топливе. А тепловые электрические станции могут работать на более низких сортах топлива. Эффективность электрической тяги возрастает также при питании участков от атомных электрических станций. На АО «УБЖД» используется только тепловозная тяга. На балансе дороги находятся 135 тепловозов, 80% всех локомотивов и вагонов эксплуатируются более 25 лет и нуждаются в срочной замене.

В ближайшее время должен существенно увеличиться транзит грузов между Россией и Китаем до 40 млн.т. Кроме того, динамичное развитие горнодобывающей отрасли Монголии, значительное

число проектов по разработке угольных месторождений создают существенный потенциал для превращения Монголии в одного из крупнейших игроков мирового рынка коксующегося и энергетического угля, что также вызовет, примерно, на 50 млн.т рост грузопотока по железнодорожной магистрали соединяющей Азию и Европу [2-3].

#### Монгольская электроэнергетическая система

Монголия располагает огромным запасом высококачественного энергетического угля. Геологический запас угля Монголии составляет более 150 млрд.т., а разведанные немногим более 10 млрд.т. Используя эти богатые запасы угля и, воспользуясь относительно благоприятным расположением к крупным рынкам, Монголия может существенно расширить свое производство электроэнергии.

В стране производится электроэнергии 79,42%, и за счет импорта еще получает 20,58% от общей потребности в энергии. Структура энергоресурсов для производства электроэнергии такова: уголь 92,33% (1120,3 МВт), гидроэнергия 1,895% (23МВт), дизельная 1,64% (20 МВт), энергия ветра 0,135% (50 МВт), энергия солнца около 0 % (0,065МВт).

Около 70% покрытия нагрузки зависит от энергосистемы центрального региона, которая состоит из 5 теплоэлектростанции, подстанции и ЛЭП напряжением 220 кВ и 110 кВ находящихся в местах Гусиное озеро России, Уланбатор, Дархан, Эрдэнэт, Сайншанд. По аналитическим данным потребление электроэнергии Монголии по 2020 году 1400 МВт.ч. После 2020 года тенденция в балансе электроэнергии энергосистемы изменится и установленная мощность будет больше потребляемой.

Основной задачей развития и электрификации железной дороги Монголии и реализации “Программы ее технического обновления и развития” является увеличение её пропускной способности для достижения ожидаемых уровней траффика. Для этого необходимо осуществить следующие мероприятия:

- повысить скорость движения пассажирских поездов до 120 км/ч;
- установить скорость грузовых поездов 90 км/ч;
- сократить скорость оборота вагонов до 2.8 дней.

#### Расчет установившихся режимов электроэнергетической системы

Для определения условий электрификации железной дороги необходимо осуществить расчет

установившихся режимов (УР). Расчеты установившегося режим являются основными при решении задач, связанных с проектированием и эксплуатацией электроэнергетических систем. Результаты этих расчетов используются при планировании режимов и оперативном управлении ЭЭС, а также служат базой для выполнения оптимизации, анализа устойчивости и надежности.

Нелинейные уравнения узловых напряжений описывают установившийся режим электрической системы при заданных нелинейных источниках тока [3-4]. Нелинейные уравнения узловых напряжений при постоянной мощности нагрузок и генераторов в узлах для системы переменного тока в матричной форме

$$Y_y \underline{U} = \sqrt{3} \underline{I}(\underline{U}) - Y_o \underline{U}_o,$$

где  $Y_y$  - комплексная матрица собственных и взаимных узловых проводимостей;

$Y_o$  - проводимость ветвей балансирующего узла;

$\underline{I}(\underline{U})$  - вектор-столбец задающих токов;

$\underline{U}_o$  - заданное напряжение балансирующего узла.

Нелинейные уравнения установившегося режима в общей форме можно записать в виде системы неявных функций

$$W(X, Y) = 0,$$

где  $W = [w_1, w_2, \dots, w_m]$  – n-мерная вектор-функция, отвечающая уравнением баланса мощностей или токов в узлах сети;

$X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$  – независимые переменные, которые можно регулировать

$Y = [y_1, y_2, \dots, y_m]$  – зависимые переменные, которые могут быть вычислены через независимые переменные.

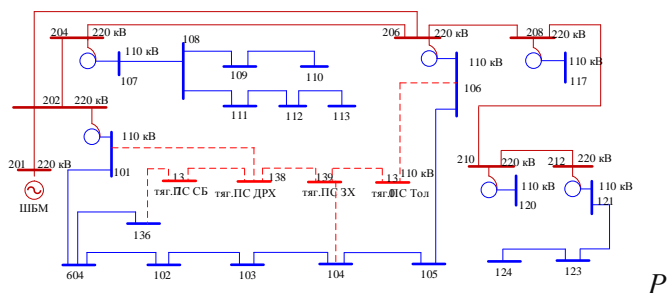
В данной работе для расчета УР электрической системы использована программа RastrWin3. В программе, для расчета установившихся режимов ЭЭС, разработана оригинальная модификация полного метода Ньютон-Рафсона с выбором оптимального шага, учитывающая особенности уравнений узловых напряжений, в декартовых координатах.

В результате расчета УР определяем модули  $U_i$  и фазы ( $i$ ) напряжений в узлах сети, перетоки ( $P_{ij}, Q_{ij}$ ) и потери активных и реактивных мощностей, токи в линиях электропередачи, частоты  $f$  в системе.

В работе рассмотрены два сценарии возможного развития Монгольской ЭЭС в зависимости от того



куда будет подключена система тягового электроснабжения. **Первый сценарий** состоит в том, что четыре тяговых подстанции северной части железной дороги будут подсоединены к существующим подстанциям на напряжение 110 кВ. На рисунке 1 показан фрагмент расчетной схемы по первому сценарию.



ис. 1. Фрагмент расчетной схемы тягового электроснабжения на 110/25 кВ.

Таблица 1.

Результаты балансирования режима.

Баланс мощностей	$P$ , МВт	$Q$ , МВАр
Вырабатываемая мощность	1213,4	389,0
Импортируемая мощность	146,6	20,0
Потребляемая мощность	1360,0	389,0

Суммарные потери активной мощности составляют  $\Delta P_{\Sigma} = 48,42$  МВт, а в процентах **3,29%**.

Наименьшие напряжения наблюдаются в следующих узлах сети 110 кВ, которые в дальнейшем выбраны в качестве приоритетных узлов для установки источника реактивной мощности.

Таблица 2.

Приоритетные узлы для установки КУ.

Номер узла	Напряжение $U$ , кВ
103	103,05
104	100,68
109	99,23
110	95,20
111	101,56
112	96,37
113	91,80
123	105,49
124	102,55
139	100,07

**Второй сценарий** состоит в присоединении к узлам ЭЭС Монголии на напряжении 220 кВ.

Для второго сценария развития при подключений тяговых нагрузок к сети 220 кВ выбрана схема, представленная на рисунке 2.

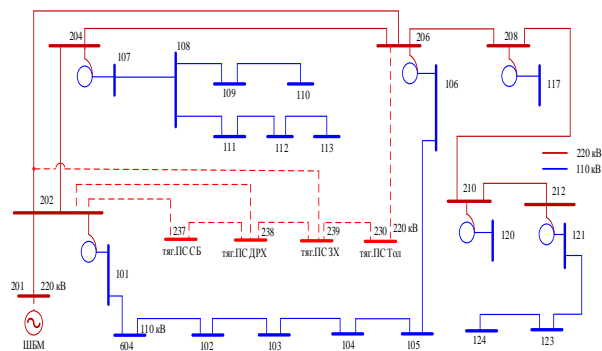


Рис. 2. Фрагмент расчетной схемы тягового электроснабжения на 220/25 кВ.

Таблица 3.

Результаты балансирования режима.

Баланс мощностей	$P$ , МВт	$Q$ , МВАр
Вырабатываемая мощность	1213,4	314,1
Импортируемая мощность	136,6	26,2
Потребляемая мощность	1350,0	342,0

Суммарные потери активной мощности составляют  $\Delta P_{\Sigma} = 38,53$  МВт, а в процентах **2,85 %**.

Для этой схемы выбраны следующие узлы с заниженными напряжениями для дальнейшей оптимизации.

Таблица 4.

Приоритетные узлы для установки КУ.

Номер узла	Напряжение $U$ , кВ
110	94,31
111	100,96
112	95,67
113	91,01
120	103,62
122	106,51
123	100,82
124	97,49

**Оптимизация режимов по реактивной мощности**

На первоначальном этапе выбраны приоритетные узлы, которые целесообразно установить у источников реактивной мощности. Оптимизация для

сравнения проведена двумя методами: с помощью градиентного метода и метода роевого интеллекта.

Одной из задач оптимизации является выбор метода, позволяющего из множества допустимых решений выбрать такие, при которых значения управляемых параметров удовлетворяют заданным ограничениям и обращают в максимум или минимум целевую функцию. Общие методы нахождения экстремума функции при наличии ограничений рассматриваются с использованием теории математического программирования. Этот раздел математики включает линейное программирование, нелинейное программирование, динамическое программирование, стохастическое программирование [5-6]. Для решения оптимизационных задач известны различные стохастические алгоритмы, к которым относятся: эволюционные алгоритмы; алгоритмы, использующие концепцию роевого интеллекта; алгоритмы, основанные на иных механизмах живой и неживой природы.

Так как градиентные методы хорошо известны и широко представлены в научной литературе, то в настоящей работе уделено внимание только методу роевого интеллекта.

Алгоритмы роевого интеллекта используют перемещения агентов одной популяции без процедур отбора, уничтожения старых и порождения новых агентов. Пусть решается задача нахождения максимума функции, которую легко можно свести к задаче нахождения минимума

$$f^{opt} = f(X^{opt}) = \max_{X \in D} f(X).$$

Вектор варьируемых параметров  $X$  может принимать значения из некоторой области  $D$ . Каждая частица в каждый момент времени характеризуется значением параметров  $X$  из области  $D$  (координатами точки в пространстве решений) и значением оптимизируемой функции  $f(x)$  (привлекательностью данной точки). При этом частица «помнит» наилучшую точку в пространстве решений, в которой была, и стремится в нее вернуться, но подчиняется также закону инерции и имеет склонность к небольшому стохастическому изменению направления движения. В качестве связи между частицами используется так называемая общая память, благодаря которой каждая частица знает координаты наилучшей точки среди всех, в которых была любая частица роя.

Математическая формулировка задачи однокритериальной оптимизации может быть, сформулирована следующим образом [6-7]:

$$W(Q_k) = Z_{\Delta P} + Z_{\Delta Q_k} \rightarrow \min$$

$$Q_k = \{Q_{k1}, Q_{k2}, Q_{k3}, \dots, Q_{kn}\}$$

при ограничениях  $0,1 \leq tg \varphi \leq 0,5$

$$0 \leq Q_{ki} \leq Q_i, \quad i=1,2,\dots$$

где  $Z_{\Delta P}$  – затраты на потери активной мощности;

$Z_{\Delta Q_k}$  – затраты на компенсирующие устройства;

$Q_{ki}$  – мощность компенсирующих устройств в  $i$ -м узле;

$Q_i$  – реактивная мощность нагрузки в  $i$ -м узле.

В результате решения оптимизационной задачи определены оптимальные мощности ИРМ в выбранных приоритетных узлах, которые сведены в таблицу 3.

Таблица 5.

Оптимальные мощности КУ.

Номер узла	Реактивная мощность нагрузки, МВАр	Рекомендуемая мощность КУ, МВАр	
		Результат по градиентному методу	Результат по методу роя частиц
103	0,2	0,0	0,0
104	1,0	5,19	3,06
109	2,6	0,0	0,0
110	1,5	0,06	0,0
111	2,5	0,0	0,16
112	1,0	0,72	0,0
113	1,5	0,90	0,0
123	2,0	0,0	1,79
124	1,5	0,0	0,0
139	42,0	51,75	57,75
Итоговая мощность КУ		58,62	62,76
Потери в сети		42,20	39,59

По результатам первой оптимизации были выбраны 5 узлов, показанные в таблице 4 из предыдущих 10 узлов, и заново провели оптимизацию по реактивной мощности.

Таблица 6.

Оптимальные мощности КУ.

Номер узла	Рекомендуемая мощность КУ, МВАр	
	Результат по градиентному методу	Результат по методу роевых частиц
104	4,80	3,66
110	0,0	0,0
112	0,0	0,0
113	1,40	0,0
139	50,20	56,51
Итоговая мощность КУ	56,40	60,17
Потери в сети	42,14	39,75

Аналогичные расчеты выполнены для второго сценария при подключении тяговых нагрузок на 220 кВ.

Таблица 7.

Оптимальные мощности КУ.

Номер узла	Реактивная мощность нагрузки Q, МВАр	Рекомендуемая мощность КУ, МВАр	
		Результат по градиентному методу	Результат по методу роевых частиц
110	1,5	0,9	0,82
111	2,5	0,0	5,98
112	1,0	0,1	0,0
113	1,5	3,6	0,26
120	3,0	15,9	44,10
122	0,4	0,0	0,0
123	2,0	0,0	0,0
124	1,5	2,4	0,0
Итоговая мощность КУ		22,9	51,16
Потери в сети		35,68	28,78

По результатам первой оптимизации были выбраны 4 узла показанные в таблице 8 из предыдущих 8 узлов, и заново провели оптимизацию по реактивной мощности. В результате решения оптимизационной задачи определены оптимальные мощности КУ для схемы при подключении тяговых нагрузок к сети 220 кВ в выбранных приоритетных узлах, которые сведены в таблицу 8.

Таблица 8.

Оптимальные мощности ИРМ.

Номер узла	Рекомендуемая мощность КУ, МВАр	
	Результат по градиентному методу	Результат по методу роевых частиц
110	0,7	0,0
113	3,5	0,0
120	17,4	59,88
124	1,9	0,0
Итоговая мощность КУ	23,5	59,88
Потери в сети	35,54	30,15

После выбора мощностей и установки КУ в приоритетных узлах считаем режим.

**Обсуждение результатов**

Расчеты и выполненные исследования показывают, что по первому сценарию подключения системы тягового электроснабжения к сети 110 кВ Монгольской ЭЭС суммарные потери активной мощности могут быть существенно снижены 48,42 МВт до 42,14 МВт при использовании градиентного метода, и до 39,75 МВт по методу роевого интеллекта. Однако во втором случае рекомендуемые мощности КУ составляет 60,17 МВАр в то время как при градиентном 56,4 МВАр. Таким образом видно эти два критерия противоречивый и задача является двухкритериальной. Интересно отметить, что когда число приоритетных узлов было 10, т.е. два раза больше результаты показанные роевым интеллектом были лучше, так как потери снижались до 39,59 МВт.

В то же время при увеличенном числе узлов дает худший результат 42,14 МВт в то же время давал 42,2 МВт.

Аналогичная картина наблюдается и при втором сценарии развития Монгольской ЭЭС, то есть при подключении тяговых нагрузок к сети 220 кВ. При уменьшении числа приоритетных узлов в два раза (с восьми узлов до четырех) градиентный метод стал показывать результат лучше, так как потери сократились с 35,68 МВт до 35,64 МВт. В то время как градиентный метод показал результат хуже – потери увеличились с 28,78 МВт до 30,15 МВт. На основании вышеизложенного можно заключить, что сокращение числа узлов, на которые возможно

установка КУ эквивалентно сокращению числа «степеней свободы». Снижение числа степеней свободы благоприятно для градиентного метода, но негативно влияет на поиск экстремума для метода роевого интеллекта.

### Выводы

1. Показана техническая и экономическая целесообразность электрификации центральной железнодорожной магистрали для создания кратчайшего железнодорожного коридора Азия-Европа. Это позволит значительно увеличить провозную способность грузоперевозок между странами Юго-Восточной Азии и странами Европы.

2. Обоснована целесообразность построения системы тягового электроснабжения в виде системы 2х25 (27,5) кВ переменного тока, принятой для скоростных железных дорог и совпадающей с электрифицированными железными дорогами соседних дружественных стран, Россия и Китай. Выбор этой системы тягового электроснабжения подкрепляется проведенными расчетами несимметрии в питающих сетях ЭЭС Монголии, возникающей при переходе от двухфазной системы электрифицированной тяги к трехфазной питающей системе на напряжение 110/220 кВ.

3. Рассмотрены два возможных сценария подключения четырех тяговых подстанции, через трансформатора Скотта, либо к сети напряжением 110 кВ, либо к сети 220 кВ. При этом обоснована необходимость компенсации реактивной мощности в узлах с пониженными напряжениями. Оптимальное решение найдено двумя методами: градиентным методом и методом роевого интеллекта. Лучший результат показал алгоритм роя частиц метода роевого интеллекта.

### Литература:

1. Анализ электроэнергетической системы после электрификации железной дороги / У. Бумцэнд, С. Таванхошуу, Ш.М. Султонов, Д.Б. Рахимов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2019. № 1 (45). С. 79-84.

2. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях: Учеб. пособие для вузов/ Ю.Н. Астахов, В.А. Веников, В.В. Ежков и др., Под ред. В.А. Веникова. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 504 с., ил.

3. Оптимальные режимы Монгольской энергосистемы при электрификации железнодорожного коридора Азия-Европа / В.З. Манусов, У. Бумцэнд // Научные проблемы

транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2018. № 1. С. 170-174.

4. Разработка и исследование адаптивных методов роевого интеллекта в задачах календарного планирования / П.В. Матренин // Автоматика и программная инженерия. – 2013. – № 1 (3). – С. 109–114.

5. Анализ и оптимизация режимов электроэнергетической системы Монголии с учетом электрификации Уланбаторской железнодорожной магистрали/В.З. Манусов, У. Бумцэнд, Э. Энхсайхан// Новое в российской электроэнергетике. -2017. -№10. -С. 55-66.

6. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: руководство для практ. расчетов. – М.: ЭНАС, 2009. – 456 с.

7. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем: [учебник] / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 399 с.

### ИНКИШОФИ СИСТЕМАИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЙ БАЪДИ ЭЛЕКТРИКУНОНИИ РОХИ ОХАН

*У. Бумтсэнд, Д.Д. Давлатшоев, Ч.С. Ахъёев, Н. Хасанзода, М.Х. Сафаралиев, С.М. Асанова*

Дар мақола равандҳои инкишоф ва речаи системаи электроэнергетикиро баъди электрикунонии роҳи оҳан дида, речаҳои оптималӣ муайян карда шудаанд.

**Калимаҳои калидӣ:** системаи энергетикӣ, шохроҳи оҳан, речаи оптималӣ, талафи тавоноӣ, ҷуброни тавоноии ғайрифайол.

### DEVELOPMENT OF THE ELECTRIC POWER SYSTEM AFTER ELECTRIFICATION THE RAILWAY

*U. Bumtsend, D.D. Davlatshoev, J.S.Ahyoev, N. Khasanzoda, M.Kh. Safaraliev, S.M. Asanova*

The paper considers the development process and modes of the electric power system after railway electrification and determines the optimal modes of its operation.

**Key words:** electric power system, main railway, optimal mode, power losses, reactive power compensation.

### Сведения об авторах:

Бумцэнд У. – к.т.н., доцент кафедры «Энергетики и информационной технологии» Монгольского государственного университета Науки и Технологии, Дарханский институт технологий

Давлатшоев Д.Д. – к.т.н., доцент кафедры «Электрические станции» ТТУ им. акад. М.С. Осими.

Ахъёев Дж.С. – к.т.н., доцент кафедры «Электрические станции» ТТУ им. акад. М.С. Осими.

Хасанзода Н. – к.т.н., старший преподаватель кафедры «Электрические станции» ТТУ им. акад. М.С. Осими.

Сафаралиев М.Х. – аспирант кафедры «Автоматизированные электрические системы» УрФУ

Асанова С.М. – к.т.н., доцент кафедры «Теоретические основы электротехники и общая электротехника» КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан

## ҲИСОБИ САРҲАДИ ОМЕХТАНАШАВАНДАГИИ СИСТЕМАИ СЕКОМПОНЕНТАИ АЛЮМИНИЙ-БЕРИЛЛИЙ - МЕТАЛҲОИ НОДИРЗАМИН (МНЗ)

*М.И. Ҳалимова*

*Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акадмик М.С. Осимӣ*

Ҳодисаи дигаргунишавӣ ё ин ки ба қабатҳо ҷудошавӣ дар система аз тағйирёбандаҳои мустақил – ҳарорат, фишор, массаи атомии компонентҳо вобастагӣ дорад. Дар қори мазкур оиди сохтани диаграммаи ҳолати дучанда ва хусусан сечанда дар системаи Al-Be-MNЗ ва ҳисоби сарҳади омехташавандагии системаи секомпонента оварда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** бериллий, диаграммаи ҳолат, ҳалишавандагӣ, ҳисоб, диаграммаи ҳолати дучанда ва сечанда, системаҳои ба қабатҳо ҷудошаванда.

Ҳодисаи дигаргунишавӣ (критикӣ) ё ин ки ба қабатҳо ҷудошавӣ дар система бо тағйирёбандаҳои мустақил – ҳарорат, фишор, массаи атомии компонентҳо тавсиф медиҳад. Баъзе аз тағйиротҳое, ки ҳангоми домии T, P ва массаи атомии домиро аз компонентҳо дар системаи масалан X<sub>3</sub> дида мебароем. Дар ин ҳолат потенциали химиявӣ танҳо аз массаи атомии ду компонентҳо x<sub>1</sub> ва x<sub>2</sub> вобаста мебошад.

Барои системаҳои мутақобилан ҷудошаванда дар ҳолати мувозинатӣ потенциалҳои компонентҳои боҳамтаъсиркунанда дар фазаҳои дар як ҷо бо ҳам таъсиркунанда баробаранд:

$$\mu'_1 = \mu''_1 \text{ и } \mu'_2 = \mu''_2, \quad (1)$$

дар ин ҷо хатчаҳо аз боло рақами фазаҳоро ва индексҳо дар поён – рақами компонентҳоро ифода менамоянд.

Мувофиқи назарияи маҳлулҳои мунтазам (регулярӣ), потенциалҳои химиявии компонентҳо дар системаҳои дукомпонента бо муодилаҳои зерин ифода карда мешавад:

$$\mu_1 = \mu^0_1 = RT \ln x_1 (Q'_{12} - Q''_{12}) x_2^2 + 2 Q''_{12} x_2^3 \text{ ва } (2)$$

$$\mu_2 = \mu^0_2 = RT \ln x_2 (Q'_{12} - Q''_{12}) x_1^2 + 2 Q''_{12} x_1^3, \quad (3)$$

дар ин ҷо Q<sub>12</sub> – энергияи мубодилаи омехташавӣ дар система аз компонентҳои 1 ва 2, R – гази доими универсалӣ ва T – ҳарорати мутлақ, °C.

Аз шарт (1), бо назардошти муодилаҳои (2) ва (3), баробарии зеринро ба даст меорем:

$$RT \ln x_1'/x_2'' + [(x_2')^2 - (x_2'')^2] (Q'_{12} - 2Q''_{12}) + 2Q_{12} [(x_2')^3 - (x_2'')^3] = 0 \quad (4)$$

$$RT \ln x_2''/x_1' + [(x_1'')^2 - (x_1')^2] (Q'_{12} - 2Q''_{12}) + 2Q_{12} [(x_1'')^3 - (x_1')^3] = 0 \quad (5)$$

Аз ин ҷо муодилаи (4) ва (5)-ро ҳал намуда метавонем Q'<sub>12</sub> ва Q''<sub>12</sub> –ро барои фазаҳои омехташаванда ҳисоб намоем.

Дар маҳлули сегонаи мунтазам барои вобастагии концентратсияи коэффитсиентҳо дар асоси маълумот мо ҳосил менамоем:

$$RT \ln f_1 = x_2^2 Q_{12} + x_3^2 Q_{13} + x_2 x_3 (Q_{12} - Q_{23} - Q_{13}), \quad (6)$$

$$RT \ln f_2 = x_1^2 Q_{12} + x_3^2 Q_{23} + x_1 x_3 (Q_{23} - Q_{13} - Q_{12}), \quad (7)$$

$$RT \ln f_3 = x_1^2 Q_{13} + x_3^2 Q_{13} + x_2 x_2 (Q_{13} - Q_{12} - Q_{23}). \quad (8)$$

Азбаски энергияи Гиббс як моли маҳлулро аз

$$G = \sum \mu_i x_i, \quad (9)$$

муайян карда мешавад.

Потенсиали химиявии маҳлулҳои ғайриидеалиро аз таносуби зерин муайян менамоянд:

$$\mu_i = \mu_i^0(T,p) + RT \ln x_i + RT \ln f_i, \quad (10)$$

он гоҳ, дар маҳлулҳои сегонаи мунтазам (регулярӣ) энергияи озод бо назардошти (6)-(10) бо ибораи зерин муайян карда мешавад:

$$G = \sum_{i=1}^3 x_i \mu_i(T, p) = RT \ln x_1 Q_{12} x_1 x_2 + Q_{13} x_1 x_3 + Q_{23} x_2 x_3. \quad (11)$$

Ҳангоми доимӣ будани  $T$  ва  $P$ , дар ҳолати мувозинат дар маҳлули сегонаи мунтазам нуқтаи критикӣ имконпазир аст ва чамъи онҳо дар ҳароратҳои гуногун ва фишори тағйирнаёбанда қачҳои критикиеро ташкил менамояд, ки ҳолатҳои устуворро аз ҳолатҳои ноустувор ҷудо намуда ва ҳудуди ҳалнашавандагиро муайян менамояд. Дар нуқтаи тағйирёбӣ ҳолати системаҳо тавассути ҳосилаҳои қисми дуҷуми энергияи озоди маҳлул, ки ба сифр баробар мебошад, муайян менамоянд.

Ҳамин тавр, агар  $x_1$  –ро ҳамчун функсияи  $x_1$  ва  $x_2$  ҳисоб намоем, онгоҳ муодилаи (11)-ро фарқ намуда ифодаи зеринро барои ҳосилаҳои дараҷаи дуҷум ба даст меорем:

$$\partial^2 G / \partial x_2^2 = -2Q_{12} + [RT(x_1 + x_2) / x_1 x_2] \quad (12)$$

$$\partial^2 G / \partial x_3^2 = -2Q_{13} + [RT(x_1 + x_3) / x_1 x_3], \quad (13)$$

$$\partial^2 G / \partial x_2 \partial x_3 = Q_{23} - Q_{12} - Q_{13} + RT / x_1. \quad (14)$$

Азбаски

$$(\partial^2 G / \partial x_2^2)(\partial^2 G / \partial x_3^2) = (\partial^2 G / \partial x_2 \partial x_3)^2, \quad (15)$$

мебошад, онгоҳ ибораҳо (12)-(14) ба баробарии (15) иваз намуда ва баъзе қайдҳоро ворид намуда ҳосил менамоем:

$$L = Q_{12}^2 + Q_{13}^2 + Q_{23}^2 - 2Q_{12}Q_{13} - 2Q_{13}Q_{23} \quad \text{ва}$$

$$\alpha = Q_{12}/RT; \quad \beta = Q_{13}/RT; \quad \gamma = Q_{23}/RT; \quad \lambda = \alpha / (RT)^2, \quad \text{ҳосил менамоем:}$$

$$\lambda x_1 x_2 x_3 + 2\alpha x_1 x_2 + 2\beta x_1 x_3 + 2\gamma x_2 x_3 = 1 \quad (16)$$

дар ин ҷо:  $\lambda, \alpha, \beta, \gamma$  – қиматҳои беандоза;  $x_1, x_2$  ва  $x_3$  – ҳиссаи молии компонентҳо.

Ифодаи (16) ифодаи симметрии спинодали мебошад. Дар ҳолати маҳлулҳои регуляри қачхатаи ғайримутамарказӣ (омехтанашаванда) сифатан ҳамон хел шакл ва ҷойгиршавии симметрии нисбатан нуқтаи бухронии (критикӣ) дар фазаҳои ҳамхудуд ҷойгир мебошад.

Бо назардошти он, ки ҳиссаи массаи атомии компонентҳо ба як баробар мебошад ва қиматҳои ҳарорат ва энергияи мубодилаи компонентҳоро ба муодилаи (16) гузошта координатаҳои қачро муайян мекунем, ки ҳудуди ноустувории фазаро дар системаҳои сегона муайян менамояд. Натиҷаи истифодаи муодилаи (16) тасдиқи худро дар системаҳои Al-МНЗ-МНЗ [1] исбот намудааст.

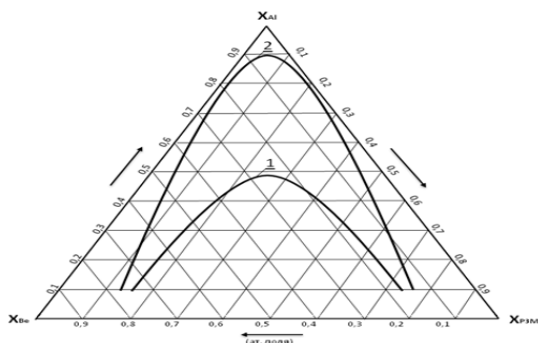
Натиҷаи ҳисоби координатҳои нуқтаҳои критикии қачхатаи спинодали дар ҳароратҳои гуногун барои системаҳои секомпонента Al-Be-МНЗ дар расми 1-2 оварда шудааст. Ташҳиси таъсири қимати энергияи мубодила (ҷадвали 1) нишон медиҳад, ки ҳангоми зиёдшавии  $Q_{23}, Q_{13}$  ҳалшавандагии компонентҳо кам мешавад, яъне бо зиёдшавии концентратсияи компоненти сеюм чуқурии қабат-қабатҳо зиёд мегардад.

Ҳамин тариқ, барои чунин системаҳои сечанда, ки дар яке аз ҷузъҳои системаҳои дучанда минтақаи ҷудошавӣ мавҷуд аст ва  $Q_{12}$  - қимати калони мусбат дорад, мо метавонем дар бораи ҳалшавандагии хеле паст дар системаи сечанда сухан ронем, на танҳо бузургӣ, балки инчунин аломати энергияи мубодилаи компонентҳо таъсири калон дорад.

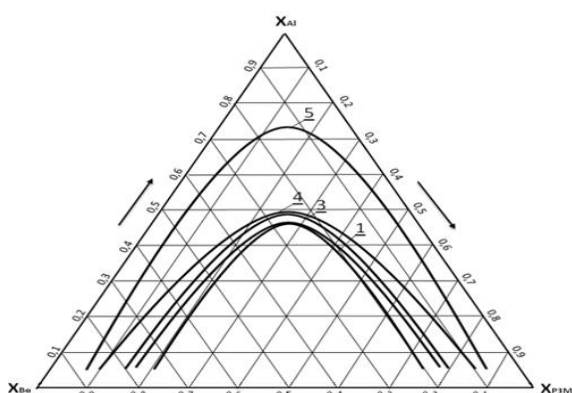
Ҷадвали 1.

Қиммати энергияи мубодила дар системаҳои Al-Be-МНЗ.

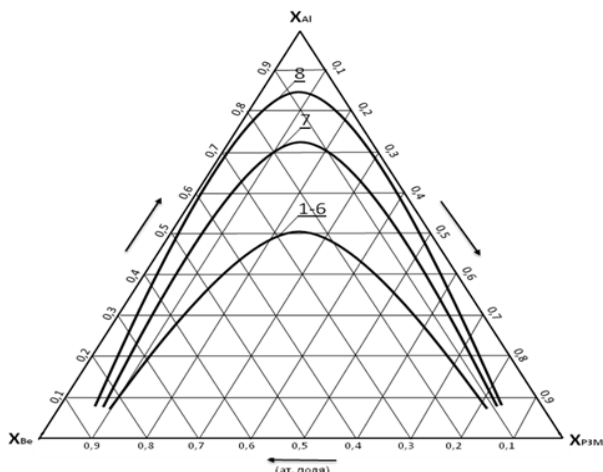
Система Al-Be-ПЗМ	Q <sub>12</sub>	Q <sub>23</sub>	Q <sub>13</sub>	Система Al-Be-ПЗМ	Q <sub>12</sub>	Q <sub>23</sub>	Q <sub>13</sub>
	кҶ/Г-ат.				кҶ/Г-ат.		
Al-Be-Sc	57.7	78.10	-17.40	Al-Be-Gd	57.7	2756	-34.90
Al-Be-Y	57.7	119.1	-31.50	Al-Be-Tb	57.7	190.5	-4.900
Al-Be-La	57.7	147.5	-51.10	Al-Be-Dy	57.7	188.5	-5.200
Al-Be-Ce	57.7	104.7	-54.60	Al-Be-Ho	57.7	171.7	-11.60
Al-Be-Pr	57.7	151.4	-45.40	Al-Be-Er	57.7	181.0	-7.100
Al-Be-Nd	57.7	204.8	-27.60	Al-Be-Tm	57.7	211.7	-8.800
Al-Be-Sm	57.7	285.1	-39.70	Al-Be-Yb	57.7	420.2	-79.40
Al-Be-Eu	57.7	503.9	-105.9	Al-Be-Lu	57.7	149.3	-18.50



Расми 1. Сарҳади ҷудошавиши компонентҳо дар системаҳои сечанда дар ҳарорати 1000°C: 1 – барои системаҳои Al-Be-Sc; 2 – барои системаҳои Al-Be-Y



Расми 2. Сарҳади ҷудошавиши компонентҳо дар системаҳои сечанда дар ҳарорати 1000°C: 1 – барои системаҳои Al-Be-Pr; 2 – барои системаҳои Al-Be-Lu; 3 – барои системаҳои Al-Be-Nd; 4 – барои системаҳои Al-Be-St (Pm); 5 – барои системаҳои Al-Be-Ce.



Расми 3. Сарҳади ҷудошавиши компонентҳо дар системаҳои сечанда дар ҳарорати 1000°C: 1-6 – дар системаҳои Al-Be-Gd (Tb, Dy, Ho, Tm, Er); 7 – барои системаҳои Al-Be-La; 8 – барои системаҳои Al-Be-Eu (Yb).

Сарҳади ба қабатҳо ҷудошудаи сохташуда барои системаҳои дучанда Be-MH3 ва системаҳои сечанда Al-Be-MH3 бори аввал пешниҳод карда мешавад. Маълумотҳои ба даст оварда шуда на танҳо аҳамияти назариявӣ, балки амали низ дорад, аз ҷумла барои коркарди технологияи тозакунонии ликватсионии бериллий аз ғашҳо мебошад.

Муаллиф барои ёри ва маслиҳатҳои муфид дар вақти тайёри намудани ин мақола миннатдорӣ худро ба профессор Т.Д. Джураев изҳор менамояд.

#### Адабиётҳо:

1. Джураев, Т.Д. Расчёт границ несмешиваемости трёхкомпонентных систем / Т.Д. Джураев, А.В. Вахобов. Докл. АН ТаджССР, 1988. - т. 31, № 3, С. 480-483.
2. Бурыйлёв, Б.П. Расчёт диаграмм состояния с областью несмешиваемости и промежуточными соединениями. В кн.: Теоретические и экспериментальные метода исследования диаграмм состояния металлических систем / Б.П. Бурыйлёв-М.: Наука, 1969. - С. 87-94.
3. Джураев, Т.Д. Оценка взаимодействия алюминия с РЗМ / Т.Д. Джураев, Р.А. Алтынбаев, А.В. Вахобов. Докл. АН ТаджССР, 1987. - т. 30, № 1, С. 41-43.

#### РАСЧЕТ ГРАНИЦ НЕСМЕШИВАЕМОСТИ ТРЁХКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ АЛЮМИНИЙ-БЕРИЛЛИЙ-РЗМ

*М.И. Халимова*

Критические явления или расслоение в системе характеризуются независимыми переменными – температурой, давлением, атомными долями компонентов. В данной статье представлено построение двойной и особенно тройной диаграммы состояний в системе Al-Be-РЗМ и расчет границы конфигурации трехкомпонентной системы.

**Ключевые слова:** бериллий, диаграмм состояния, растворимость, расчет, диаграмм состояния двухкомпонентных и трёхкомпонентных систем, система расслоения.

#### CALCULATION OF THE BOUNDARIES OF IMMIXABILITY OF THREE-COMPONENT SYSTEMS ALUMINUM-BERYLLIUM-REM

*M.I. Halimova*

Critical phenomena or stratification in the system are characterized by independent variables - temperature, pressure, atomic fractions of components.

This article presents the construction of a double and especially a triple state diagram in the Al-Be-REM system and the calculation of the configuration boundary of a three-component system.

**Keywords:** beryllium, phase diagrams, solubility, calculation, phase diagrams of two-component and three-component systems, exfoliation system.

**Маълумот оиди муаллиф:**

Ҳалимова Мавчуда Искандаровна – н.и.х., и.в. дотсенти кафедраи «Металлургия» ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ. Тел: (+992) 987-29-28-53 E-mail: halimova\_m@list.ru

**ПОТЕНЦИОСТАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА**

**АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, ЛЕГИРОВАННОГО ОЛОВОМ**

**О.Ш. Давлатов, И.Н. Ганиев, Х.О. Одиназода, С.С. Раджабалиев**

*Таджикский технический университет имени академика М. Осими*

*Изучением поведения коррозионно-электрохимического алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, легированного оловом, в среде электролита NaCl показано, что малые добавками легирующего компонента повышают коррозионную устойчивость исходного сплава.*

**Ключевые слова:** *алюминиевый сплав АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, олово, потенциостатический метод, коррозия, скорость коррозии, ток коррозии, потенциал свободной коррозии, потенциал питтингообразования.*

Алюминиевые сплавы широко применяются в различных отраслях промышленности в качестве материала для деталей машин и механизмов самых разных назначений – от бытовой техники до летательных аппаратов. Однако многие машины и механизмы при этом подвержены значительным нагрузкам: удару, циклическому изменению температуры, вибрации и т.п. Учитывая вышеизложенное при конструировании деталей и механизмов необходимо всестороннее изучение свойств этих сплавов [1,2].

В последние годы интерес к созданию и внедрению принципиально новых конструкционных материалов, обладающих повышенными механическими и демпфирующими свойствами по сравнению с традиционными материалами, возрастает. Поэтому разработка и исследование новых алюминиевых сплавов с участием различных легирующих компонентов, устойчивых к агрессивным средам и способных к рассеиванию энергии колебаний, являются весьма актуальными. Сплавы системы Al - Fe вызывают большой интерес в качестве конструкционного материала. В связи с тем, что вторичный алюминий может содержать достаточно высокое содержание железа- до 5%, которое не находит

широкого применения из за низких прочностных характеристик [1,2].

Также известно использование сплавов на основе алюминия с добавкой железа и редкоземельных металлов в качестве проводниковых материалов в электронике, для изготовления автомобильных и авиационных двигателей, провода, кабели, стержни, шины и др. изделий в электропромышленности [3-10].

Цель работы заключается в исследовании анодного поведения алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, легированного оловом, в среде электролита NaCl.

Сплавы для исследования были получены в печи сопротивления типа СШОЛ в тиглях из оксида алюминия. Исходными материалами для получения сплавов служили металлы следующей квалификации: алюминий марки А0 (ГОСТ 11069-2001) с повышенным содержание железа; железо ч.д.а., медь – марки М0 (ГОСТ- 859-2001), магний – марки Мг (ГОСТ 804-93), цинк – марки Ц1 (ГОСТ 3640-94), кремний – марки Кр00 (ГОСТ 2169-69) и олово – металлической чистотой 99.5 % (ГОСТ 860—75) в виде их лигатура с алюминием. Взвешивание шихты производили на аналитических весах АРВ-200 с точностью  $0.1 \cdot 10^{-6}$  кг. В случае отклонения веса шихты от веса полученного сплава более чем 2% плавку повторяли. Сплавы отливали в графитовой изложнице, диаметром 8мм и длиной 120мм. Нерабочая часть образцов изолировалось смолой из смеси канифоли и парафина в соотношении 50:50. Рабочую торцевую часть электродов зачищали наждачной бумагой, полировали, обезжировали, травили в 10%-ном растворе NaOH, тщательно промывали спиртом и затем погружали в насыщенный хлоридсеребряный электрод.



Исследования проводили с использованием потенциостата ПИ-50-1.1 и самописца ЛКД-4-002 в среде электролита NaCl марки чда для установления бестокового потенциала коррозии. Электродом сравнения служил хлоридсеребряный, а вспомогательным-платиновый. Скорость развертки потенциала составляла  $2 \text{ мВ} \cdot \text{с}^{-1}$ .

Для электрохимических исследований образцы поляризовали в положительном направлении от потенциала, установившегося при погружении в исследуемый раствор (Е<sub>св.кор.</sub> – потенциал свободной коррозии, или стационарный), до значения потенциала при котором происходит резкое возрастание плотности тока –  $2 \text{ А/м}^2$  (рис.1, кривая I). Затем образцы поляризовали в обратном направлении (рис.1, кривая II), далее шли в катодную область до значения потенциала –  $1.250 \text{ В}$ , в результате чего происходило подщелачивание при электродного слоя поверхности образца (рис.1, кривой III). Наконец, образцы повторно поляризовали в положительном направлении (рис.1, кривой IV), при этом при переходе от катодного к анодному ходу фиксируются потенциал пассивации (Е<sub>р.п.</sub>). По ходу прохождения полной поляризационной кривой определяли следующие электрохимические параметры:

Е<sub>ст</sub> или Е<sub>св.к</sub> – стационарный потенциал или потенциал свободной коррозии;

Е<sub>р.п.</sub> – потенциал репассивации;

Е<sub>п.о.</sub> – потенциал питтингообразования (или потенциал пробоя) до катодной поляризации;

Е<sub>кор.</sub> – потенциал коррозии;

і<sub>кор.</sub> – ток коррозии.

В качестве примера на рис. 1 представлена полная потенциодинамическая кривая для алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, легированного оловом, в среда электролита 0,03% ного NaCl.

Расчет тока коррозии как основной электрохимической характеристики процесса коррозии проводили по катодной кривой с учетом тафеловской константы равной  $v_k = 0,12 \text{ В}$ . Скорость коррозии (К) определяли по току коррозии (і<sub>кор.</sub>) по формуле:

$$K = i_{\text{кор.}} \cdot k,$$

где:  $k = 0.335 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$  для алюминия [5, 10].

Результаты коррозионно-электрохимического исследования алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, легированного оловом представлены в табл. 1, 2 и на рис.2, 3.

При изучении коррозионно-электрохимического поведения данных сплавов был исследован зависимость электродных потенциала свободной коррозии от времени в

течение часа выдержки образцов в электролите NaCl. Результаты показали, что легированное алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, оловом смещает электродный потенциал в положительную область (рис.2).

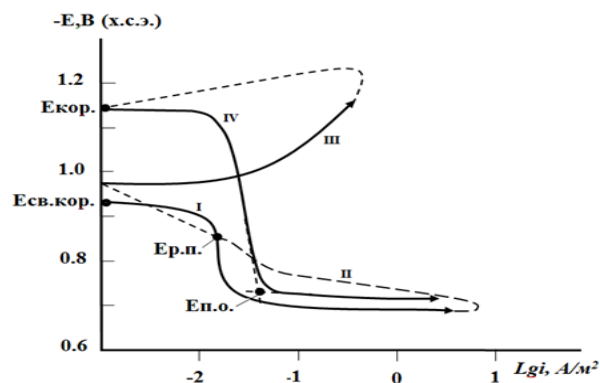


Рис.1. Полная поляризационная (2 мВ/с) кривая алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, в среде электролита 3.0%-ного NaCl.

Потенциал свободной коррозии алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 после одного часа выдержки в растворе 0,03%-ного хлорида натрия составляет –  $0,894 \text{ В}$ , а у сплава, содержащего 0.5 мас.% олова составляет –  $0,862 \text{ В}$  (рис.2).

Рассчитанная из катодных ветвей потенциодинамических кривых скорость коррозии показывает, что добавки олова в интервале  $0.01 \div 0.5 \text{ мас}\%$  уменьшает скорость коррозии исходного алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 на 30%.

Электрохимические характеристики алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, легированного оловом снятие при скорости развертки потенциала  $2 \text{ мВ/с}$  приведены в табл. Видно, что добавки олова к сплаву АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 несколько сдвигают в положительную область потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации. Наибольшие добавки легирующего элемента вызывают уменьшение плотности тока и соответственно скорости коррозии исходного сплава.

На рис. 3, представлены потенциодинамические кривые характеризующие анодное поведение алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, содержащего олова. У легированных сплавов по сравнению с исходным на потенциодинамических кривых область активно-пассивного состояния смещена в сторону положительных значений потенциала и с ростом концентрации легирующего элемента наблюдается уменьшение плотности тока. Это в свою очередь сопровождается сдвигом потенциала питтингообразования в положительную область.

Таблица 2.

Коррозионно-электрохимические характеристики алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, легированного оловом, в среде электролита NaCl.

Среда NaCl, мас. %	Содержание олова в сплаве, мас. %	Электрохимические потенциалы (х.с.э.), В				Скорость коррозии	
		-E <sub>св.кор.</sub>	-E <sub>кор.</sub>	-E <sub>п.о.</sub>	-E <sub>р.п.</sub>	$i_{корр} \cdot 10^3$ , А/м <sup>2</sup>	K $\cdot 10^3$ , г/м <sup>2</sup> ·ч
0.03	-	0,894	1,056	0,642	0,800	0,28	9,38
	0.01	0,884	1,044	0,630	0,788	0,24	8,04
	0.05	0,876	1,031	0,617	0,780	0,22	7,37
	0.1	0,868	1,018	0,601	0,770	0,20	6,70
	0.5	0,862	1,004	0,588	0,770	0,18	6,30
0.3	-	0,917	1,100	0,694	0,838	0,39	13,65
	0.01	0,906	1,087	0,676	0,830	0,37	12,39
	0.05	0,897	1,072	0,660	0,822	0,35	11,72
	0.1	0,890	1,056	0,644	0,820	0,33	11,05
	0.5	0,882	1,040	0,630	0,811	0,31	10,38
3.0	-	0,936	1,140	0,720	0,870	0,52	17,42
	0.01	0,923	1,128	0,706	0,861	0,50	16,75
	0.05	0,914	1,116	0,690	0,849	0,48	16,08
	0.1	0,906	1,104	0,677	0,840	0,46	15,41
	0.5	0,897	1,092	0,660	0,832	0,44	14,74

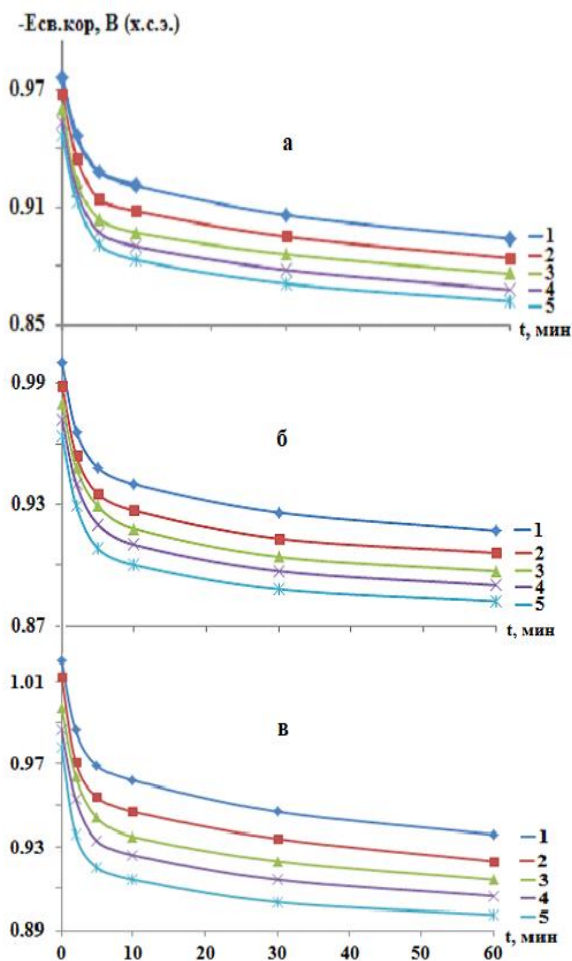


Рис. 2.- Временная зависимость потенциала свободной коррозии алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 (1), содержащего олова, мас. %: 0,01(2), 0,05(3), 0,1(4), 0,5(5) в среде 0,03 (а), 0,3 (б) и 0,3 (в) % -ного NaCl.

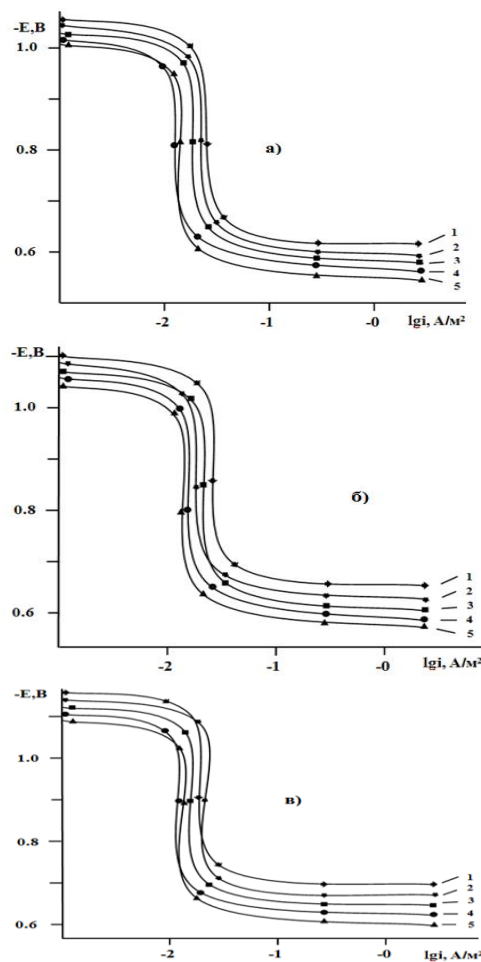


Рис.3. Анодные поляризационные кривые (2мВ/с) алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3 (1), оловом, мас. %: 0.01(2), 0.05(3), 0.1(4), 0.5(5), в среде электролита 0.03% (а), 0.3 (б) и 3%-ного (в) NaCl.

На основе проведенных исследований установлена, что добавки олова в количествах  $0.01 \div 0.5$  мас.%, на 30% повышают коррозионную стойкость алюминиевого сплава АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, в среде электролита NaCl.

#### Литература:

1. Луц А.Р., Суслина А.А. Алюминий и его сплавы. Самара: Самарск. Гос. тех. универ. 2013-81с.
2. Горо Н. Коррозия алюминия и его сплавов. // Босеку гидаюзу, 1978, с.194-202
3. Джайлоев Дж.Х., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Азимов Х.Х. Анодное поведение сплава Al+2.18%Fe, легированного кальцием в среде электролита NaCl.// Изв. ВУЗов. Хим. и хим. технология. 2015. Т.58, №12, с38-42
4. Джайлоев Дж.Х., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Азимов Х.Х. Потенциодинамическое исследование сплава Al+2.18%Fe, легированного берилием.// Изв. ВУЗов. Хим. и хим. технология. 2014. Т.57, №2, с97-98
5. Умарова Т. М., Ганиев И. Н. Коррозия двойных алюминиевых сплавов в нейтральных средах. Душанбе. : Дониш. 2007.-257 с.
6. Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Коррозия сплава Al+2.18 %Fe, легированного элементами подгруппы галлия. Германия. Изд. дом LAP LAMBERT Academic Publishing 2011-134с.
7. Амонов И.Т., Рахмонов К.А., Ганиев И.Н., Назаров Х.М. Влияние РЗМ на механические свойства алюминиево-железовых сплавов.// Вестник ТГПУ-Душанбе 2001 №3. С. 2-5.
8. Амонов И.Т., Ганиев И.Н., Обидов З.Р. Коррозия сплава Al+2.18 %Fe, легированного элементами подгруппы иттрия. Германия. Изд. дом LAP LAMBERT Academic Publishing 2011-93с.
9. Амонов И.Т., Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Сплавы алюминия с железом, РЗМ и элементами подгруппы галлия. Германия. Изд.дом LAP LAMBERT Academic Publishing 2011-93с.
10. Раджабаев С.С., Ганиев И.Н., Амонов И.Т. Влияние свинца на анодное поведение сплава Al+2,18%Fe //Вопросы материаловедения. 2016. № 2 (86). С. 147-151.

### ОМУЗИШИ ПОТЕНСИОСТАТИКИИ ХУЛАИ АЛЮМИНИЙИ АЖ2.4М5.3МГ1.1Ц4КР3, БО ҚАЛЪАГИ ЧАВҲАРОНИДАШУДА

*О.Ш. Давлатов, И.Н. Ганиев, Ҳ.О. Одиназода,  
С.С. Раҷабалиев*

*Рафтори коррозионӣ–электрохимииёвӣи хӯлаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, бо қалъагӣи чавҳарогидашуда дар муҳити электролитии NaCl омукта шуд, нишон дода шуд, ки бо миқдори ками иловаҳои элементӣи чавҳарӣи устувориӣи коррозия дар хӯлаи ибтидоӣи зиёд мешавад.*

*Калимаҳои калидӣ: хӯлаи алюминийи АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, қалъагӣ, усулӣи потенциостатикӣ, занганӣ, суръати занганӣ, ҷараёни занганӣ, потенциали занганиши озод, потенциали питтинг ҳосилкунӣ.*

### POTENTIOSTATIC STUDY OF ALUMINUM ALLOY АЖ2.4М5.3МГ1.1Ц4КР3, ALLOYED WITH TIN

*O.Sh. Davlatov, H.O. Odinazoda, I.N. Ganiev,  
S.S.Rajabaliyev*

The study of the corrosion-electrochemical behavior of the aluminum alloy AZh2.4M5.3Mg1.1Ts4Kr3, doped with tin, in an electrolyte NaCl medium, showed that small additions of the alloying component increase the corrosion resistance of the initial alloy.

**Key words:** aluminum alloy АЖ2.4М5.3Мг1.1Ц4Кр3, tin, potentiostatic method, corrosion, corrosion rate, corrosion current, free corrosion potential, pitting potential.

#### Сведения об авторах:

Давлатов Ориф Шералиевич – ст. преподаватель кафедры «Теоретическая механика и сопротивление материалов» ТТУ им. акад. М.С. Осими. Моб. тел.: (992) 985-09-14-64, E-mail: davlatov\_orif@mail.ru.

Ганиев Изатулло Наврузович – академик НАН Республики Таджикистан, д.х.н., руководитель центра «Материаловедение и машиностроение» Института «Политехник» ТТУ им. акад. М.С.Осими. Моб. тел.: (+992) 93-488-48-79, E-mail: ganiev48@mail.ru.

Одиназода Хайдар Одина – член-корр. НАН Республики Таджикистан, д.т.н., профессор, моб. тел.: (+992) 98-776-44-44, E-mail: odhaidar@mail.ru.

Раджабаев Сафомудин Сайдалиевич - к.т.н., и.о. доцента кафедры «Материаловедение, металлургические машины и оборудование» ТТУ им. акад. М.С. Осими. Моб. тел.: (992) 918-18-40-82, E-mail: safo\_02@mail.ru.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФОСФИДОВ ПРИ ГЕННОМ МОДИФИЦИРОВАНИИ НА СТРУКТУРУ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

*Т.Д. Джураев, Э.Р. Газизова, М.Т. Тошев, Г.К. Ходжиев*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*На основании кристаллохимической теории наследственности в неорганической природе дана оценка генного модифицирования алюминиевых сплавов фосфидами элементов III В группы.*

**Ключевые слова:** *генное модифицирование сплавов, элементы структуры расплава, химические соединения, фосфиды, алюминиевые сплавы, тугоплавкие частицы.*

Не секрет, что в заэвтектических алюминиево-кремниевых сплавах наличие второго компонента снижает их механико-технологические свойства. С целью подавления такого влияния кремния данные сплавы модифицируют. В работе [1] приводятся сведения о том, что при подборе наиболее эффективного модификатора изучено влияние около 40 элементов периодической таблицы Д.И. Менделеева и несколько металлоподобных соединений фосфора с Al, Mg, Ni и Mn. В этой же работе исследовали модифицирующее действие фосфидов типа  $A^{III}B^V$ , а также фосфидов меди и цинка на силумины. При этом авторы приняли во внимание одно из установленных требований [2] о структурном и размерном соответствии решеток добавки и кремния. Однако исчерпывающего ответа о механизме модифицирующего действия фосфидов на структуру силумина получено не было.

В связи с этим мы решили взглянуть на эту проблему с точки зрения генного модифицирования и дать определение происходящим процессам в жидких и твердых сплавах алюминия.

Как известно, согласно третьей закономерности явления структурной наследственности по В.И. Никитину [3], механизм генного модифицирования заключается в учёте элементов структуры расплава, как частиц, способных стать зародышами (затравками, подложками) будущего кристалла отливки. Исходя из модели Г.В. Самсонова, механизм модифицирования сводится к образованию групп атомов модифицируемого объекта, обладающих наибольшим статистическим весом и наибольшей энергетической устойчивостью стабильных конфигураций локализованной части валентных электронов [4].

Развивая представления Г.В. Самсонова и ряда других авторов [3, 5-7], мы можем утверждать, что

образовавшаяся группа атомов, представляющая ближний порядок в кристаллах и элементы структуры в расплавах, а также характеризующая микронеоднородность в них [8], представляет собой химико-структурированные единицы наследственности (ХСЕН)-гены [9] с устойчивой тетраэдрической (ТЭ) или октаэдрической (ОЭ) электронной конфигурацией и координациями с четырьмя  $sp^3$ -,  $sd^3$ -,  $sp^2d$ - и шестью  $s^2p^4$ ,  $s^2d^4$ ,  $spd^4$ ,  $sp^3d^2$  - эквивалентными связями и углами между ними в  $109.5^\circ$  и  $90^\circ$ , соответственно.

Обоснованием такого утверждения могут стать приведённые в результате анализа обобщённые литературные данные [10-11] по характеристикам геометрических форм кристаллов соединений фосфидов типа  $A^{III}B^V$  (см. табл.).

С целью определения структурного типа (дальний порядок) и ХСЕН (ближний порядок) фосфидов обратимся к их классификации [10]. В настоящее время с электронной точки зрения все фосфиды делят на две группы:

- фосфиды переходных металлов, т.е. металлов с достраивающимися внутренними электронными d- и f-орбиталями;
- фосфиды остальных элементов с заполненными внутренними электронными орбиталями.

Фосфор, изолированные атомы которого имеют  $s^2p^3$  состояние за счет  $s \rightarrow p$  переходов, претерпевает превращение ( $s^2p^3 \rightarrow sp^4 \rightarrow sp^3$ ) с образованием групп  $sp^3$ - и которые при образовании кристаллов фосфидов второй группы (бора, алюминия, галлия, индия и таллия) передаются элементам подгруппы бора.

Согласно работам [12-14], при рассмотрении и применении к фосфидам  $A^{III}B^V$  соотношений четырехэлектронного и полновалентного правил возможны их квантовохимическая и кристаллохимическая трактовки. В результате эти понятия объединяются, и фосфиды  $A^{III}B^V$  можно отнести к классу четырехэлектронных-полновалентных соединений, являющихся аналогами углерода, т.е. при образовании фосфидов возникают гены с устойчивой доминантной гибридной орбиталью ТЭ  $sp^3$ -конфигурации (ближний порядок). Устойчивость доминантного гена связана с тем, что  $sp^3$ -

гибридизированные электроны с их тетраэдрически направленными электронными орбиталями образуют четыре равноценные ковалентные связи. Таким образом, фосфиды кристаллизуются в плотноупакованной гранецентрированной кубической (ГЦК) сингонии

(дальний порядок) в структуре типа сфалерита – цинковой обманки (ближний порядок), т.е. с тетраэдрической конфигурацией – пространственная группа  $T^2_d-F - 43m$  и постоянная решётка 0.5451 нм (см. табл.).

Характеристики геометрических форм кристаллов фосфидов – носителей структурной информации (генов).

Природа Соединение	Фосфид			
	бора	алюминия	галлия	индия
Химическая формула	BP	AlP	GaP	InP
Структурный тип (дальний порядок)	ГЦК	ГЦК	ГЦК	ГЦК
Конфигурация генетического кода (ближний порядок)	ТЭ	ТЭ	ТЭ	ТЭ
Координационное число	4	4	4	4
Тетраэдрический угол	109.5°	109.5°	109.5°	109.5°
Теплота образования из элементов, $\Delta H_{298}$ в Кдж/моль	115,38	111,54	103,85	69,23
Температура плавления, $T_{пл}$ в К	2773	2073	1733	1331
Микротвердость, $H_{\mu}$ , Гпа	37,0	20,0	9,45	4,1

**Примечание:** ТЭ – тетраэдрический

В свою очередь, на устойчивость образующихся фаз указывают их величины энтальпии образования, температуры плавления и микротвердость (так как эти значения зависят от электронного строения гибридной орбитали или энергии гибридизации). По мере увеличения главного квантового числа компонентов А и В понижается стабильность ХСЕН с гибридной орбиталью  $sp^3$ -конфигурации. При этом усиливается обмен электронами между компонентами и соответственно понижается энтальпия образования, температура плавления и микротвердость. К примеру, среди фосфидов наиболее эффективными модификаторами могут быть фосфиды бора и алюминия, имеющие сравнительно высокие показатели данных величин. Меньшее влияние оказывает фосфид галлия и вовсе не влияет фосфид индия как модификатор [1], так как они имеют в полтора и два раза ниже показатели вышеуказанных величин, соответственно.

Можно видеть, что все соединения, приведённые в таблице, отвечают условиям, предъявляемые к модификаторам. Устойчивость этих соединений является основным критерием переносимости структурной информации от шихтовых металлов к расплаву, а затем к отливке. Кроме того, данный критерий разграничивает сами

эти соединения, в связи с некоторыми удачами и неудачами при экспериментировании [2].

Подводя итоги вышеизложенного, следует отметить, что существующие теории модифицирования металлов и сплавов не дают уточнённого объяснения эффектам, происходящим в жидких и кристаллизующихся расплавах. Кристаллохимическая трактовка наследственности в неорганической природе даёт возможность найти наиболее прямой путь к решению ряда проблем, связанных с металлургическими и литейными технологиями. Так, например, гены в металлах и сплавах, представляющие собой источник информации в системе «шихта-расплав-отливка», являются проявлением механизма генного модифицирования. Эти гены представляют собой дискретные материальные единицы наследственности кристалла, характеризующие устойчивость образующихся фаз в модифицируемом расплаве.

#### Литература:

1. Гарибян Г.С., Расщупкин В.П., Зюзько И.В. Влияние фосфидов на структуру и свойства заэвтектических силуминов // Омский научный вестник. – 2010. – №2(90). – С. 64-65.
2. Бондарев Б.И., Напалков В.И., Тарарышкин В.И. Модифицирование алюминиевых

деформируемых сплавов. – М.: Металлургия. – 1979. – 223 с.

3. Никитин В.И., Никитин К.И. Наследственность в литых сплавах. – М.: Машиностроение-1. – 2005. – 476 с.

4. Самсонов Г.В., Прядко И.Ф., Прядко Л.Ф. Конфигурационная модель вещества. – Киев: Наукова Думка. – 1971. – 230 с.

5. Мальцев М.В. Модифицирование структуры металлов и сплавов. – М.: Металлургия. – 1964. – 213 с.

6. Попель П.С., Чикова О.А. Явление структурной наследственности с точки зрения коллоидной модели // Цветные металлы. – 1992. – № 9. – С. 53.

7. Гаврилин И.В. Плавление и кристаллизация металлов и сплавов. – Владимир: Владимирский гос. ун-т. – 2000. – 260 с.

8. Джураев Т.Д., Газизова Э.Р., Тошев М.Т. О химико-структурированных единицах, выполняющих роль элементов структуры расплава // Металлургия машиностроения. – М.: Литейное производство. – 2012. – № 5. – С. 24.

9. Джураев Т.Д., Газизова Э.Р., Хаклодов М.М. Кристаллизация и структурообразование как особые случаи формирования наследственных признаков веществ // Труды VII международного научно-технического симпозиума «Наследственность в литейных процессах» – Самара: СамГТУ. – 2008. – С. 299.

10. Самсонов Г.В., Верейкина А.А. Фосфиды. – Киев: АН УССР. – 1965. – 243 с.

11. Wells A.F. Structural inorganic chemistry. – Oxford. – 1986. – V.1-3. – 1670 p.

12. Газизова Э.Р., Джураев Т.Д., Тошев М.Т., Ходжиев Г.К. Механизм образования химико-структурированных единиц наследственности кристалла с позиции теории плотнейших шаровых упаковок // Вестник Таджикского национального университета. – Душанбе: Сино. – 2016. – № ¼ (216). – С. 52-55.

13. Газизова Э.Р., Джураев Т.Д., Тошев М.Т., Ходжиев Г.К. Механизм образования химико-

структурированных единиц наследственности кристалла с позиции, основанной на квантовой химии // Вестник Таджикского национального университета. – Душанбе: Сино. – 2016. – № ¼ (216). – С. 201-206.

14. Вигдорович В.Н., Джураев Т.Д. Анализ изоэлектронных изоядерных рядов полновалентных четырехэлектронных соединений как системы двухкомпонентных химических соединений // Известия АН СССР: Неорганические материалы. – 1985. – Т.21. – №3. – С.406-410.

### ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF PHOSPHIDES DURING GENETIC MODIFICATION ON THE STRUCTURE OF ALUMINUM ALLOYS

T.D. Juraev, E.R. Gazizova, M.T. Toshev, G.K. Khojiev

Based on the crystal-chemical theory of heredity in inorganic nature, an assessment of the gene modification of aluminum alloys with phosphides of Group III B elements is given.

**Key words:** gene modification of alloys, elements of the melt structure, chemical compounds, phosphides, aluminum alloys, refractory particles.

### БАҲОДИҲИИ ТАЪСИРИ ФОСФИДҲО ҲАНГОМИ МОДИФИТСИРОНИИ ГЕНИ БА СТРУКТУРАИ ХҶЛАҲОИ АЛЮМИНИЙ

Т.Д. Джураев, Э.Р. Газизова, М.Т. Тошев, Г.К. Ҳоҷиев

Дар асоси назарияи кристаллохимиявии ирсият дар табиати ғайриорганикӣ баҳодиҳии модифитсиронии гении хӯлаҳои алюминий бо фосфидҳои элементҳои гурӯҳи III B дода шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** модифитсиронии гении хӯлаҳо, элементҳои структураҳои гудохта, пайвастагии химиявӣ, фосфидҳо, хӯлаҳои алюминий, заррачаҳои душворгудош.

### КВАЗИБИНАРНЫЙ РАЗРЕЗ $YbAl_2$ - $BaAl_4$ СИСТЕМЫ Al-Ba-Yb

Ф.К. Рахимов, Т.Д. Джураев, И.Р. Исмоилов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В данной работе представлен квазибинарный разрез  $YbAl_2$ - $BaAl_4$  системы Al-Ba-Yb построенный авторами. Исследования выполнялись с применением физико-химических методов анализа (микроструктурного, дифференциально-термического и рентгенофазового) в сочетании с

измерением микротвердости структурных составляющих фаз сплавов.

**Ключевые слова:** алюминий, иттербий, барий, квазибинарный разрез  $YbAl_2$ - $BaAl_4$ , система Al-Ba-Yb, растворимость, эвтектика.

В последнее время для комплексного улучшения физико-химических свойств сплавов на основе алюминия, обладающих хорошими литейными свойствами, предлагаются легирующие добавки редкоземельных металлов.

Целью настоящей работы является изучение и построение диаграммы состояния сплавов квазибинарного разреза  $\text{YbAl}_2\text{-BaAl}_4$  системы алюминий-барий-иттербий с помощью основных физико-химических методов исследования. Данная диаграмма является теоретической основой для установления оптимального количества легирующей добавки иттербия в алюминиево-бариевом сплаве. Выбор иттербия в качестве легирующей добавки связано, с тем что является кристаллохимическим аналогом бария и имеет низкую температура кипения.

На основании тройной системы  $\text{Al-Ba-Yb}$ , возможна разработка различных составов комплексных лигатур для легирования и модифицирования алюминия этими металлами. В связи с этим, перед нами стала задача изучения фазовых равновесий в системе  $\text{Al-Ba-Yb}$  и построению квазибинарного разреза  $\text{YbAl}_2\text{-BaAl}_4$ .

Наличие устойчивых интерметаллидов в двойных системах  $\text{Al-Yb}$  и  $\text{Al-Ba}$  позволяет произвести триангуляцию, т.е. деление тройной диаграммы состояния  $\text{Al-Ba-Yb}$  на более простую квазитройную  $\text{Al-YbAl}_2\text{-BaAl}_4$  с помощью квазибинарного разреза  $\text{YbAl}_2\text{-BaAl}_4$  со стороны богатых алюминием, сплавов изучению которого посвящена представленная работа.

Исследования выполнялись с применением дифференциально-термического (ДТА), микроструктурного и рентгенофазового методов анализа в сочетании с измерением микротвердости структурных составляющих фаз сплавов. Для приготовления сплавов нами были использованы: барий марки БМ (ТУ 48-4-465-85) с суммарным содержанием примесей 0,02% (по массе), алюминий чистотой 99,995% (ГОСТ11069-2019); иттербий металлический марки ИтбМ-I (ТУ48-4-204-72).

Сплавление шихты производилось в электрической печи сопротивления под слоем флюса (карналлита). Серией опытов было установлено, что потери от испарения составили 1-2% от исходной шихты. В последующем состав шихты корректировался добавками иттербия и бария для компенсации потерь от испарения. Химический состав полученных сплавов

контролировался на современном спектральном квантометре SpectroLab M, а также взвешиванием шихты до и после сплавления.

Для определения температуры плавления сплавов и фазовых превращений проводили дифференциально-термический анализ сплавов. С этой целью была собрана комплексная экспериментальная установка, с помощью которой стало возможным определить температуру фазовых переходов [1].

Микроскопический анализ при изучении диаграмм плавкости металлических сплавов дал возможность проконтролировать микроструктуру в зависимости от химического состава. Исследование микроструктуры сплавов систем  $\text{Al-Ba-Yb}$  проводилось на микроскопе Биомед «ММР-2» при 100-1250 кратком увеличении. Для проведения микроструктурного анализа предварительно готовились микрошлифы.

Микротвердость структурных составляющих сплавов измерялась на микротвердомере ТКМ-459 при нагрузке 20 и 50 г и времени воздействия 10-15 сек. Значения микротвердости вычисляли как среднее арифметическое из трёх измерений. Точность измерений составила  $\pm 20$  МПа ( $\pm 2$  кг/мм<sup>2</sup>).

Полученные сплавы подвергались гомогенизирующему отжигу в течение 72ч при температуре 400°C в вакуированных кварцевых ампулах с последующей закалкой в холодной воде. Результаты исследования представлены на рисунках 1,2 и в таблицах 1,2.

По данным работы [2], в системе  $\text{Al-Yb}$  установлено существование соединений  $\text{Al}_2\text{Yb}$  и  $\text{Al}_3\text{Yb}$ . Соединение  $\text{Al}_2\text{Yb}$  плавится конгруэнтно при 1360°C, а соединение  $\text{Al}_3\text{Yb}$  образуется по перитектической реакции при температуре 980°C. При температуре 712°C протекает кататектическая реакция  $(\beta\text{Yb}) \leftrightarrow (\alpha\text{Yb}) + \text{Ж}$ . Соединения  $\text{Al}_3\text{Yb}$  и  $\text{Al}_2\text{Yb}$  участвуют в эвтектических превращениях:  $\text{Ж} \leftrightarrow (\text{Al}) + \text{Al}_3\text{Yb}$  при температуре 625°C и содержании 4.0 % (ат.) Yb;  $\text{Ж} \leftrightarrow (\alpha\text{Yb}) + \text{Al}_2\text{Yb}$  при 657°C и содержании 77.5 % (ат.) Yb. Растворимость Yb в (Al), так же как Al в (Yb), незначительна. По данным работы [2], в системе  $\text{Al-Ba}$  установлено существование трёх интерметаллидов:  $\text{BaAl}_4$ , который плавится конгруэнтно при 1104°C, а

$Ba_7Al_{13}$  и  $Ba_4Al_5$  - инконгруентно – при 914 и 730°C, соответственно.

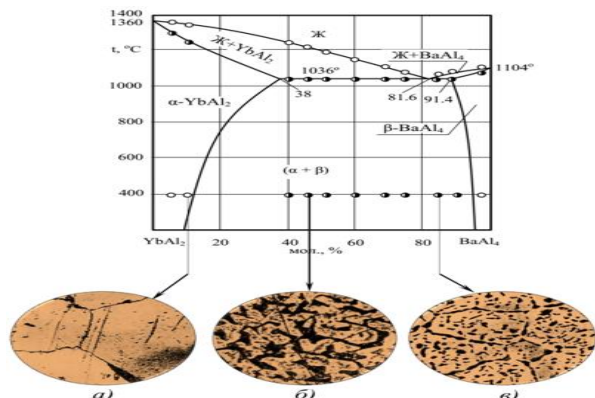


Рис.1. Диаграмма состояния квазибинарной системы  $YbAl_2$ - $BaAl_4$  и характерные микроструктуры (1x300) сплавов: а) -  $Al_{67.4}Yb_{31.6}Ba$ ; б) -  $Al_{72.7}Yb_{18.3}Ba_9$ ; в) -  $Al_{78}Yb_3Ba_{17}$ .

В сплавах системы наблюдаются две эвтектики: одна вырожденная на основе алюминия, другая при температуре 538°C содержит 71.5 % (ат.) Ва.

Растворимость алюминий в барий составляет 5.4 % (ат.) при эвтектической температуре 528°C.

По результатам наших исследований система  $YbAl_2$ - $BaAl_4$  (рис. 1) является квазибинарной, эвтектического типа с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и

ограниченной в твердом состояниях. Исследование проводилось по методике, описанной в работах [3-6]. Эвтектика образуется при концентрации 81.6% мол.  $BaAl_4$  и плавится при температуре 1036°C. Растворимость  $BaAl_4$  в  $YbAl_2$  составляет 16% мол. при температуре 400°C, а растворимость  $YbAl_2$  в  $BaAl_4$  при этой же температуре – 5% мол.

По перегибу на кривых изменения “микротвердость-состав” и “параметры решетки-состав” экстраполяцией было определено, что в  $YbAl_2$  при 1036 °C растворяется 38% мол.  $BaAl_4$ , а в соединении  $BaAl_4$  – 8.6% мол.  $YbAl_2$ . Величина микротвердости фазы  $YbAl_2$  в зависимости от содержания  $BaAl_4$  на границе раздела фаз составляет 2650 МПа и в  $\beta$ - $BaAl_4$  зависимости от содержания  $YbAl_2$  2900 МПа (табл. 1,2 и рис.2).

С помощью кривых зависимости “микротвёрдость - состав” были определены границы областей твёрдых растворов со стороны  $BaAl_4$  и  $YbAl_2$  (рис.2. а и б).

Таким образом, исследованиями установлен квазибинарный разрез  $YbAl_2$ - $BaAl_4$  системе Al-Ва-Yb является по характеру взаимодействия компонентов эвтектического типа с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и ограниченной в твердом состояниях.

Таблица 1.

Свойства сплавов квазибинарного разреза  $YbAl_2$ - $BaAl_4$  со стороны  $YbAl_2$ .

Состав сплава					Температура, °C при % мол.		Микротвёрдость, МПа
% мол.		% ат.			Ликви-дус	Соли-дус	
$YbAl_2$	$BaAl_4$	Al	Yb	Ba			
100	0	66.7	33.3	-	1360	-	2500
95	5	67.4	31.6	1.0	1350	1290	2550
90	10	68.0	30.0	2.0	1340	1245	2650
60	40*	72.0	20.0	8.0	1235	1036	2653
55	45*	72.7	18.3	9.0	1210	1036	2655
50	50*	73.4	16.6	10.0	1185	1036	2652

\* - найдено экстраполяцией

Таблица 2.

Свойства сплавов квазибинарного разреза  $YbAl_2$ - $BaAl_4$  со стороны  $BaAl_4$ .

Состав сплава					Температура, °C при % мол.		Микротвёрдость, МПа
% мол.		% ат.			Ликви-дус	Соли-дус	
$BaAl_4$	$YbAl_2$	Al	Yb	Ba			
100	0	80.0	-	20.0	1104	-	2850
98	2	79.8	0.60	19.6	1095	1075	2900
90	10*	78.7	3.3	18.0	1090	1036	2905
85	15*	78.0	5.0	17.0	1060	1036	2902
75	25*	76.7	8.3	15.0	1080	1036	2904
70	30*	76.0	10.0	14.0	1110	1036	2905
60	40*	74.7	13.3	12.0	1140	1036	2903

\* - найдено экстраполяцией



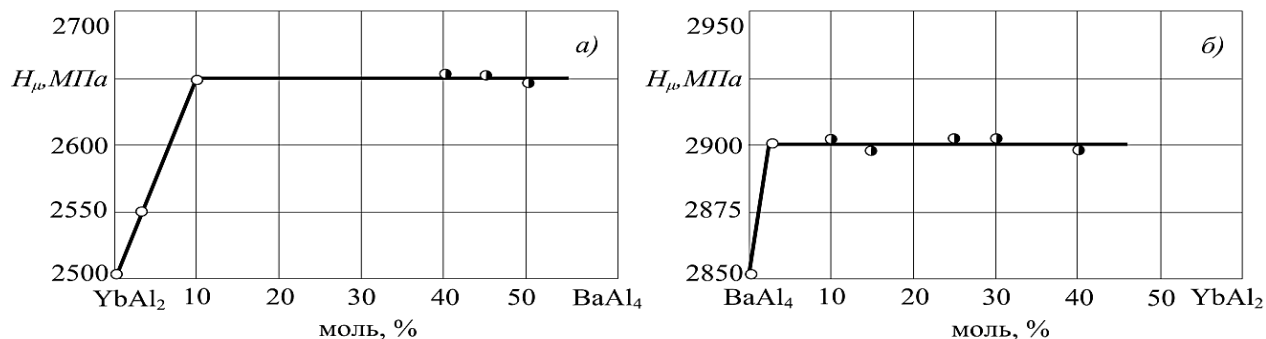


Рис.2. Изменение микротвердости сплавов системы  $YbAl_2-BaAl_4$ .

### Литература:

1. И.Ш. Муслимов, М.Т. Тошев, И.Р. Исмоилов, Ф.К. Ходжаев, М.Б. Акрамов. Разработка установки для термического анализа металлов и сплавов // Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных и специалистов «Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе». – Тюмень: ТИУ, 2016. – Т. II. – С. 194-198.

2. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Под ред. акад. РАН Н.П. Лякишева. М.: Машиностроение, 1996, 1997, 2001, Т. 1-3, 992, 1024, 1320с.

3. Джураев Т.Д., Рахимов Ф.К., Газизова Э.Р. Исследование квазибинарного разреза  $YbAl_2-SrAl_4$  // Вестник Таджикский технический университет. Серия: Инженерные исследования. Душанбе, 2018, №1 (41), С. 91-95.

4. И.Ш.Муслимов, И.Р.Исмоилов, Ф.К.Рахимов, Э.Р.Газизова, Т.Д.Джураев. Квазибинарные разрезы системы  $Mg-Al-Ba$  // Вестник Таджикский технический университет. Серия: Инженерные исследования. Душанбе, 2019, №3 (47), С. 60-63.

5. Т.Д.Джураев, Ф.К.Рахимов, И.Р.Исмоилов, И.Ш.Муслимов. Поверхность ликвидуса квазитройных разрезов системы  $Mg-Al-Ba$  // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. Душанбе, 2020, №1 (49), С.79-82.

6. Ф.К.Рахимов, И.Р.Исмоилов. Исследование квазибинарных разрезов  $Mg_2Ba-BaAl_4$  и  $Mg_2Al_3-BaAl_4$  // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. Душанбе, 2020, №2 (50), С. 62-66.

### ТАҶҚИҚОТИ БУРИШИ КВАЗИБИНАРИИ $YbAl_2-BaAl_4$

**Ф.К. Раҳимов, Т.Д. Джураев,  
И.Р. Исмоилов**

Дар мақола буриши квазибинарии  $YbAl_2-BaAl_4$  системаи  $Al-Ba-Yb$  омукта ва сохта шудааст. Таҷқиқот бо ёрии усулҳои таҷҳиси физико-химиявӣ

(микроструктуравӣ, дифференциально-ҳароратӣ ва рентгенофазавай) бо назардошти таҷҳиси микросаҳтии структураи таҷкилфӯтаи фазаи ҳулаҳо, гузаронида шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** алюминий, иттербий, барий, буриши квазибинарии  $YbAl_2-BaAl_4$  системаи  $Al-Ba-Yb$ , ҳалшавӣ, эвтектика.

### QUASI-BINARY SECTION $YbAl_2-BaAl_4$ SYSTEMS $Al-Ba-Yb$

**F. K. Rakhimov, T. D. Juraev, I. R. Ismailov**

This paper presents a quasi-binary  $YbAl_2-BaAl_4$  section of the  $Al-Ba-Yb$  system constructed by the authors. The studies were carried out using physical and chemical methods of analysis (microstructural, differential thermal and X-ray phase) in combination with the measurement of microhardness of the structural components of the phases of alloys.

**Key words:** aluminum, yttrium, barium, quasi-binary  $YbAl_2-BaAl_4$  section of the  $Al-Ba-Yb$  system, solubility, eutectic.

### Сведения об авторах:

Рахимов Фаррух Каюмович – кандидат химических наук, доцент кафедры «Металлургия», автор более 60 научно-методических работ.

E-mail: rahimov\_83F@mail.ru

Джураев Тухтасун Джураевич – доктор химических наук, профессор кафедры «Металлургия» ТТУ им. акад. М.С. Осими.

E-mail: mcm45@mail.ru

Исмоилов Исмоил Ризоевич –старший преподаватель кафедры «Металлургия» ТТУ им. акад. М.С. Осими. E-mail:krypton\_89@bk.ru

## ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ «ХОЛОДНОГО» СПОСОБА БЕЛЕНИЯ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ С ПОМОЩЬЮ НОВЫХ ПАВ

*Анушервони Ш<sup>1</sup>, О.И. Одинцова<sup>2</sup>, З.А. Яминзода<sup>3</sup>*

*<sup>1,3</sup> Технологический университет Таджикистана*

*<sup>2</sup> Ивановский государственный химико-технологический университет*

*В настоящее время актуальной становится проблема экономии энергетических ресурсов, что стимулирует разработку «холодного» способа беления целлюлозных текстильных материалов. Помимо этого, важнейшим преимуществом такого способа беления является снижение опасности каталитического повреждения целлюлозного волокна. Вместе с тем создается возможность беления суровых тканей без расшивки и промывки, что снижает материальные и энергетические затраты в отделочном производстве. Однако существующие модификации «холодных» способов беления не позволяют получать капиллярность текстильных материалов выше 30 мм и поэтому такие ткани используются в настоящее время только под печать пигментами. В связи с этим целесообразным становится подбор оптимальных технологических параметров обработки тканей в условиях «холодного» способа подготовки.*

**Ключевые слова:** *отделка, крашение, ПАВ, модификации, беление, ткань, смачиватель.*

Текстильные материалы пропитывали, выдерживали в течение 6-24 часов в свернутом состоянии под полиэтиленовым чехлом, подвергали сушке на воздухе или контактной сушке, имитируя процесс обработки на сушильной барабанной машине. Далее образцы промывали по двум режимам, характеристики которых приведены в табл. 1.

С целью установления оптимальных условий процесса и оценки эффективности действия различных условий «холодного» беления на качество отбеленных тканей было изучено влияние состава смачивателя, времени выдержки и режима промывки тканей на технические результаты «холодного» беления при сушке образцов на воздухе (табл. 2).

Экспериментальные данные, представленные в табл. 2. свидетельствуют о возможности и целесообразности использования в качестве смачивателя композита глюкопон 225: карбоксилав не только для непрерывного щелочно-перекисного, но и для «холодного» способа беления текстильных материалов.

При введении препарата (глюкопон 225: карбоксилав – 1:3) в состав белящей и промывной композиций и при времени вылеживания ткани 6 ч достигается оптимальное значение степени белизны (73,2%).

Дальнейшее увеличение времени выдерживания ткани под полиэтиленовым чехлом приводит к незначительному снижению этого показателя при одновременном повышении капиллярных свойств хлопчатобумажной ткани.

При включении в промывной состав вместе с разработанным смачивателем пероксида водорода (режим промывки №2) белизна тканей практически не изменяется, однако происходит значительное увеличение показателей капиллярности (например, от 113 мм до 149 мм для состава №3 – рис.1), что чрезвычайно важно для «холодного» способа беления.

В связи с этим в основу дальнейших исследований была положена промывка по режиму №2.

Оптимальное соотношение между показателем капиллярности и белизны текстильного материала достигается при экспозиции 12 часов и режиме промывки №2 для всех составов разработанных смачивателей.

Наиболее интересен для изучения состав смачивателя №3, так как он наиболее экономически выгоден и технические результаты тканей, достигаемые с его помощью, практически не уступают подобным характеристикам, полученным при пропитке текстильного материала белящим раствором на основе Неонола АФ 9/10 (состав смачивателя №4). На текстильных предприятиях сушка тканей проводится не на воздухе, а контактным способом на машинах МСБ, что вызывает необходимость изучения различных условий «холодного» беления в условиях, диктуемых производством. Влияние времени выдержки пропитанного белящим раствором материала и состава смачивателя на технические результаты процесса беления представлено в табл. 3.

Таблица 1.

Характеристика режимов промывки, проводимых в рамках «холодного» способа беления.

№ ванны	РЕЖИМ №1	РЕЖИМ №2
1-ая ванна	горячая вода (80-90°C)	смачиватель (глюкопон225 :лигноосульфонат - 1:3) - 2г/л; пероксид водорода -3г/л (40-50°C)
2-ая ванна	смачиватель (глюкопон 225 :лигноосульфонат - 1:3) - 2г/л (60-70°C)	горячая вода (80-90°C)
3-я ванна	теплая вода (60-70°C)	теплая вода (60-70°C)
4-ая ванна	холодная вода	холодная вода

Таблица 2.

Влияние состава смачивателя, времени выдержки и режима промывки на технические результаты процесса беления (сушка на воздухе).

Промывка	Состав белящей ванны, г/л	Время выдержки, ч	Степень белизны, %	Капиллярность, мм	
				30 мин	45 мин
по режиму №1	№1 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 20 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор (СПВ) – 2 Смачиватель (глюкопон 225 : карбоксилав – 1:1) - 2	6	71	70	80
		12	69,1	112	120
		24	67,3	125	131
	№2 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 20 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор (СПВ) – 2 Смачиватель (глюкопон 225 : карбоксилав – 1:2) – 2	6	72,9	65	70
		12	69,9	105	110
		24	69	116	127
	№3 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 20 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор (СПВ) – 2 Смачиватель (глюкопон 225 : карбоксилав – 1:3) - 2	6	73,2	95	112
		12	69,8	103	113
		24	69,3	115	126
	№4 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 20 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор (СПВ) – 2 Смачиватель (неонол АФ 9/10 : карбоксилав – 1:2) - 2	6	69,8	85	101
		12	69,4	100	114
		24	69,3	122	135
по режиму №2	№1 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 20 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор (СПВ) – 2 Смачиватель (глюкопон 225 : карбоксилав – 1:1) - 2	6	68,4	95	107
		12	68,7	121	147
		24	71,7	120	128

	№2 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 20 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор (СПВ) – 2 Смачиватель (глюкопон 225 : карбоксилав – 1:2) - 2	6	69,0	102	111
		12	68,7	118	142
		24	69,7	119	126
	№3 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 20 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор (СПВ) – 2 Смачиватель (глюкопон 225 : карбоксилав – 1:3) - 2	6	69,7	97	105
		12	69,8	125	149
		24	69,7	125	131
	№4 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 20 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор (СПВ) – 2 Смачиватель (неонол АФ 9/10 : карбоксилав – 1:2) - 2	6	70,8	92	104
		12	70,9	123	150
		24	71,7	124	130

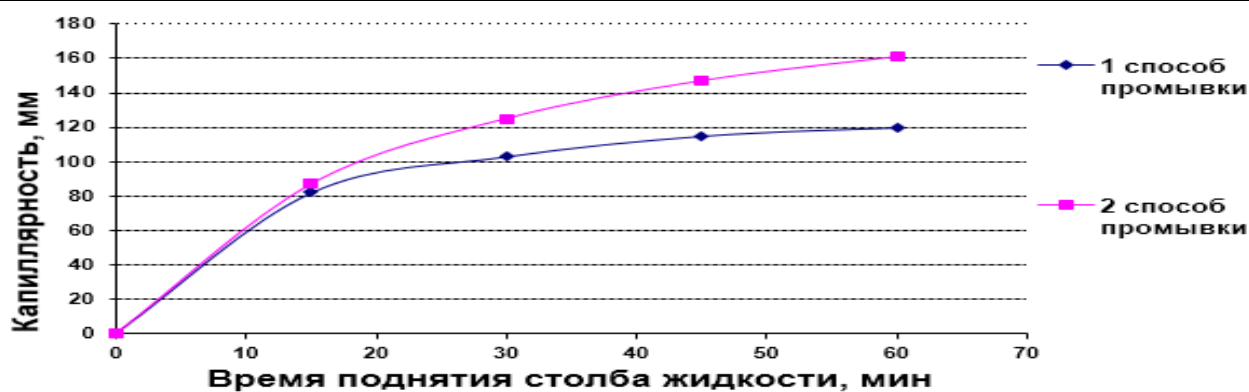


Рис. 1. Зависимость капиллярности текстильного материала от способа промывки.

Таблица 3.

Влияние времени выдержки и состава смачивателя на технические результаты процесса «холодного» беления (контактная сушка)

№ п/п	Состав рецепта, г/л	Время выдержки, час	Степень белизны, %	Капиллярность после беления, мм
1.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 20 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор №4 (СПВ-4) – 2 Смачиватель (глюкопон 225 : карбоксилав - 1 : 1) - 2	6	68,4	0
		12	68,7	5
		24	70,7	5
2.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 20 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор №4 (СПВ-4) – 2 Смачиватель (глюкопон 225 : карбоксилав - 1 : 2) – 2	6	69,0	0
		12	69,7	5
		24	68,7	5
3.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 20 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор №4 (СПВ-4) – 2 Смачиватель (глюкопон 225 : карбоксилав - 1 : 3) – 2	6	69,7	0
		12	71,9	8
		24	69,7	8

Из данных, которой следует, что оптимальные результаты получены при использовании композиции № 3, включающей разработанный смачиватель глюкопон 225 : карбоксипав в соотношении 1:3. Он позволяет достичь лучшей степени белизны (71,9 %) и капиллярности тканей – 8 мм при времени экспозиции 12 часов.

Так как полученные данные по степени белизны и капиллярности имеют достаточно низкие значения, то в дальнейшем определяли влияние концентрации пероксида водорода и гидроксида натрия на показатели подготовки хлопчатобумажных тканей (табл. 4.).

Таблица 4.

Влияние концентрации перекиси водорода и щелочного реагента на технические результаты процесса «холодного» беления.

№ п/п	Состав рецепта, г/л	Время выдержки, час	Степень белизны, %	Капиллярность после беления, мм
1.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 30 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор №4 – 2 Смачиватель (глюкопон 225 : карбоксипав - 1 : 3) - 2	12	77,8	7
2.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 40 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор №4 – 2 Смачиватель (глюкопон 225 : карбоксипав - 1 : 3) - 2	12	80,2	26
3.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 50 NaOH (100%) – 10 Стабилизатор №4 – 2 Смачиватель (глюкопон 225 : карбоксипав - 1 : 3) - 2	12	80,7	9
4.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%) – 20 NaOH (100%) – 20 Стабилизатор №4 – 2 Смачиватель (глюкопон 225 : карбоксипав - 1 : 3) - 2	12	80,2	27

Как видно из данных табл. 4. увеличение концентрации пероксида водорода способствует закономерному возрастанию степени белизны материалов. Однако лучшая капиллярность достигается в случае использования рецептов № 2 и № 4. Выбираем рецепт № 4, имеющий меньшую суммарную концентрацию белящего и щелочного агентов.

**Литература:**

1. Abate, B. Thakore, K. A. Ultrasound Application to Dyeing of Cotton Fabrics with Reactive Dyes/ International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) / 2016 .c-5 .

2. Одинцова, О.И. Использование катионных препаратов для упрочнения окрасок текстильных материалов / О.И. Одинцова, М.Н. Кротова, Б.Н. Мельников // Прикладная химия, Санкт-Петербург.- 2009.- т. 82.- № 3.- С. 467-471.

3. Кротова, М.Н. Применение производных алкиламинов в процессах закрепления окрасок текстильных материалов, колорированных активными красителями / М.Н. Кротова, Е.Ю. Куваева, О.И. Одинцова, Б.Н. Мельников //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.- 2006.- № 6.- С. 68-70.

4. Кротова, М.Н. Исследование влияния катионных поверхностно-активных веществ на состояние активных красителей в растворе/ М.Н. Кротова, О.И. Одинцова, Б.Н. Мельников //Изв. вузов. Химия и химическая технология. - 2006. – Т.49.-№ 7.- С. 63-66.

5. Одинцова, О.И. Совершенствование технологии промывки текстильных материалов, колорированных активными красителями / О.И. Одинцова, М.Н. Кротова, Е.Ю. Куваева, Е.И. Титова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, Иваново.- 2009.- № 3.- С. 42-46.

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ УСУЛИ САФЕДКУНИИ "САРДӢ"-И МАТОӢХОИ ПАХТАӢ БО ӢРИИ МФБ**

*Анушервони Ш, О.И. Одинцова, З.А. Яминзода*

Айни замон, масалаи сарфаи захираҳои энергетикӣ мубрам ба шумор рафта, рушди коркарди сафедкунии матоӢҳои пахтаӢ бо усули "СардӢ"-ро инкишоф медиҳад. Илова бар ин, бартариҳои муҳимияти ин усули сафедкунии коҳиш додани хавфи зарари каталитикӣ ба нахи пахта мебошад. Дар баробари ин, сафедкунии матоӢҳои дурушт бе гузаронидани раванди шустан ва беширешгардонӣ имконпазир мегардад, ки ин хароҷоти моддӣ ва энергетикиро дар истеҳсолоти пардоздихӣ кам мекунад.

Аммо тағироти мавҷудаи усулҳои сафедкунии "СардӢ" имкон намедиҳанд, ки капиллярии маснуоти насочиро аз 30 мм баландтар пайдо кунем ва аз ин рӯ, чунин матоӢҳо танҳо барои пардоздихии чопӣ бо пигментҳои истифода мешаванд.

Бо ин сабаб интихоби параметрҳои оптималии технологии коркарди матоӢҳо дар шароити усули сафедкунии "СардӢ" ба мақсад мувофиқ аст.

**Калимаҳои калидӣ:** пардоздихӣ, рангуборкунии МФБ, модификатсия, сафедкунии матоӢ, намнокунандаҳо.

### **OPTIMIZATION OF TECHNOLOGY OF "COLD" METHOD OF WHITENING COTTON FABRICS WITH THE HELP OF NEW SURFACES**

*Anushervoni Sh, O.I. Odintsova, Z.A. Yaminzoda*

At present, the problem of saving energy resources is becoming urgent, which stimulates the development of a "cold" method of bleaching cellulose textile materials. In addition, the most important advantage of this bleaching method is the reduction of the risk of catalytic damage to the cellulose fiber. At the same time, it becomes possible to bleach harsh fabrics without desizing and washing, which reduces material and energy costs in finishing production. However, the existing modifications of "cold" bleaching methods do not allow obtaining capillarity of textile materials higher than 30 mm, and therefore such fabrics are currently used only for printing with pigments. In this regard, it becomes expedient to select the optimal technological parameters of tissue processing in the conditions of the "cold" method of preparation.

**Key words:** finishing, dyeing, surfactant, modifications, bleaching, fabric, wetting agent.

#### **Сведения об авторах:**

Анушервон Шовалихон – соискатель кафедры «Технология текстильных изделий», Технологический университет Таджикистана.

Одинцова Ольга Ивановна – д.т.н., профессор, заведующая кафедрой «Химическая технология волокнистых материалов» Ивановского государственного химико-технологического университета.

Яминзода Заррина Акрам – к.т.н., и.о. доцента кафедры «Технология текстильных изделий», Технологический университет Таджикистана.  
E-mail:zyaminova@inbox.ru

### **СВОЙСТВА АКРИЛОВОГО ГИДРОГЕЛЯ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИ ОБРАБОТАННОЙ ВОДЫ**

*Д.С. Азимов, Р.О. Азизов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В статье приведены результаты исследования влияния электрического сигнала на особенности набухания акрилового полимера, карбопола марки EDT-2020. Результатами исследования установлено, что степень набухания полимера зависит от концентрации сшивающего агента.*

*Проведены экспериментальные исследования по определению степени влияния электрического сигнала на длительность набухания акрилового полимера. Результаты эксперимента показали, что в зависимости от сценария обработки можно сократить длительность гелеобразования.*

**Ключевые слова:** вода, гидрогель, набухание, акриловый полимер, карбопол ETD-2020, электрический сигнал.

### Введение

Набухание — это увеличение объема твердого тела вследствие поглощения им жидкости или пара из окружающей среды [1]. Процесс растворения полимера, иногда, называют неограниченным набуханием, однако, термин «набухание» корректнее применять в случаях, когда жидкость поглощается в ограниченном объеме, поскольку представление о набухании связывается с сохранением общей формы образца.

Количественными характеристиками набухания являются его степень и скорость. Степенью набухания называют отношение массы (объема) поглощенной полимером жидкости к массе (объему) исходного полимера. Однако бывают случаи, когда набухание достигает своего максимума, в этом случае полимер отдает часть поглощенной жидкости за счёт изменения своей структуры и протекающих релаксационных процессов [2].

В последние годы гидрогели нашли активное применение в различных отраслях промышленности. Как показали исследователи работы [3] посвящённой вопросом заживления ран под действием гидрогелей, последние являются более эффективными, чем другие препараты. Помимо медицины, гидрогели также широко используются для обеспечения безопасности жизнедеятельности в области пожаротушения в качестве огнетушащих средств [4]. В работе [5] опубликованы способы применения и возможности огнетушащие свойства гидрогеля при тушении пожара. Доказано, что гидрогели как огнетушащие средства эффективны более чем в 50% случаях, а также утверждается, что при использовании акрилового гидрогеля можно сократить длительность тушения пожаров.

Гидрогель на основе акриловых полимеров считается одним из чувствительных материалов к окружающей среде. Авторы работы [6] изучили, чувствительность акрилового гидрогеля к наноматериалам, и установили, что при добавлении в гидрогель углеродных нанотрубок его физико-химические свойства изменяются и становятся более гибкими.

### Материалы и методы исследования

В настоящей работе проведено исследование влияние электрического сигнала на степень гелеобразования акрилового полимера. В качестве источника электрического сигнала использовали прибор «МАГ-24» [7, 8]. Воздействие данного прибора характеризуется в нелинейном искажении электрического сигнала с интервалами неоднородности и рабочей частотой 50 Гц с потенциалом от 50 до 220 В.

Карбопол ETD-2020 представляет собой белый хлопьевидный порошок, набухающий в воде и других полярных растворителях, вследствие чего образуются стабильные гели. Объемная плотность акрилового полимера примерно равна  $210 \text{ кг/м}^3$ , в среднем размер частицы равен 2–7 мкм, а каждая частица представляет собой трехмерную сетчатую структуру из сплетенных цепей полимера. Его плотность равна  $1,38\text{--}1,40 \text{ кг/м}^3$ [9].

Одним из основных недостатков гидрогеля, как огнетушащего средств считается время его приготовления, который занимает длительное время. Поэтому, в работе была поставлена задача сократить время приготовления огнетушащего гидрогеля обработкой его с помощью электрического сигнала. Для решение этой задачи были приготовлены гидрогели на основе акрилового полимера и электрофизический обработанной воды.

### Результаты исследования и их обсуждение

Для уточнения необходимой концентрации сшивающего агента, в работе проведено исследование акрилового полимера на степень набухания, в зависимости от доли процента карбопола ETD-2020. Исследование проводилось при комнатной температуре.

Результаты исследования по изучению степени набухания акрилового полимера предоставлены на рисунке 1.

Исходя из результатов исследования (рисунок 1) можно сделать вывод, что концентрация сшивающего агента влияет на степень набухания, при этом концентрация карбопола ETD-2020 свыше 0,2% влияет не только на степень набухания, но и на длительность набухания или гелеобразования полимера.

Ранее установлено [10, 11 и 12], что электрический сигнал влияет на некоторые физико-химические свойства воды, например на поверхностное натяжение, плотность,

динамическую вязкость и даже влияет на ее надмолекулярную структуру.

Для выяснения степени влияния электрического сигнала на свойства гидрогелей на основе карбопола ETD-2020, в исследования использовалась вода, которая было подвержена

обработке электрофизическим сигналом. Время воздействия электрического сигнала составило 60 минут (при комнатной температуре). Концентрация карбопола ETD-2020 составляла 0,2% от общей массы. Результаты проиллюстрированы на рисунке 2.

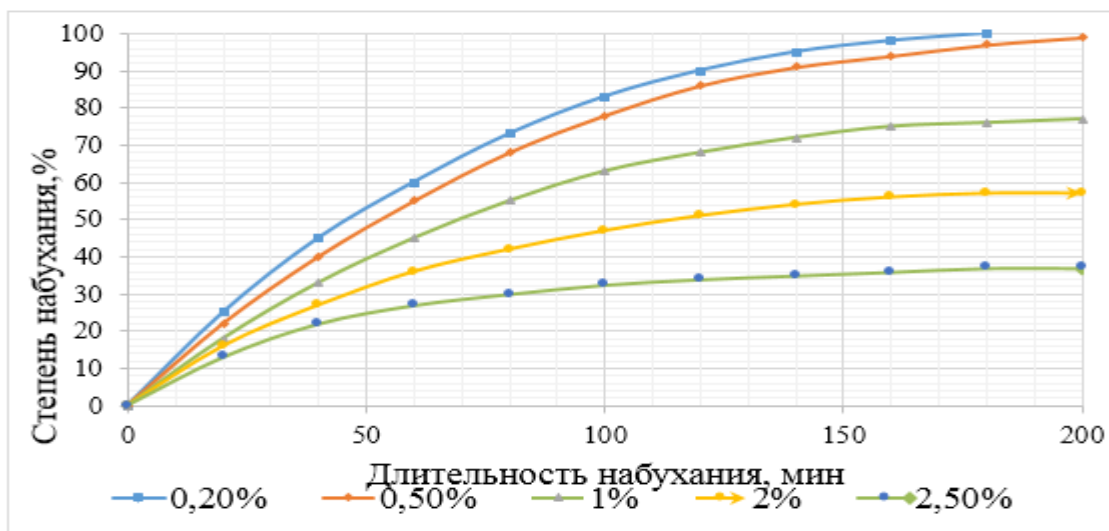


Рис. 1. Степень набухания акрилового полимера в зависимости от содержания полимера.

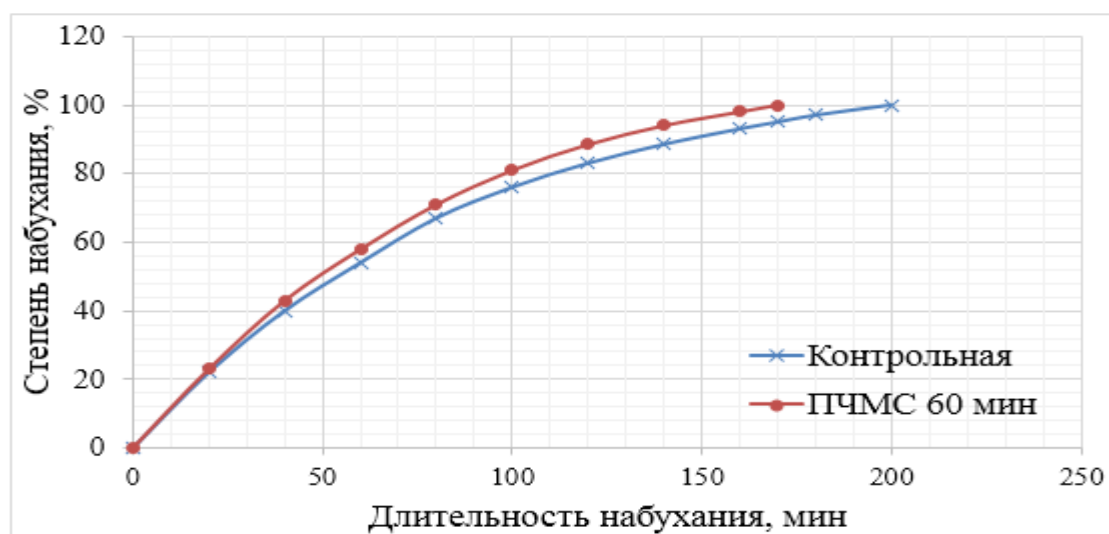


Рис. 2. Влияние обработанной воды на степень набухания карбопола ETD-2020 при постоянной температуре  $T=20^{\circ}\text{C}$ .

Опыты показывают, что вода под воздействием электрического сигнала не только изменяет физико-химические свойства, получаемого гидрогеля, но и сохраняет эти изменения в составе гидрогеля при его синтезе. Результаты исследования показали, что электрический сигнал существенно влияет на степень набухания

полимера. Скорость набухания на 20% выше чем при использовании обычной воды (рисунок 2).

Для уточнения эффективности метода обработки воды, вследствие которого акриловый полимер достигает наибольшего набухания, в работе поставлены 3 разных варианта сценарий приготовления гидрогеля:



- гидрогель приготавливался на основе воды заранее обработанной электрическим сигналом;  
 - обработка воды электрическим сигналом осуществлялась во время набухания акрилового полимера;

- гидрогель, приготовленный на основе воды, заранее обработанной электрическим сигналом, дополнительно обрабатывали в процессе набухания полимера.

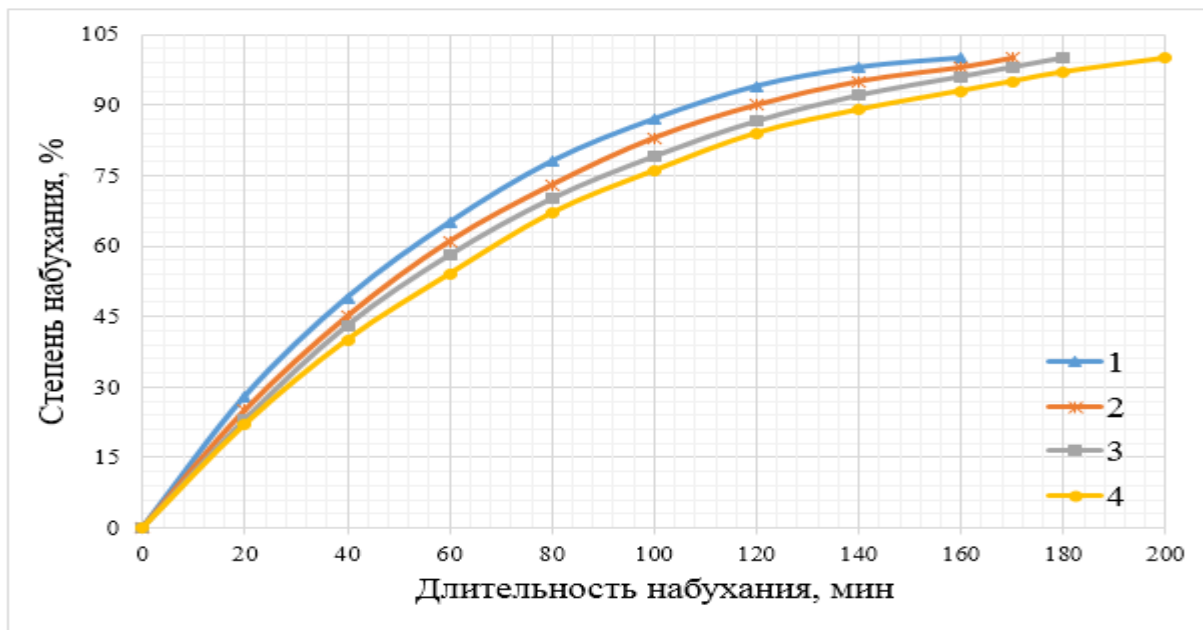


Рис. 3. Степень набухания карбопола ETD-2020 в зависимости от сценария обработки воды электрическим сигналом.

1- набухание карбопола ETD-2020 на основе обработанной воды и обработка в процессе набухания; 2- набухание карбопола ETD-2020 в обработанной воде; 3- обработка во время набухания карбопола ETD-2020; 4-контрольная (длительность обработки 60 минут).

Результаты экспериментов по изучению степени набухания акрилового полимера (карбопола ETD-2020) при разных сценариях обработки воды приложены на рисунке 3. Установлено, что образец под номером 1 (набухание полимер на основе обработанной воды, с дополнительной обработкой в процессе набухания полимера) наиболее сокращает длительность набухания полимера. Это говорит о том, что при разработке акрилового гидрогеля на основе воды, обработанной электрическим сигналом, можно сократить время гелеобразования на 20% что составит свыше 40 минут.

### Выводы

Таким образом, в результате проведенного исследования было выяснено, что степень набухания полимера прямо зависит от его

концентрации в получаемом гидрогеле. Экспериментальные данные свидетельствуют, что при синтезе гидрогеля оптимальная концентрация карбопола ETD-2020 составляет 0,2% от общей массы.

Определено, что при синтезе гидрогеля на основе воды обработанной электрическим сигналом можно сократить до 20% длительность гелеобразования, которая используется при тушении пожара. Установлено, что обработка воды положительно влияет на степень набухания гидрогеля. При этом электрический сигнал влияет не только на физико-химические свойства воды, но и на компоненты в его составе.

### Литература:

- ГОСТ 32794-2014. Композиты полимерные. Термины и определения.
- Тагер А. А., Физико - химия полимеров, 2 изд., М., 1968;
- Максименков К.И. Экспериментальное изучение противоожоговой активности гидрогеля с антигипоксантом / К.И. Максименков, С.О.

Лосенков, В.Е Новиков // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова, 2016 г. Вып-1. С. 29-34.

4. Физико-химические свойства и коллоидные особенности электрофизически модифицированной воды и акрилового гидрогеля при использовании их огнетушащих и ранозаживляющих возможностей Азимов Д.С., Скрипник И.Л., Пекаревский Б.В., Иванов А.В. Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2018. № 47 (73). С. 57-61.

5 Азимов, Д. С. Оценка огнетушащих свойств гидрогелей / Д.С. Азимов, Р.О. Азизов// Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. - 2020. – №2 (50). – С. 73-77.

6. Ивахнюк Г.К., Адсорбционные и электрофизические методы синтеза наноматериалов // Известия СПбГТИ(ТУ). – 2011. –С. 58-59.

7. Ивахнюк Г.К., Бондарь А.А., Копосов А.С. // «Применение модификаций гидрогелей при тушении пожаров на объектах хранения минеральных удобрений» // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты): научно-аналитический журнал. - СПб. : СПб УГПС МЧС России, 2016. – С. 75-81.

8. Азимов Д.С. Оценка огнетушащих возможностей гидрогели Азимов Д.С., Рахматуллозода А.А. В сборнике: Дальневосточная весна - 2020. Материалы 18-й Международной научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности. 2020. С. 171-173.

9. Пат. 2137548 РФ; МКИ4 6 В 02 С 19/18. Устройство и способ интенсификации процессов физической, химической и/или физико-химической природы / Ивахнюк Г.К. (RU), Шевченко А.О. (RU), Бардаш М. (US). – №8108132; Заявлено 27.04.98; Опубл. 20.09.99; БИ №26.

10. Effects of ac frequency on the physicochemical characteristics of water // Ва М.Т., Azimov D.S., Knyazev A.S., Ivakhnyuk G.K. / Key Engineering Materials. 2017. Т. 743. С. 326-330.

11. Азимов, Д. С. Влияние переменного частотно-модулированного сигнала на физико-химические свойства дистиллированной воды и гидрогеля акрилового полимера на ее основе / Д.С. Азимов, Г.К. Ивахнюк, М.Т. Идиев // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. - 2018. – №3 (43). – С. 20-26.

12. Азимов Д.С. Электрофизические и нанохимические инновации в обеспечении энергоресурсосбережения, промышленной и экологической безопасности / Азимов Д.С., Колесников С.В., [и др] Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2018. № 46 (72). С. 120-122.

### ХОСИЯТҲОИ ГИДРОГРЕЛИ АКРИЛИКӢ ДАР АСОСИ ОБИ КОРКАРДШУДА БО УСУЛТ ЭЛЕКТРОФИЗИКӢ

*Д.С. Азимов, Р.О. Азизов*

Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқоти таъсири сигнали электрикӣ ба варамкунии полимери акрилӣ, намуди карбопол EDT-2020, оварда шудааст. Натиҷаҳои таҳқиқот нишон доданд, ки дараҷаи варамкунии полимер аз консентратсияи полимер вобастагӣ дорад.

Омузиши таҷрибавии таъсири сигнали электрикӣ ба варамкунии полимери акрилӣ гузаронида шудааст. Натиҷаи таҷрибаҳо нишон доданд, ки вобаста аз сценарияи коркард, муҳлати варамкунии карбополро то 20% кам кардан мумкин аст.

**Калимаҳои калидӣ:** об, гидрогел, варамкуни, полимери акрилӣ, карбопол ETD-2020, сигнали электрикӣ.

### PROPERTIES OF ACRYLIC HYDROGEL BASED ON ELECTROPHYSICALLY TREATED WATER

*D.S. Azimov, R.O. Azizov*

The article presents the results of a study of the effect of an electric signal on the swelling of an acrylic polymer, carbopol EDT-2020. The results of the study showed that the degree of polymer swelling depends on the concentration of the crosslinking agent.

An experimental study of the effect of an electrical signal on the duration of swelling of an acrylic polymer was carried out. Experimental experiments have shown that depending on the treatment scenario, it is possible to reduce the duration of gelation.

**Key words:** water, hydrogel, swelling, acrylic polymer, carbopol ETD-2020, electrical signal.

#### Сведения об авторах:

Азимов Додарбек Садриддинович – ассистент кафедры «БЖД и Э» ТТУ имени акад. М.С Осими, тел. +992938656554; E-mail: bek\_azimov91@mail.ru

Азизов Рустам Очилдиевич – д.т.н., профессор, зам. президента НАНТ; E-mail: rustam.azizov57@gmail.com

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА ТБО Г. ДУШАНБЕ)

Л.А. Орифова<sup>1</sup>, Х.Б. Бобоев<sup>2</sup>, З.В. Кобули<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

<sup>3</sup>Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

В данной статье приведены результаты воздействия полигона твердых бытовых отходов (ТБО) на состав почвы. Проведен анализ ее химического состава. Определено содержание нитритов, сульфидов, хлоридов и рН водной вытяжки и других веществ. Даны конкретные рекомендации по уменьшению влияния зон хранения твердых бытовых отходов на почву.

**Ключевые слова:** полигон твердых бытовых отходов (ТБО), загрязнение, почва, предельно допустимые концентрации.

По данным ГУП «Хочагии манзилию коммуналь» ежегодно в Таджикистане образуется более 1,5-2,0 млн. тонн ТБО без учёта сельской местности. На полигоне г. Душанбе общий объём ТБО за период его эксплуатации достиг более 20 млн. м<sup>3</sup>. с ежегодным увеличением на 1,5раза.

На сегодня в г. Душанбе территория полигона ТБО составляет больше 20 гектаров, где с каждым годом накапливается до 800 тыс. м<sup>3</sup>ТБО.[1].

Полигон ТБО являются основными загрязнителями окружающей среды и источниками распространения тяжелых металлов в системе «почва – растение». Их основные морфологические компоненты в различной степени подвержены процессам разложения с образованием оксидов металла и органического вещества. Почва выступает не только в качестве аккумулятора загрязняющих веществ, но и исходного звена в миграции токсикантов по наземным трофическим цепям. Основная задача мониторинговых работ на территории полигонов ТБО является минимизация негативных техногенных воздействий на природную среду и обеспечение экологической безопасности защищаемых объектов территории природной среды [2].

В целях исследования экологической обстановки вокруг полигона и в зоне хранения ТБО проведены химические анализы почв, расположенных в юго-восточной части города в 2-х километрах от магистрального шоссе Душанбе-Вахдат.

### Экспериментальные исследования

Работа проводилась на территории полигона ТБО и для анализа были использованы лабораторно-полевые методы исследования. С этой целью были выбраны места для отбора проб, отражённые на фрагментах космических снимков (рис. 1).



Рис. 1. На фрагментах космических снимков показаны точки отбора проб почвы.

Для химического анализа зимой (декабрь - январь 2021г.) отобраны образцы почв полигона ТБО на глубине 0-20см. по нормативным документам для почвенного покрова: ГОСТ 17.4.3.01 – 83. Охрана природы: Почвы. Общие требования к отбору проб [3]. Эксперимент проводился в лаборатории кафедры «Безопасности жизнедеятельности и экология» ТТУ имени академика М.С.Осими.

Пробы почв для исследования были отобраны с территории зоны хранения ТБО в количестве 7 проб: 3 пробы – внутри полигона, 4 пробы на разных расстояниях 10-15 м от границы полигона в направлениях севера, юга и запада. Всего было отобрано 7 образцов, по которым определяли содержание железа, нитритов, сульфидов, хлоридов и рН водной вытяжки.

Для оценки качества окружающей природной среды на исследуемом участке была использована тест-систем «Пчелка-Р». В таблице 1 приведены основные характеристики тест-систем из состава мини-экспресс-лаборатории «Пчелка -Р»[5].

Таблица 1.

Основные характеристики тест-систем из состава мини-экспресслаборатории «Пчелка-Р».

№	Наименование тест-системы	Определяемый компонент	Диапазон концентрации	Индикационный эффект
1	Активный хлор	Хлор в свободной и связанной формах	0-1,2-5-10-30-100 мг/л	С белой на синюю
2	Железо общие	Ионов -железа 2 <sup>+</sup> и 3 <sup>+</sup>	0-50-400-1000 мг/л (мг/кг)	С белой на бежево-коричневую
3	Нитрат-тест	Нитрат-ион NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0-20-50-200-1000 мг/л (мг/кг)	С белой на розово-малиновую
4	Нитрит-тест	Нитрит-ион NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0-1-3-30-300 мг/л (мг/кг)	С белой на розово-малиновую
5	Сульфид-тест	Сульфид-ионы(HS, S <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0-10-30-100-300 мг/л (мг/кг)	С белой на серо-коричневую
6	pH		2-11	От красного до темно-синего

Порядок работы и методика исследования подробно описаны в руководстве по применению Мини-экспресслаборатории «Пчелка-Р» [5].

Для анализа было взято 30 г. тестируемой среды (почва) и помещены в ёмкость вместимостью 50 мл. К почве добавили дистиллированную воду объёмом 30 мл. Суспензию тщательно перемешивали в течение 5-10 минут с помощью мешалки магнитной марки TAGLER. После этого раствор оставляли на 60 минут для оседания твёрдых частиц. По результатам тестирования раствора рассчитывали ориентировочное значение концентрации компонентов (Сп, мг/кг) в почве по формуле:

$$C_n = C_v \times 5,$$

где: С<sub>в</sub> – значение концентрации исследуемого компонента в водной вытяжке, определенное с помощью тест-системы, мг/л(мг/кг).

5- коэффициент равный отношению объёма воды в миллилитрах для приготовления вытяжки. Концентрация контролируемого компонента в почве выражают в мг/кг или в % масс.

Ориентировочное содержание нитратов в отобранной пробе почв внутри полигона ТБО составляет:  $C_{NO_3^-} = 70 \times 5 = 350 \text{ мг/кг} = 0,35 \text{ г/кг} = 0,035\% \text{ масс}$ . Результаты анализа образцов почв, отобранных с территории полигона ТБО г. Душанбе приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты анализа водной вытяжки из образцов почв

Наименование тест-системы	Определяемый компонент	Результаты		Выводы, превышение ПДК (ОДК) мг/кг
		Внутри полигона	С территории полигона	
Активный хлор	Хлор в свободном и связанном виде	-	-	Не обнаружено
Нитрат-тест	Нитрат-анион NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Менее 70 (предел шкалы) 350 мг/кг	Менее 20 (предел шкалы) 100 мг/кг	Почва содержит, повышенный нитрат, ПДК =130 мг/кг.
Нитрит-тест	Нитрит-анион NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Менее 1 (предел шкалы) 2,5 мг/кг	-	Почва не содержит нитритов
Сульфид-тест	Сульфид-анионы HS <sup>-</sup> , S <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Менее 10 (предел шкалы) 5,3 мг/кг	Менее 1 (предел шкалы) 0,5 мг/кг	Почва не содержит сульфидов, ПДК=160 мг/кг.
Железо общее («Феррум-тест»)	Сумма катионов Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	Менее 1 (предел шкалы) 0,6 мг/кг	-	Почва незначительно содержит катионов
Водородный показатель, pH	Кислотность (щелочность) H <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup>	2-3	5,5-6,5	Сильная водорастворимая кислота.

Полученные результаты анализов почвы на расстоянии от 10 до 15 метров от территории полигона ТБО, не показали превышение предельно допустимой концентраций в почве загрязняющих веществ [4]. Экологическая ситуация по данным компонентам, согласно СП 11-102-97

«Инженерно-экологические изыскания для строительства» оценивается, как относительно удовлетворительная. Согласно СанПиН 2.1.7.1287-3 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы», рекомендуется использование почв без ограничений. Однако внутри полигона

ТБО выявлено, что водородный показатель почвы - рН достигает 2-3, что указывает на повышенную кислотность почвы. Кроме того, анализы в почвы внутри полигона показали повышенное содержание нитрат – ионов от 300 до 360 мг/кг.

Проведенный химический анализ почв, отобранных с территории полигона ТБО свидетельствует, что по мере удаления от полигона, концентрация железа, нитритов, сульфидов, хлоридов и рН водной вытяжки уменьшается. Поэтому, по мере удаления от полигона ТБО, можно выделить три зоны загрязнения – с высоким (внутри полигона), средним (до 10 м) и слабым (более 10 м) уровнем загрязнения почвы на территории полигона.

Превышения концентрации компонентов состава почвы концентрируются непосредственно вблизи границ тела полигона, что совпадает с преобладающими направлениями ветров и образование фильтра от территории полигона. Для минимизации влияния, в зоне хранения ТБО на почву, необходимо создать систему экологического мониторинга для эффективности проведенных экологических мероприятий, а также для разработки технических и технологических решений по совершенствованию эксплуатации полигона.

#### **Выводы**

В ходе проделанной работы, можно сделать следующие выводы:

во-первых, были достигнуты цели и задачи исследования;

во-вторых, были проанализированы все данные, которые удалось получить.

Оценку степени загрязнения почвы в зонах хранения и вблизи ТБО по рассматриваемым показателям можно считать удовлетворительным.

#### **Литература:**

1. Город Душанбе: Программа экологического управления. – Душанбе, 2005. -156 с.
2. Пособие по мониторингу полигонов твердых бытовых отходов / Г.И Бородай. - Донецк. Тасис. - 2004. С. 293.
3. ГОСТ 17.4.3.01 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». – М.: ИПК изд-во стандартов, 2004– 4 с.
4. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006 — 15 с.

5. Мини-экспресс-лаборатория «Пчёлка-Р». Руководства по применению. Издание третье дополненное Составители: Муравьев А.Г., Данилова В.В., Смолев Б.В., Мельник А.А. и др. под редакцией Муравьева А.Г. – СПб-Кристалл, 2012. -72с.

#### **БАҲОДИҶИИ ТАЪСИРИ ПАРТОВҶОИ САХТИ МАИШӢ БА ИФЛОСШАВИИ ХОК (ДАР МИСОЛИ ПАРТОВҶОҶИ ПСМ Ш. ДУШАНБЕ)**

*Л.А. Орифова, Ҳ.Б. Бобоев, З.В. Кобули*

Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои таъсири партовгоҳи партовгоҳи саҳти маишӣ ба таркиби хок оварда шудааст. Таҳлили таркиби химиявии хок гузаронида шуда, дар таркиби хок нитритҳо, сульфидҳо, хлоридҳо, рН ва дигар моддаҳои муайян карда шуданд. Барои кам кардани таъсири партовгоҳ ба хок тавсияҳои мушаххас пешниҳод карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** партовгоҳи партовгоҳи саҳти маишӣ (ПСМ), ифлосшавӣ, хок, консентратсияи ҳадди имконпазирии ҷоизӣ.

#### **ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF A SOLID WASTE LAND ON SOIL CONTAMINATION (ON THE EXAMPLE OF THE DUSHANBE CITY WASTE LAND)**

*L.A. Orifova, Kh.B. Boboev, Z.V. Kobuli*

This article presents the results of the impact of the landfill of solid domestic waste (MSW) on the composition of the soil. An analysis of its chemical composition has been carried out. The content of nitrites, sulfides, chlorides and pH of the aqueous extract and other substances were determined. Specific recommendations are given to reduce the impact of storage areas for solid waste on the soil.

**Key words:** landfill for municipal solid waste (MSW), pollution, soil, maximum permissible concentration.

#### **Сведения об авторах:**

1. Орифова Латофат Абдуллоевна – ассистент кафедры “БЖД и Э” ТТУ имени акад. М.С. Осими. Тел: 988-75-05-62

2. Бобоев Хакназар Бобоевич - ст. преподаватель кафедры “БЖД и Э” ТТУ имени акад. М.С. Осими. E-mail: boboev\_h@mail.ru

3. Кобули З.В. - д.т.н., профессор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН РТ.

## ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ КОБАЛЬТА (II) И НИКЕЛЯ (II) С АСПАРАГИНОВОЙ КИСЛОТОЙ МЕТОДОМ pH – МЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ

О.Г. Бобиев, З.А. Яминзода

Технологический университет Таджикистана

Определены константы диссоциации аспарагиновой кислоты и константы устойчивости ее комплексов с кобальта (II) и никеля (II) методом потенциометрического титрования. Расчет констант устойчивости комплексов проводили по методу Бьеррума.

**Ключевые слова:** комплексы, аспарагиновая кислота, кобальт (II), никель (II), потенциометрическое титрование.

### Введение

Комплексообразование в свою очередь играет большую роль в разнообразных процессах животных и растительных организмов [1-4]. В настоящее время найдено много биметаллов, т.е. металлов, участвующих в биохимических процессах, они необходимы в организме.

Например: Витамин В<sub>12</sub> оказался типичным комплексным соединением кобальта [5-8].

Биометаллы входят в состав белков, ферментов, витаминов и гормонов и тем самым активно участвуют в регулировании важнейших биохимических процессов, протекающих в организме растений, животных и человека [9-10].

Важнейшую роль играют они в диагностике и лечении ряда заболеваний животных и человека [11-13].

Интерес к исследованию указанных соединений объясняется тем, что многие ферменты активируются ионами биметаллов.

Биометаллы сейчас применяются в сельском хозяйстве с целью повышения урожайности растений и продуктивности скота, а также предупреждения заболеваний скота и растений.

В последние годы ведутся работы по синтезу комплексных соединений кобальта, марганца с аминокислотами и дипептидами.

### Цель исследования.

Целью настоящей работы является исследование процесса комплексообразования ионов кобальта Co (II) и никеля Ni (II) с аспарагиновой кислотой (HOOC-CH(NH<sub>2</sub>)-CH<sub>2</sub>-CONH<sub>2</sub>) методом pH-метрического титрования.

### Материал и методы исследования

На первом этапе работы было необходимо определить экспериментальные константы диссоциации аспарагиновой кислоты.

Отрицательные логарифмы констант диссоциации аминокислот вычисляли по известным формулам [14]:

$$pK_1 = pH + \lg \frac{[H_2L^-]}{[HL^\pm]}$$

$$pK_2 = pH + \lg \frac{[L^-]}{[HL^\pm]}$$

Константы устойчивости комплексов  $MeL^+$  и  $MeL_2 - K_1$  и  $K_2$  были рассчитаны из уравнений:

$$K_1 = \frac{\bar{n}}{(1-\bar{n}) \cdot [L^-]}$$

$$K_2 = \frac{(\bar{n}-1)}{(2-\bar{n}) \cdot [L^-]}$$

где  $\bar{n}$  - функция Бьеррума [15], а  $[L^-]$  - равновесная концентрация лиганда которая может быть вычислена из уравнения:

$$\beta(L^-) = [L_0] - |B^+| + |H^+|$$

$$\text{где } \beta = \frac{3|H^+|^3}{K_a K_a' K_a''} + \frac{2|H^+|^2}{K_a K_a'} + \frac{|H^+|}{K_a}$$

$K_a$  – константа ионизации аминокислоты по аминной группе,

$K_a'$  – константа ионизации по  $\alpha$ -карбоксылльной группе,

$K_a''$  – константа ионизации по  $\beta$ -карбоксылльной группе,

$L_0$  – общая концентрация аминокислоты,

$B^+$  – количество основания, прибавленного в любой точке кривой титрования.

Соответствующее значение  $\bar{n}$  находят из уравнения:

$$\bar{n}(M_0) = L_0 - \alpha[L^-]$$

где  $[L^-]$  - равновесная концентрация лиганда,

$L_0$  – общая концентрация аминокислоты,

$M_0$  – концентрация металла.

Для аминокислот, имеющих три группы способных к ионизации, приведенные расчетные

формулы остаются справедливыми со следующими модификациями:

$$\alpha = \frac{|H^+|^3}{KaKa'Ka''} + \frac{|H^+|^2}{KaKa'} + \frac{|H^+|}{Ka} + 1$$

и

$$\beta = \frac{3|H^+|^3}{KaKa'Ka''} + \frac{2|H^+|^2}{KaKa'} + \frac{|H^+|}{Ka}$$

где  $Ka$  - первая числовая величина констант ионизации.

$Ka'$  - вторая величина,  $Ka''$  - третья величина.

Константы устойчивости и  $K_1$  и  $K_2$  для комплексов кобальта (II), никеля (II) с аминокислотами рассчитывали из уравнения Бьеррума, модифицированного Ирвингом и Россоти [16].

$$-\frac{\bar{n}}{(\bar{n}-1)[L^-]} = \frac{(2-\bar{n})[L^0]}{(\bar{n}-1)} K_s - K_1 \quad (1)$$

где  $\bar{n}$  - функция образования Бьеррума,

$[L^-]$  - равновесная концентрация лиганда,

$K_1$  и  $K_2$  - константы устойчивости комплексов (1:1) и (2:1), соответственно.

Уточнение по методу наименьших квадратов производили, исходя из уравнения:

$$\alpha_i K_1^{-1} + \beta_i K_2 = \gamma_i \quad (2)$$

где  $\alpha_i = |H^+|^{-1} \cdot Z_i$ ;  $\beta_i = -|H^+|^{-1} \cdot Y_i$  и  $Y_i = -|H^+|^{-1} \cdot X_i$

Методом наименьших квадратов исходя из уравнения (2), где

$$\begin{aligned} \alpha_i &= -(2 - \bar{n}) \cdot [L^-] \\ \beta_i &= \bar{n} \cdot [L^-] \\ \gamma_i &= 1 - \bar{n} \end{aligned}$$

Константы устойчивости находили решением системы уравнений:

$$\begin{aligned} \sum \alpha_i^2 \cdot K_1^{-1} + \sum \alpha_i \beta_i \cdot K_2 &= \sum \alpha_i \gamma_i \\ \sum \alpha_i \beta_i \cdot K_1^{-1} + \sum \beta_i^2 \cdot K_2 &= \sum \beta_i \gamma_i \end{aligned} \quad (3)$$

откуда

$$K_1^{-1} = \Delta^{-1} \cdot (\sum \alpha_i \gamma_i \cdot \sum \beta_i^2 - \sum \beta_i \gamma_i \cdot \sum \alpha_i \beta_i)$$

$$K_2 = \Delta^{-1} (\sum \alpha_i^2 \cdot \sum \beta_i \gamma_i - \sum \alpha_i \beta_i \cdot \sum \alpha_i \gamma_i)$$

$$\Delta = \sum \alpha_i^2 \cdot \sum \beta_i^2 - (\sum \alpha_i \beta_i)^2$$

Для расчета суммарной константой устойчивости, кроме  $K_s = K_1 \cdot K_2$ , использовали кривые образования (зависимость ( $\bar{n}$ ) от  $p[L^-]$ ).

Суммарную константу  $K_s$  рассчитывали из кривых образования по формуле:

$$\lg K_s = -2 \lg [L^-] \quad \text{при} \quad \bar{n} = 1.0 \quad (4)$$

Доверительные интервалы полученных значений констант устойчивости находили из уравнения (4).

Если при определении доверительного интервала отклонения оказывались большие, находили стандарты для отдельных констант устойчивости по формуле:

$$SpK_1 = 2,3026 \cdot K_1 \cdot S \sqrt{\frac{\sum \beta_i^2}{\Delta}} \quad (5)$$

$$SpK_2 = 2,3026 \cdot K_2 \cdot S \sqrt{\frac{\sum \alpha_i^2}{\Delta}} \quad (6)$$

### Результаты исследования и их обсуждение

Были получены следующие значения констант диссоциации функциональных групп аспарагиновой кислоты:  $K_1 = 1,95 \times 10^{-10}$  ( $pK_1 = 9,71$ ),  $K_2 = 2,138 \times 10^{-2}$  ( $pK_2 = 1,67$ ),  $K_3 = 1,12 \times 10^{-4}$  ( $pK_3 = 3,95$ ).

По данным рН - метрического титрования была построена диаграмма состояния аспарагиновой кислоты, согласно которой в области  $pH < 2$  аспарагиновая кислота существует в виде катиона и цвиттер-иона, в области рН от 4 до 8 - в виде цвиттер - иона, в области  $pH > 10$  - в виде аниона.

Кривая титрования комплексов кобальта и аспарагиновой кислоты приведена на рис.1.

Отличие кривых титрования растворов с ионами металлов от кривой титрования аспарагиновой кислоты позволяет предположить, что при их взаимодействии происходит образование координационных соединений.

Зависимость  $\bar{n}$  от рН комплексов кобальта и аспарагиновой кислоты приведена на рис.2.

Кривая титрования комплексов никеля и аспарагиновой кислоты приведена на рис.3.

Зависимость  $\bar{n}$  от рН комплексов никеля и аспарагиновой кислоты приведена на рис.4.

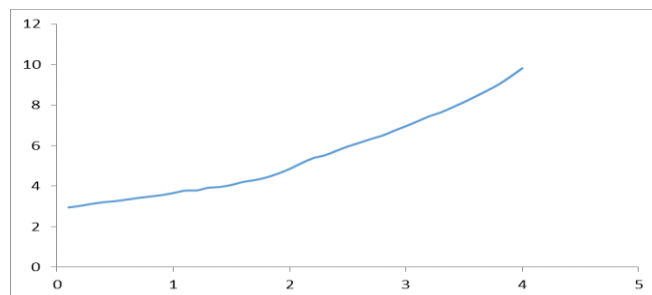


Рис.1. Кривая титрования комплексов кобальта и аспарагиновой кислоты.

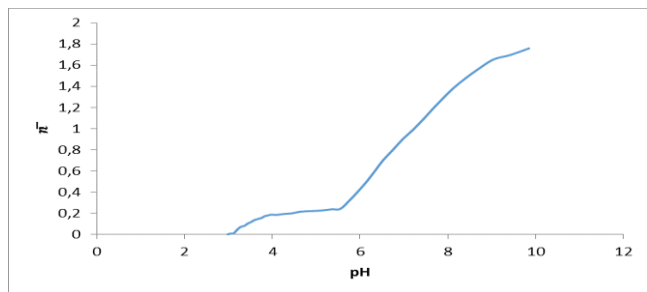


Рис. 2. Зависимость  $\bar{n}$  от pH комплексов кобальта и аспарагиновой кислоты.

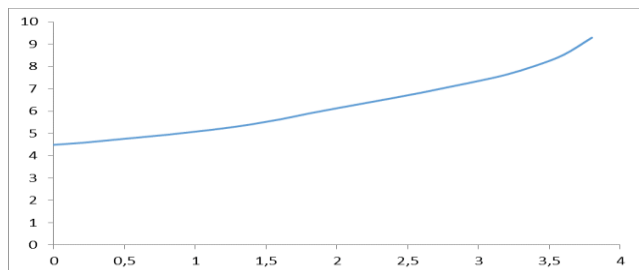


Рис. 3. Кривая титрования комплексов никеля и аспарагиновой кислоты.

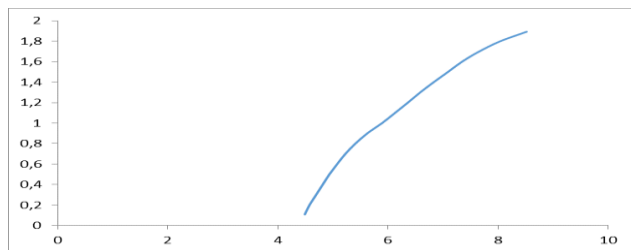
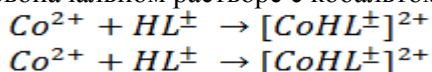


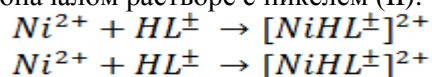
Рис. 4. Зависимость  $\bar{n}$  от pH комплексов никеля и аспарагиновой кислоты.

Тот факт, что в начале титрования растворы аспарагиновой кислоты с кобальтом и никелем имели pH, равное 2,95 и 4,49 соответственно, позволяет предположить, что во взаимодействии с кобальтом и никелем в качестве лиганда будет участвовать аспарагиновая кислота в цвиттер-ионной форме ( $HL^\pm$ ) и можно предположить следующие возможные реакции комплексообразования:

В первоначальном растворе с кобальтом:



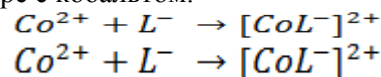
В первоначальном растворе с никелем (II):



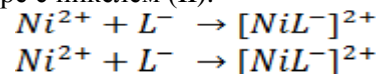
По мере титрования щелочью в растворе концентрация цвиттер-иона будет уменьшаться и в качестве лиганда будет большей частью выступать

анионная форма аспарагиновой кислоты и наряду с указанными реакциями в растворе можно предположить протекание следующих реакций:

В растворе с кобальтом:



В растворе с никелем (II):



### Экспериментальная часть

При изучении комплексообразования готовили 0,01 М раствор аспарагиновой кислоты и соли металла с эквимолярным соотношением компонентов и титровали 0,05 М раствором NaOH.

Для этого 50 мл 0,01 М раствор аспарагиновой кислотой титровали 0,1 М растворами NaOH и HCl с использованием иономера ЭВ -74 со стеклянным электродом, откалиброванным по буферным растворам с pH 1,68 и 9,18.

Растворы  $CoCl_2$  и  $NiCl_2$  готовили растворением точной навески особо чистых металлов (содержание металла 99,99%) в перегнанной соляной кислоте марки х.ч., концентрацию кобальта и никеля проверяли тригонометрически. Раствор 0,1 м NaOH, свободный от карбонатов, готовили из едкого натра марки "ч.д.а.". Титр щелочи проверяли по соляной кислоте. Ионную силу 0,12 создавали добавлением рассчитанного объема 1,0 м раствора NaCl, приготовленного из соли марки "х.ч.", предварительно прокаленной для удаления следов  $NH_3$  и HCl.

Потенциометрическое титрование проводили 0,1 м раствором NaOH, свободным от карбонатов, в атмосфере азота (содержание  $O_2 < 0.003\%$ ) в условиях термостатирования при температуре  $25 \pm 0,3^\circ C$ . По ходу титрования значения pH измеряли на потенциометре ЭВ -74 со стеклянным и насыщенным хлорсеребряным электродами. Первоначальный объем титруемых растворов составлял 50 мл. NaOH добавляли порциями по 0,1 мл.

### Выводы

Все вышеизложенное позволяет заключить, что при расчете функции образования необходимо учитывать большое число возможных равновесных реакций, протекающих в растворе при взаимодействии ионов металлов с аминокислотами.



**Литература:**

1. Elisa Andresen, Edgar Peiter, Hendrik Küpper. Trace metal metabolism in plants // *Journal of Experimental Botany*, Volume 69, Issue 5, 20 February 2018, Pages 909–954/
2. А.А. Кудряшева О.П. Преснякова Медико-биологические особенности натуральных пищевых аминокислот // *Пищевая промышленность* №3. 2014г. -С. 68-73
3. Alena A., Laura A., Felipe C. New Insights Into the Mechanisms and Biological Roles of D-Amino Acids in Complex Eco-Systems // *Frontiers in Microbiology*. 2018. p. 1-11
4. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф., Сафонов В.А. Биогеохимическая индикация микроэлементов // Издатель – Российская академия наук. М. -2018. -386 с.
5. James P.K. Rooney // *ScienceDirect Rev.* 2007. V. 234. P. 145-156
6. Maciej G., Katarzyna G., Dorota G. Vitamin B<sub>12</sub> catalysed reactions // *Chemical Society Reviews*. 2015. -p. 1-37
7. Fedosov S.N., Brito A, Miller J.W., Green R., Allen L.H. Combined indicator of vitamin B12 status: modification for missing biomarkers and folate status and recommendations for revised cut-points. *Clin Chem Lab Med* 2015; 53 (8): 1215 – 25
8. Allen, L. H. (2004). Folate and vitamin B12 status in the Americas. *Nutrition reviews*, 62, S29–S33.
9. Bruce N. Ames. Prolonging healthy aging: Longevity vitamins and proteins // *PNAS* October 23, 2018. –p. 10836–10844.
10. Soetan K. O., Olaiya C. O., Oyewole O. E. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review // *African Journal of Food Science* Vol. 4(5) p. 200-222. 2010
11. Ravinderpal Kour Sodhi, Satya Paul. Metal Complexes in Medicine: An Overview and Update from Drug Design Perspective
12. Daniel KG, Gupta P, Harbach RH, Guida WC, Dou QP. Organic copper complexes as a new class of proteasome inhibitors and apoptosis inducers in human cancer cells. *Biochem Pharmacol.* 2004;67:1139–51.
13. Milacic V, Chen D, Giovagnini L, Diez A, Fregona D, Dou QP. Pyrrolidine dithiocarbamate-zinc (II) and –copper (II) complexes induce apoptosis in tumor cells by inhibiting the proteasomal activity. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2008; 231:24–33.
14. Janrao D. M., Jamil Pathan, Kayande D. D., Jabber J. An over view of potentiometric determination of stability constants of metal complexes // *Sci. Revs. Chem. Commun.:* 4(1), 2014

15. Абдугалипова Н. М., Туробжонов С. М., Исмоилова Н. А. Изучение механизма комплексообразования ионов меди на полученном анионообменном полимере АНФ // *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.* 2017. № 6(39)

16. Марченко Л.А., Лисовая Е.В., Боковинова Т.Н., Викторова Е.П. Сравнительная оценка устойчивости комплексов яблочной кислоты и фосфолипидов соевых масел с ионами железа и меди // *Ж. Новые технологии.* №3(53). 2020 г. –с. 55-62.

**ОМУЗИШИ КОМПЛЕКСБАВУЧУДОИИ  
КОБАЛТ (II) ВА НИКЕЛ (II) БО КИСЛОТАИ  
АСПАРАГИН ИСТИФОДА АЗ УСУЛИ  
ТИТРОНИИ рН МЕТРӢ**

**О.Ф. Бобиев, З.А. Яминзода**

Константҳои диссоциатсияи кислотаи аспарагин ва собитҳои устувории комплекси он бо кобальт (II) ва никел (II) бо титрунии потенциометри муайян карда шуданд. Константҳои устувории комплексо бо усули Бьерум ҳисоб карда шуданд.

**Калимаҳои калидӣ:** комплексо, кислотаи аспарагин, кобальт (II), никел (II), титронии потенциометри.

**STUDY OF THE COMPLEX FORMATION  
OF COBALT (II) AND NICKEL (II) WITH  
ASPARAGINIC ACID BY pH METRIC  
TITRATION METHOD**

**O.G. Bobiev, Z.A. Yaminzoda**

The dissociation constants of aspartic acid and the stability constants of its complexes with cobalt (II) and nickel (II) were determined by potentiometric titration. The stability constants of the complexes were calculated by the Bjerrum method.

**Key words:** complexes, aspartic acid, cobalt (II), nickel (II), potentiometric titration.

**Сведения об авторах:**

Бобиев Олимджон Гуломкодилович, к.т.н., и.о. доцента кафедры «Технология текстильных изделий», Технологический университет Таджикистана axpert@mail.ru Тел: +(992) 907 57 70 25

Яминзода Зарина Акрам, к.т.н., и.о. доцента кафедры «Технология текстильных изделий», Технологический университет Таджикистана zuaminova@inbox.ru Тел: +(992) 900 28 10 85

## ИССЛЕДОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТВЁРДЫХ ТЕЛ

*К.А. Самиев<sup>1</sup>, И.Н. Ганиев<sup>2</sup>, Р.Д. Исмонов<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup>*Технологический университет Таджикистана*

<sup>3</sup>*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В статье приведено развитие методов регулярного режима по нескольким направлениям. В частности, изыскивались новые области применения методов, использовались очередные достижения электроизмерительной техники, совершенствовалась конструкция калориметрических ячеек. В процессе этих работ окончательно выяснилось, что регулярные методы, как и методы начальной стадии, целесообразно использовать в основном при измерениях вблизи комнатной температуры, где естественным образом обеспечивается изотермичность среды и начального состояния образцов. Однако вдали от нормальных климатических условий они, к сожалению, перестают отличаться от стационарных методов.*

**Ключевые слова:** *теплофизические измерения, теплопроводность, тепловой режим, калориметрические ячейки, сплавы, температура.*

На территории постсоветского пространства в 30-е годы прошлого века наметилось бурное развитие народного хозяйства. Промышленность стала проявлять большой интерес к научным разработкам. Возникла потребность в экспрессных, дешевых в изготовлении и простых в обслуживании приборах для измерения тепловых свойств вновь создаваемых технических материалов. В связи с этим в России несколько раньше, чем в Европе, специалисты в области теплофизических измерений обратили внимание на начальную и регулярную стадии нестационарных тепловых процессов. Первопроходцами в этих научных поисках стали видные российские теплофизики Г.М. Кондратьев, А.В. Лыков и А.Ф.Чудновский. Благодаря их деятельности в нескольких институтах страны возникли самостоятельные научные школы, занимающиеся разработкой методов начальной стадии (*нестационарных методов*), методов регулярного режима первого рода (*регулярных методов*) и методов регулярного режима второго рода (*квазистационарных методов*). Особую известность при исследовании теплофизических свойств получили методы регулярного теплового

режима, разработанные Г.М. Кондратьевым и его учениками, т.к. оказались наиболее простыми в реализации.

В последующие десятилетия развитие методов регулярного режима шло по нескольким направлениям. В частности, изыскивались новые области применения методов, использовались очередные достижения электроизмерительной техники, совершенствовалась конструкция калориметрических ячеек. В процессе этих работ окончательно выяснилось, что регулярные методы, как и методы начальной стадии, целесообразно использовать в основном при измерениях вблизи комнатной температуры, где естественным образом обеспечивается изотермичность среды и начального состояния образцов. Однако вдали от нормальных климатических условий они, к сожалению, перестают отличаться от стационарных методов. Для исследования тепловых свойств в широкой области температур более перспективными оказались квазистационарные методы (регулярные методы второго рода), линейная теория которых разработана А.В. Лыковым. К сожалению, их широкому внедрению мешали две причины: сложность реализации линейного разогрева и отсутствие надлежащего теоретического обоснования, позволяющего корректно учитывать произвольную температурную зависимость теплофизических свойств образца. Поэтому возникла идея объединить положительные качества регулярных и квазистационарных методов, теоретически обосновав возможность их применения в условиях монотонного (близкого к линейному) изменения температуры, когда удается равноправно учитывать как нелинейность уравнения теплопроводности, так и изменение скорости изменения температуры. Эти работы впервые были начаты в 60-х гг. XX века в ЛИТМО на кафедре теплофизики, в созданной Г.М. Кондратьевым проблемной лаборатории. Именно там удалось создать группу методов, синтезировавших в себе положительные качества регулярных и квазистационарных методов [1]. На основе этих методов позднее была разработана группа приборов, которые в совокупности

обеспечили измерения в области температур от 4,2 до 3000К. Наибольшую известность среди них получили приборы, предназначенные для измерений в интервале минус 100...400°С. В 70-х гг. XX века они были переданы на доработку в Ленинградское ГСКТБ теплофизического приборостроения и до 1992 г. выпускались серийно, в заводском оформлении (г. Актюбинск, Казахстан).

Методы измерения теплофизических свойств в условиях монотонного разогрева (охлаждения) часто называют *динамическими методами*. Они позволяют определять теплофизические свойства образца как функции температуры, поэтому опираются на *нелинейное* уравнение теплопроводности. Их физическую основу составляют линейные методы регулярного режима второго рода, с их относительно простыми расчетными формулами. Кроме того, обычно удается использовать образцы, имеющие форму пластинок, цилиндров и коротких стержней, в которых принудительно формируется практически одномерное температурное поле.

Особое место среди динамических методов занимают те, в которых образцом являются тонкие стержни (проволочки, ленты, и рубки, заполненные исследуемым веществом). При разогреве и охлаждении таких образцов легко удается сохранять их изотермичность, поэтому такие методы широко используют для экспрессного определения теплоемкости как функции температуры, причем как в области криогенных и низких, так умеренных и высоких температур (от 6 до 2000 К). Расчетные формулы таких динамических методов остаются строгими при произвольном характере зависимости теплоемкости образца от температуры.

В динамических методах, предназначенных для определения теплопроводности, температуропроводности и теплоемкости, образцам обычно придают форму короткого цилиндра или диска. Основными элементами тепловой ячейки при этом являются две плотно прижатые друг к другу пластины, разогреваемые (охлаждаемые) слабо меняющимся аксиальным тепловым потоком. Наибольшее распространение нашли те методы, в которых первая пластина имеет относительно низкую теплопроводность, а вторая выполнена из металла и сохраняет в опыте практически равномерное температурное поле.

Выделим три основных варианта таких тепловых ячеек.

*Вариант 1.* Металлическая пластина (ядро) 2 является постоянной деталью ячейки и имеет известные параметры  $c_2$ ,  $\rho_2$ ,  $h_2$ . Пластина (собственно образец) 1 имеет толщину  $h_1$ . Ячейка обеспечивает монотонный разогрев системы образец ядро заданным тепловым потоком  $q_0(\tau)$ . В опыте регистрируются тепловой поток, поглощаемый обеими пластинками, перепад температуры в образце  $v_1(\tau)$  и скорость разогрева ядра  $b(\tau)=dt_2/d\tau$ . Ячейка позволяет определять одновременно теплопроводность и теплоемкость образца.

Расчетные формулы:

$$\lambda_1 = \frac{h_1}{2v_1(\tau)} [q_0(\tau) + c_2 \rho_2 h_2 b(\tau)], \quad (1)$$

$$c_1 = \frac{1}{\rho_1 h_1} \left[ \frac{q_0(\tau)}{b(\tau)} - c_2 \rho_2 h_2 \right]. \quad (2)$$

*Вариант 2.* Пластина 2 тщательно защищена от теплообмена со средой и выполняет функции изотермического ядра с известной теплопроводностью  $C_2$ . Пластинка (образец) 1 имеет относительно малую толщину. В опыте регистрируются перепад температуры в образце  $v_1(\tau)$  и скорость разогрева металлического ядра  $b(\tau)=dt_2/d\tau$ . Выполняется ограничение

$$c_2 \rho_2 h_2 S \leq 10 C_2. \quad (3)$$

В данном варианте теплофизические измерения существенно упрощаются, так как отпадает необходимость иметь самостоятельный узел для задания и регистрации теплового потока  $q_0$ . Эту функцию берет на себя металлическое ядро. Но при этом метод теряет комплексность, позволяя независимо определять только теплопроводность. Исходная расчетная формула имеет вид

$$\lambda = \frac{h_1 C_2 b(\tau)}{S v_1(\tau)} (1 + \Delta\sigma_c), \quad (4)$$

где  $S$ — площадь образца (пластинки 1);  $\Delta\sigma_c$  - поправка на теплоемкость образца,  $\Delta\sigma_c = C_1/2C_2$ ,  $C_1 = c_1 \rho_1 h_1 S$ .

*Вариант 3.* Выполняются все ограничения предыдущего варианта, но меняются ролями пластинка и ядро, а именно – пластинка становится постоянной деталью тепловой ячейки, выполняя функцию тепломера, а металлическое ядро— исследуемым образцом с исследуемой

теплоемкостью. Параметры пластинки 1 предполагаются известными. Как и прежде, в опыте регистрируются только перепад температуры в образце  $v_1(\tau)$  и скорость разогрева ядра  $b(\tau)=dt_2/dt$ .

В этом варианте определяется удельная теплоемкость ядра

$$c_2 = \frac{v_1(\tau)\lambda_1}{\rho_2 h_2 b(\tau) h_1} (1 + \Delta\sigma_c) \quad (5)$$

Более детальное описание динамических тепловых ячеек, созданных к 90-м гг. XX века, приведено в монографиях [2-3]. В этих работах и оригинальных статьях подробно исследованы все побочные факторы, сопровождающие работу каждой тепловой ячейки. Важно отметить, что созданные тепловые ячейки в своей совокупности охватывают обширную область температур и самые различные группы веществ и материалов. Не останавливаясь на конкретном описании созданных динамических методов и их тепловых ячеек, обратим внимание на их общий теоретический фундамент [4-8].

### Выводы

В статье основные проблемы заключается в том, что общие аналитические приемы решения нелинейного уравнения теплопроводности отсутствуют. В предыдущих работах авторов было показано, что для обоснования динамических методов можно воспользоваться известным в математике способом последовательных приближений. Указанный способ интересен тем, что позволяет в условиях теплофизических измерений контролировать температурные границы линеаризации уравнения теплопроводности и при необходимости вводить в расчетные. Его суть сводится к тому, что все методы монотонного разогрева предназначены для определения теплофизических характеристик как функций температуры. Поэтому все они нуждаются в нелинейном обосновании.

### Литература:

1. Займан Дж. Электроны и фононы. -М.:ИЛ, 1962.-488 с.
2. Сафаров М.М. Теплофизические свойства окиси алюминия с метал-лическими наполнителями в различных газовых средах //

Диссер. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, Душанбе, 1986.-186 с.

3. Маджидов Х., Сафаров М.М. Теплофизические свойства пористой гранулированной окиси алюминия в зависимости от концентрации меди и температуры в газовых средах // Теплофизика высоких температур -1986.-Т.24.-№5. с.1037.

4. Ганиев И.Н., Муллоева Н.М., Низомов З., Обидов Ф.У., Иброхимов Н.Ф. Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций сплавов системы Pb-Ca // Теплофизика высоких температур. 2014. Т.52. №1. С.147-150.

5. Исмонов Р.Д., Ганиев И.Н., Сафаров А.М., Иброхимов Н.Ф. Удельная теплоемкость и изменение термодинамических функций алюминиевого сплава АБ1 (Al+1%Be) // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. ТТУ им. М.С. Осими. 2019. №1 (45). С. 90-96.

6. Иброхимов Н.Ф., Ганиев И.Н., Низомов З., Ганиева Н.И., Иброхимов С.Ж. Влияние церия на теплофизические свойства сплава АМг2 // Физика металлов и металловедения. 2016. т. 117. №1. С. 53-57.

7. Сафаров А.М., Самиев К.А. Тепловые и теплофизические свойства алюминиево-бериллиевых сплавов с редкоземельными металлами // Известия АН Респ. Таджикистан. Отделение физ. матем., хим., геол. и техн. наук 2007. №1. С. 27-35.

8. Исмонов Р.Д., Ганиев И.Н., Одиназода 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 СибГИУ. 2018. №2 (24). С. 22-26.

### УСУЛҲОИ ТАДҚИҚОТӢ ВА ТАҶРИБАВИИ ЧЕН КАРДАНИ ХУСУСИЯТҲОИ ТЕРМИКИИ ҚИСМӢ

*К.А. Самиев, И.Н. Ганиев, Р.Д. Исмонов*

Дар мақола рушди усулҳои речаи мунтазам дар якҷанд самт оварда шудааст. Аз ҷумла, самтҳои нави истифодаи усулҳо оварда шуданд, дастовардҳои минбаъдаи техникаи ченкунии электрикӣ истифода шуданд, тарроҳии ҳуҷайраҳои калориметрӣ такмил дода шуд. Дар ҷараёни ин корҳо, ниҳоят маълум шуд, ки усулҳои муқаррарӣ, ба монанди усулҳои марҳилаи ибтидоӣ, асосан ҳангоми чен кардани ҳарорат мутобиқ ба ҳарорати

хона, ки дар он чо изотермалияи муҳит ва ҳолати ибтидоии намунаҳо табиатан таъмин карда мешаванд, ба мақсад мувофиқ аст. Аммо, аз шароити муқаррарии иқлим, мутаассифона, онҳо аз усулҳои статсионарӣ фарқ мекунанд.

**Калимаҳои калидӣ:** ченакунии термофизикӣ, гармигузаронӣ, шароити гармӣ, ҳуҷайраҳои калориметрӣ, ҳӯлаҳо, ҳарорат

## RESEARCH AND EXPERIMENTAL METHODS FOR MEASURING THE THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF SOLIDS

*K.A. Samiev, I.N. Ganiev, R.D. Ismonov*

The article presents the development of methods of the regular regime in several directions. In particular, new areas of application of the methods were sought, further achievements of electrical measuring technology were used, the design of calorimetric cells was improved. In the course of these works, it finally became clear that regular methods, like the methods of the initial stage, are expedient to use mainly when measuring near room temperature, where isothermality of the medium and the initial state of the samples is

naturally ensured. However, far from normal climatic conditions, unfortunately, they cease to differ from stationary methods.

**Key words:** thermophysical measurements, thermal conductivity, thermal conditions, calorimetric cells, alloys, temperature.

### Сведения об авторах:

1. Самиев Кудбиддин Абдулхайевич – к.т.н., доцент, зав. кафедры «Физика, телекоммуникация и технические дисциплины» Технологический университет Таджикистана. E-mail: teltut@mail.ru Тел. (+992) 911110949

2. Ганиев Изатулло Наврузович – академик АН Республики Таджикистан, д.х.н., профессор-консультант научно-исследовательского отдела ТТУ имени М.С.Осими. E-mail: ganiev48@mail.ru Телефон: (+992) 934884879

3. Исмонов Рустам Довудович – к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» ТТУ имени академика М.С. Осими. E-mail: ird-78@mail.ru Телефон: (+992) 918786898

## ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. ДУШАНБЕ

*Ф.Р.Ниёзов<sup>1</sup>, Х.Б.Бобоев<sup>2</sup>, З.В. Кобули<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

<sup>3</sup>Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

В данной статье проведен анализ эффективности работы городских канализационных очистных сооружений ГУП «Обу корезии ш. Душанбе», расположенных на махале Гулбута, города Душанбе. Данный объект является сложным комплексом по очистке бытовых и производственных сточных вод. На очистном сооружении города Душанбе сточная вода проходят процессы механической и биологической очистки. Изучены содержание содержания некоторые загрязняющие вещества, поступающие на очистку и сбрасываемые в водоём после очистки. Учтено техническое состояние и качества работы сооружений, а также намечены возможности пути их ращения по повышению качественной работы очистных сооружений.

**Ключевые слова:** загрязняющие вещества, осадок, активный ил, эффективность очистки, канализационные очистные сооружения (КОС).

Строительство канализационных очистных сооружений (далее КОС) города Душанбе началось с 1934 года. В настоящее время около 80% территории города охвачено централизованной системой канализации. Общая протяженность канализационных сетей города Душанбе составляет 478 км. в том числе: уличная сеть 135,2 км., коллектора 112,4 км., дворовая и внутриквартальная сеть 231,2 км общее число канализационных колодцев около 15 тыс. шт.]

В данный момент общая мощность КОС г. Душанбе составляет 294,5 тыс.м<sup>3</sup>/сут. Воды, попадающие в канализационные источники, и последовательно поступают в очистные сооружения. В очистных сооружениях воды последовательно проходят процессы механической и биологической очистки, затем доочистки в биологических прудах.

Сооружение состоит из:

➤ механизированные решетки;

- песколовки (аэрируемая горизонтально-прямоточная и с круговым движением воды);
- первичные и вторичные радиальные отстойники;
- биологические пруды;
- иловые площадки [2].

Сооружения предназначены для очистки сточных вод от города с выпуском в реку Кафарниган, которая является водоемом рыбохозяйственного значения 1 категории и используется для рекреационного водопользования, а также протекает в черте населенных мест. Поэтому, успешное решение проблемы эффективности работы очистных

сооружений зависит от своевременного обеспечения экологического мониторинга.

Качество очищенной сточной воды должно соответствовать тем требованиям нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения. Поэтому, эффективность очистки городских сточных вод оценивается путем определения технической (механической, химической, биологической) и гигиенической эффективности очистки сточных вод. Общие требования к составу и свойствам воды согласно категории водопользования приводится в табл. 1. [3 и 4].

Таблица 1.

Требования к составу и свойствам воды в водных объектах, которые имеет контрольный створ в местах рекреационного водопользования и рыбохозяйственного значения.

№	Показатели	Категории водопользования	
		Для водных объектов рыбохозяйственного значения	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
1.	Взвешенные вещества	0,25 мг/дм <sup>3</sup>	0,75 мг/дм <sup>3</sup>
2.	Плавающие примеси	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление других примесей	
3.	Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5-8,5	Не должен выходить за пределы 6,5-8,5
4.	Минерализация воды	Не более 1000 мг/дм <sup>3</sup> , в т. ч.: хлоридов - 350 мг/дм <sup>3</sup> ; сульфатов - 500 мг/дм <sup>3</sup>	Не более 1000 мг/дм <sup>3</sup> , в т. ч.: хлоридов - 350 мг/дм <sup>3</sup> ; сульфатов - 500 мг/дм <sup>3</sup>
5.	Биохимическое потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> )	Не должно превышать при температуре 20 °С - 2 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Не должно превышать при температуре 20 °С - 4 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
6.	Химическое потребление кислорода (ХПК)	Не должно превышать: 15 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Не должно превышать: 30 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
7.	Химические вещества	Не должны содержаться в воде водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ	Не должны содержаться в воде водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ
8.	Микробиологические показатели	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций

Поступающие сточные воды, имеют высокую микробиологическую загрязненность, содержат минеральные примеси (глина, песок, минеральные соли) и органические вещества. В 2020 году в поступающих сточных водах наблюдается высокое содержание азотсодержащей группы, фосфатов, железа, нефтепродуктов, СПАВ и другие. Определение химического состава сточных вод

выполняли в соответствии с методикой [5], на базе Центральной лаборатории КОС г. Душанбе. Информация о состоянии содержания некоторых загрязняющих веществ и контролируемых параметров в сточных водах за 2020 год при входе и выходе из очистных сооружений приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Эффективность работы очистных сооружений за 2020 г.

№	Показатель	Концентрация на входе в очистные сооружения Свх, мг/л	Концентрация на выходе в очистные сооружения Свх, мг/л	Эффективность очистки, %
1.	Взвешенные вещества	25,8	14,1	45,4-76,8
2.	Нефтепродукты	-	-	-
3.	Нитраты	0,23	0,26	-
4.	Фосфаты	1,50	1,02	32,0
5.	Сульфаты	22,2	19,41	12,5
6.	Хлориды	18,6	11,9	36,1
7.	БПКп	13,9	4,9	64,7-85,1
8.	ХПК, мгО/л	184,4	107,8	41,5-50,5
9.	Железо	0,22	0,16	27,3
10.	Медь	-	-	-
11.	СПАВ	0,48	0,34	29,1
12.	рН среды	6,7	6,6	-

Полученная информация о анализ материалов по лабораторным контрольным исследованиям из очистных сооружений (см. табл. 2 и 3) свидетельствует о некачественной очистке сточных вод от биогенных и других компонентов. После очистки сточных вод можно наблюдать повышение нитритов, результаты очистки от фосфатов не достигает и 50 %. При рассмотрении информации можно увидеть низкую эффективность очистки, для железа, СПАВ, хлоридам и сульфатам [6, 7].

Фактические показатели эффективности работы очистных сооружений объясняются изменением качественных и количественных характеристик сточных вод, поступающих на очистку, изношенностью технологического оборудования и несвоевременной корректировкой технологического режима.

За последние годы техническое состояние КОС г. Душанбе резко ухудшилось. В настоящее время поступают на КОС хозяйственно-бытовые сточные воды в которых преобладает аммонийный азот и для уменьшения его содержания необходимо

налаживать работу сооружений биологической очистки, однако из-за отсутствия необходимого оборудования (компрессоров, задвижек, труб и тд. вышедшего из строя, износа и поломки) нет возможности эффективно эксплуатировать сооружения. Анализ состояния КОС показывает, что в основном сооружения работают как отстойники и они сильно заилены. Не эффективно работает аэротенков и поэтому низкий эффект очистки. За последнее 15 лет не производились капитальные ремонтные работы, износ самих сооружений составляет от 70 до 100% и часть которого не подлежит ремонту, требует полной замены. Доочистка сточных вод осуществляется на биопрудах, которые заполнены осадком.

В ходе технологического процесса на КОС г. Душанбе образуются твердые и жидкие отходы: избыточный активный ил, песок из песколовков, сырой осадок из первичных отстойников, плавающие вещества из первичных отстойников. Состав и характеристика жидких и твердых отходов представлена в табл. 3.

Таблица 3.

Остаток (твердых и жидких отходы) канализационных сточных вод после высыхания		
Наименование отходов	Количество отходов, тн/сут.	Влажность, %
Активный ил	7,92	95,9
Песок	1,97	75
Плавающие вещества	0,19	68

Процессы механическая обезвоживания осадка на очистных сооружениях не предусмотрена. По существующей технологии твёрдые и жидкие отходы (сырой осадок, активный ил) направляются на хранение в иловые площадки. Имеющие иловые площадки КОС в количестве 54 шт., функционируют удовлетворительно.

Таким образом, можно выделить следующие проблемы в работе КОС г. Душанбе:

- канализационные очистные сооружения не в состоянии выполнять эффективно очистка стоков до проведения капитального ремонта и замена оборудования, которые требуют значительных финансовых и материальных затрат;

- степенью износа технологического оборудования КОС, составляет в среднем более 70%;

- из-за роста численности населения, увеличивается объем образования стоков с изменением характера и качества сточных вод;

- не эффективно работает биологическая очистка и поэтому, низкая эффективности очистки.

На решение задачи реконструкции и модернизации очистных сооружений необходимо «Инвестиционная программа по развитию системы КОС в городе Душанбе». Для достижения целей программы предполагается решить следующие задачи:

1. Поэтапная замена изношенного и морально устаревшего оборудования на новое оборудование, отвечающее современными экологическими требованиями;

2. Строительство цеха по механическому обезвоживанию осадок сточных вод;

3. Обновление технологической сети работы аэротенков, метатенков, биологически очищенных стоков и доведение фактической мощности сооружения до требуемого объёма очистки.

В результате выполнении программы будет увеличена фактической мощность КОС г. Душанбе, атак же технологические решения позволять повысить эффективность очистки стоков.

#### Литература:

1. Текущее состояние водоснабжения и канализации г. Душанбе / Бокиев Б.Р., Сафаров Б.Т., Бобоева Ш.С. // В сборнике: Современные тенденции в развитии водоснабжения и водоотведения. Материалы Международной конференции, посвященной 145-летию УП "Минскводоканал": в 2 частях. 2019. С. 25-31.

2. Хисамеева Л.Р., Селюгин А.С., Абитов Р.Н., Бусарев А.В., Урмитова Н.С. Обработка осадков городских сточных вод: учебное пособие. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.- строит. ун-та, 2016. – 105 с.

3. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Дата введения 2001г.

4. Методика оценки технологической эффективности работы городских очистных сооружений канализации. Минжилкомхоз РСФСР, Минводхоз СССР. - М.: Стройиздат, 1987. - 16 с.

5. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. Изд. 3-е, перераб. М., Стройиздат, 1977. - 299 с.

6. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 704 с.

7. Азимов Д.С., Электрофизические и нанохимические инновации в обеспечении энергоресурсосбережения, промышленной и экологической безопасности / Азимов Д.С., Колесников С.В., [и др.]// Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2018. № 46 (72). С. 120-122.

#### АРЗЁБИИ ФАЪОЛИЯТИ САМАРАНОКИ КОРИ ТЕХНОЛОГӢ ДАР ИНШООТИ ОБТОЗАКУНИИ КАНАЛИЗАТСИОНИИ Ш, ДУШАНБЕ

**Ф.Р. Ниёзов, Ҳ.Б.Бобоев, З.В. Кобули**

Дар ин мақола самаранокии кори иншооти обтозакунии Корхонаи воҳиди давлатии «Обу



корезии ш. Душанбе ", ки дар маҳаллаи Гулбути шаҳри Душанбе ҷойгир аст баҳо дода шудааст. Иншооти мазкур як маҷмааи мураккаби обтозакунанда буда, барои тоза кардани оби партовҳои маишӣ ва саноатии шаҳр нигаронида шудааст. Тозашавии оби партовҳо аз равандҳои пурраи тозакунии механикӣ, химиявӣ ва биологӣ мегузарад. Дар мақола таҳлили химиявӣ баъзе моддаҳои ифлоскунанда то тозакуни ва пас аз тозашавии дар раванди технологӣ, ки ба ҳавзаҳои биологӣ партофта мешавад, омӯхта шудааст. Инчунин дар таҳлили мазкур ба ҳолати техникӣ ва сифати кори иншоот баҳо дода шуда, оид ба имкониятҳои баланд бардоштани сифати кори иншоот пешниҳодҳо оварда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** иншооти тозакунии канализатсионии шаҳрӣ (ИТК), моддаҳои ифлоскунанда, такшоншавӣ, илӣ фәъл, самаранокии тозакуни.

#### ASSESSMENT OF THE TECHNOLOGICAL EFFICIENCY OF THE SEWERAGE TREATMENT FACILITIES IN DUSHANBE

*F.R. Niyozov, Kh.B. Boboev, Z.V. Kobuli*

This article analyzes the efficiency of the city sewage treatment facilities of the State Unitary Enterprise "Obu korezii sh. Dushanbe" are located on

the Gulbut mahalla, Dushanbe city. This facility is a complex complex for the treatment of domestic and industrial wastewater. Wastewater treatment goes through a full cycle of mechanical and biological treatment. The content of the content of some pollutants entering the treatment and discharged into the reservoir after treatment has been studied. The technical condition and quality of the facilities were taken into account, as well as the possibilities of ways of their growth to improve the quality of the treatment facilities were outlined.

**Key words:** urban sewage treatment plants (WWTP), pollutants, sludge, activated sludge, treatment efficiency.

#### Сведения об авторах:

1. Ниёзов Фирузджон Рустамхонович-докторант PhD 1-го курса кафедры "БЖД и Э" ТТУ имени акад. М.С. Осими

E-mail: Fira\_5050@mail.ru Тел:+992918105660;

2. Бобоев Хакназар Бобоевич - ст. преподаватель кафедры "БЖД и Э" ТТУ имени акад. М.С. Осими. E-mail: boboev\_h@mail.ru

3. Кобули Зайналобиддин Вали - д.т.н., профессор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. E-mail: kobuliev@mail.ru

#### СОСТОЯНИЕ ТАКСОМОТОРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В ГОРОДСКОМ ПАССАЖИРСКОМ СЕКТОРЕ ГОРОДА ДУШАНБЕ

*Э.А. Абдурузиков<sup>1</sup>, М.Ю. Юнусов<sup>2</sup>, Б.Ж. Мажитов<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Бохтарский государственный университет им. Носири Хусрав

<sup>2,3</sup>Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими

В статье затронуты проблемы обеспечения населения г. Душанбе автомобилями-такси. В г. Душанбе перевозками пассажиров таксомоторным транспортом, в основном занимаются операторы частного сектора Темпы роста объемов таксомоторных перевозок по-прежнему остаётся высоким по сравнению с другими видами пассажирского транспорта. Однако, несмотря на это, в отдельных селитебных районах города, по-прежнему ощущается острая нехватка данного вида транспорта.

**Ключевые слова:** городской транспорт, таксомоторные перевозки

Для улучшения обслуживания населения городским автотранспортом в больших городах значимость легкового таксомоторного транспорта очевидна. Данный вид транспорта является

сравнительно комфортабельным и распространенным среди городского населения, пользующего индивидуальные транспортные средства передвижения. Достаточно высокое удобство, высокая скорость движения, возможность доставки пассажира от начального к конечному пункту передвижения пассажира и автономность функционирования отождествляет легковой автомобиль как один из наиболее массовых средств передвижения [1].

Основным преимуществом автомобиля-такси является быстрота доставки и экономия времени прибытия в пункт назначения.

В г. Душанбе перевозками пассажиров таксомоторным транспортом, в основном занимаются операторы частного сектора (табл. 1). Однако, регулированием их деятельности занимается ГКУ «Душанбенаклиёт-хадамотрасон».

Таблица 1.

Список операторов таксомоторных перевозок г. Душанбе (по состоянию на 01.01.2018 г.).

№ т/б	Наименование	Код	Место дислокации	Количество автотранспортных средств
1	ЗАО «Мехкалоннаи №50»	1212	Гиссарская автомагистраль, 7 км	172
2	ООО «Холдинги Осие гурух Тоҷикистон»	1616	пр.Сино, 110	308
3	ООО «Талко Персия»	3333	ул.Карамова, 29	275
4	ООО «Лочувард»	6363	ул.Р.Набиева, 240	68
5	ОАО «Наклиёт»	2525	пр. Дж. Расулова,	82
6	ООО «Рахнамо»	4343	ул.С.Шерози, 26	100
7	АООТ «Сайёр-1»	0550	Возле компании TCELL	112
8	ООО «Сорбон-14»	6161	ул.Абдуллобекова, 6 (МЖК)	113
9	ООО «Олуча Авто»	7000	ул.Кахорова, 111 (Мясокомбинат)	222
10	ООО «Сайёҳон»	3333	ул.Карамова, 29	106
11	ООО «Шохрохи Бадахшон»	4444	ул.Назаршоева, 149	101
12	ООО «ЛТД Мусофир»	1441	ул.Карамова	113
	<b>Всего</b>			<b>1769</b>

Прим.: количество автотранспорта ежемесячно меняется

По предварительным анализам данные табл. 1 не совсем соответствуют действительности. Опрос и исследования, проведенные по изучению данного вопроса показали, что на улично-дорожной сети столицы в действительности функционируют, количество такси почти в 2 раза превышающее данные ГУ «Душанбенаклиётхадамотрасон». Например, ООО «Талко Персия» имеет более 1000 такси (3333), а ЗАО «Мехкалонна 50» более 500. Итого, в настоящее время в г. Душанбе таксомоторные перевозки осуществляются более 3 тыс. автомобилями-такси.

Подавляющее большинство частных компаний, занимающихся таксомоторными перевозками, осуществляют свою деятельность транспортными средствами самих водителей, принятых на работу. Условия конкуренции на рынке транспортных услуг вынуждает частных перевозчиков к периодическому обновлению своего парка подвижного состава. Несмотря на это, возрастной состав таксомоторов вовлеченных на перевозку пассажиров города, остается относительно низким.

Городское движение характеризуется напряженными условиями, как высокая плотность транспортного потока, возникновение частых «пробок», несоблюдение подавляющим количеством водителей, особенно микроавтобусов и несанкционированных такси, безопасной дистанции при движении в потоке. В этих условиях, и с учетом

того, что автомобиль-такси эксплуатируется более 10 часов в сутки, с пробегом 100-150 км, к скоростным качествам, долговечности и надежности данного вида транспорта предъявляются повышенные требования.

Доставка пассажира в указанное место в кратчайший срок – является основным критерием оценки мобильности автомобилей-такси. [2]. Поэтому, необходимо большое внимание уделять режиму работы на линии, выбору временных стоянок качество связи водителей с оператором в диспетчерском пункте.

Однако, в настоящее время, из-за неравномерного обеспечения таксомоторами автопредприятий г. Душанбе, неоправданно высоким остается время доставки такси клиентам. Проведенный опрос пассажиров со стороны специалистов ООО «НИИ Транспорта» показал, что в редких случаях прибывает такси по вызову в течение менее 5 минут. В большинстве случаев это время составляет 10-15 минут: при вызове такси оператор сообщает, что «...Вас поставили в очередь таким-то номером...», в некоторых случаях Вам сообщают, что «ждите такси в течение 10 минут», а в некоторых случаях телефон вызова такси вообще не отвечает из-за занятости, либо по другим причинам.

Средняя дальность одной поездки такси составляет 6-8 км, а режим работы водителя 11 часов, включая 2 обеда по 30 мин. На каждый автомобиль закреплены 1-2 водителя, средняя скорость движения 35-40

км/час. Средняя время доставки одного пассажира составляет 12 мин [3].

Другой немаловажной проблемой таксомоторных перевозок в столице является нездоровая конкуренция из-за функционирования нелегальных такси, названные горожанами «такси-трешки», до недавнего времени осуществляемые перевозку клиентов по определенному маршруту за 3 сомони/ чел. Несмотря на усилия муниципальной власти столицы, полностью ограничить деятельность «нелегалов» не удалось, более того стоимость проезда на них возрос до 5 сомони / чел.

Перевозчики, осуществляющие таксомоторные перевозки в установленном законом порядке, имеют равный доступ к таксомоторным стоянкам, в порядке общей очереди производить посадку (высадку) пассажиров, погрузку (выгрузку) их ручной клади, а также осуществлять стоянку таксомоторов. Доступ перевозчиков к пользованию местами размещения стоянок легковых такси является свободным и не зависит от принадлежности перевозчика к какой-либо определенной службе такси.

Перевозчики, осуществляющие таксомоторные перевозки на территории г. Душанбе, обязаны:

- поддерживать чистоту и порядок на закрепленных стоянках;
- не создавать друг другу препятствий и ограничений в пользовании стоянками легковых такси;
- не нарушать порядок посадки (выгрузки) пассажиров и их ручной клади.

Хукумат г. Душанбе осуществляет контроль и мониторинг за соблюдением перевозчиками, осуществляющими таксомоторные перевозки на территории г. Душанбе указанных минимальных требований.

Темпы роста объемов таксомоторных перевозок по-прежнему остаётся высоким по сравнению с другими видами пассажирского транспорта. Росту таксомоторных перевозок способствуют систематическое повышение материального благосостояния народа, совершенствование методов организации и управления движением автомобилей-такси, оснащение таксомоторных предприятий комфортабельными и динамичными автомобилями. В не малой степени повышение спроса на таксомоторные перевозки связано и с систематическим повышением тарифов на пассажироперевозки городским общественным транспортом.

Для успешного функционирования автомобиля-такси необходимо создать все условия, чтобы их число на линии соответствовало бы спросу населения.

Большое значение для пассажиров такси имеет выбор места стоянки автомобилей-такси. Расстановка на стоянке автомобилей должны обеспечивать наименьшее расстояние от пешего хождения пассажира, минимальное пересечение транспортных потоков, максимально возможный быстрый выезд и наименьшее количество маневров при установке автомобиля на стоянку и выезде его из стоянки [3].

В г. Душанбе обслуживание населения осуществляется по заказам, с помощью которого обеспечивается перевозка по принципу «от двери к двери». Качества таксомоторного обслуживания населения, в этом случае зависит от уровня диспетчеризации, бесперебойной работы оперативной связи между диспетчерскими пунктами и водителями.

В традиционной системе функционирования таксомоторных автопредприятий служба регистрации заказов принимает от населения заказы на услуги автомобилей-такси и организует их выполнение. Водителям такси заказ передавался посредством радиосвязи, а водителям нерадиофицированных автомобилей заказ передавался через стоянки, имеющими телефонную связь.

На заказ, принятый по телефону, диспетчер заполнял бланк-заказа. На бланке время приема заказа отмечалась штамп-часами. Заказы сортировались на срочные и предварительные. Срочные заказы поступали на исполнение диспетчерам автомобилей-такси с радиосвязью. Водители данных автомобилей-такси были обязаны после каждой поездки докладывать диспетчеру о месте своего нахождения.

Однако, аппаратное оформление данной системы морально устарело. Существенное повышение эффективности управления заказными таксомоторными перевозками достигнуто внедрением автоматизированных систем управления перевозками такси (АСУ ПТ), действующих на базе управляющего вычислительного комплекса с применением нестандартных технических средств.

АСУ ПТ все функции центральной диспетчерской службы предприятия таксомоторных перевозок, т.е. прием заказов на предоставление услуг такси, создание банка информации о работе диспетчерской службы и водительского состава.

Расчет потребности населения в автомобилях-такси по г. Душанбе, выполненный в трех вариантах показал, что несмотря на значительное увеличение количества автомобилей-такси в последние 2 года, в

отдельных селитебных районах города, по-прежнему ощущается острая нехватка данного вида транспорта (табл. 2).

Таблица 2.

Потребности населения в легковых автомобилях-такси по транспортным районам.

№ п/п	Наименование условных районов	Население, тыс.чел.	Потребность в легковых автомобилях-такси, ед.			Коэффициенты важности участка (в зависимости от объема пассажиро-образующих объектов)
			Писимистический	Оптимистический	Нормальный	
1	Промзона (Цементный завод, комбинат стройматериалов), Водоносная, ТАУ	32,8	25	66	49	0,50
2	участок между р.Душанбинка и У.Хаям, ул.А.Навои и Карамова, ДГПУ, ТГМУ	40,6	55	146	110	0,90
3	Зарафшанская, Испечак	34,1	43	116	87	0,85
4	Верхний Казакон, 112 микрорайон, ул.А.Навои(обоих сторон)	32,8	39	105	79	0,80
5	Поселок Мехробод (Калинин), север. част 91-9 микрорайонов, ул.Карамова (обоих сторон)	9,5	14	38	29	1,00
6	Нижний Испечак 2, 102 микрорайон до ул.Богоутдинова	26,5	36	95	72	0,90
7	101, 92 и 82 микрорайоны, нижний Казакон	34,1	46	123	92	0,90
8	91 микрорайон, РКБ-3, к.Борбад, ВДНХ, Молодежная озеро	16,2	29	78	58	1,20
9	Центральный Стадион, Зоопарк, Университетский городок	5,6	10	27	20	1,20
10	103, 104, 84 и 15 микрорайоны, Авул	45,1	61	162	122	0,90
11	83, 11 и 13 микрорайоны, Автовокзал, п.Хаёти.Нав	29,5	44	118	89	1,00
12	Дома между ул.Ш.Шотемур, ул.проф.Хусензода, ул.Н.Мухаммад и ул.Лохути, Слав.Институт	31,5	52	139	104	1,10
13	Дома между ул.Лохути, Н.Мухаммад и д.Народов, п.Победа, Налоговый Институт	18,6	28	74	56	1,00
14	Дома между ул. ак.Назаршоев, ул.проф. Хусейнзода, ак.Адхамов, Садбарг, ж/д Вокзал, ТТУ, ТГУ, Наврузгох	31,6	57	152	114	1,20
15	Дома между ул.ак.Адхамов, ул.Н.Мухаммад. ул.Д.Народов, ул.Зебуниссо	29,4	40	106	79	0,90
16	14, 32 и 31 микрорайоны, ул.Абдуллобеков до ул.Н.Ганджави	25,8	35	93	70	0,90
17	12 микрорайон, Яккачинарская до ул.Мушфик и р.Душанбинка, Гулистон, Цирк	30,6	50	135	101	1,10
18	33 и 34 микрорайоны, до ул Абая и ул.Борбада Р.Чал-чам	20,3	27	73	55	0,90
19	Дома между ул.Борбада, ул.Мушфики, ул.Абая и р.Душанбинка	40,5	55	146	109	0,90

20	Мясокомбинат, п.Южный и дома между ул.Шмидта, р.Душанбинка и ТЭЦ до ул.Корг (ул.Матросова), Текстилькомбинат	21,3	26	68	51	0,80
21	Аэропорт, ул.А.Дониш	25,1	47	126	94	1,25
22	Каротегинская, ДОК, участок между ул.Восе и Зебуниссо	19,8	24	63	48	0,80
23	Жилмассив между 7-9 км пр.Айни	32,4	29	78	58	0,60
24	52 и 53 микрорайоны, дома между ул.Абай, ул.Джами, 1-Советский, ДСК до канал, Ист.Сервис, Инст.Искусства	28,2	40	107	80	0,95
25	46 микрорайон, р.С.Кабир, дома между ул.Аба ул.Джами и р.Душанбинка, Ком.институт, Диагностика	32,5	49	130	98	1,00
26	Дома между ул.Шмидт и АТП-Дизел, к/з Россия	8,3	15	40	30	1,20
27	62 микрорайон, дома между ул.Джами, ул.Фирдавси до парк Д.Народов, Мардон	39,4	47	126	95	0,80
28	61 и 63 микрорайоны, р.Саховат	49,9	75	200	150	1,00
29	65 микрорайон, Гипроземгородок	32,9	44	118	89	0,90
30	Р.Корвон, Автоцентр до п.Гульбута и р.Душанбинка	6,5	15	39	29	1,50

Таким образом, можно заключить, что вопрос обеспечения населения г. Душанбе автомобилями-такси остается нерешенным. В контексте повышения роли общественного городского транспорта в секторе пассажироперевозок, за пределами внимания остались проблемы автомобилей-такси, которые как-правило не заменяют, а дополняют маршрутизированный городской транспорт, поскольку их используют, в основном при срочных поездках, перевозках, которые требуют доставки пассажира «от двери к двери»; поездках пассажиров с багажом и т.п.

#### Литература:

1. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов / Е.М. Лобанов. – М. : Тран- спорт, 1990. – 240 с.
2. Попов В.Н. О совершенствовании методов организации парковки легковых автомобилей на улично-дорожной сети городов с использованием теории конфликтных ситуаций / В.Н. Попов: материалы XIII Международной научно-практической конференции «Вопросы планировки и застройки городов». – 26–27 мая 2006 г. – Пенза : ПГАСА., 2006. – С. 148–153.
3. Умирзоков А.М. Оценка эффективности общественного маршрутного транспорта в городе Душанбе/ А.А. Саилов, Б.Ж. Мажитов, А.Л. Бердиев, Ф.А. Турсунов/ Вестник ТГУ им. акад. М.С. Осими №1(37) – 2017 г. Душанбе, изд. ТГУ им. акад. М.С.Осими, С - 81- 90.

4. Лазаренко, Т.В. Исследование некоторых характеристик системы обслуживания населения легковым таксомоторным транспортом: Автореферат диссертации / Т.В. Лазаренко. – М.: 1999. – 23 с.

#### STATE OF TAXI TRANSPORTATION IN THE URBAN PASSENGER SECTOR OF DUSHANBE

*E.A. Abdurozikov, M.Y. Yunusov, B.J. Majitov*

The article presents the issues of providing the population of Dushanbe city with taxi. In Dushanbe, passenger transportation by taxi is mainly carried out by private sector operators. The growth rate of taxi traffic is still high compared to other types of passenger transport. However, despite this, in some residential areas of the city, there is still an acute shortage of this type of transport.

**Keywords:** urban transport, taxi traffic.

#### ҲОЛАТИ ҲАМЛУ НАҚЛИ ТАКСОМОТОРӢ ДАР СЕКТОРИ МУСОФИРБАРИИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ

*Э.А. Абдурозиков, М.Ю. Юнусов, Б.Ж. Мажитов*

Дар мақола мушкилоти таъмини аҳолии ш. Душанбе бо автомобилҳои сабуқрави таксӣ баррасӣ шудаанд. Дар ш. Душанбе ҳамлу нақли таксомотории мусофиронро асосан интиқолдиҳандагони сектори шахсӣ иҷро мекунанд. Дар муқоиса бо намудҳои дигари нақлиёти мусофирбарӣ, то имрӯз афзоиши ҳаҷми

хамлу накли таксомотории мусофирон боки мемонад. Аммо, новобаста аз ин, дар баъзе қисмати аҳолинишини шаҳр ҳоло ҳам нарасидани ин намуди наклиёт баръало ҳис карда мешавад.

**Калимаҳои калидӣ:** наклиёти шаҳрӣ, ҳамлу накли таксомоторӣ.

#### **Сведения об авторах:**

Абдурозиков Элмурод Алимуродович – соискатель кафедры "Автомобильный транспорт" Бохтарского государственного университета им.

Носири Хисрав. Тел. (+992) 935224825 E-mail :abdurozikov@bk.ru

Юнусов Мансур Юсуфович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой “ЭАТ”. Тел: (+992) 934488399 E-mail -yunusov@mail.ru

Мажитов Бахриддин Жамилович – к.т.н., автор свыше 50 научных работ. Область научных интересов «Исследование адаптации автотранспортных средств к условиям высокогорья и жаркого климата».

## **МОДЕЛЬ РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТЬЮ АГЕНТОВ ЦИФРОВОЙ ЛОГИСТИКИ**

**В.А. Корнев<sup>1</sup>, А.А. Макенов<sup>2</sup>, Р.К. Раджабов<sup>3</sup>, А. Солтан<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup>НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева», Республика Казахстан

<sup>4</sup>Таджикский государственный университет коммерции

Настоящая статья посвящена вопросам разработки методики оценки и прогнозирования качества принятия решений в условиях цифровой логистики. Задачей исследования является количественная оценка вероятных рисков и достоверности контроля в системах робастного управления транспортной логистикой. В работе предложена вероятностная модель количественной оценки достоверности контроля и рисков принятия решений для различных вариантов соотношения поля нормативов и неопределенности распределения контролируемого параметра.

**Ключевые слова:** вероятность, имитационный, логистика, модель, норматив, психотип, процесс, распределение, решение, робастность, статистический, цифровая.

#### **Введение**

Качество принимаемых решений в робастной системе управления является сложной композицией многоэтапных процедур и условий [1,2]. Проектирование системы начинается с определения цели (целевой функции), после чего обосновывается критерий или совокупность критериев. В целевой функции отражаются «выходные» показатели системы [3]. О проблеме формирования системной цели указывается в работе Надлера Д. и Хибино Ш., где отмечается, «что нередко на определение цели уходит больше года» [4]. В некоторых работах количество целей иногда насчитывается большое множество, тогда как в фундаментальной работе Гермейера Ю.Б. математически доказывается единственность существования цели в сложных системных операциях [5]. Наличие множества целей приводит

к увеличению «беспорядка в системе» (энтропии), и как следствие, неэффективному использованию имеющихся ресурсов.

Исследованиями последних лет было подтверждено, что процессы, особенно в сверхсложных системах цифровой логистики имеют нелинейный характер. Погоня за линейным упрощением поведения системы приводит к тривиальным решениям, выхолащивающим суть явлений. Все реальные системы, как правило, являются открытыми и нелинейными. Закрытость и линейность «есть исключение из правила, следствие искусственного и неправомерного, упрощения действительности» [6]. И может быть, это является одной из причин неэффективности на практике модельных исследований.

Отмеченные явления в сложных системах учеными определяются, как «новая парадигма», получившая название «синергетика» [7]. Синергетика (от греч. synergetikos - совместный, согласованный, действующий) – междисциплинарное направление, изучающее внутрискруктурные связи между подсистемами, которые образуются в открытых системах. Таким образом, возникает новая теория рождения информации из динамического хаоса и, как отмечается «Синергетика как метадисциплина понимается, как то, что пришло на смену системному и кибернетическому подходу [6]. Синергетика это не философия, это проектная, познавательная практика». Сам Герман Хакен, автор этого названия, отмечал, что синергетика не обладает прогностической силой, непременным атрибутом науки, и развивается не интенсивно, а

экстенсивно где действуют некие механизмы, являющиеся «неотъемлемой частью эволюции системы». Из этого следует, «что существующие свойства и классические определения системы чрезмерно упрощают суть происходящих процессов» [7].

Принятие решения в большинстве случаев осуществляется в условиях неопределенности. Авторы делят условия, в которых принимаются решения, на три основных типа: условия принятия решений на условия полной определенности, условия статистической неопределенности и условия полной неопределенности. Джеймс Лайтхилл, бывший президентом Международного союза теоретической и прикладной механики, в 1986 году выступил с заявлением «... Нас не покидает коллективное желание признать свою вину за то, что мы вводили в заблуждение широкие круги образованных людей, распространяя идеи о детерминизме систем, удовлетворяющих законам движения Ньютона, идеи, которые, как выяснилось после 1960 г., оказались неправильными» [2]. Опираясь на вышеприведенный анализ, в предлагаемом исследовании, модельные подходы будут опираться на условия неопределенности и риска. Понятие «неопределенность» (англ. «Uncertainty») появилось более 30 лет назад. Согласно [8] «неопределенностью может быть, например, стандартное отклонение (или кратное ему число) или ширина доверительного интервала». Неопределенность в последнее время широко используется в европейских странах и уже находит применение в России и Республике Казахстан, что приводится в ряде нормативных документов. Неопределенность порождает риски. Условиями риска называются такие, в которых известны законы распределения исследуемых параметров и результатов. Риск в системе управления возникает, как правило, на этапах контроля и последующей процедуры принятия решения [2, 9]. Фактор человека в контуре управления объектом, а также факторы неопределенности процедур и процессов в системе принятия решений приводят к потере функциональной устойчивости и эксплуатационной надежности. Все эти последствия можно агрегировать в проблему робастности управления [10].

#### **Материалы и методы исследований.**

Методологической базой исследования является системный подход. Для обработки полученных

экспериментальных данных использовался аппарат математической статистики и профессиональный программный пакет Statistica. Для проверки степени адекватности теоретических предпосылок реальным исследуемым процессам была разработана имитационная модель и реализован компьютерный эксперимент.

**Результаты и обсуждение.** Любая система управления, особенно в проектировании и эксплуатации цифровых логистических систем, обязательно содержит процедуру контроля [11, 12]. Робастные системы цифровой логистики являются многоагентными композициями, в которых в результате декомпозиции можно выделить следующие агенты: агент–поток информации, агент–процесс измерения, агент–норматив, агент–процесс анализа, агент–процесс решения, агент–обратная связь. Агент «измерение» в данном контексте может рассматриваться в довольно широком смысле независимо от его природы. При измерении средствами, обладающими случайной погрешностью, возможны следующие ошибочные решения:

1) Истинное значение параметра  $S_i$  меньше предельного  $S_i < S_{лв}$ , а измеренное значение  $S_{изм}$  превышает предел  $S_{изм} > S_{лв}$ . В данном исходе имеет место случай, когда истинное значение контролируемого параметра находится в допустимой зоне – «годен», а «прибор» ошибочно фиксирует его за пределами норматива – «не годен». Этот случай называют «ложный брак», а вероятность его появления – вероятностью ложного брака  $P_{лб}$ .

2. Истинное значение параметра  $S_i$  находится за пределами  $S_i > S_{гв}$ , а измеренное значение  $S_{изм}$  в пределах допуска  $S_{изм} < S_{гв}$ . Этот случай будем называть необнаруженный брак и соответствующая вероятность – вероятностью необнаруженного брака  $P_{нб}$ . Интегральным показателем качества контроля следует считать достоверность  $D$ , которая определяется выражением  $D = 1 - (P_{лб} + P_{нб})$ . При расчете достоверности заданы: функция плотности распределения контролируемого (диагностического) параметра  $f(S)$ ; функция плотности распределения погрешности измерения контролируемого (диагностического) параметра  $\varphi(S_{изм})$ ; нормативные параметры контроля  $S_n$  и  $S_g$ .

Практика управления показывает, что наиболее сложным трудоемким и рисковым этапом является реализация решения. Именно здесь проявляются

психологические факторы, профессиональный уровень, опыт и другие характеристики лица принимающего решение (ЛПР). Реализации решения с целью восстановления нормативных функций в системе управления и принятия решения являются обратной связью, без которой не может существовать (быть устойчивой) робастная система цифровой логистики. Цикл управления с обратной связью содержит этап измерения функционального параметра  $S_i$ , сравнение измеренного значения с нормативными  $S_n$  и  $S_в$ , если контролируемый параметр объективно или ложно зарегистрирован за пределами нормативов, то возникает необходимость активного вмешательства в деятельность системы с целью устранения возникшей проблемы. В техническом обслуживании сложного объекта, например, автомобиля, восстановление работоспособности решается путем проведения определенных регулировочных работ. Независимо от типа объекта, возможности устранения возникшей проблемы имеют существенные ограничения особенно в условиях неопределенности. Во-первых, неясно до какого уровня восстанавливать состояние системы, во-вторых, нет точной и эффективной универсальной методики для указанных процедур и в каждом конкретном случае эта задача становится уникальной и решение ее требует профессионального искусства. Поэтому, с учетом всех внешних и внутренних факторов, правомерно выдвинуть гипотезу о случайном характере самого процесса - восстановления качества функционирования системы.

Для исследования процесса контроля с обратной связью разработана имитационная модель (ИМ), содержащая блок имитации контроля и блок имитации «восстановления работоспособности» системы, при условии, что контролируемый параметр имеет нижнее и верхнее допусковые нормативы  $\Delta = S_в - S_n$ . На рисунке 1 иллюстрируется графическая схема имитационного процесса. На схеме представлены три функции плотности распределения:  $f(S)$  – функция плотности распределения

контролируемого параметра;  $\varphi(S_{изм})$  – функция плотности распределения погрешности измерения;  $\gamma(S_p)$  – функция плотности распределения процедуры регулирования и восстановления нормативного состояния объекта.

Предполагается, что в момент диагностирования объекта, условный параметр  $S$  имеет истинное значение  $S_i$ , которое в имитационной модели будет генерироваться («разыгрываться») специальной программой (генератором) по определенному закону распределения. Считается, что все законы распределения в данном примере нормальные. Измерению сопутствует случайная погрешность, и результат измерения  $S_{изм}$  будет случайным образом иметь отклонение от истинного значения  $S_i$ . На рисунке 1 на «шкале» предполагаемого прибора показана «проекция» истинного значения  $S_i$  и дугой - стрелкой показано смещение результата измерения на величину погрешности до значения  $S_{изм}$ . Следующим этапом, лицо, принимающее решение сравнивает измеренное значение  $S_{изм}$  с установленным допуском, и как имитируется в данном примере, выявляется отклонение параметра за верхнее нормативное значение  $S_в$ . Этот случай относится к появлению ложного брака. В реальной обстановке принимаются меры по устранению проблемы, т.е. восстановление значения контролируемого параметра до его норматива. Величина «регулировки» на которую необходимо уменьшить параметр  $S$ , будет равна  $\Delta p = S_{изм} - S_{ср}$ . Эта величина является ложной информацией, так как произошла ошибка в момент измерения. Тем не менее, в процессе «регулировки» на эту величину будет уменьшен фактический уровень параметра  $S$  от его истинного значения  $S_i$ . На схеме эта процедура демонстрируется на оси графика  $\gamma(S_p)$  значением (точкой)  $S_{ср}$  на оси параметра  $S_p$ . На схеме результативность восстановления представлена плотностью распределения  $\gamma(S_p)$ . Поэтому, конечный результат данной процедуры будет состоять из планируемой величины восстановления-корректировки (регулировки)  $\Delta_{пл} = S_{изм} - S_{ср}$  и случайной составляющей  $\Delta_{сл}$ .



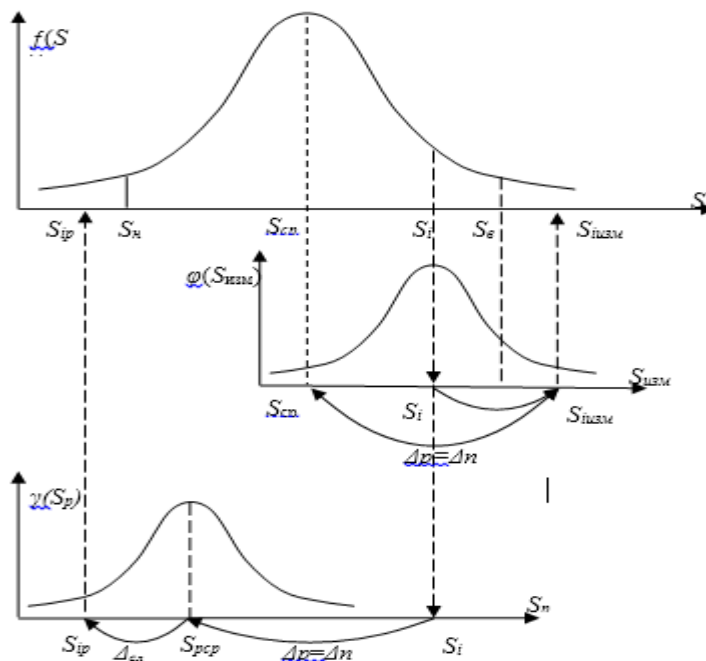


Рис.1. Графическая модель имитационного процесса восстановления нормативных функций объекта.

Конечное значение диагностического параметра оказалось меньше нижнего норматива  $S_{ip} < S_n$ . И как иллюстрируется на схеме, в результате ошибочного воздействия на объект управления, его функциональное состояние в результате ошибочной регулировки только ухудшилось, и при этом еще были затрачены определенные ресурсы. В рассматриваемом случае дефект регулировки будет обнаружен и возникнет второй регулировочный цикл, который еще более усугубит ситуацию. Этот пример можно отнести к классическому случаю потери системой управления робастности (устойчивости).

#### Выводы

В результате моделирования было установлено, что качество восстановления работоспособности объекта является нелинейной функцией и зависит от сочетания статистических параметров всех звеньев и этапов цикла «контроля – восстановления» функциональной работоспособности системы. При необходимости повышения качества восстановительных работ можно идти по пути повышения точности средств и методов регулировок, либо провести второй цикл контроля и последующей регулировки. Первая возможность, как правило, ограничена. В этом случае необходимо прибегать к повторным контрольно-регулирующим операциям.

#### Литература:

1. Корнев В.А. Современные методы моделирования процессов принятия решений в системах управления: Монография/ В.А. Корнев, А.А. Макенов. – Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГУ им. С. Аманжолова, 2008. – 148 с.
2. Раджабов Р.К. Моделирование микроэкономики: Монография/ Р.К. Раджабов, В.А. Корнев, А.А. Макенов, О.В. Морозова, С. Зубайдов. – Душанбе: Ирфон, 2017. – 345 с.
3. Солодка М.С. К единству социального и технического: проблемы и тенденции развития научных подходов к управлению/ М.С Солодка. – Оренбург, 1997. – 208 с.
4. Надлер Д. Мышление прорыва/ Д. Надлер, Ш. Хибино. – Минск: ООО «Попурри», 1999. – 496 с.
5. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследований операций/ Ю.Б. Гермейер. – М.: Наука, 1971. – 384 с.
6. Буданов В.Г. Методология и принципы синергетики // Філософія освіти. – 2006. – № 1 (3). – С. 143-173.
7. Хакен Г. Основные понятия синергетики // Синергетическая парадигма: Многообразие поисков и подходов/ Отв. ред. В.И. Аршинов, В.Г. Буданов, В.Э. Войцехович. – М.: «Прогресс-Традиция», 2000. – С.28-56.

8. EUROCHEM/CITAC Guide «Quantifying Uncertainty in Analytical Measurements», Second Ed., 2000.

9. Kornev V.A., Makenov A.A., Mashekenova A.H., Radjabov R.C. Quality assessment of multi-parameter control of vehicle complex systems efficiency//News of National Academy of sciences of Republic of Kazakhstan: Series of geology and technical sciences/ ISSN 2224-5278. – 2020. – Vol. 2. – N. 440. – 96-102 p. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.36>

10. Корнев В.А., Макенов А.А. Раджабов Р.К. Робастное управление качеством диагностики автотранспортных средств// Политехнический вестник: Инженерные исследования. – 2020. – № 3 (51). – С. 89-93.

11. Афанасенко И.Д. Цифровая логистика: Учебник для вузов/ И.Д. Афанасенко, В.В. Борисова. – СПб.: Питер, 2019. – 272 с.

12. Бродецкий Г.Л. Управление рисками в логистике: Учебное пособие/ Г.Л. Бродецкий, Д.А. Гусев, Е.А. Елин. – М.: ИД «Академия», 2010. – 192 с.

### **МОДЕЛИ ИДОРАКУНИИ УСТУВОРИ ЭЪТИМОДИЯТИ ОМОРИИ АГЕНТҲОИ ЛОГИСТИКАИ РАҚАМӢ**

***В.А. Корнев, А.А. Макенов, Р.К. Раҷабов,  
А. Солтан***

Мақолаи мазкур ба масъалаҳои коркарди методикаи баҳодихӣ ва пешгӯии сифати қарори қабулшуда дар шароити логистикаи рақамӣ бахшида шудааст. Вазифаи тадқиқот баҳодихии микдории таваккалҳои эҳтимоли ва назорати боэҳтимоли дар системаи идоракунии устувори логистикаи нақлиётӣ аст. Дар ин кор модели эҳтимолии баҳодихии микдории назорати боэҳтимоли ва таваккалҳои қабули қарор барои вариантҳои гуногуни таносуби майдони меъёрҳо ва номуайянии тақсими параметри назоратшаванда пешниҳод шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** эҳтимолият, тақлидӣ, логистика, модел, меъёр, психотип, раванд, тақсимот, қарор, устуворӣ, омӯри, рақамӣ.

### **ANNOTATION**

### **MODEL OF ROBUST STATISTICAL RELIABILITY CONTROL OF DIGITAL LOGISTICS AGENTS**

***V.A. Kornev, A.A. Makenov, R.K. Rajabov,  
A. Soltan***

This article is devoted to the development of a methodology for assessing and predicting the quality of decision-making in digital logistics. The objective of the study is to quantitatively assess the probable risks and reliability of control in robust transport logistics control systems.

The paper proposes a probabilistic model for the quantitative assessment of the reliability of control and the risks of decision-making for various options for the ratio of the field of standards and the uncertainty of the distribution of the controlled parameter.

**Key words:** probability, imitation, logistics, model, standard, psychotype, process, distribution, decision, robustness, statistical, digital.

### **Сведения об авторах:**

Корнев Вячеслав Андреевич – к.т.н., доцент, доцент школы информационных технологий и интеллектуальных систем НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева», город Усть-Каменогорск, Республика Казахстан. Тел: +7777 9859113.

E-mail: kornev.44@list.ru

Макенов Алтай Абылаевич – к.т.н., доцент, старший научный сотрудник центра карьеры НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева», город Усть-Каменогорск, Республика Казахстан. Тел. +7701 1703743. E-mail: makenov\_a@mail.ru

Раджабов Раджаб Кучакович – д.э.н., профессор, начальник управления науки и инноваций Таджикского государственного университета коммерции. Тел. +992 934444107

E-mail: drrajab@mail.ru

Солтан Алмас – докторант PhD школы информационных технологий и интеллектуальных систем НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева», город Усть-Каменогорск, Республика Казахстан. Тел. +7 705 9847488. E-mail: dasamisham@mail.ru

## ТАЪСИРИ ПАРТОВҲОИ НАҚЛИЁТ БА ҲАВОИ АТМОСФЕРА ВА АФЗАЛИЯТҲОИ ГАЗ ҲАМЧУН НАВЪИ СӢЗИШВОРӢ

*Г.Р. Норқулова, Д.С. Азимов, М.У. Шерализода, Ф.Б. Зоиров*

*Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ*

*Дар мақола оиди вазъи ҳавои атмосфера дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон ва таъсири воситаҳои нақлиёт ба ҳавои атмосферӣ мавриди таҳлил қарор дода шудааст. Нақлиёт дар Ҷумҳурии Тоҷикистон асоси олудакунондаи ҳавои атмосфери ба ҳисоб рафта ҳудуди 70-80 % - ро ташкил медиҳад, ки ин дар як сол ба 340-540 ҳазор тонна рост меояд.*

*Пешниҳод шудааст, ки ҳангоми истифодаи газҳои метан, этан ва пропан ҳамчун сӯзишворӣ метавон таъсири газҳои гулхонагиро кам намуда, паҳншавии металҳои вазнин аз қабилӣ сурб ва манганро аз байн барад. Ин олудакунондаҳои муҳит ҳангоми истифодаи бензин дар воситаҳои нақлиёт ҳамчун сӯзишворӣ ба муҳити атроф афканда мешуданд.*

**Калидвожаҳо:** *партов, газҳои гулхонагӣ, бензин, метан, этан, пропан нақлиёт.*

### **Сарсухан**

Манбаҳои асосии партовҳо ва олудашавии ҳавои атмосферӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон корхонаҳои металлургӣ ва сементбарорӣ, инчунин марказҳои обугармидиҳии бо ангишт коркунанда ба ҳисоб мераванд. Тағйирот дар сохтори саноат барои камшавии партовҳои моддаҳои ифлоскунанда мусоидат намуданд. Дар муқоиса бо нишондодҳои максималии 30 сол пеш (100 ҳазор тонн) дар давраи ҳозира ҳаҷми партовҳои зарарнок аз манбаҳои доимӣ 3 маротиба (35 ҳазор тонн) коҳиш ёфтааст [1].

Нақлиёти автомобилӣ дар давоми 15 соли охир манбаи асосии ифлоскунандаи ҳавои атмосферӣ ба ҳисоб меравад: ба он 70-80 % ҳаҷми ҳамаи олудакунондагиро дар сатҳи 340-540 ҳазор тонн дар як сол (маълумоти давраи солҳои 2016-2018) рост меояд [1, 2]. Ба нақлиёт қисми асосии партовҳо (омехтаҳои карбон ва нитроген) ва ҳиссаҳои саҳт рост меояд. Теъдоди нақлиётҳо дар роҳҳои автомобилгарди мамлакат сол то сол зиёд шуда истодааст. Тибқи маълумоти Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соли 2018 аз 500 ҳазор адад зиёд шудааст. Ҳаҷми калони партовҳо бо куҳнашавии парки нақлиётҳо, ки муҳлати миёнаи истифодабарии онҳо аз 15 сол зиёд аст, вобаста мебошад. Сифати пасти сӯзишворӣ низ ташвишвар аст.

Ҳаҷми аз ҳама хурди партовҳо дар Вилояти Мухтори Қӯҳистони Бадахшон (Помир) мушоҳида мешавад, ҳаҷми аз ҳама калони партовҳо бошад дар шаҳри Душанбе ва вилояти Суғд ба қайд гирифта шудааст [3]. Манбаи калонтарини доимии ифлоскунанда (корхонаи саноатӣ) – корхонаи

алюминийбарорӣ дар шаҳри Турсунзода ба ҳисоб меравад. Барои кам кардани партовҳо дар корхонаи мазкур ҷорӣ карда шуда истодааст, низомии омӯзиши экологӣ ҷорӣ шудааст, электролизҳо ва технологияи истеҳсолот нав мешавад ва дар гирду атрофи корхона мониторинги доимии давлатию идоравии сифати ҳавои атмосферӣ гузаронида мешавад [4, 5].

### **Сифати ҳавои атмосферӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон**

Манбаҳои асосии доимии партовҳо ва ифлосшавии ҳаво дар Ҷумҳурии Тоҷикистон корхонаҳои металлургӣ ва сементбарорӣ, инчунин марказҳои обугармидиҳии бо ангишт коркунанда ба ҳисоб мераванд. Тағйирот дар сохтори саноат барои камшавии партовҳои моддаҳои ифлоскунанда мусоидат намуданд. Дар муқоиса бо нишондодҳои максималии 30 сол пеш (100 ҳазор тонн) дар давраи ҳозира ҳаҷми партовҳои зарарнок аз манбаҳои доимӣ 3 маротиба (35 ҳазор тонн) кам шудааст.

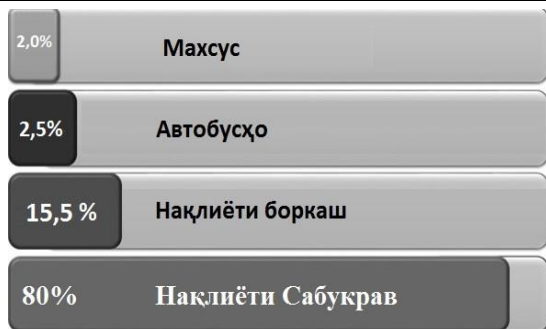
Нақлиёти автомобилӣ дар давоми 20 сол манбаи асосии ифлоскунандаи атмосфера ба ҳисоб меравад: тибқи маълумоти Агентии обухавошиносии Қумитаи ҳифзи муҳити зисти назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон [6] ба он 70-80 % ҳаҷми ҳамаи партовҳо дар сатҳи ҳавои атмосфери 340-540 ҳазор тонна дар як сол (маълумоти давраи солҳои 2016-2018) рост меояд. Ба нақлиёт қисми асосии партовҳо (омехтаҳои карбон ва нитроген) ва ҳиссаҳои саҳт рост меояд, ки сабаби асосии олудашавии муҳити атрофанд. Теъдоди нақлиётҳо дар роҳҳои мамлакат сол то сол зиёд шуда истодааст. Тибқи маълумоти Агентии омили назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соли 2019 аз 492226 адад нақлиёт ба қайд гирифта шудааст [7]. Маълумоти пурра оиди шумораи нақлиётҳо вобаста ба вилоятҳо дар ҷадвали 1 оварда шудааст.

Ҳарчанд қисми зиёди партовҳои газӣ ба муҳлати истифодаи нақлиёт, ки аз 10 сол зиёд мавриди истифода қарор доранд вобастагӣ дорад, аммо сабаби дигараш воридоти сӯзишвории пастсифат мебошад, ки матавонад сабаби паҳншавии металҳои вазнини зарарнок аз қабилӣ сурб ва манган гарданд.

Дар рафти омӯзиш ва гузаронидани мониторинг муайян шуд, ки қисми бештари олудакунондаҳо рост меояд ба нақлиёти сабуқрав. Натиҷаи мониторингуи гузаронидашуда дар расми 1 оварда шудааст.

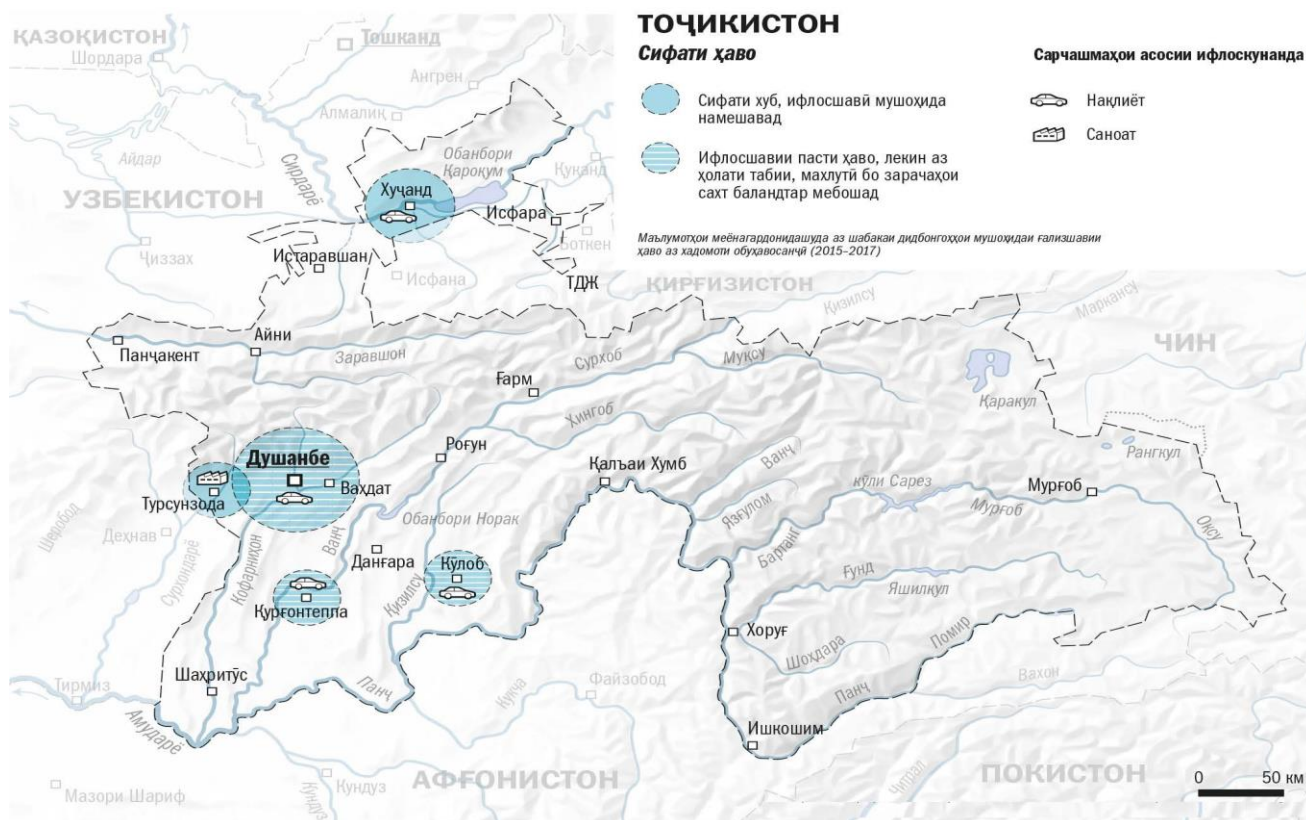
Шумораи нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои соли 2019.

	Нақлиётҳо, ҳамагӣ	Аз он ҷумла			
		Сабукрав	Боркаш	Автобусҳо	Махсус
ВМКБ	14799	10939	1661	375	1824
Вилояти Суғд	182133	159942	14657	6465	1069
Вилояти Хатлон	105355	95854	7257	1660	584
Ш. Душанбе	82745	74638	4861	2072	1174
НТҶ	107194	95049	9244	2403	498
Дар Ҷумҳурӣ	492226	436422	37680	12975	5149



Расми 1-Нишондоди таъсири партовҳои воситаи нақлиёт ба ҳавои атмосферӣ аз руи ҷисад.

Чи тавре, ки аз расми 2 дида мешавад, аз ҷиҳати сифати ифлосшавии ҳавои атмосферӣ ш. Душанбе дар ҷойи аввал меистад. Шаҳри Хучанд бошад новобаста аз он ки яке аз шаҳрҳои калони ҷумҳури ба ҳисоб рафта, шумораи нақлиётҳо ва корхонаҳои истехсолияш нибатан зиёд аст, сифати ҳавои атмосферияш нисбат ба шаҳрҳои Бохтар ва Кулоб тозатар мебошад. Ин шояд ба релефи минтақа вобастагӣ дошта бошад, ки боиси паҳншавии газҳои гулхонагӣ ба воситаи шамол мегардад.



Расми 2. Олудагии ҳавои атмосферӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Газҳои асосии гулхонавӣ ин гази карбон ( $CO_2$ ), метан ( $CH_4$ ) ва оксиди азот ( $N_2O$ ) мебошанд. Қисми зиёди партови газҳои гулхонавӣ дар микёси ҷаҳонӣ дуоксиди карбон мебошад, ки зиёда аз 65%-ро ташкил медиҳад. Дар солҳои

2016-2018 партовҳои глобалии  $CO_2$  - 35 миллиард тонн дар як солро ташкил дода, яқҷоя бо дигар газҳо гулхонавӣ - 50 миллиард тонн  $CO_2$  бо эквиваленти солна баробар шудааст.

Дар микёси чаҳонӣ аз рӯи партовҳои газҳои гулхонавӣ ва моддаҳои ифлоскунанда ба атмосфераи ҷойи аввалро Ҷумҳурии халқии Хитой мегирад. Барои ҳалли ин мушкилоти вазнин Ҷумҳурии халқии Хитой иқтисодиёти худро бо роҳи тараққиёти «пасткарбондор» ва рушди «шуурнокии» экологӣ дигаргун намудааст.

Гази метан барои раҳой аз бунбасти экологӣ ҳамчун сӯзишвории калидӣ ва воқеан беназир ба ҳисоб меравад. Чи тавре ки тадқиқотчиён пешниҳод доранд, гази табиӣ воқеан сӯзишвории аз ҷиҳати экологӣ тоза мебошад. Дар муқоиса бо бензин, газҳои ихроҷи муҳарриқи метан 2-3 маротиба камтар оксиди карбон доранд ва таркиби дуд нисбат ба сӯзишвории дизелӣ 9 маротиба кам мешавад. Мувофиқи маълумоти Агентии байналмилалӣ таҳқиқоти бемориҳои саратон, партовҳои газҳои гулхонавӣ ҳангоми гузаштан ба гази табиӣ 25% коҳиш меёбанд. Тибқи таҳқиқоте, ки аз ҷониби истеҳсолкунандаи мошини боркаши «IVECO» гузаронида шудааст, ҳангоми ҳамчун сӯзишвори мавриди истифода қарор додан гази табиӣ (метан) олудашавӣ бо газҳои карбонӣ дар ҳавои атмосферӣ 30% коҳиш ёфта, олудагиҳои моддаҳои гуногуни муаллақи захрнок, ки дар натиҷаи сӯзиши сӯзишвориҳои моеъ ба муҳит афканда мешаванд то 96% коҳиш меёбад.

Партовҳои газҳои гулхонавӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ба ҳар як нафар аҳоли камтар аз 1 тонна  $CO_2$  –ро ташкил медиҳад (бо ҳисоби ҳамаи газҳои гулхонавӣ аз рӯи эквиваленти  $CO_2$ ). Аз соли 2005 то соли 2018 ҳаҷми онҳо қариб тағйир наёфтааст, вале зиёд шудани аҳоли, талабот ба энергия ва маводи хӯроқа дар оянда метавонанд ба зиёд шудани партовҳо оварда расонанд.

Дар давраи аз соли 1990 то соли 2010 дигаргуншавии ҳаҷми қиёсии манбаҳои гуногун дар партови газҳои гулхонавӣ ба вучуд омад. Масалан, соли 1990 энергетика манбаи калонтарини партови газҳои гулхонавӣ ба ҳисоб мерафт (70%) ва гази гулхонавии асосӣ  $CO_2$  буд. Дар соли 2010 партови  $CO_2$  аз ҳисоби сӯзишворӣ ва энергетика танҳо 10% – ро ташкил дода, партовҳои саноатӣ бошад ба 40%-и нишондодҳои соли 1990 баробар шудааст.

Барои тасдиқи маълумоти дар боло оварда шуда омӯзиши таркиби сӯзишвории навъи бензин

гузаронида шуд, ки нисбатан ба газҳои сӯзанда ба муҳити атроф зараровартар мебошад.

Ҳамчун сӯзишвории ташхисшаванда «Бензини» навъи АИ-92 ва сӯзишвории дизели «Солярка» истифода бурда шуд. Дар рафти ташхис баъзе компонентҳои асосии таркиби «Бензини» ва «Солярка» муайян намуда шуд.

Ташхис ба воситаи дастгоҳи «Автотест» гузаронида шуд, ки дар бисёр мавридҳо ҳангоми муайян кардани партовҳои газӣ аз воситаҳои нақлиёт ва муайянкунии навъи сӯзишвории моеъгии истифодашаванда истифода бурда мешавад.

Дар рафти гузаронидани ташхис баъзе компонентҳои асосии таркиби газҳои воситаҳои нақлиёт ба монанди: Нитроген, Оксиген, Буғи об, Дуоксиди карбон, Оксиди карбон Карбогидридҳо муайян карда шуд, ки натиҷаҳои он дар ҷадвали 2 оварда шудааст.

Чи тавре, ки натиҷаҳои ташхис (ҷадвали 2) нишон медиҳад, бензин нисбат ба газҳои (Метан ( $CH_4$ ), Этан ( $C_2H_6$ ), Пропан ( $C_3H_8$ ) ва Бутан ( $C_4H_{10}$ )), ки таркибашон аз ҷамъи элементҳои карбон (C) ва гидроген ( $H_2$ ) иборатанд, инчунин металлҳои вазнин ба монанди сурб ва манган инчунин қатрон ва сулфур таркиб ёфтааст, ки метавонад ин унсурҳо манбаи олудашавии муҳити атроф гарданд.

### Хулоса

Аз ин ҷо ба хулоса омадан мумкин аст, ки газҳои метан, этан, пропан ва бутан ҳангоми истифода шудан ҳамчун сӯзишвори дар воситаҳои нақлиёт аз ҷиҳати экологӣ нисбат ба бензин ва сӯзишвории дизелӣ безарартар ҳисобида мешавад. Аз ин лиҳоз пешниҳод мегардад, ки мусоидат намудани истифодаи сӯзишвории газӣ дар воситаҳои нақлиёт аз ҷониби мақомоти ваколатдори давлатӣ ба роҳ монда шавад. Зеро газ ҳамчун сӯзишворӣ нисбат ба бензин олудакунандаҳоро камтар ба ҳавои атмосферӣ ихроҷ менамояд. Газҳои метан, ( $CH_4$ ) этан ( $C_2H_6$ ) пропан ( $C_3H_8$ ) ва бутан ( $C_4H_{10}$ ) аз компонентҳои (унсурҳои) карбон ва гидроген таркиб ёфтаанд аммо бензин ва сӯзишвории дизелӣ ба ғайр аз карбон ва гидроген боз дахҳо пайвастагиҳои дигар доранд, ки на танҳо сабабгори олудашавии ҳавои атмосферӣ, балки олудашавии муҳити обӣ ва хокӣ низ мегардад.

Таркиби моддаҳои зараровар дар газҳои ихроҷшудаи муҳаррикҳои дарунсуз [8].

№	Номгуи партовҳо	Чузьҳои газҳои ихроҷшуда аз рӯи, %		Шарҳ
		Аз муҳариҳои дарунсузи бо сузишвории бензини ва солярка		
		бензин	солярка	
1	Нитроген	74,0-77,0	76,0-78,0	ғайри захрнок
2	Оксиген	0,3-8,0	2,0-18,0	
3	Буғи об	3,0-5,5	0,5-4,0	
4	Дуоксиди карбон	5,0-12,0	1,0-10,0	Захрнок
5	Оксиди карбон	0,1-10,0	0,01-5,0	
6	Карбогидридҳо	0,2-3,0	0,0009-0,5	Захрнок
Ғайри кансерогенӣ				
1	Алдегидҳо	0-0,2	0,001-0,009	
2	Оксиди сулфур	0-0,002	0-0,03	
3	Дуда г/м <sup>3</sup>	0-0,04	0,01-1,1	
4	Бензапирин	0,01-0,02	То 0,01	Кансерогенӣ

### Адабиётҳо:

1. Азимов Д.С. Инвентаризация выбросов парниковых газов на территории Республики Таджикистан / Д.С. Азимов, Г.Р. Норкулова // Материалы VIII Международная научно-практическая конференция, “Научные междисциплинарные исследования” г. Саратов 22 декабря 2020 г. – С. 311-315.

2. Азимов Д.С. Вазъи нуктаҳои партовнигоҳдории муваққатии шаҳри Душанбе / Д.С. Азимов, Ф.Р. Ниёзов // Меж. научно-практической кон. перспектива развития науки и образования «Полиграфия: состояние и перспективы её развития» 13 – 14 март 2020. ТГУ имени акад. М.С.Осими. Душанбе – 2020. С. 237-240.

3. Арзёбии таъсири экологӣ ва иҷтимоӣ / Лоихаи роҳсозии марбут ба Даҳлезҳои 2, 3 ва 5 – ум (Обигарм - Нуробод) дар доираи ҳамкориҳои иқтисодӣ дар минтақаи Осиёи Марказӣ Июли - 2019. С. 30.

4. Муомилот бо партовҳо дар Ҷумҳурии Тоҷикистон: ҳолат, проблемаҳо ва роҳҳои ҳалли онҳо / Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон Нашриёти ҚДММ «Азия-Принт» // Филиали Тоҷикистони МИИ КБРУ ФБНА - 2017 С. 79.

5. Азимов Д.С. Инвентаризация выбросов парниковых газов на территории Республики Таджикистан / Азимов Д.С., Г.Р. Норкулова // В сборнике: Дальневосточная весна - 2021. Материалы 19-й Международной научно-

практической конференции по проблемам экологии и безопасности. 2021. С. 10-13.

6. Сомонаи Агентии обуҳавошиносии Кумитаи ҳифзи муҳити зисти назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон <http://www.meteo.tj/tj/>

7. Тоҷикистон: Муҳити зист / Маърузаи экологӣ 2018 // Кумитаи ҳифзи муҳити зисти назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон. – 2018. С. 100.

8. Использование природного газа – решение экологических проблем отечественного автотранспорта / В.Г. Та-мадаев, Л.М. Негинский, Е.В. Харченко. – 2011 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-prirodnogo-gaza-kak-sposob-ekologizatsii-avtomobilnogo-transporta>.

### ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ПРИОРИТЕТНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА

*Г.Р. Норкулова, Д.С. Азимов, М.У. Шерализода, Ф.Б. Зоиров*

В статье рассматривается состояние атмосферного воздуха на территории Республики Таджикистан и влияние транспортных средств на атмосферу. Транспорт в Республике Таджикистан является основным источником загрязнения, которое составляет около 70-80%, что эквивалентно 340-540 тысячам тонн в год.

Было высказано предположение, что использование метана, этана и пропана в качестве топлива может снизить воздействие парниковых газов, исключив распространение тяжелых металлов, таких как свинец и марганец, которые

выбрасываются в окружающую среду, когда бензин используется в качестве топлива в транспортных средствах.

**Ключевые слова:** транспорт, отходы, парниковые газы, бензин, метан, этан, пропан.

**EFFECTS OF EMISSIONS FROM  
AUTOMOTIVE TRANSPORTATION ON  
ATMOSPHERIC AIR AND GAS AS A FUEL**  
*G.R. Norkulova, D.S. Azimov, M.U. Sheralizoda,  
F.B. Zoirov*

Brief description: The article deals with the state of the atmosphere in the territory of the Republic of Tajikistan and the impact of vehicles on the atmosphere. Transport in the Republic of Tajikistan is the main source of pollutants and accounts for about 70-80%, which is equivalent to 340-540 thousand tons per year.

It has been suggested that the use of methane, ethane and propane as fuels can reduce the effects of greenhouse gases, eliminating the spread of heavy metals such as lead and manganese, which are released

into the environment when gasoline is used as a fuel in vehicles.

**Keywords:** Transport, waste, greenhouse gases, gasoline, methane, ethane, propane.

**Маълумот дар бораи муаллифон:**

Норкулова Гуландом Рачабовна – муаллими калони кафедраи «Бехатарии фаъолияти инсон ва экология», ДТТ ба номи акад. М.С.Осимӣ.

Тел: +992 (938) 80-03-28.

Азимов Додарбек Садриддинович – ассистенти кафедраи «Бехатарии фаъолияти инсон ва экология», ДТТ ба номи акад. М.С.Осимӣ.

Тел. +992 938 656554;

E-mail: bek\_azimov91@mail.ru

Зоиров Фируз Бахронович – н.и.т. муаллими калони кафедраи «Бехатарии фаъолияти инсон ва экология», ДТТ ба номи акад. М.С.Осимӣ.

Тел. +992 935 22 6969; E-mail: firuz6969@mail.ru

Шерализода Маҳмадулло Умар – н.и.т., досенти кафедраи «Бехатарии фаъолияти инсон ва экология», ДТТ ба номи акад. М.С.Осимӣ.

**МАСЪАЛАИ ИСТИФОДАИ СИСТЕМАҲОИ ИТТИЛООТӢ ДАР МУАССИСАҲОИ  
НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛИИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ**

*М. И. Исмоилов*

*Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ*

*Дар мақолаи мазкур оиди ҳолати истифодаи технологияҳои муосири интиқол ва сатҳи истифодаи системаҳои иттилоотии идоракунии дар самти мусофирбарии шаҳри тавассути нақлиёти автомобилӣ тавсияҳои судманд пешниҳод карда мешавад. Оиди камбудҳои системаи иттилоотии истифодашаванда дар муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ шаҳри Душанбе ва роҳҳои ҳали он маълумоти мушаххас пешниҳод шудааст.*

**Калимаҳои калидӣ:** *нақлиёти автомобилӣ, технологияи иттилоотӣ, самаранокӣ, системаҳои иттилоотӣ, корхонаҳои нақлиёти мусофирбар, бозор ва сиёсати давлат.*

Нақлиёти автомобилӣ яке аз зерсохторҳои маҷмуаи нақлиётҳои Тоҷикистон ба шумор рафта фаъолияти мунтазами тамоми звеноҳои хочагии халқро таъмин менамояд. Муассисаҳои саноатӣ, ташкилоти сохтмонӣ, анборҳо, ширкатҳои тичоратӣ, бонкҳо ва дигар созмонҳо – то ба андозае борфиристанда ё борқабулкунанда буда, ҳамчунин тамоми шаҳрвандон – мусофирон мебошанд. Дар замони муосир тамоми корхонаҳо қисман қодир нестанд, то бидуни хизматрасонии

босифати нақлиётӣ фаъолият кунанд. Дар хизматрасонии нақлиётӣ муассисаҳо дар шаклҳои гуногуни моликият – нақлиёти автомобилӣ истифодаи умумӣ, нақлиёти автомобилӣ тобеи идораҳо, нақлиёти автомобилӣ хусусӣ, ширкатҳои нақлиётӣ экспедитсионӣ, терминалҳои нақлиётӣ, шабакаҳои хизматрасонии техникӣ ва автосервис, таъминоти воситаҳои эҳтиётӣ ва маводҳо ва ғайраҳо, ширкат менамоянд [1]. Самаранокии фаъолияти муассисаҳои нақлиётӣ дар шароити иқтисодии бозорӣ аз феврият ва дақиқияти ҳисоби фоида ва масраф, аз суръати эътино (реагирование) ба шароитҳои тағйирёбанда, вазъият ва нарх вобастагӣ дорад. Нақлиёти автомобилӣ истифодаи умум дар самти мусофирбарӣ дар шаҳри Душанбе мавқеи асосиро ишғол намуда талаботи нақлиётӣ мизочонро ҳамарӯза таъмин менамояд.

Талаботи нақлиётӣ аҳолии шаҳри Душанбе аз тарафи 4 адад корхонаи коммуналии воҳиди давлатӣ – ККВД «Автобус – 1», ККВД «Автобус – 2», ККВД «Автобус – 3» ва ККВД «Троллейбус» ва 17 муассисаҳои нақлиётӣ сектори хусусӣ ва 11

адад чамъиятҳои сектори такси қонеъ гардониди мешавад. Дар шаҳри Душанбе 26 адад хатсайри автобусӣ, 8 адад хатсайри троллейбусӣ ва 49 адад хатсайри микроавтобусӣ ба қайд гирифта шудааст. Теъдоди умумии воситаҳои нақлиёти истифодаи умум дар тавозуни корхонаҳои нақлиётии шаҳр 4835 ададро ташкил медиҳанд, ки аз ин миқдор 528 адад воситаҳои нақлиёти корхонаҳои коммуналӣ, 1557 адад микроавтобусҳои сектори хусусӣ ва 2750 адад воситаҳои нақлиёти сабукрави таксӣ мебошанд. Дар шабакаи хатсайрҳои шаҳрӣ ба ҳисоби миёна ҳамаҷуза 365 адад автобус, 47 адад троллейбус, 1190 адад микроавтобусҳо ва 1570 адад воситаҳои нақлиёти кироҷақи сабукрави таксӣ фаъолият менамоянд. Дар соли чорӣ тибқи шартномаҳои дучониба барои баланд бардоштани сифати хизматрасонии мусофирбарии шаҳрӣ дар сектори коммуналӣ аз ҷумҳурии Беларус харидории 65 адад троллейбус ва 50 адад автобусҳои замонавии тамғаи Акиа-Ультра ба роҳ монда шуд. Воситаҳои нақлиёти нави замонавии дар истифода қарор дошта бо таҷҳизотҳои иттилоотӣ мучаҳҳаз буда то ба андозае барои роҳандозии технологияҳои иттилоотӣ мусоидат менамоянд.

Аз маълумоти овардашуда бармеояд, ки новобаста аз чунин теъдоди воситаҳои нақлиётии сафарбаршуда, талаботи мусофирон бо хизматрасонии босифати нақлиётӣ қисман қонеъ намегардад. Қисми зиёди парки нақлиёти истифодаи умуми шаҳри Душанбе аз воситаҳои нақлиётии аз ҷиҳати маънавий фарсуда мебошанд, ки зарурати мучаҳҳаз намудани таҷҳизотҳои иттилоотиро доранд. Аслан сифати пасти хизматрасонӣ ба мусофирон аз тарафи чамъиятҳои сектори хусусӣ бештар ба назар мерасад, зеро парки воситаҳои нақлиётии ин сектор аз рӯи таъинот ба мусофирбарии назди шаҳрӣ хос мебошанд. Дар микроавтобусҳо ҳолатҳои барзиёд пур намудани воситаи нақлиёт, ҷой доштани камбудҳои техникӣ, мувофиқ набудани ҷойҳои нишаст, риоя нашудани суръати ҳаракати меъёрӣ ва одоби нодурусти муоширати ронандагон бо мусофирон мушоҳида мегардад. Ин ҳолат пеш аз ҳама бо риоя нашудани чадвали ҳаракат, низоми речаи меҳнати ронандагон ва тамоман истифода нашудани технологияҳои иттилоотӣ дар ин сектор вобастаги дорад.

Дар замони муосир дар ҳоле, ки афзоиши аҳолии шаҳр ва теъдоди воситаҳои нақлиёти автомобилӣ ҷой дорад сабаби коҳиш ёфтани

самаранокии кори нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ бо дурустии қарорҳои қабулшавандае, ки ба иттилооти воқеӣ асос меёбанд муайян карда мешавад. Рушди нақлиёти автомобилӣ мусофирбарии шаҳрӣ дар маҷмӯъ мушкилоти муҳими барномаи ҳамаҷонибаи ташаккул ва инкишофи нақлиёти шаҳрӣ мебошад. Ҳалли он аз дараҷаи мукамалӣ ва дурустии ба роҳ мондани раванди интиқол, тақмили тарҳбандии корхонаҳои он ва парки нақлиёти автомобилӣ мусофирбар ва тарҳи системаи иттилоотии мукамалро дар ин самт талаб менамояд [2]. Давомнокии фаъолияти пурсамари муассисаҳои нақлиётӣ дар шаҳри Душанбе танҳо дар сурати истифодаи системаҳои иттилоотии автоматонидашуда ва технологияҳои муосири интиқол имконпазир аст.

Дар муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ шаҳри Душанбе техникаи ҳисоббарориро зиёда аз 55 сол аст, ки дар самтҳои гуногуни кори мавриди истифода қарор медиҳанд. Гарчанде аз тарафи ҳукумати шаҳри Душанбе татбиқи лоиҳаҳои инвестисионӣ дар самти истифодаи технологияи иттилоотӣ дар нақлиёти автомобилӣ шаҳрӣ тарҳрезӣ шаванд ҳам мумкин аст боз норасогиҳои зерини истифодаи системаҳои иттилоотиро зикр кард:

- автоматизатсияи марҳилавӣ дар ҷузъу томҳои алоҳидаи муассисаҳо бидуни коркарди қаблии системаҳои иттилоотӣ дар маҷмӯъ тарҳрезӣ мегардад;

- дар шӯъбаҳои муассисаҳои нақлиётӣ қолибҳои гуногуни нигоҳдории маълумот истифода мегарданд ва ба масъалаҳои роҳандозӣ шудани додугирифт ё муомилоти ҳуҷҷатҳо ба таври автоматӣ байни иштирокчиёни раванди нақлиётӣ кам аҳамият дода мешавад;

- системаҳои иттилоотӣ асосан аз рӯи масъалаҳои баҳисобгирӣ-оморӣ сохта шудаанд, на аз рӯи идораи ғаврии истехсолӣ;

- норасогии мутахассисони соҳа ҷиҳати татбиқи лоиҳаҳои инвестисионӣ дар самти рушди нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ баҳусус низоми автоматонидашудаи идораи танзимгарон ҷой дорад;

- назорати номукамалӣ пардохти ғайринақдӣ дар самти истифодаи қортҳои электронӣ мушоҳида мегардад;

- истифода нашудани низоми иттилоотӣ дар самти назорати автоматики идораи харҷи сӯзишворӣ ва ташҳиси техникӣ воситаҳои нақлиётӣ ҷой дорад;



- бо тариқи дастӣ ворид гардидани иттилоот ба компютер, системаҳои автоматикӣ ҳаммонандкунӣ ё идентификатсияи ҳадафҳо хеле заиф истифода карда мешаванд.

Дар шароитҳои бозорӣ, вақте ки муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ пурра ба ҳисоби хочагӣ гузаштаанд, системаи иттилоотӣ ба як шакл даровардашудаи баҳисобгирии ғайрифаъолияти нақлиётӣ, ҳисоби музди кории кормандон, мукофотонидан, ташаккули ҳисоботдиҳии таҳлилий низ, бевосита «пош хӯрдааст». Ҳангоми ҳисоби нишондиҳандаҳои кори нақлиёт услуби 30-соли қаблӣ мавриди истифода қарор дода мешавад, ки он ба муҳимияти коркарди компютери иттилоот хуб мутобиқ намебошад. Ҳамаи гуфтаҳои боло бо ин анҷомид, ки бозори системаҳои ба як шакл даровардашудаи иттилоот барои муассисаи нақлиёти автомобилӣ вучуд надорад ва ҳар як муассисаи нақлиётӣ ҳангоми истифодаи воситаҳои иттилоотӣ бо роҳи равиши худ равона мебошад. Таъминоти барномавӣ, одатан, ба талаботҳои (шароити корӣ) муассисаҳои мушаххас сохта шуда, бидуни модификатсия наметавонад дар дигар муассисаи нақлиётӣ мавриди истифода қарор гирад. Ба ғайр аз ин, коршиносон воситаҳои гуногуни инструменталиро истифода мебаранд, ки он муайянкунии маҳсулоти барномаҳо, ҳамроҳӣ ва таълимоти кормандонро боз ҳам мушкултар месозад. Ҳамаи ин ба масрафҳои беасоси коркарди дубораи таъминоти барномавӣ оварда мерасонад.

Сабаби рушди нокифояи низоми иттилоотӣ дар муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ аз арзиши баланди нархномаҳои интернетӣ, таъминоти барномавӣ ва таҷҳизотҳои иттилоотӣ, ки дар дохил ва берун аз корхонаҳои нақлиётӣ ва воситаҳои нақлиётӣ мучаҳҳаз мешаванд маънидод мегардад. Аз рӯи шакли ғайрифаъолияти муассисаҳои нақлиётӣ ва хусусияти технологияҳои иттилоотии истифодашаванда корхонаҳои нақлиётӣ наметавонанд раванди истифода ва харҷи сӯзишворӣ, муоинаи техникӣ автомобилҳо ва раванди интиқоли мусофиронро бо таври автоматӣ ба роҳ монанд. Нигоҳ накарда ба мушкилиҳои зикргардида аз лаҳзаи коҳиш ёфтани арзиш ва дастрасшавии таҷҳизотҳои навигатсионӣ ба аҳоли ва аз ихтиёр берун гардидани коркарди ҳаҷми зиёди маълумотҳо ва инкишофи нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ зарурияти истифодаи самараноки технологияҳои иттилоотӣ дар соҳаи нақлиёти автомобилӣ пеш меояд [3].

Барои баргараф намудани мушкилиҳои ҷойдошта тарҳи модели иттилоотӣ ва сохти системаи иттилоотии ягона барои тамоми муассисаҳои нақлиётӣ бо дарназардошти азназаргузаронии воситаҳои нақлиёт, муносибкунони масъалаҳои нақлиётӣ ва қорҳои иҷромешуда дар ин самт зарур аст. Коркарди манбаи маълумотҳои мутамарказ барои муассисаҳои нақлиётӣ алоҳида ба рушди минбаъдаи системаи автоматонидашудаи мутамаркази идорақунӣ дар назди МДК “Душанбенақлиётҳадамотрасон” ҷиҳати банақшагирӣ ва танзими ҳаракати воситаҳои нақлиётӣ истифодаи умум мусоидат менамояд. Ташаккули курсҳои тақмили ихтисос дар назди муассисаҳои соҳавӣ таълимӣ ҷиҳати баланд бардоштани қобилияти истифодаи технологияҳои иттилоотӣ дар нақлиёт ба кормандон ва одоби муоширати онҳо мувофиқи мақсад ҳисобида мешавад. Ҳангоми коркард ва таҳияи системаи иттилоотӣ дар назди муассисаҳои соҳавӣ ҳамроҳсозии кори минбаъдаи барномасозон ва мутахассисони соҳаи нақлиёт, ки аз рӯи мақсадҳои гузашташуда хусусияти раванди нақлиётиро ба инобат мегиранд муҳим арзёбӣ мегардад. Барномасозон аз рӯи вазифаҳои гузашта шуда низоми иттилоотиро барои тамоми муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ мусофирбар дар ҳамҷоягӣ бо нафароне, ки аз истифодаи технологияи иттилоотӣ дар ин самт бархурдоранд бояд беҳато коркард ва пешниҳод намоянд. Инчунин самаранокии кори системаи иттилоотӣ дар соҳаи нақлиёт аз ҳаёти истифодабарандагон ин низом вобастаги дошта, низоми иттилоотӣ ба истифодабарандагон аз ҷиҳати истифода содда пешниҳод гардад.

Хулоса, масъалаи омӯзиш ва баргараф намудани мушкилиҳои мавҷудбуда бо тарҳи системаҳои муосири идорақунӣ ва танзими ҳаракати нақлиёт дар шаҳр бо истифода аз технологияҳои муосир, низомҳои иттилоотии амалкунанда, тарҳи системаҳои интеллектуалии нақлиётӣ ва қабули қарорҳои дахлдори соҳавӣ зарур доништа мешавад. Ҳамчунин ҳангоми тарҳи системаҳои иттилоотӣ ба инобат гирифтани таҷриба ва ҳадогиҳои дигар давлатҳои тараққиқарда бахусус давлатҳои ғарб зарур доништа мешавад. Тавре, ки ҳамагон медонанд, Асосгузори Сулҳу Ваҳдати Миллӣ, Пешвои миллат, Президенти муҳтарамаи Ҷумҳурии Тоҷикистон Эмомалӣ Раҳмон соли ҷорӣ дар

воҳӯрӣ ва мулоқоташон бо ҷаёлоғони шаҳри Душанбе ба масъалаҳои баланд бардоштани сатҳи сифати хизматрасонии нақлиёти истифодаи умум дар шаҳри Душанбе диққати ҷидди дода барои ислоҳи камбудии ба масъулин дастури супоришҳои мушаххас дода буданд. Имрӯзҳо дар партави дастури супоришҳои Сарвари давлат ва Раиси Маҷлиси миллии Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон, Раиси шаҳри Душанбе муҳтарам Рустами Эмомалӣ камбудии ҷойдошта зина ба зина бартараф мегарданд. Дар ин раванд Раёсати нақлиёти руизаминӣ дар ҳамбастагӣ бо Раёсати робитаҳои байналмилалӣ вазифадор гардиданд, ки масъалаи ҷалби институтҳои байналмилалӣ сармоягузориҳо чӣ қадар амалӣ ва татбиқ намудани технологияҳои муосирӣ иттилоотӣ ва коммуникатсионӣ барои идоракунии ва назорати ҷаёлоғии нақлиёти ҷамъиятӣ дар шаҳри Душанбе” роҳандозӣ намоянд. [4]. Дар соли 2021 бо назардошти самтҳои афзалиятноки рушди соҳаи нақлиёти автомобилӣ кишвар андешидани тадбирҳои зарурӣ чӣ қадар амалисозии лоиҳаи “Татбиқи технологияҳои муосирӣ иттилоотӣ коммуникатсионӣ дар самти назорати ҷаёлоғии нақлиёти ҷамъиятӣ дар шаҳри Душанбе” мақсаднок аст. Чӣ қадар бартараф намудани норасогиҳои ҷойдошта ҳангоми тарҳи системаҳои иттилоотӣ дар соҳаи нақлиёти истифодаи умум ба инобат гирифтани фикру ақидаҳои мутахассисони соҳавӣ ва барномасозони ватанӣ мувофиқи мақсад шуморида мешавад.

#### Адабиётҳо:

1. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В.М. Власов., А.Б. Николаев., А.В. Постолиг., В.М. Приходко // Москва наука 2006, стр 3-10.
2. Повышение эффективности работы и конкурентоспособности пассажирского автотранспорта Хатлонской области / М.И. Исмоилов Р.Х. Рахимова, // ВЕСТНИК ТУТ, 2018. - №2(33) – С. 97-105
3. Методические подходы к оценке влияние транспортной инфраструктуре на развитие экономики региона/ Шодиев Ш.К. // Поилтиехнический Вестник ТТУ, 2019 - №2(46) – с. 69-72.
4. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон “Дар бораи самтҳои сиёсати дохилӣ ва хориҷии Ҷумҳурии Тоҷикистон”, ш. Душанбе, 26.12.2019

## ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРОДА ДУШАНБЕ

*М.И.Исмоилов*

В данной статье рассмотрены вопросы применения и степеней использования информационных систем управления в сфере городского пассажирского автомобильного транспорта. Подробно представлена информация о недостатках информационной системы, используемой на автотранспортных предприятиях города Душанбе, и способов их устранения. Также рассмотрены проблемы устойчивого развития внедрения информационных систем на автотранспортных предприятиях Душанбе с учетом опыта и ошибок развитых стран.

**Ключевые слова:** автомобильный транспорт, информационные технологии, эффективность, информационные системы, предприятия пассажирского транспорта, рынок и государственная политика.

## PROBLEMS OF USING INFORMATION SYSTEMS AT ROAD TRANSPORT COMPANIES IN DUSHANBE

*M.I. Ismoilov*

This article discusses the issues of application and degree of use of information management systems in the field of urban passenger road transport. The information on the shortcomings of the information system used at the transport enterprises of the city of Dushanbe and the ways to eliminate them is presented in detail. The problems of sustainable development of the implementation of information systems at road transport enterprises in Dushanbe are also considered, taking into account the experience and mistakes of developed countries.

**Key words:** road transport, information technology, efficiency, information systems, passenger transport enterprises, market and government policy.

#### Маълумот дар бораи муаллиф:

Исмоилов Маҳмуд Исоқович – н.и.и., муаллими калони кафедраи “Ташкили интиқол ва идора дар нақлиёт”-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ. Тел.: 919-14-01-13. E-mail: mahmud\_7@inbox.ru

## ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА СХОД ЛАВИН НА ГОРНЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

*М.Ю. Юнусов, А.М. Умирзоков, Х.Б. Хусейнов, М. Изатов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

*В статье приведены результаты исследований влияния автотранспорта на сход снежных лавин на лавиноопасных участках автодороги международного значения Душанбе – Чанак.*

**Ключевые слова:** *автомобильный транспорт, лавина, горные дороги.*

Горные автомобильные дороги систематически подвергаются камнепаду, сходу селевых потоков, снеголавинному воздействию. В результате погибают или получают увечья люди, приходит в негодность автотранспорт, разрушается дорога и её инфраструктура.

По данным [1] восстановление разрушенной автомобильной дороги на равнинной местности обходится 45 – 300 тыс. долл. США, а на восстановление горных дорог потребуется 3-4 раза больше финансирования ввиду известных причин (сложность рельефа, доставка материала, организация временного места дислокации ремонтных рабочих, дорожно-строительной техники и т.п.). Поэтому, решение проблемы обеспечения безопасности автотранспорта, эксплуатируемого на горных автодорогах, имеет большое экономо-экологическое и социальное значения.

Горные дороги Таджикистана во многих участках, расположенных более 1500 м, в основном расположены на заснеженных склонах. Сильные перепады температуры окружающего воздуха, переменные осадки, сильные ветры заметно влияют на сход лавин на участки дороги, пересекающие горные ущелья. Термический режим снежного покрова определяется преимущественно теплообменом на поверхности и в меньшей степени между почвой и снегом [2].

В осенне-зимний период из почвы в снежный покров поступает тепло в виде кондуктивного потока за счет охлаждения и промерзания почвы и геотермического потока, возможна также миграция водяного пара из почвы в снежный покров. В период таяния, когда температура снежной толщи приближается к 0<sup>0</sup>С возможно изменение направления потока — тепло будет поступать из снега в почву и расходоваться на повышение температуры верхнего слоя мерзлой почвы под снегом.

Величина потока тепла на поверхности снежного покрова определяется элементами

радиационного баланса, турбулентным теплообменом, испарением или конденсацией, выпадением жидких осадков. Интенсивность потока непостоянная и может изменяться в широких пределах даже в течение одних суток, возможно также изменение направления потока.

Большое количество энергии поступает к поверхности снежного покрова в виде прямой и рассеянной солнечной радиации, однако лишь небольшая ее часть поглощается снегом, а остальная отражается от поверхности снега. Альbedo снежного покрова (отношение количества отраженной радиации к количеству падающей на поверхность снега радиации) изменяется в зависимости от структуры, влажности и загрязненности снега. Для свежеснеженного снега альbedo составляет от 0,95 до 0,80. Это значит, что снежный покров может получать лишь от 5 до 20% поступающей радиации. Альbedo поверхности сухого переметенного снега колеблется от 0,80 до 0,65. Альbedo снижается по мере увлажнения снега, особенно в период его таяния [2].

Альbedo средне- и крупнозернистого тающего снега порядка 0,60— 0,40, а у загрязненного снега с водой может уменьшаться до 0,20.

Количество поступающей прямой солнечной радиации зависит от ориентации и крутизны склонов, соответственно наблюдаются большие различия термического режима снежного покрова на разных склонах.

Снег плохо пропускает радиацию, поэтому проникающая в снег часть солнечной энергии поглощается верхним слоем снежного покрова толщиной в несколько десятков сантиметров.

Верхний (10 см) слой поглощает до 90% радиации. Под действием проникающей радиации может возникать парниковый эффект снеготаяния при отрицательной температуре воздуха, когда на поверхности снежного покрова образуется тонкая ледяная корка, а под ней происходит частичное оплавление кристаллов.

Много тепла снежный покров теряет в виде длинноволновой радиации. Определенную роль играют также элементы радиационного баланса, учитывающие обратную радиацию от облаков и атмосферы. Сочетание прихода тепла за счет проникающей радиации и потери путем длинноволновой радиации приводит к тому, что в

ночное время радиационный баланс чаще всего имеет отрицательное значение и соответственно поток тепла направлен из снежного покрова в атмосферу, а в дневные часы наоборот.

Турбулентный теплообмен обуславливается разностью температуры воздуха и поверхности снега. Когда температура воздуха выше температуры поверхности снега, тепло от воздуха передается в снег. Если же воздух холоднее снега, то тепло поступает из снега в воздух. Интенсивность турбулентного теплообмена увеличивается по мере увеличения разности температуры поверхности снега и воздушных масс и роста скорости движения воздуха над снежным покровом.

Турбулентный теплообмен может сопровождаться выносом водных паров из толщи снега, возгонкой снега и испарением водных пленок. При определенных условиях происходит сублимация содержащихся в воздухе водяных паров на поверхности снега в виде инея. Наиболее благоприятные условия для его образования появляются в ясные холодные ночи без сильного ветра при поступлении масс влажного воздуха.

Суточные изменения температуры поверхностного слоя распространяются в снежный покров до 50 см, причем амплитуда колебаний температуры быстро уменьшается с глубиной, а температурный градиент в этой зоне может изменять направление.

На склонах гор наблюдается сильно выраженная пространственная неоднородность температурного режима снежной толщи. Даже при одинаковых температурных условиях на поверхности снежного покрова и одинаковой его высоте градиент температуры будет больше на крутых склонах, где меньше толщина покрова. Различия температурного градиента в свою очередь обуславливают различия в интенсивности процессов температурного метаморфизма [2].

Осаждения дорожной пыли и сажи автотранспортных средств с дизельными двигателями заметно снижает альбедо снежного покрова, что сопровождается ускорением процесса таяния снега.

Проблема усугубляется тем, что помимо природных факторов, как солнечная радиация, ветер, дождевые осадки, землетрясения, в свою очередь, автотранспортное средство само вызывает и, в некоторых случаях, даже ускоряет процесс схода снежных лавин на дорожную поверхность. Основными факторами, создания данных чрезвычайных ситуаций автотранспортом являются вибрация, вызванная ходовой частью автомобиля, его шумовой фон, выбросы отработавших газов, абразивные частицы дорожной пыли, продукты износа автошин, приводящиеся во взвешенное состояние горными ветрами и осаждающиеся на снежный покров.

Для изучения влияния автотранспорта на сход снежных лавин, необходимо рассмотреть взаимосвязь

элементов ВАДС (водитель-автомобиль-дорога-среда). Причем, каждый из элементов данной системы могут выступать в роли основного фактора, ускоряющего сход снежных лавин.

Данное утверждение коррелируется экспериментальными данными, полученными на лавиноопасном участке Майхура – Южный Портал тоннеля Истиклол автомобильной дороги международного значения Душанбе – Чанак. Участок автомобильной дороги расположен на высотах от 1300 до 3000 м н.у.м. и характеризуется затяжными подъемами и спусками с чередующимися серпантинами.

По данным Минтранса Республики Таджикистан, в рамках проекта «Строительства противолавинных галерей на автодороге Душанбе-Чанак» планируется возводить 55 противолавинных галерей, общей протяженностью примерно 5665 метров.

В настоящее время на автодороге Душанбе-Чанак действуют 24 такие галереи. В основном эти сооружения были построены компанией China Road во время реконструкции этой дороги, которая завершилась в 2013 году [3].

Для преодоления данного участка от водителей автотранспортных средств требуется большое мастерство и опыт вождения в условиях пересеченной местности. При неправильном подборе скоростей движения на спуск заметно увеличивается количество переключений передач и число нажатия на педаль тормоза, приводящее к интенсивному износу шин автомобиля и образованию высокодисперсных продуктов износа. Более того, данный способ вождения с преобладанием неустановившегося режима движения приводит к резкому возрастанию концентрации токсичных газов и дымности ОГ автомобилей с дизельными двигателями. Экспериментально было установлено, что при вождении автомобиля водителем со стажем работы до 5 лет, общее количество переключений передач за один километр пробега достаточно высокое и составляет 8,6, в то время данный показатель для водителя со стажем работы 15-20 лет равен 2,3 переключениям.

При эксплуатации технически исправного автомобиля, увеличение сверхнормативного выброса ОГ на прямую зависит от качества применяемого топлива и от правильного выбора регулировочных параметров двигателя. Анализ проб дизельного топлива грузовых автомобилей показал, что из каждого 20 на 3-х транспортных средствах содержание серы в топливе превышает нормативный показатель на 23-25%, а дымность - на 34-37%.

Известно, что носителем комплексной информации о работе двигателя с точки зрения износа пары трения, развивающихся дефектов отдельных деталей или узлов двигателя,

отклонений в протекании рабочего процесса, работоспособности смазочной системы, топливоподачи, охлаждения, фильтрации воздуха и др. является картерное масло. Однако, по состоянию масла можно судить и о запыленности окружающего воздуха [4].

Установлено превышение содержания кремния в 2,4 раза (24 г/т) относительно ориентировочных нормативных значений (10 г/т) показателей моторного масла М-14В<sub>2</sub> и дизелей 8ДМ-21А для самосвалов китайского производства Донгфенг грузоподъемностью 25 т.

Дальнейшие исследования были направлены на изучение степени влияния «транспортного фактора» на скорость снеготаяния. Автотранспортные средства, эксплуатирующиеся в заснеженных горных условиях непосредственно влияют на изменение термического режима снежного покрова.

По степени перемещения реперов, закрепленных на поверхность снежного покрова, установлено, что относительная скорость снеготаяния придорожного снега на 35% превышает скорость таяния снежной массы на идентичном косогорья, расположенного в 120 м от края автомобильной дороги. В пробах, взятых на данных участках, концентрация пыли на снежных покровах, определенных методом фильтрации талой воды и взвешивания фильтров, составляли 0,0952 и 0,0108 г/л соответственно на краю дороги и на уклоне в 120 м от края автомобильной дороги.

По результатам проведенных экспериментов можно заключить, что изучение проблемы влияния автотранспорта на сход снежных лавин в условиях горных автомобильных дорог не должно иметь случайный характер. Актуальным видится проведение систематических исследований с привлечением ученых и специалистов смежных областей, что может способствовать разработке комплекса превентивных мер по снижению количества аварий и человеческих жертв на лавиноопасных участках горных автодорог.

#### Литература:

1. Каримов Б.Б. Автомобильные дороги в условиях гор и жаркого климата. Том 2 / Б.Б.Каримов, А.М.Алиев. – М.: МПК, 2014. – 304 с.
2. Войтковский К.Ф. Лавиноведение: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГУ, 1989. – 105 с.
3. Строительство противолавинных галерей на автодороге Душанбе-Чанак освободят от налогов

[Электронный ресурс]. - режим доступа: <http://avesta.tj/2019/06/12/stroitelstvo-protivolavinyh-galerej-na-avtodoroqe-dushanbe-chanak-osvobodyat-ot-nalogo>. (дата обращения: 11.10.2020).

4. Юнусов М.Ю., Бодурбеков Ф.С., Мажитов Б.Ж., Сахибов Н.Б. Изменение качества моторного масла – индикатор текущего состояния автомобильных двигателей. – Кишоварз, №1(77) – 2018 г. Душанбе, изд. ТАУ. – С. 38-40.

#### ТАЪСИРИ НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛӢ БА ТАРМАФАРОӢ ДАР РОҶҶОӢ АВТОМОБИЛГАРДИ КӢҲӢ

*М.Ю. Юнусов, А.М. Умирзоков,  
Х.Б.Хусейнов, М. Изатов*

Дар мақола натиҷаҳои тадқиқоти таъсири нақлиёти автомобилӣ ба тармафароӣ дар қитъаҳои хавфноки роҳи автомобилгарди дорой аҳамияти байналмилалӣ Душанбе – Чанок оварда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** нақлиёти автомобилӣ, тарма, роҳҳои кӯҳӣ.

#### IMPACT OF MOTOR TRANSPORT ON AVALANCHE ON MOUNTAIN ROADS

*M.Yu. Yunusov, A.M. Umirzokov,  
Kh.B. Khuseynov, M. Izatov*

This article contains the results of studies on the influence of motor vehicles on the snowy avalanches of the Dushanbe-Chanak international highway.

**Keywords:** road transport, avalanche, mountain roads

#### Сведения об авторах:

Юнусов Мансур Юсуфович, к.т.н., доцент кафедры "Эксплуатация автомобильного транспорта" ТТУ им. акад. М.С. Осими. Тел. (+992) 934 48 83 99, E-mail -yunusov@mail.ru

Умирзоков Ахмад Маллабоевич, к.т.н., доцент кафедры "Эксплуатация автомобильного транспорта" ТТУ им. акад. М.С. Осими. Тел. (+992) 911 016096 E-mail ahmad.umirzokov@mail.ru

Хусейнов Х.Б., старший преподаватель кафедры "Эксплуатация автомобильного транспорта" ТТУ им. акад. М.С. Осими. Тел. (+992) 927 19 08 08. E-mail: hasan-84@bk.ru

Изатов М., старший лаборант кафедры "Эксплуатация автомобильного транспорта" ТТУ им. акад. М.С. Осими.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕГУЛЯРНОЙ МИКРОГЕОМЕТРИИ НА ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИАЛЬНОГО ПОДШИПНИКА СКОЛЬЖЕНИЯ

*М.А. Иззатуллоев*

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

*Одной из современных тенденций повышения несущей способности подшипников скольжения является использование текстурирования поверхностей трения. Для определения влияния параметров регулярной микрогеометрии поверхностей трения на гидромеханические характеристики трибосопряжения «вал – подшипник» проведены экспериментальные исследования на машине трения ИИ 5018. Был разработан модельный узел трения, позволяющий воспроизводить условия испытаний, сопоставимые с реальным режимом работы подшипника скольжения ДВС. Для оценки влияния текстурирования на работу подшипников скольжения были исследованы три вида регулярной микрогеометрии. Исследование базировалось на анализе диаграмм Герси-Штрибека для подшипника скольжения, соответствующего по своим геометрическим характеристикам шатунному подшипнику коленчатого вала двигателя ВАЗ 21083. Полученные результаты свидетельствуют о том, что текстурирование вкладышей оказывает влияние на работу подшипников скольжения. Из трех исследуемых вариантов текстурирования выбран вариант имеющий наибольшую несущую способность, а, следовательно, позволяющий добиться смены режима трения с жидкостного на граничный при более высоких нагрузках, чем у других рассматриваемых вариантов текстурирования. Работы проводились в лаборатории «Триботехника» имени В.Н. Прокопьева кафедры «Автомобильный транспорт» Южно-Уральского государственного университета (г. Челябинск).*

**Ключевые слова:** *лазерное текстурирование, трибосопряжения, микрогеометрия, подшипник скольжения, потери на трение.*

### **Введение**

По потерям энергии на трение поршневые машины, в том числе, поршневые двигатели внутреннего сгорания, занимают ведущие позиции в энергетическом машиностроении. До 30% энергии в таких машинах теряется на преодоление потерь на трение [1,2]. По величине

потерь на трение подшипники скольжения коленчатого вала занимают второе место после трибосопряжения (ТС) «поршень – цилиндр». Таким образом, уменьшение потерь на трение в этих ключевых ТС является одной из важных целей при конструировании поршневых машин. К основным путям снижения этих потерь относятся применение покрытий, снижающих коэффициент трения, совершенствование технологий обработки поверхностей, использование энергоэффективных смазочных материалов и текстурированной поверхности подшипника. Необходимо отметить, что для уменьшения потерь на трение в трибосопряжениях большое значение имеет подбор смазочного материала. Однако, трение в смазываемых деталях по-прежнему составляет около 25% потерь мощности в поршневых компрессорах и двигателях внутреннего сгорания [3].

Потенциал учета микронеровностей в улучшении трибологических свойств узлов трения является одним из ключевых моментов в обеспечении гидродинамического режима трения ТС. Микропрофилирование предназначено для уменьшения трения в трибосопряжениях, повышения их несущей способности, снижения износа, повышения надежности и экономичности узлов трения. Так, к основным видам микропрофилирования в сопряжении «поршень-цилиндр», относят хонингование цилиндра и текстурирование юбки поршня.

Текстурирование поверхностей трения гидродинамических трибосопряжений является одним из перспективных способов микропрофилирования и представляет собой создание регулярного микропрофиля на поверхности в виде, какой-либо рельефной трехмерной текстуры изображения (сетки или линий с определенными геометрическими размерами, глубиной, расположением), полученной с помощью лазера (лазерное текстурирование) или иным способом. Текстурирование поверхности способствует гидродинамическим эффектам. По мере приближения потока смазки к неровности давление увеличивается, в результате создается

дополнительная несущая способность, что позволяет улучшить условия работы трибосопряжения и увеличить его ресурс.

Известен также вторичный смазывающий эффект, действующий в режиме смешанной смазки. Жидкость, находящаяся в нижней части микрорельефа, может рассматриваться как вторичный источник смазки, появляющийся в результате относительного перемещения поверхностей, что уменьшает трение в контакте [4]. Исследования Hamilton и Allen [5–7] были первыми, где рассматриваются эти явления. Установлено, что микронеровности путем добавления «неровностей и впадин» к одной поверхности параллельного торцевого уплотнения вращающегося вала можно увеличить несущую способность (НС) опоры.

Использование текстурированных поверхностей для улучшения характеристик узлов трения машин и механизмов – это не новая концепция. С 1965 года можно найти более 400 публикаций по поверхностному текстурированию, большинство из них были опубликованы за последние два десятилетия [8]. Среди них более половины исследований носят чисто теоретический характер и основаны на различных формах уравнений Рейнольдса, Навье-Стокса или Стокса. Были найдены оптимальные параметры текстурирования поверхностей для базовых узлов трения различного назначения таких, как опорные подшипники роторных машин [9], механические уплотнения [10], упорные подшипники [11] и гильзы цилиндров [12]. Однако, такие факторы, как вязкость, плотность и температура масла, а также деформация поверхности в ранних моделях игнорировались.

Около трети публикаций связаны с экспериментальными подходами. Большинство экспериментов проводилось с традиционными трибометрами (однонаправленные испытания «штифт на диске» [13–18] или с поршневыми кольцами трения [19,20]), тогда как другие исследования проводились на реальных компонентах, включая опорные подшипники

[21], упорные подшипники [22–24] и механические уплотнения [25].

Широкое распространение практического применения текстурирования поверхностей трения сопряжений сдерживается вследствие недостаточной изученности механизмов, обеспечивающих повышение несущей способности сопряжений за счёт наличия микротекстуры на поверхностях трения. Целью данной работы было провести экспериментальные исследования по оценке триботехнических параметров гидродинамических ТС с учетом регулярной микрогеометрии поверхностей трения.

#### **Описание экспериментального стенда**

Эксперимент проводился на машине трения ИИ 5018. Эта машина предназначена для испытания различных фрикционных, антифрикционных и смазочных материалов на трение и износ в широком диапазоне нагрузок и скоростей. Измеряемые параметры: момент трения, путь трения, температура.

Стандартный узел трения, предназначенный для испытаний по схеме «вал – втулка» машины ИИ5018 является не пригодным для проведения исследований по ряду причин. Во-первых, рабочие поверхности ролика и втулки требуют дополнительной обработки. Во-вторых, втулка не имеет антифрикционного покрытия. В-третьих, для проведения большого количества исследований требуется изготовление большого количества втулок. Кроме того, отсутствует замкнутая система циркуляции смазочного материала.

В связи с этим, для проведения экспериментальных исследований машина трения ИИ 5018 была доработана – разработан модельный узел трения, доработана стандартная камера трения, смонтирована система непрерывной подачи смазочного материала к подшипнику под давлением с возможностью подогрева масла.

Схема разработанного узла трения представлена на рис. 1.

Из-за биения нижнего образца, обусловленного конструктивными недостатками машины трения, модельный узел трения собирался только с верхним вкладышем. Это позволило добиться лучшей повторяемости результатов измерений.

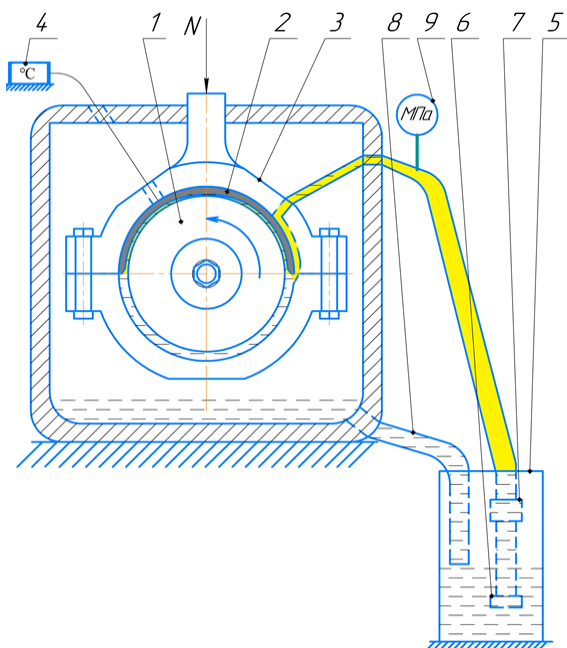


Рис. 1. Схема разработанного экспериментального узла трения:

1 – вал; 2 – вкладыш; 3 – корпус подшипника; 4 – датчик температуры; 5 – резервуар для смазочного материала; 6 – масляный фильтр; 7 – насос; 8 – обратный слив; 9 – манометр.

До проведения эксперимента биение ролика, имитирующего шейку коленчатого вала, измерялось с помощью индикатора часового типа ИЧ10. Минимальное биение, которого удалось добиться составило 30 мкм. Для измерения действующую нагрузку использовался измерительный тензометрический прибор БУ 4263. Для измерения шероховатости поверхностей трения был использован контактный профилометр АБРИС-ПМ7. Для анализа влияния на работу подшипников скольжения регулярной микрогеометрии поверхностей трения исследуемые образцы подвергались текстурированию методом сверления. Измерение параметров текстурирования поверхностей трения выполнялось на цифровом USB микроскопе Coolingtec. Для измерения давления подачи

масла в подшипник использовался манометр низкого давления МТ-2,5. Измерение температуры корпуса подшипника, масла на входе в подшипник и в резервуаре осуществлялось с помощью термпар. Термодары для измерения температуры масла использовались совместно с измеритель-регуляторами двухканальными ОВЕН 2ТРМ1.

### Постановка задач и планирование эксперимента

Для экспериментальной оценки влияния параметров регулярной микрогеометрии поверхностей трения на гидромеханические характеристики трибосопряжения «вал – подшипник» ДВС были подготовлены образцы, соответствующие сопряжению подшипник – шейка коленчатого вала (рис. 2).

Ролик был изготовлен из легированной стали 45Х, наиболее близкой к материалу коленчатого вала ДВС. Механические свойства стали 45Х: предел прочности  $\sigma_{п} = 590 \text{ МПа}$ , предел текучести  $\sigma_{т} = 590 \text{ МПа}$ , твёрдость  $НВ = 174...217 \text{ МПа}$ . Для эксперимента были использованы вкладыши стандартного размера двигателя ВАЗ 21083 (радиальный зазор 25 мкм, ширина  $b = 20,5 \text{ мм}$ , диаметр  $d = 47,85 \text{ мм}$ ). Геометрия ролика представлена на рис. 3 (а), значения параметров шероховатости ролика и вкладыша приведены в табл. 1.

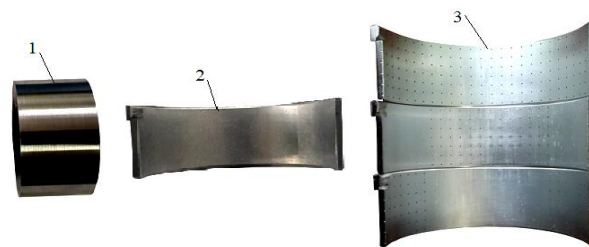


Рис. 2. Фотографии образцов: 1 – ролик; 2 – вкладыш без текстурирования; 3 – вкладыши с разными вариантами текстурирования поверхности.

Для анализа влияния на работу подшипников скольжения регулярной микрогеометрии поверхностей трения на вкладыши были нанесены методом сверления три вида регулярной микрогеометрии. Параметры текстурирования приведены на рис. 3 (б) и в таблице 2. Внешний вид нанесенных микроямок приведен на рис. 4.



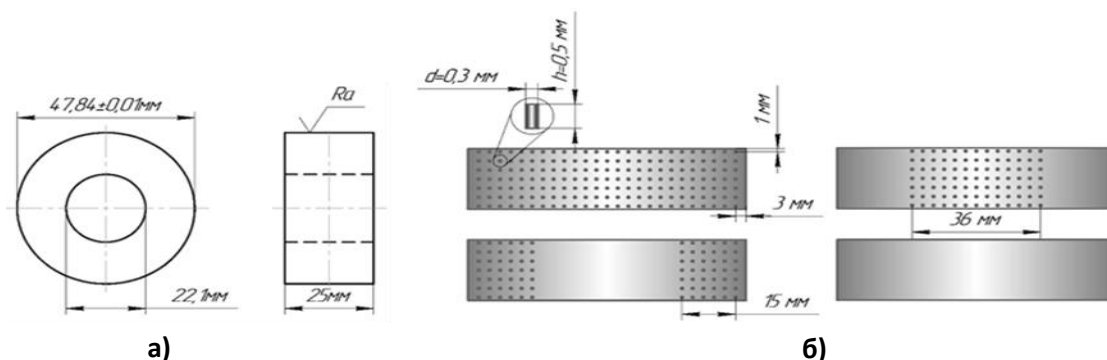


Рис. 3. (а) эскиз ролика; (б) эскиз текстурированных

Таблица 1.

Параметры шероховатости ролика и вкладыша.

Параметр	Значение до эксперимента	
	ролик	вкладыш
Среднее арифметическое отклонение профиля $Ra$ , мкм	0,044	0,116
Высота неровностей по десяти точкам $Rz$ , мкм	0,039	0,398
Наибольшая высота профиля $Rmax$ , мкм	0,224	0,798
Среднее арифметическое значение шага микронеровностей $Sr$ , мкм	59,302	37,57

Для анализа влияния на работу подшипников скольжения регулярной микрогеометрии поверхностей трения на вкладыши были нанесены методом сверления три вида регулярной микрогеометрии. Параметры текстурирования приведены на рис. 3 (б) и в таблице 2. Внешний вид нанесенных микроямок приведен на рис. 4.



Рис. 4. Геометрия микроямок под микроскопом.

При проведении эксперимента осевая нагрузка увеличивалась с шагом 250 Н от 500 Н до 5000 Н, время одного шага 30 секунд. Нижний и верхний предел нагрузки ограничивался возможностями экспериментальной установки. На каждом шаге фиксировался момент трения  $M_{тр}$  и температура масла  $T$ .

До проведения эксперимента был сформирован набор управляемых параметров: угловая скорость вращения вала, осевая нагрузка на подшипник, тип обработки поверхности

ролика. Диапазоны изменения управляемых параметров, определяемые возможностями экспериментальной установки, приведены в табл. 3.

В ходе проведения экспериментальных исследований для каждого образца снималась диаграмма Герси-Штрибека по следующей методике:

1. Измерение параметров шероховатости поверхностей ролика и вкладыша перед сборкой.

2. Сборка подшипника скольжения: установка верхнего вкладыша в корпус подшипника, установка ролика на вал машины трения, подключение подачи масла, терморпары, герметизация камеры трения установкой прозрачной крышки из органического стекла.

3. Прогрев масла в баке до требуемой температуры.

4. Запуск машины трения и узла трения без нагрузки, фиксация нулевого момента трения, характеризующего потери на трение в шпинделе машины трения.

5. Приработка подшипника после прогрева до требуемой температуры. Осуществляется ступенчатым нагружением подшипника от 500 до 5000 Н с шагом 250 Н и последующим снижением нагрузки в обратном порядке. При этом фиксируются все параметры трения:

момент трения, нагрузка, температура вкладыша, напряжение в контакте. Переход к следующему шагу нагружения осуществляется после стабилизации момента трения на текущем шаге. Необходимо отметить, что максимальная удельная нагрузка на подшипник равная 5,1 МПа соответствует реальному значению нагрузки на шатунные подшипники двигателя ВАЗ 21083.

6. Снятие непосредственно диаграммы Герси-Штрибека. При этом условия работы подшипника (нагрузка, угловая скорость и температура масла) подбираются таким образом, чтобы зафиксировать область минимальных

коэффициентов трения на диаграмме, свидетельствующую о смене вида смазки в подшипнике с жидкостной на граничную. В нашем случае частота вращения ролика составляла 500 об/мин, нагрузка изменялась ступенчато аналогично этапу приработки. После достижения максимальной нагрузки и фиксации параметров трения нагрузка снималась с подшипника и снова фиксировалось значение нулевого момента трения. Диаграмму снимали шесть раз. Коэффициент трения пересчитывался по полученным значениям момента трения и усреднялся по шести измерениям.

Таблица 2.

Параметры текстурирования поверхности подшипника.




Вид текстурирования	Количество областей с микроямками	Радиус ( $r$ , мкм)	Глубина ( $r_y$ , мкм)
	1 (полное)	150	500
	2 ( $\varphi_1=0...45^\circ$ $\varphi_2=135...180^\circ$ )	150	500
	1 ( $\varphi=55^\circ...125^\circ$ )	150	500

Таблица 3.

Управляемые параметры экспериментальных исследований.

№	Управляемый параметр	Диапазон изменения	Кол-во уровней $L$
1	Частота вращения вала $n$ , $мин^{-1}$	500	1
2	Тип обработки поверхности ролика (мкм)	$Ra=0,044$	1
3	Цикл нагружения подшипника (Н)	500...5000	1

### Обработка результатов экспериментальных исследований

Осреднённые результаты измерений и пересчёта коэффициента трения для подшипников с разным текстурированием представлены на рис. 5.

В таблицах приняты следующие обозначения:  $F$  – нагрузка,  $P_{уд}$  – удельное давление,  $f_{тр}$  – коэффициент трения,  $M_{тр}$  – момент трения,  $T$  – температура вкладыша,  $\mu$  – вязкость масла,  $\lambda$  – число Герси,  $N_{тр}$  – потери на трение.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что текстурирование вкладышей оказывает влияние на работу подшипников скольжения. При этом, в зависимости от расположения текстурирования на поверхности вкладыша могут быть получены разные значения коэффициентов трения. Из рассмотренных

вариантов текстурирования вкладышей подшипника наилучшие результаты показал вкладыш с текстурированием по центру. Диаграмма для этого варианта текстурирования имеет минимум при значениях характеристики режима работы подшипника  $\lambda$  в пределах 150...160. В то время как для других вариантов, минимум коэффициента трения достигается при значениях характеристики режима работы подшипника  $\lambda$  в районе 200...300. Другими словами, подшипник с текстурированным по центру вкладышем имеет большую несущую способность, смена режима трения с жидкостного на граничный происходит при более высоких нагрузках, чем у других рассматриваемых вариантов текстурирования. Полученные результаты хорошо согласуются с результатами других исследователей.

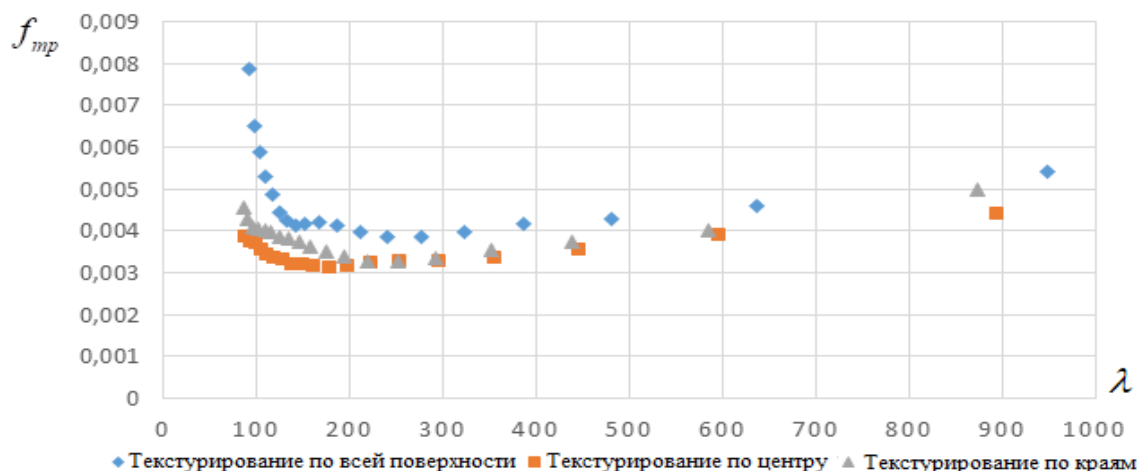


Рис. 5. Диаграммы Герси-Штрибека для подшипников с разным текстурированием вкладышей.

### Выводы

Для проведения экспериментальных исследований машина трения ИИ 5018 была доработана – разработан модельный узел трения, доработана стандартная камера трения, смонтирована система непрерывной подачи смазочного материала к подшипнику под давлением с возможностью подогрева масла. Это позволило обеспечить условия испытаний, сопоставимые с реальным режимом работы подшипника в составе поршневой машины. Результаты эксперимента показали, что подшипник с частично текстурированным вкладышем имеет большую несущую способность по сравнению с полностью текстурированным и гладким подшипником, и смена трения с жидкостного на граничный происходит для него при более высоких нагрузках.

**Благодарность:** Автор выражает благодарность за помощь в ходе проведения эксперимента доценту кафедры Автомобильного транспорта Южно-Уральского государственного университета Леванову Игорю Геннадьевичу.

### Литература:

1. Knauder, C. Analysis of the journal bearing friction losses in a heavy-duty diesel engine / C. Knauder, H. Allmaier, D.E. Sander, S. Salhofer, F.M. Reich, T. Sams // *Lubricants*. – 2015. – №3. – P. 142–154.
2. Holmberg, K. Global energy consumption due to friction in trucks and buses / K. Holmberg, P. Andersson, N.O. Nylund, K. Mäkelä, A.Erdemir // *Tribology International*. – 2014. – №78. – P. 94–114.

3. Ligier, J.L. Friction reduction and reliability for engines bearings / J.L. Ligier, B. Noel // *Lubricants*. – 2015. – №3. – P. 569–596.

4. Ohue, Y. Effect of Surface Texturing on Lubricating Condition under Point Contact Using Numerical Analysis / Y. Ohue, H. Tanaka // *J. Scientific Research*. – 2013. – №4. – P. 379 – 385.

5. Hamilton, D. A theory of lubrication by micro-irregularities / D. Hamilton, J. Walowit, C. Allen // *Journal of Basic Engineering*. – 1966. – №88(1). – P. 177–185.

6. Anno JN. Microasperity lubrication / JN. Anno, J. A. CM. Walowit Allen // *J Lubric Technol*. – 1968. – №90. – P. 351–355.

7. Anno JN, Walowit JA, Allen CM. Load support and leakage from microasperity lubricated face seals / Anno JN, Walowit JA, Allen CM // *Trans ASME J Basic Eng*. – 1969. – P. 726–731.

8. Gropper, D. Hydrodynamic lubrication of textured surfaces: A review of modeling techniques and key findings / D. Gropper, L. Wang, T. Harvey // *J Tribology International*. – 2016. – №94. – P. 509–529.

9. Kango, S. Thermal analysis of microtextured journal bearing using non-Newtonian rheology of lubricant and JFO boundary conditions / S. Kango, R. Sharma, R. Pandey // *Tribology International*. – 2014. – №69. – P. 19–29.

10. Antoszewski, B. Mechanical seals with sliding surface texture—model fluid flow and some aspects of the laser forming of the texture / B. Antoszewski // *Procedia Engineering*. – 2012. – №39. – P. 51–62.

11. Marian, V.G. Theoretical and experimental analysis of a laser textured thrust bearing / V.G. Marian, D. Gabriel, G. Knoll, S. Filippone // *Tribology letters*. – 2011. – №44(3). – P. 335–343.

12. Zhou, Y. Development of the theoretical model for the optimal design of surface texturing on cylinder liner / Y. Zhou, H. Zhu, W. Tang, C. Ma, W.Zhang // Tribology International. – 2012. – №52. – P. 1–6.

13. Kovalchenko, A. The effect of laser texturing of steel surfaces and speed-load parameters on the transition of lubrication regime from boundary to hydrodynamic /A. Kovalchenko, O.Ajayi, A.Erdemir, G.Fenske, I.Etsion // Tribology Transactions. –2004. – №47(2). – P. 299–307.

14. Podgornik, B. Effectiveness and design of surface texturing for different lubrication regimes / B.Podgornik, L.Vilhena, M. Sedlaček, Z.Rek, I.Žun//Meccanica. – 2012. – №47(7). – P. 1613–1622.

15. Scaraggi, M. Friction properties of lubricated laser-microtextured-surfaces: an experimental study from boundary-to hydrodynamic-lubrication / M. Scaraggi, F.P. Mezzapesa, G. Carbone, A. Ancona, L.Tricarico// Tribology Letters.– 2013. – №49(1). – P. 117–125.

16. Braun, D. Efficiency of laser surface texturing in the reduction of friction under mixed lubrication / D. Braun, C. Greiner, J. Schneider, P. Gumbsch // Tribology international. – 2014. – №77. – P. 142–147.

17. Scaraggi, M. Minimize friction of lubricated laser-microtextured-surfaces by tuning microholes depth / M. Scaraggi, F.P. Mezzapesa, G. Carbone, A. Ancona, D. Sorgente, P.M. Lugarà // Tribology International. – 2014. – №75. – P. 123–127.

18. Profito, F.J. Transient experimental and modelling studies of laser-textured micro-grooved surfaces with a focus on piston-ring cylinder liner contacts / F.J.Profito, S.-C. Vlădescu, T. Reddyhoff, D. Dini // Tribology International. – 2017. – №113. – P. 125–136.

19. Vlădescu, S.-C. Lubricant film thickness and friction force measurements in a laser surface textured re-ciprocating line contact simulating the piston ring–liner pairing / S.-C. Vlădescu, S. Medina, A.V.Olver, I.G.Pegg, T.Reddyhoff// Tribology International. – 2016. – №98. – P. 317–329.

20. Ronen, A. Friction-reducing surface-texturing in reciprocating automotive components / A. Ronen, I.Etsion, Y.Kligerman// Tribology Transactions. – 2001. – №44(3). –P. 359–366.

21. Lu, X. An experimental investigation of dimple effect on the stribeck curve of journal bearings / X. Lu, M. Khonsari, // Tribology Letters. – 2007. – №27(2). – P. 169–175.

22. Etsion, I. Experimental investigation of laser surface textured parallel thrust bearings / I.Etsion, G.Halperin, V. Brizmer, Y.Kligerman// Tribology Letters. – 2004. – №17(2). –P. 295–300.

23. Qiu, Y. Experimental investigation of tribological performance of laser textured stainless steel rings / Y. Qiu, M.Khonsari// Tribology International. – 2011. – №44(5). – P. 635–644.

24. Henry, Y. An experimental analysis of the hydrodynamic contribution of textured thrust bearings during steady-state operation: A comparison with the untextured parallel surface configuration / Y. Henry, J.Bouyer, M.Fillon// Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology. – 2015. – №229(4). – P. 362–375.

25. Yu, X. Frictional characteristics of mechanical seals with a laser-textured seal face / X. Yu, S. He, R.Cai // Journal of Materials Processing Technology. – 2002. – №129(1). – P. 463–466.

**БАҲОДИҲИ ТАҶРИБАВИИ ТАЪСИРИ  
МИКРОГЕОМЕТРИЯҲОИ  
ТАНЗИМШАВАНДА БА ТАВСИФҲОИ  
ТРИБОЛОГИИ МИЛДОНИ ЛАҶҶИШИ  
РАДИАЛӢ**

*М.А. Иззатуллоев*

Яке аз роҳҳои баланд бардоштани қобилияти кори милдони лағжиш, истифоди сатҳи мақсаднок ноҳамворкардашуда ба ҳисоб меравад. Барои муайян кардани таъсири бузургиҳои микрогеометрияҳои танзимшавандаи сатҳҳои соишӣ дар тавсифҳои гидромеханикии трибопайвастагиҳои “навард-милдон”, тадқиқоти таҷрибавӣ дар мошинаи соши ИИ 5018 гузаронида шуд. Бо ин мақсад, воситаи махсуси санҷиши милдони лағжиш дар соиш, ки мувофиқ ба шароити речаи ҳақиқии кори муҳаррики дарунсӯз мебошад, таҳия карда шуд. Барои баҳодихии таъсири сатҳҳои мақсаднок ноҳамворкардашуда ба кори милдони лағжиш се намуди микрогеометрияҳои танзимшаванда тадқиқ шуданд. Тадқиқот дар асоси таҳлили диаграммаи Герсӣ-Штрибек барои милдони лағжиш, ки аз рӯи тавсифҳои геометрии худ мувофиқ ба милдони шатунии наварди зонудори муҳаррики ВА3 21083 мебошад, гузаронида шуд. Натиҷаҳои ба даст омада аз он гувоҳӣ медиҳанд, ки сатҳҳои мақсаднок ноҳамворкардашуда ба кори милдонҳо таъсир мерасонанд. Аз се варианти тадқиқшуда, афзалият ба оне дода шуд,

ки қобилияти қорин милдонро баланд мебардорад. Варианте, ки дар натиҷаи таҷриба интиҳоб шуд имкон медиҳад, ки ивазшавии речаи соиш аз моеъгӣ ба сарҳади нисбат ба дигар вариантҳо дар сарборихоии зиёдтар ба даст ояд.

Тадқиқоти таҷрибавӣ дар озмоишгоҳи “Триботехника” – и ба номи В.Н. Прокопьев – и кафедраи “Нақлиёти автомобилӣ” – и Донишгоҳи давлатии Урали ҷанубии шаҳри Челябинск гузаронида шуд.

**Калимаҳои калидӣ:** ноҳамворкунии лазерӣ, трибопайваस्ताгиро, микрогеометрия, милдони лағжиш, талафот дар соиш.

### EXPERIMENTAL ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF REGULAR MICROGEOMETRY ON TRIBOLOGICAL CHARACTERISTICS OF A RADIAL SLIDING BEARING

*M.A. Izzatulloev*

One of the current trends in increasing the bearing capacity of plain bearings is the use of texturing of friction surfaces. To determine the influence of the parameters of the regular microgeometry of the friction surfaces on the hydromechanical characteristics of the "shaft-bearing" tribo interface, experimental studies were carried out on an И 5018 friction machine И 5018. A model friction unit was developed that allows

reproducing test conditions comparable to the real operating mode of sliding bearing of internal combustion engine. To assess the effect of texturing on the operation of plain bearings, three types of regular microgeometry were investigated. The study was based on the analysis of the Gerssi-Striebeck diagrams for journal bearing, corresponding in its geometric characteristics to the connecting rod bearing of the crankshaft of the VAZ 21083 engine. The results indicate that the texturing of the liners affects the operation of journal bearings. Of the three texturing samples under study, the option has been chosen that has the highest bearing capacity, and therefore makes it possible to achieve a change in the friction mode from liquid to boundary at higher loads than in other considered texturing samples. The work was carried out in the laboratory "Tribotechnics" named after V.N. Prokopyev, Department of Automobile Transport, South Ural State University (Chelyabinsk).

**Keywords:** laser texturing, tribounit, microgeometry, journal bearings, friction loss.

#### Сведение об авторе:

Иззатуллоев Мубориз Акрамхонович – ведущий специалист отдела Инновации и научных изданий ТТУ имени академик М.С. Осими. Тел: (+992) 933-77-20-07. E-mail: Muboriz88@bk.ru

### ВЛИЯНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

*Н.Б. Сахибов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В статье рассмотрены основные аспекты влияния шероховатости на качество обработанной поверхности. Выявлена сущность явления шероховатости и представлены её характерные особенности. Перечислены показатели качества обработанной поверхности, на которые влияет шероховатость. Описан процесс износа как одного из главных показателей шероховатости. Дано описание нескольких оценочных показателей шероховатости обработанной поверхности, позволяющие проанализировать её класс и степень. Помимо этого, в работе были изучены пределы значений параметров шероховатости.*

**Ключевые слова:** шероховатость, качество, поверхность, износ, материал, обработка, инструмент.

От качества обработанной поверхности различных деталей и материалов зависят многочисленные показатели дальнейшего их использования в тех или иных технических конструкциях. В реальных условиях эксплуатации, в достаточно полной мере, учету поддаются лишь затраты на запасные части и материалы. Но именно запасные части и материалы, как правило, лимитируют техническое состояние транспорта. Имея в виду относительную стабильность соотношения между затратами на запасные части и другими эксплуатационными расходами,

критерием, характеризующим нормальное использование ресурса, может быть расход запасных частей, как функция наработки [4]. В особенности качество обработки поверхности деталей воздействует на износостойчивость, точность, долговечность и надежность изготавливаемых деталей. Именно поэтому любая обрабатываемая поверхность должна обладать высоким уровнем качества, на формирование которого влияют многие факторы. Основным из таких факторов является шероховатость, которая оказывает наиболее существенное влияние на качество обработанной поверхности.

Вследствие процесса трения и изнашивания показатели исходной шероховатости видоизменяются.

Можно сказать, что шероховатость поверхности является так называемым технологическим концентратором напряжений, который существенно понижает прочность обрабатываемой поверхности, независимо от вида напряженного состояния и температуры нагрева.

Стоит отметить, что сравнительно низкое качество обрабатываемой поверхности обусловлено потерей основных характерных свойств материала (надежность, прочность, точность и т.д.), которая в 80% случаев вызвана износом трущихся поверхностей в результате влияния шероховатости. Тем самым, шероховатость оказывает воздействие на один из важных параметров поверхности – износостойкость.

При наличии шероховатости поверхностей фактическая площадь контакта их сопряжения имеет сравнительно низкие значения от общей площади соприкосновения.

Шероховатость поверхности вызывается многочисленными факторами, к которым относятся следующие:

- особенности материала, который подлежит к обработке;
- виды обработки для материала;
- технический процесс проведения резания;
- особенность технологического процесса станок-приспособление-инструмент-деталь (СПИД);

- существование вибрации;
- разновидность инструмента, включая износ при работе и др.

Особая роль для шероховатости обрабатываемой поверхности принадлежит самому обрабатываемому материалу и его характерным свойствам. Существенную роль при обработке стали принадлежит содержанию углерода в его составе, при высоких содержаниях углерода обработанная поверхность будет более высокого качества, чем в стали с низким содержанием углерода.

Степень шероховатости в значительной степени разнится в зависимости от способа применяемой обработки. Обработка поверхности с помощью точения приводит к небольшой остаточной шероховатости поверхности. При фрезеровании шероховатость может возникнуть в результате непрерывных изменений скорости поступательных и вращательных движений инструмента. В свою очередь, в процессе шлифования шероховатость существенно увеличивается при повышении скорости резания, снижении величин подач, а также глубины шлифования.

Жесткость технологической системы особенно сильно воздействует на появление шероховатости поверхности. К примеру, при точении нежесткого вала с установкой в центрах, наибольшая шероховатость появляется примерно в средней части по длине вала [2, с. 109]. Недостаточные показатели жесткости могут являться потенциальной причиной возникновения вибрации при резании, что представляет собой ещё один показатель появления шероховатости поверхности.

Состояние режущей кромки инструмента оказывает не менее существенное влияние на формирование шероховатости. Затупленные инструменты могут провоцировать повышение уровня шероховатости поверхности. Для получения более точной шероховатости необходимо использовать режущий инструмент более высокого качества. Использование смазывающе-охлаждающей жидкости в значительной степени снижает уровень нароста и обеспечивает понижение шероховатости поверхности. Кроме того, оптимальное применение данной жидкости способствует формированию высокой стойкости используемого инструмента.

1. Значение шероховатости по  $R_z$ , согласно десяти точкам, то есть пяти максимальных выступов  $h_{i\max}$  и пяти минимальных выступов  $h_{i\min}$

на базовой длине определяется следующим образом.

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 h_{max} + \sum_{i=1}^5 h_{min}}{5} \quad (1)$$

2. Наибольшая высота неровностей  $R_{max}$ , то есть расстояние между линией выступов профиля и линией впадин в пределах базовой длины.

3. Среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a$ , определяемое из абсолютных значений отклонений профиля  $h$  от средней линии.

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \approx \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n |y_i| \quad (2)$$

Параметры  $R_a$ ,  $R_z$  и  $R_{max}$  измеряются в мкм.

4. Средний шаг неровностей  $S_m$  измеряется в мм.

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n S_{mi} \quad (3)$$

5. Относительная опорная длина профиля  $t_p$  – отношение опорной длины профиля к базовой длине, % [1, с. 48].

Величины  $S_m$  и  $t_p$  характеризуют форму микронеровностей и предопределяют износостойкость и контактную деформацию сопряженных деталей.

ГОСТ 2789-73 классифицирует все поверхности по шероховатости на 14 классов и регламентирует следующие пределы значений параметров шероховатости [3, с. 115]:

$R_a = 0,008 \dots 100$  мкм;

$R_z$  и  $R_{max} = 0,025 \dots 1600$  мкм;

$S_m$  и  $S = 0,002 \dots 12,5$  мм;

$t_p = 10 \dots 90\%$ .

### Выводы

Следует отметить, что шероховатость обработанной поверхности играет достаточно значимую роль при формировании качества. Это обусловлено тем, что именно шероховатость оказывает влияние на важные свойственные показатели обработанной поверхности: прочность, износостойкость, точность, долговечность и т.д. При наличии высокого класса шероховатости качество обработанной поверхности будет иметь весьма низкое значение, так как практически все базовые параметры качества будут существенно снижены. Таким образом, шероховатость оказывает значительное негативное влияние на качество обработанной поверхности.

### Литература:

1. Иванов А.Ю., Леонов Д.Б. Оценка влияния шероховатости поверхности на коррозионную стойкость изделий машиностроения [Текст] / А.Ю. Иванов, Д.Б. Леонов. – М.: Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2013. – 165 с.
2. Скрипченко Ю.С. Шероховатость обработанной поверхности [Текст] / Ю.С. Скрипченко. – Воронеж: Вестник Воронежского государственного технического университета, 2011. – 329 с.
3. Шарифов З.З., Алиев Ч.М., Кулиев А.М. Исследование влияния шероховатости поверхности на износ поверхностного слоя деталей судовых машин и механизмов, обработанных различными методами [Текст] / З.З. Шарифов, Ч.М. Алиев, А.М. Кулиев. – М.: Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, 2017. – 415 с.
4. Б.Ж. Мажитов, М.Ю. Юнусов, Н.Б. Сахибов, С. Хамиджонов. Рациональное управление процессом технической эксплуатации автомобиля путем прогнозирования затрат на запасные части // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №1 (41) – 2018. С. 182-191.

### ТАЪСИРИ НОСУФТАҒӢ БА СИФАТИ САТҲӢ КОРКАРДШУДА

*Н.Б. Сахибов*

Дар мақолаи мазкур чанбаҳои асосии таъсири носуфтағӣ ба сатҳи коркардшуда дида баромада шудааст. Моҳиятҳои носуфтағии сатҳ аниқ карда шуда ва ҳосиятҳои он оварда шудааст. Нишондиҳандаи сифатнокии сатҳи коркардшуда, ки ба носуфтағӣ таъсир мерасонанд, номбар карда шудаанд. Раванди фарсудаҷавӣ ҳамчун яке аз нишондиҳандаҳои асосии носуфтағӣ тавсиф карда шудааст. Омилҳои асосии таъсир ба рушди носуфтағии сатҳ қайд карда шудаанд. Тавсифи микродорӣ якҷанд нишондиҳандаҳои носуфтағии сатҳи коркардшуда вобаста ба синфҳои дақиқӣ ва дараҷаи он оварда шудаанд. Илова бар ин, дар мақола бузургии худудии носуфтағии сатҳ омухта шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** носуфтағӣ, сифат, сатҳ, соиш, мавод, коркард, асбоб.

## INFLUENCE OF ROUGHNESS ON THE QUALITY OF THE TREATED SURFACE

*N.B.Sakhibov*

The article discusses the main aspects of the effect of roughness on the quality of the processed surface. The essence of the roughness phenomenon is revealed and its characteristic features are presented. Indicators of the quality of the processed surface, which are affected by roughness, are listed. The process of wear is described as one of the main indicators of roughness. The main factors influencing the development of surface roughness are highlighted. A description of several estimated indicators of the

roughness of the processed surface is given, allowing to analyze its class and degree. In addition, the limits of the values of the roughness parameters were studied in the work.

**Key words:** roughness, quality, surface, wear, material, processing, tool.

### Сведения об авторе:

Сахибов Нурулло Бобоевич – к.т.н., и.о. доцента кафедры «Техническая эксплуатация воздушного и железнодорожного транспорта» ТТУ им. академика М.С. Осимй. Тел.: 933003256. E-mail: nsahibov@mail.ru

## ШАКЛ ВА ТАРЗҲОИ ПЕШҚАДАМИ ТАШКИЛИ ИНТИҚОЛИ АВТОМОБИЛӢ ДАР ШАРОИТИ БАЛАНДКӢҲИ ТОҶИКИСТОН ВА РОҶҲОИ АСОСИИ БЕҲДОШТИ ОН

*Ф.М. Юнусов*

*Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимй*

*Ташкили интиқол дар шароити баландкӯҳ мушкилот ва хусусиятҳои хоси худро дорад. Барои ВМКБ, ки яке аз минтақаҳои баландкӯҳи сайёра аст, мушкилоти соҳаи нақлиёт боз ҳам беиштар мушоҳида мегардад.*

*Дар мақолаи мазкур шакл ва тарзҳои пешқадами ташкили интиқол дар шароити баландкӯҳ мавриди баррасӣ қарор дода шуда, роҳҳои ҳалли баъзе аз мушкилоти ҷойдошта пешниҳод гардидааст.*

**Калимаҳои калидӣ:** *интиқол, шароити баландкӯҳ, минтақа, нақлиёт, автомобил.*

Чумхурии Тоҷикистон ҳамчун кишвари кӯҳӣ имкони истифода бурдани ҳамаи намудҳои нақлиётро надорад. Аз ин рӯ, ин омил ва баландкӯҳии мамлакат барои рушди дигар соҳаҳои хоҷагии халқ ба таври назаррас мушоҳида мегардад. Намудҳои нақлиёт барои пешбурди иқтисодиёт ва таъмини нақлиёти соҳаҳои гуногуни хоҷагии халқ дар доираи тамоми имкониятҳои мавҷуда истифода бурда мешавад.

Ин омил барои Вилояти мухтори кӯхистони Бадахшон (ВМКБ) бештар хос аст. Зеро истифодаи тамоми намудҳои нақлиёт хеле маҳдуд аст. Дар ВМКБ ба қадри ҳол нақлиёти ҳавоӣ истифода мегардад, вале нақлиёти автомобилӣ воситаи асосии интиқоли бору мусофирон ҳисобида мешавад.

ВМКБ яке аз минтақаҳои баландкӯҳи сайёраи мост. Тақрибан ҳамаи худодаш дар баландии беш аз 3000 м ҷойгир аст.

Минтақа қисми ҳудудест, ки дорои умумияти шароитҳои табиӣ, иҷтимоӣ-иқтисодӣ, милли-фарҳангӣ ва монанди инҳо мебошад. Минтақаи кӯҳсор бошад, қисми ҳудудест, ки кӯхистон шуморида шуда, дар тамоми соҳаҳо – соҳаҳои иҷтимоӣ, иқтисодӣ, роҳу нақлиёт ва ғайраҳо мушкилии ба худ хос дорад [3].

Барои стратегияи нақлиётӣ омили асосӣ ҳудуди минтақаи ғаболият ба шумор меравад. Ҳамчунин омилҳои ҳудудӣ (территориявӣ) ба интиқоби намуди таркиби ҳаракаткунанда, шакли ташкили интиқол, нобаробарии анбӯҳи бору мусофирон ба таври назаррас таъсир мерасонад. Омилҳои ҳудудӣ барои баланд бардоштани сифати хизматрасонии нақлиёти интиқоли бору мусофирон мусоидат намуда, фарзияҳои рушди устувори минтақаҳои мамлакатро ташаккул медиҳад [3].

Тамоми ҳудуди ВМКБ-ро системаи кӯҳии Помир ишғол менамояд, ки дар пайвастигии системаҳои бузурги кӯҳии Осиёи Марказӣ – Ҷиндукуш, Қароқурум, Кунлун ва Тиёншон қарор дорад.

Шароити гуногуннамуди табию иқлимӣ, мураккабии релеф ба рушди иҷтимоӣ-иқтисодӣ, таъмини ғаболияти ҳаётан муътадили аҳоли ва хизматрасониҳои нақлиётӣ мушкилоти иловагӣ ба бор меорад. Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки ба ВМКБ тамоми хусусиятҳои минтақаи кӯҳсор хос аст ва он бо шароити хоси табиӣ-иқлимӣ тавсиф дода мешавад. Ин шароит ҳамчун омили муҳими ба ташаккул ва рушди раванди нақлиёти ин минтақа таъсиркунанда дониста мешавад.



Нақлиёти автомобилӣ бошад, дар чунин шароит на танҳо мақсаднок, балки воситаи ягонаи имконпазири ҷойивазкунии аҳолии минтақа ба ҳисоб меравад.

Дар ин робита, инчунин ВМКБ хусусиятҳои ба худ хос дорад, ки ба дигар минтақаҳои баландкӯҳи кишвар низ хосанд. Тамоми роҳҳои вилоят дар водихо ҷойгиранд, ки офатҳои табиӣ роҳҳоро вайрон карда, дар давраҳои муайяни сол ба ҳаракати нақлиёт хала мерасонанд, роҳҳои алтернативӣ вучуд надоранд, аз ин рӯ сохтмони таҷдиди роҳҳои автомобилӣ мушкул мегардад. Ҷӣ тавре қайд намудем, арзиши баланди маҳсулоти хӯрока ва дигар молҳо аз ҷаъолияти нақлиёт вобаста аст. Ронандагон бе танаффус беш аз 14 соат (дар самти Душанбе – Хоруғ) кор мекунанд, ки аз меёр бештар аст. Борҳо аввал аз Чин ба Душанбе ва баъдан қисми зарурӣ ба ВМКБ баръакс оварда мешаванд, зеро Хоруғ имкони қабули ҳаҷми зиёди борҳоро надорад. Ҷойҳои беодам – “Доғи сафед” (шимоли ВМКБ – тариқи Лахш) худуди зиёдро ишғол мекунанд, барои сохтмони роҳ релефи он пурра омӯхта нашудааст. Дар сурати сохтани роҳи автомобилгард тариқи ин объект то ағбаи Кулма тӯли роҳ то 500 км кӯтоҳ мегардад, инфрасохтори роҳи-нақлиётӣ вучуд надорад. Хизматрасонии сайёҳӣ дар ВМКБ аллақай амал мекунад, фақат сифати хизматрасонии нақлиётӣ, гигиению маиширо бештар кардан лозим аст. Савдои наздисарҳадӣ амал мекунад, вали ҳиссаи ночиз дорад. Дар ноҳияҳои ВМКБ ҳатсайроҳо ғайриоқилона ҷаъолият менамоянд. Имкони баромадани вилоят ба масирҳои байналмилалӣ тариқи “Дарвозаи Вахон” (тақрибан 40 км то Покистон) вучуд дорад.

Барои он ки тамоми мураккабӣ ва гуногуншаклии бозори нақлиётиро дар ин минтақа тасаввур намоем, омилҳои нақлиётӣ, хусусиятҳои амалисозии намудҳои гуногуни бозори нақлиётӣ ва шартҳои интиҳоби намудҳои гуногуни нақлиётро дида бароем. Аммо ин амал танҳо дар доираи гуногуннамудии воситаи нақлиёти автомобилӣ – фарқияти иқтидори борбардорӣ, суръати ҳаракат, муносибгардонӣ барои интиқол, қобилияти ҳарҷогардӣ ва монанди инҳо ҷой дорад.

Муайянкунии ҳароҷоти нақлиётӣ бошад, аз ин омил бармеояд ва сатҳи ҳароҷоти заруриро ҳангоми дастраскунии бор аз борфирист то борқабулкунанда ё интиқоли мусофирон бо истифода аз роҳҳои кӯҳӣ дарбар мегирад. Дар ин ҳангом самаранокӣ ва босифатии хизматрасонии

нақлиётӣ дар тӯли тамоми масири ҳаракат баҳо дода мешавад. Ин нишондиҳандаро метавон ба хусусияти микдорӣ ва сифатӣ ҷудо кард.

Ба хусусияти микдорӣ ҷуғрофиёи интиқол, хусусиятҳои нақлиётӣ бор хусусиятҳои нақлиётӣ сафари мусофирон, вазъи иқтисодӣ, технологияи азнаворкунӣ ва монанди инҳо дохил мешаванд.

Ба хусусияти сифатӣ бошад, суръати дастраскунии бор (мусофирон), ҳифзи бори интиқолшаванда, мусофирбарии бехатар, мунтазамии ҳаракат, эътимоднокии истифодаи нақлиёт ва ҳоказоро марбут медеонанд [1].

Омили нақлиётӣ ҳангоми муайянкунии нархи маҳсулот таъсири қалон мерасонад ва ин барои ВМКБ ниҳоят ҷашмрас аст. Зеро ақсарияти молу маҳсулот назар ба дигар минтақаҳои кишвар дар ВМКБ арзиши баландтар доранд.

Танзими давлатии ҷаъолияти нақлиётӣ дар шароити баландкӯҳ бевосита ба Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон дар бораи минтақаҳои кӯҳсор ва дигар санадҳои меъёрии ҳуқуқи Ҷумҳурии Тоҷикистон таъа мекунад.

Танзими давлатии рушди шакл ва тарзҳои нави ташкили интиқол дар шароити баландкӯҳ дарбар мегирад:

- таъмини рақобатпазирии хизматҳои нақлиётӣ;
- рушди соҳаи саноат;
- баландбардории сифати зиндагии аҳоли;
- рушди инфрасохтори нақлиётӣ ва дигарҳо барои ташкили ҷазои туризм;
- рушди шаклҳои пешқадами ташкили интиқол, чун интиқоли контейнерӣ, пакетӣ ва ташкили интиқол тариқи системаи китфи таъа.

Ҳамин тариқ, боиси қайд аст, ки шакл ва тарзҳои нави ташкили интиқол дар ВМКБ амалисозии интиқоли контейнерӣ, пакетӣ ва ташкили интиқол тариқи системаи китфи таъа аст.

Контейнер ҷилдест бо ҳаҷми на қамтар аз 1 м<sup>3</sup>, ки барои истифодаи доимӣ таъйин гардида, ба ҳифзу нигоҳдории бор таҷҳизонида шудааст. Андозаҳои контейнерҳои универсалӣ бо ГОСТ муайян карда мешавад [2].

Контейнерҳо аз рӯи як қатор нишонаҳо тасниф мегарданд.

Вобаста аз тарзи интиқол контейнерҳо транзитӣ ва маҳаллӣ мешаванд.

Аз рӯи таъйинот контейнерҳо универсалии барои борқашонӣ таъйингардида мешаванд.

Аз рӯи маводи омодашаванда контейнерҳо ҷӯбӣ, металлӣ ва ҷӯбӣ-металлӣ шуда метавонанд.

Вақтҳои охир контейнерҳо аз пластмасса ва маводи гуногуни чандир – резина, каучук, полиэтилен, матои нейлон, шишапластика ва ғайраҳо сохта мешаванд. Аз рӯи сохт контейнерҳо ба чамъу ҷудошаванда ва ҷудонашаванда тақсим мешаванд.

«Аз рӯи иқтидори борбардорӣ (вазми номиналии брутто) контейнерҳо бузургтоннаж (10 – 30 т) ва миёнатоннаж (2,5 – 5 т) (ҳангоми интиқол дар робитаҳои омехта) ва хурдтоннаж (0,625 ва 1,25 т) (ҳангоми интиқоли автомобилӣ) мешаванд» [2].

Дар робитаҳои омехта бо контейнерҳои универсалӣ борҳои гуногунро кашонидан мумкин аст. Дар ин маврид борҳое, ки аз рӯи қоидаҳои тасдиқшуда барои интиқол қабул намешаванд, истисно аст (борҳои тарканда, захрнок, гаронвазн, зудоташигиранда ва ғ.).

Раванди интиқол бо контейнерҳои универсалӣ аз рӯи хатсайрҳои зерин амалӣ мешавад:

-хатсайри лангарӣ бо назардошти фаровардани контейнер дар нуктаи таъйинот;

-хатсайри лангарӣ бо назардошти ивазкунии контейнер дар нуктаи таъйинот;

-хатсайри лангарӣ бо назардошти ивазкунии контейнер бо контейнери дигари бордор;

-хатсайри секунҷаи ҳалқагӣ бо ивазкунии дукаратаи контейнер.

Бо мақсади тақмили баъдинаи контейнерҳо дар шароити баландкӯҳ, баландбардории сатҳи механикони корҳои боркунию борфарорӣ, беҳдошти хизматрасонии фармоишгарони нақлиёт барои интиқол ва дигар хизматҳо ташкилот ва муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ парки контейнерҳои универсалии ҳудро дошта метавонанд.

Рушди интиқоли контейнерӣ бо норасоии парки контейнерҳои махсусан бузургтоннаж ва воситаҳои мувофиқи механикони маҳдуд мегардад.

Дар қатори истифодаи контейнерҳои бузургтоннаж, инчунин ба боркашонӣ тариқи контейнерҳои миёна- ва хурдтоннаж аҳамияти хос дода мешавад.

Барои муайян ва бартарафкунии саривақтии камбудии контейнерҳо бояд доимо ба нигоҳубини техникий он машғул шуд. Хизматрасонии техникий ва таъмири контейнерҳо бо нуру ва воситаҳои муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ иҷро карда мешавад.

Барои дар ҳолати коршоями техникий нигоҳ доштани контейнерҳо таъмири ҷорӣ, солона ва капитали гузаронида мешавад. Таъмири ҷорӣ дар мавриди ошкоршавии корношоямӣ новобаста аз мансубияти контейнер иҷро мегардад. Таъмири капитали бошад, дар муассисаҳои махсусгардонидашуда доир мешавад.

Ҳангоми таъмири солона тамоми корношоямии бартараф ва рангмолии навбатӣ бо гузоштани навиштаҷоти графареӣ иҷро мегардад.

Контейнерҳои ба муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ тааллуқдошта дар интиқоли байнишаҳрӣ ва робитаҳои омехтаи интиқол васеъ истифода мешаванд.

Дар боркашонии мустақими автомобилӣ таъдоди контейнерҳои маҳаллии истифодашаванда аз шумораи автомобилҳои иҷроқунандаи боркашонии контейнерӣ ва механизмҳои боркунию борфарорӣ вобаста аст.

Қайд кардан зарур аст, ки тарзи дигари самараноки ташкили интиқол дар ВМКБ тарзи пакети боркашонӣ аст. Моҳияти тарзи пакети боркашонӣ дар он аст, ки намудҳои муайяни бор дар як партиаи бузург ташаккул дода мешавад. Амалиёти боркунию борфарорӣ тариқи механиконида иҷро мегардад.

Пакетҳо дар поддонҳо ташаккул дода мешаванд. Поддонҳои ҳамвор, қафасавӣ ва куттиро фарқ мекунанд. Ғайр аз ин, интиқоли пакети борро метавон бе поддон иҷро кард.

Иҷрои боркашонӣ дар шароити баландкӯҳ тариқи системаи китфи тақия низ мақсаднок аст. Дар ин маврид ҳангоми интиқоли муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ, ки ин гуна интиқолро иҷро мекунанд, мавҷудияти нуктаҳои пайвасту ҷудокунӣ дар ин хатсайрҳо ба ҳисоб гирифта зарур аст.

Ядакмошинҳоро муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ – иштирокчиёни интиқол, нимқӯшаҳоро бошад, муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ дар нуктаи таъйинот қарордошта таъмин менамоянд.

Пайвасту ҷудокунии воситаҳои нақлиёти автомобилӣ дар ҳудуди муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ истифодаи умумӣ боркаши дар интиқоли байнишаҳрӣ иштироккунанда ва ё иштироккунанда иҷро мегардад.

Интиқол аз рӯи системаи китфи тақия бо автопоездҳо ва нимқӯшаҳои деворадор бо пломбаи фирианда амалӣ карда мешавад. Нишондихандаи

асосии амалисозии нақлиёт аз рӯи системаи китфи така ҳаҷми бор ва гардиши бор аст.

Дар шароити баландкӯҳ барои нақлиёти ҷамъиятӣ сарфаноки асосӣ пасткунии мутаҳарриқӣ аст, яъне то истгоҳ омада расидан лозим мебошад. Назар ба идоракунии диспетчерии ҳаракати автобусҳо дар шаҳро системаи идоракунии диспетчерӣ дар робитаҳои наздишаҳрӣ, деҳот, байнишаҳрӣ ва байналмилалӣ хусусиятҳои хоси худро доранд, ки бо шарту хусусиятҳои хизматрасонӣ ба мусофирон, дарозии ҳатсайр, давомнокии рейс, масофаи байни истгоҳҳо ва интервали ҳаракат вобаста аст.

Системаи идоракунии диспетчерии ҳаракати автобусҳо дар робитаҳои берунашаҳрӣ бо мавҷудияти воситаҳои техникий маҷмуавии алоқа ва ахбороти диспетчерии ҷавобгӯӣ талаботи раванди технологии намунавии назорат ва танзими марказонидашуда алоқаманд аст. Дар як вақт бояд масъалаҳои сохтори оқилонаи ташкили идоракунии диспетчерӣ ҳал карда шаванд.

Асосҳои идоракунии диспетчерии ҳаракати автобусҳо дар робитаҳои берунашаҳрӣ нисбат ба намудҳои алоҳидаи робитаҳои мусофирбарӣ дида мебароем.

Диспетчеризатсия дар робитаҳои наздишаҳрӣ то ҳол рушди зарурии худро аз сабабаби набудани системаи воситаҳои техникий алоқа наёфтааст. Танзими ҳаракат то ҳол аз ҷониби диспетчерҳои ҳаттии ғайримарказонида дар автостансияҳо, ҷунҷонда аз як тарафи ҳатсайр амалӣ мегардад. Автостансияи робитаҳои наздишаҳрӣ бо шаҳрӣ ва инчунин бо ҳатсайри автобусҳои байнишаҳрӣ якҷоя карда шудаанд. Дар қатори марказҳои вилоятӣ автостансияҳои мустақили робитаҳои автобусии наздишаҳрӣ амал мекунанд.

Системаи ғайримарказонидаи назорат ва танзими ҳаракати автобусҳои наздишаҳрӣ ҳаракати бонизомии зарурии таъмин накарда, сатҳу сифати хизматрасонӣ ба мусофирон, инчунин самаранокии истифодаи воситаи нақлиётро паст мекунанд. Мушкилоти асосӣ дар системаи танзими ҳаракати автобусҳо дар шароити мусофирбарии оммавӣ дар минтақаҳои наздишаҳрӣ дар рӯзҳои истироҳат ва ид пайдо мешавад. Бурдани системаи идоракунии диспетчерии ҳаракати автобусҳо дар робитаҳои наздишаҳрӣ бо ташкили марказонидаи системаи истифодаи нақлиёти автомобилӣ мусофирбарӣ берунашаҳрӣ дар ҳудуди ноҳия ва вилоят алоқаманд аст.

Диспетчеризатсия дар робитаҳои автобусии наздишаҳрӣ бо имкониятҳои рушди системаи алоқаи радиотелефонӣ ва дар нақлиёт (дар навбати аввал, автобуси бригадирҳо/ҳатсайрҳои наздишаҳрӣ), дар автостансияи робитаҳои наздишаҳрӣ, муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ ва нуктаҳои диспетчерии ҳаракатноки ҳаттӣ таҷҳизонида вобастагӣ дорад.

Диспетчеризатсия дар робитаҳои деҳот монанди ҳатсайрҳои наздишаҳрӣ таҷҳизонидани объекти ҳаракатнок ва беҳаракати воситаҳои радиоалоқаро металабод. Ҳоло танзими ҳаракати автобусҳо дар робитаҳои деҳот ғайримарказонида амалӣ мегардад.

Идоракунии марказонидаи ҳаракат дар робитаҳои автобусии деҳот, ки дар миқёси ноҳия ва вилоят иҷро мешавад, ба самти баландбардории сифати хизматрасонии нақлиётӣ аҳолии деҳот, таъмини интиқоли бозғимод ва истифодаи босамари ғунҷоиши автобусҳо равона карда шудааст.

Дар ҳатсайрҳои тӯлоии деҳот (беш аз 50 км) системаи додани ғаврии ахборот доир ба мавҷудияти ҷойҳои ҳолӣ дар автобус истифода мешавад. Нақши асосиро диспетчеризатсия ҷангоми интиқоли оммавии аҳолии деҳот ба бозор дар рӯзҳои истироҳат ва ид иҷро мекунад. Мавҷудияти системаи диспетчерӣ дар як вақт имкони фуруши чиптахоро барои ҳатсайрҳои деҳот дар самтҳои мустақим ва баръакс таъмин менамояд, ки ба мусофирон қулай аст.

Дар робитаҳои автобусии байнивилоятӣ ва байнишаҳрӣ системаи назорат ва танзими минтақавии ҳаракат истифода мешавад. Қисми ҳатсайри байнивилоятӣ бо ҳудуди вилоят гузаранда минтақаи диспетчерӣ аст.

Диспетчеризатсия дар робитаҳои автобусии байналмилалӣ дар марҳилаи коркард ва асосноккунӣ қарор дорад. Хусусияти он мавҷудияти стансияи диспетчерии мучаҳҳаз бо системаи алоқаи диспетчерии байналмилалӣ дар минтақаҳои марзӣ аст.

Хусусиятҳои баландкӯҳро ба ҳисоб гирифта, вақтҳои охир интиқоли автобусии мунтазам васеъ паҳн гардидааст, ки ба робитаҳои дохилидеҳавӣ ва дохилиноҳиявӣ ҷудо карда мешавад.

Ба робитаҳои автобусии дохилидеҳавӣ ҳатсайрҳои дар ҳудуди нуктаҳои аҳолинишини алоҳида ҷойгирбуда, байни нуктаҳои аҳолинишин, нуктаҳои аҳолинишин бо маркази ноҳия, ки деҳот

мебошанд ва нуқтаҳои аҳолинишин бо мактабҳо (бурдани мактаббачагон) тааллуқ доранд.

Истифодаи якмаротибавӣ ва соатбайӣи автобусҳо дар маҳали деҳот барои мусофирбарӣ ба ҳаҷми интиқоли автобусии деҳот дохил мегардад.

Аз рӯи ҳисоботи омории амалкунанда ҳаҷми интиқоли автобусии деҳот аз ҳаҷми умумии интиқоли дар хатсайрҳои наздишаҳрӣ ва байнишаҳрӣ амалишаванда ҷудо карда мешавад.

Дар як вақт дар ҳисоботи омории теъдоди нуқтаҳои аҳолинишини бо автобус хизмат расонидашавандаи деҳот муайян мегардад. Агар нуқтаи аҳолинишини деҳот дар масофаи камтар аз 3 км аз истоғи автобусӣ қарор дошта бошад, онро ба робитаи автобусии хизматрасон дохил мекунам. Ҳаракати автобусҳо дар хатсайрҳои маҳали деҳот дар тӯли ҳафта ё рӯзҳои алоҳида амалӣ шуда метавонад.

Ҳамин тариқ, барои беҳтаргардонӣ ва ташкили самараноки фаъолияти нақлиёт дар шароити баландкӯҳ, аз он ҷумла ВМКБ азнавсозии парки воситаҳои нақлиёт, таҷдиди назар ба сиёсати нархномаҳои амалкунандаи нақлиётӣ, афзоиши интиқоли борҳои содиротӣ, ҷалби бору мусофирони транзитӣ, таъмини амнияти экологӣ ва беҳатарии ҳаракат зарур аст.

Хусусияти хизматрасонии нақлиётӣ дар шароити баландкӯҳ ҳалли масъалаҳои дуқаратара металабад:

- баландбардории доимии сифати хизматрасонии нақлиёти автомобилӣ ба аҳолии баландкӯҳ;

- рушди хизматрасонии нақлиётӣ дар маҳали кӯҳии душворгузар.

Баландбардории сатҳи беҳатарии ҳаракат дар роҳ, тақмили ҳолати техникаи парки таркиби ҳаракаткунандаи нақлиёти автомобилӣ, истифодаи шакл ва тарзҳои нави ташкили интиқол дар шароити баландкӯҳ ҷорабиниҳои муҳими баландбардории рақобатнокии нақлиёти ВМКБ аст.

Самтҳои афзалиятноки рушди шакл ва тарзҳои нави ташкили интиқол дар шароити баландкӯҳ, қисман дар ВМКБ инҳо мебошанд:

- азнавсозии парки воситаҳои нақлиёти автомобилӣ, ки раванди нақлиётро мутобиқи талабот ва стандартҳои байналмилалӣ иҷро мекунам;

- рушди базаи муосири хизматрасонии техникӣ ва таъмири воситаи нақлиёт;

- таъбиқи шакл ва тарзҳои нави ташкили интиқол дар шароити баландкӯҳ дар асоси концепсия ва аутсорсинги логистикӣ;

- созмон додани фондҳои махсус барои гузаронидани тадқиқоти илмӣ дар соҳаи рушди нақлиёти автомобилӣ.

Дар давраи дарозмуддат самтҳои асосии рушд метавонанд, ки инҳо бошанд:

- истифодаи сӯзишвории аз ҷиҳати экологӣ тоза;

- ташкили системаи таъмини ахборотии бозори хизматрасонии нақлиётӣ;

- беҳдошти назорати экологии таркиби ҳаракаткунандаи нақлиёти автомобилӣ;

- тақмили механизми танзими давлатии фаъолияти нақлиётӣ дар шароити баландкӯҳ;

- итмоми таҷдиди долонҳои нақлиёти байналмилалӣ.

Барои рушди техникаи нақлиётӣ, таъмини технологӣ ва ахборотӣ дар ВМКБ вазифаҳои зерин гузошта шудаанд:

- рушди парки нақлиёти мусофирбар мутобиқи ба параметрҳои техникаи иқтисодии сатҳи ҷаҳонӣ;

- рушди системаи таъминкунандаи мусофирбарии босуръат ва баландсуръат;

- ҳавасмандгардонии рушди парки таркиби ҳаракаткунандаи борқаш, ки шартҳои додасудаи ҳаҷм ва сифати хизматрасонии нақлиётро дар сатҳи зарурии таъбиқи стратегияи нақлиётӣ таъмин менамояд;

- васеъгардонии истифодаи технологияи интиқоли контейнерӣ, инчунин барои интиқоли минтақавӣ ва байниминтақавӣ, бизнеси хурду миёна;

- созмон додани системаи логистикӣ паркҳои ҳамгиро дар ҳудуди мамлакат чун асоси ташаккули шабакаи муосири борқашонӣ;

- созмон додани системаи ҳамгирои баҳампайвасти инфрасохтори молӣ-нақлиётӣ-технологии тамоми намудҳои нақлиёт ва соҳибони бор, ки ҳаҷм ва сифати хизматрасонии нақлиётро таъмин мекунам;

- коркард ва интиқоли таҷрибавии технологияҳои баландсамараи молӣ-нақлиётӣ, ки шартҳои босифатии тамоми қисматҳои хизматрасонии нақлиётӣ ва маҳсулнокии системаи нақлиётро таъмин менамояд;

- ҳавасмандгардонии истифодаи технологияҳои инноватсионии логистикӣ молӣ-нақлиётӣ;

- азхудкунии технологияҳои инноватсионии сохтмон, таҷдид ва нигоҳдории системаи нақлиётӣ.

Барои баландбардории бехатарии системаи нақлиётии ВМКБ якчанд масъалаҳо мавҷуданд:

-таъмини фаъолияти хадамоти махсусгардонидашудаи садамавӣ-начотдиҳӣ бо ҳамкориҳои Кумитаи ҳолатҳои фавқулодда ва мудофиаи граждании назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон дар сатҳи талаботи миллий ва байналмилалӣ;

-таъмини бехатарии нақлиётии объектҳои системаи нақлиётӣ ва воситаҳои нақлиёт аз санадҳои мудохилаи ғайриқонуний;

-таъмини омодагии мутахаррикии маҷмӯи нақлиётӣ;

-рушди восита ва системаи назорат дар соҳаи нақлиёт;

-таъмини талаботи маҷмӯи нақлиётӣ ба мутахассисони сатҳи омодагии касбӣ, ки ба талаботи бехатарӣ ва устувории системаи нақлиёт ҷавобгӯй аст.

Барои паст кардани садамаҳои ва таваккали рӯйдодҳои эҳтимоли барои намудҳои нақлиёт дар ВМКБ зарур аст:

-назорати иҷроии талаботи меъёри истифодабарии воситаи нақлиёт ва инфрасохтори нақлиётиро пурзӯр карда, баҳисобгирии ин талаботро ҳангоми сертификатсия ва иҷозатномакунонии фаъолияти нақлиётӣ шартӣ хатмӣ намудан;

-интизоми меҳнатро ҳангоми иҷроии фаъолияти мусофирбарӣ ва боркашонии нақлиётӣ боло бардоштан;

-баландбардории ҳифзи зиддитеррорӣ объектҳои системаи нақлиётӣ ва воситаҳои нақлиёт тавассути таҷҳизонидан онҳо бо системаи муосири мушоҳидаи видеоӣ.

Вазиҳои асосӣ дар самти баррасишаванда дар хоҷагии роҳҳои автомобилгарди ВМКБ инҳоянд:

-таъмини бехатарии ҳаракати нақлиёти автомобилӣ ва пиёдагардон;

-таъмини фаъолияти хадамоти махсусгардонидашудаи садамавӣ-начотдиҳӣ дар сатҳи талаботи миллий ва байналмилалӣ;

-таъмини баландбардории ҳифзи зиддитеррорӣ объектҳои сохтмони роҳ.

Барои ҳалли ин масъалаҳо чораҳои азнавтаҷҳизонии қитъаҳои «мушкилотдор», дар навбати аввал пасткунандаи дараҷаи бехатарии ҳаракат дар ВМКБ дида баромада мешавад:

-таъмири роҳҳои дар ҳолати ғайриқаноатбахш қарордошта то сатҳи талаботи меъёрӣ бо роҳи гузаронидани таъмири капиталӣ;

-баландбардории сатҳи ташкили истифодаи роҳҳои автомобилгард бо намудҳои муосири саддҳои ҳифозатӣ, сохтмони гузаргоҳҳои пиёдагардон дар сатҳҳои гуногун, иншооти зиддисадой, галереяҳои зиддитармавӣ, дигар иншооти муҳофизатӣ ва мустаҳкамкунии махсус;

-доиркунии доимии назорати вазнии нақлиёт дар роҳҳои автомобилгард.

Таъмини бехатарии нақлиёти автомобилӣ дар ВМКБ ҳалли масъалаҳои зеро металабад:

-такмилдиҳии системаи таъмини бехатарии ҳаракат дар роҳ ҳангоми интиқоли бору мусофирон;

-такмилдиҳии сохтори системаи таъминкунандаи бехатарии ҳаракат дар роҳ дар шароити баландкӯҳ;

-талабот ба тахассуси корманд (кормандони муҳандисӣ-техникӣ, менечерҳо, ронандагон, коргарон) бо шартӣ хатмӣ иҷозат ба фаъолияти касбӣ дар бозори интиқоли автомобилӣ (дар навбати аввал – мусофирбарӣ бо нақлиёти автомобилӣ истифодаи умум).

Ҳамин тариқ, истифодаи натиҷаҳои тадқиқоти гузаронидашуда ба рушди шакл ва тарзҳои нави ташкили интиқол дар шароити баландкӯҳ мусоидат менамояд. Хусусиятҳои хоси шароити баландкӯҳ нисбат ба нақлиёт талаботи махсусро пеш мегузорад, ки вобаста ба он қонебгардонии талаботи нақлиёти аҳолии муқими минтақаи баландкӯҳ низ бояд ба роҳ монда шавад, зеро шароити баландкӯҳ бо душвории роҳу иқлим ва рельефу сатҳи иҷтимоӣ фарқ мекунад.

#### Адабиётҳо:

1. Гудин Ю.Г. Международные транспортные операции Учеб. пособие. – М.: ЮНИТИ, 2008.

2. Ходош, М.С. Грузовые автомобильные перевозки: учебное пособие/М.С. Ходош. – М.: Транспорт, 1980. – 271 с.

3. Юнусов, Ф.М. Развитие новых форм и способов организации перевозок в условиях высокогорья (на материалах ГБАО Республики Таджикистан). Дисс. на соиск. ученой степени канд. экон. наук – специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – транспорт). – Душанбе: ТТУ, 2019. – 187 с.

**ПЕРЕДОВЫЕ ФОРМЫ И СПОСОБЫ  
ОРГАНИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ  
ПЕРЕВОЗОК В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ  
ТАДЖИКИСТАНА И ОСНОВНЫЕ ПУТИ ИХ  
УЛУЧШЕНИЯ**

**Ф.М. Юнусов**

Организация перевозок в условиях высокогорья имеет свои особенности и проблемы. Для ГБАО, который является одним из высокогорных регионов нашей планеты, эти проблемы еще больше наблюдаются.

В данной статье обсуждены передовые формы и способы организации перевозок в условиях высокогорья и предложены пути решения существенных проблем развития.

**Ключевые слова:** перевозок, условия высокогорья, регион, транспорт, автомобиль.

**ADVANCED FORMS AND METHODS OF  
ORGANIZING ROAD TRANSPORTATION IN  
THE HIGH ALTITUDE OF TAJIKISTAN AND  
THE MAIN WAYS OF THEIR IMPROVEMENT**

**F.M. Yunusov**

Organization of transportation in high mountains has its own characteristics and problems. For GBAO, which is one of the mountainous regions of our planet, these problems are even more evident.

This article discusses the advanced forms and methods of organizing transportation in high mountains and suggests ways to solve significant development problems.

**Key words:** transportation, highland conditions, region, transport, automobile.

**Маълумот дар бораи муаллиф:**

Юнусов Фаридун Маъруфович – н.и.и., муаллими калони кафедраи “Ташкили интиқол ва идора дар нақлиёт”-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ. Телефон: 935272141  
E-mail: fariduny@mail.ru

**РОЛЬ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ ОРДЕРНОЙ КОНСТРУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ И  
ДЕКОРАТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В АРХИТЕКТУРЕ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА ТАДЖИКИСТАНА**

**А.А. Разаков**

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В статье рассматривается историческое развитие функциональной значимости ордерной конструктивной системы и взаимосвязь декоративных элементов в архитектуре, включая выбор строительных материалов в использовании разнообразных приёмов отделки в культовых монументальных сооружениях с учетом местных традиций и с развитием благосостояния жизненного строя, развитием торговли, ремесла и разных наук в строительстве и в архитектуре Северного региона Таджикистана. Где были выявлены среди конструктивных систем деталей колонны, консолей панно, михрабы и первоклассные памятники искусству резьбы по дереву и других элементов декора. На примере народные зодчие, мастера передавали колоннам не только устойчивость, но и в целях художественной выразительности, скульптурную форму. Также в Средней Азии Северного региона важным аспектом являлся внутренний двор, который был окружён стеновой конструкцией, она защищало от пыльной и*

*знойной погоды. Преимущественно мастера, зодчие при конструировании на примере решёток обращали большое внимания, пропорциональности рисунка, методом сетки, соблюдением симметрии содержащей единой модульной системы дошедших до наших времен.*

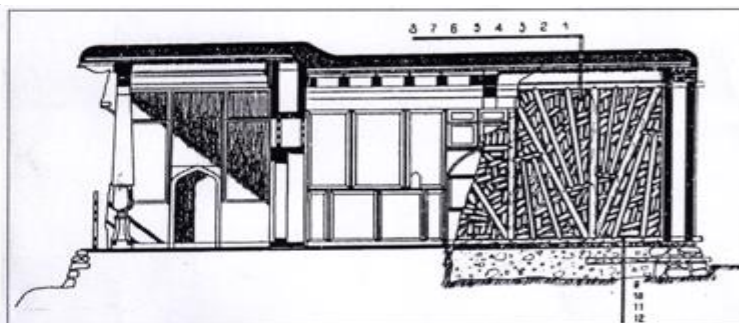
**Ключевые слова:** архитектура, конструкции, система, декоративных, пространственной, планировка, строительный, зодчих.

В архитектуре основополагающую роль играет ордерная конструктивная система, которая не делимо связана с элементами декора в обрамлении деталей в архитектуре, созданных мастеров, зодчих, в результате многовекового народного опыта на примере Северного региона Таджикистана [1].

По своим климатическим особенностям Средняя Азия, несмотря своим резким перепадам температуры и жарким климатам богата природными простилающими равнинами, где подстилают мощные пласты лёсса, в результате главным строительным материалом в

строительстве является в форме кирпича-сырца которые древни мастера ложили слоями или смешивали с битой глиной «пахсы», которая дала толчок в системе конструкции зданий в Таджикистане.

Неотъемлемую часть и важную роль в древности в конструкции например при рассмотрении жилища является дворовое пространство, которое выполняло важную роль в традиции народных местных обрядов северного региона Таджикистана. Благодаря ордерной конструктивной системе которое разделило дворовое пространство на две части приемную и жилую. Эти данные были известны до исламскому периоду богатых дворцовых домах Востока [2]. Также были дома и без дворов с



*Рис. 1. Мечеть горного селения Таджикистана и её конструктивная структура*

Одновременно наблюдается декоративная отделка с растительными мотивами в пенджикентской резьбе по дереву, а также геометрические фигуры, расположенные по кругу и ромба, розетки, кресты и др. [4].

Характерно к древнему периоду своды строили из крупного и тяжелого кирпича и составляло толщины 1 м, а иногда по найденным раскопок анализа исследования археологов доходило до 3 м и больше. Характерная черта северного региона в планировочном решении является черты жилища, это внутренний двор, встречающий в фасаде конструкций колонн с использованием разных отделок по дереву и по ганчу.

Стойно-балочная конструкция приобретает новую модификацию традиции народного зодчества, своей художественной выразительности и легкости, особенно от местных условий, где стены по преимуществу были каркасные, в первую очередь подчинены требованием сейсмостойкости.

Например в городах Ферганской долины толщина стен 60-70 см, а в соседних районах в Шахрисабзе в конструктивном порядке состояла из двурядного каркаса и даже строились три стены

балочными и сводчатыми покрытиями. Эти дома строились на естественных возвышении рельефа, что позволила строить дома айванного типа с использованием террасы в верховьях Зеравшана.

В раннесредневековом Пенджикенте в исследовании особенно в VII-VIII вв. в градостроительном аспекте строили плотные кварталы, что не характерна для северного региона дома без дворов где происходило уплотнение живых кварталов нехватки живых земельных участков [3].

Исходя из ограничения территорий постройки зданий были двух, трех уровней, где нижние этажи были сводчатые, а парадные залы с балочной кровлей.

комнаты, в Самарканде – две, а в Бухаре – одна. В менее сейсмических зонах в Хиве не более четырех балов стены строились из однородного каркаса.

Особенно характерную черту жилища востока определяет характер внутреннего пространства, убранство интерьера, в котором больше преобладают ниши. Это явление выражается созданием уюта и удобства для жилища с расположением домашней утвари, по данным источникам наблюдению городах Ферганы и Бухарских жилищах. Например в богатых домах особенно выделяли две комнаты, одна для летнего, а другая для зимнего проживания. Характер конструкции в обоих случаях были одинаковы, только летние комнаты ориентированы на север или восток, а зимние на юг или запад. Открытой летней площадкой является айван с высоким декоративным потолком, что придавало народный вид архитектуре жилища.

Целесообразное средство организации конструкции покрытий так называемая плоская земляная кровля с пористой засыпкой собирающих из комлев глины. Эти постройки имели хорошую

теплоизоляцию используя глиносаманную смазку. Можно выделить в городах Самарканда и особенно в Шахрисабзе, где превышало количество осадков, где толщина кровли превышала 50 см.

На протяжении всей истории зодчества благодаря конструктивных форм в раннесредневековом Пенджикенте, который входил доисламскому периоду дворовый план, который делили на две части – с учетом планировки собственно жилую и приемную, также наблюдается в дворцовых сооружениях.

Для создания благоприятного микроклимата: формирования пространственной среды является двор, благодаря окруженной стеновой конструкции, который не только защищает от ветра но и от пыльной, знойной погоды, а в летние периоды сохраняет прохладу. Главную неотъемлемую часть в дворовом пространстве выполняет функции центрального холла, который разделяет все соединяющего отдельные части комнаты дома, в результате с помощью конструкции стен и балочных перекрытий мы не можем представить без этих помещений для жизнедеятельности людей элементов. Трудно защитить от солнца и сохранить прохладу в дворовом пространстве немаловажную роль в конструктивных элементов играют перголы, а благодаря структуре конструкции они помогают выходящим растениям прикрывать дорожки в садовых участках дворов, в котором особую роль выполняют виноградники, иногда сажались выходящие декоративные растения.

Совокупности большую роль в конструктивной системе одновременно сыграла художественная обработка обрамления дерева в использовании резьбы по дереву, применения преимущественно наблюдалось чаще всего в культовых сооружениях.

По найденным свидетельствующим анализа раскопок, монументальных памятников древнего Зеравшана, которые были датированы IX-XI вв. в период формирования для развития благосостояния жизненного строя таджикского народа благодаря развитию торговли, ремесла и разных наук дало толчок в строительстве и в архитектуре.

Были выявлены деревянные архитектурные детали – колонны, консоли, панно, мехрабы, первоклассные памятники искусства резьбы по дереву [5].

Судя по некоторым архитектурным деталям в системе конструкции является ряд интересных находок обнаруженных внутри глинобитного помещения мавзолея в селении Исфаринского района (Северный Таджикистан) здесь проявляется развитие архитектурный орнаментальный декор. В целом в результате происходит изменения в строительстве мавзолеев который состоит из семи колонн, фриза, наборного потолка, «Восьми фигурных консолей» и наборных щитов с выполнением резьбы [6].

По данном этапе рассмотрении основным элементом ордерной конструктивной системы композиций является колонны для Северного Таджикистана особенно она проявляется в культовой гражданской архитектуре в городах Таджикистана, Бухары и Самарканда. Пример этому народные мастера придавали колоннам не только устойчивость, но и в целях художественной выразительности в строительстве культовых или монументальных сооружений колоннам скульптурную форму и отделяли их декоративной резьбой, благодаря художественно-образному решению и своей формы выглядит легкой и вместе с тем мощной и монолитной [7].

Такой подъем в художественном оформлении стиль декора наблюдается в уратюбинских колоннах по своему внешнему облику они были простыми, имели форму поломадохия.

Особенно можно отметить ходжентским мастерам резчикам придавали стволу колоннам 6, 8 а иногда 16-гранную форму.

Примеров воплощении применении неповторимой по форме орнаментальной резьбе является мечеть Дальёни Боло (Ура-Тюбинский район). При выборе деревянных колонн изготавливали из разных пород деревьев (чинар, тополь, арча, орех), у каждого вида деревьев было особенное предназначение в строительстве и в архитектуре.

Не только при возведении здании использовали дерева, но и во многих постройках горных селений Верхнего Зеравшана строили на примере мечетей на двухступенчатом стилобате, бетонными подпорными стенами, где в сочетании был виден каменный цоколь с деревянными связями, уходящими в толщу кладки.

Типичной для местных традиции деревянные колонны решены красивой резной отделкой Северного региона Таджикистана.



Само деревянная конструкция в ее толщине служит антисейсмической прокладкой. Во многих постройках устройство из каменного основания встречается во многих постройках горных селений Верхнего Зеравшана, который заслуживает внимания. Где в фасадах айвана образуют ряды деревянных резных колонн со сталактитовым венчаниями различной формы.

Также по анализу обмеров дошедших до наших времен состоянии деталей в ордерной конструктивной системы дали, следующие результаты.

По очертании пропорции колонн зодчие в проектировании отбирали в соответствии высоты здания, толщины и длины бревен и их свойств дерева.

В большинстве случаев мастера в работе придерживались на основе многолетнего опыта это ремесло передавали друг другу следуя общих правил.

Как правило, народные мастера для хорошего зрительного восприятия прокладывали вдоль стен бруски между балками. В результате в конструкции происходит изменение при восприятия потолка она читается как ряд длинных кессонов. Это необходимо в целях экономии леса, на уровне низа балок укладывали дощечки. Этих дощечек называют «кабза», в результате они образуют ложную балочку [8].

Не только колонна выполняла функцию несущей конструкций в архитектуре, но и в себе несет изобразительный образ. Этот образ вполне можно встретить в других архитектурных деталях. Несмотря на это самый распространенный тип который завершается миниатюрной фигурной колонкой с кувшинкой и сталактитовой капителью. Это отражение на прогонах, балках наблюдается в архитектурных деталях жилищ и мечетей конца XIX – начало XX вв. В ордерной конструктивной системе обладающей стилистической геометрическим элементами форм декора является встроенная между наружной части колоннами айвана мечетей является деревянные решетки, что является непосредственно основным ограждающем в комплексе элементом создающее единую систему конструкции, что позволяет привлекать внимание внешней простотой форм и создающий завершающий вид ордерной конструктивной системе архитектурного сооружения.

Композиционное решение решеток использовались для всех мечетей Горного Зеравшана, высота ограды была 1,5 м.

Мастера зодчие при конструировании решеток обращали большое внимание пропорциональности рисунка, методом сетки, соблюдением симметрии содержащей единую модульную систему.

Производством, изготовлением архитектурно-конструктивных деталей в народном зодчестве наблюдается в XIII-XIX вв. в Средней Азии. Особенно можно выделить этих деталей построек (дверей, колонн, айванов, подбалок, решеток и других элементов каркаса), что позволило необходимым организовать строительства построек в ремесленнических целях, для реализации на рынках продукции, в результате появляются рабочие места, где мастера и зодчие учились и передавали друг другу опыт строительного ремесла и художественного мастерства [9].

Неповторимость природных явлений в зодчестве Горного Зеравшана перспективными контрастными тенями создает природный фон горный ландшафт, что позволяет любому архитектурному объему выглядеть по новому в сочетании окружающей среды и позволяет почувствовать ее своеобразие в художественном творчестве взглянуть формировании облика этих сооружений [10].

#### Литература:

1. Воронина. В.Л. Опыт проектирования зданий в странах тропического климата. М. 1966, С. 66-69.
2. Нильсон. В.А. Архитектура Средней Азии V-VII вв. Ташкент 1966г., С. 48
3. Воронина. В.Л. Архитектура древнего Пенджикента МИА №124 М 1964 С. 121-125
4. Беленицкий. А.М. Результаты раскопок на городище древнего Пенджикента в 1960 г. Археологические работы в Таджикистане (1960) Душанбе С. 19-21
5. Андреев. М.С. Деревянная колонна в Матче. Изв. Российской академии истории материальной культуры. 1925 – С. 115-118
6. Рузиев. М.А. Резное дерево Чорку. Душанбе 1975, С. 17
7. Рузиев М.А. Художественные особенности таджикских деревянных колонн конца XIX-начало XX вв. Отд. Общественных наук №2, Душанбе 1968, С. 74-83

8. Юлдашев. Х.А. Архитектурный орнамент Таджикистана (альбом) М. 1957, С. 7

9. Рапопорт. Т.Б. О прогрессивных традициях в архитектуре жилища Узбекистана. АН №13 М. 1961, С. 54

10. Мукимов, Р.С. Мамаджанова. С.М. Жилище горных районов Таджикистана – жил. Строительства 1978 №9, С. 21

### НАҚШИ АҲАМИЯТИ ТАЪРИХИИ ФАРМОИШӢ СИСТЕМАҲОИ СОХТМОН ВА УНСУРҲОИ ОРОИШӢ ДАР МЕЪМОРИИ МИНТАҚАИ ШИМОЛИИ ТОҶИКИСТОН

*А.А.Разоқов*

Дар мақола рушди таърихии аҳамияти функционалии низоми созанда ва алоқамандии онҳо бо унсурҳои ороишӣ дар меъморӣ, аз ҷумла интихоби масолеҳи сохтмонӣ дар истифодаи усулҳои гуногуни ороишӣ дар биноҳои ёдгории динӣ бо назардошти анъанаҳои маҳаллӣ ва бо рушди некӯахлоқи, рушди савдо, ҳунармандӣ ва илмҳои гуногун дар сохтмон ва меъмории минтақаи Шимолии Тоҷикистон ташаккул ёфтааст. Дар аз худ кунии системаи сохтории ҷузъиёти сутуншакл, равоғҳои борбардор, деворҳои ороишӣ ва ёдгориҳои дараҷаи якуми санъати қандақорб аз ҷӯб ва дигар унсурҳои ороишӣ муайян карда шудаанд. Ҳамчунин дар масалаи меъмории халқи, ҳунармандон дар қорқарди сутунҳо на фақат мустаҳкамиро тарҳрези мекарданд, балки мақсади намуди онҳоро дар шакли муҳассама зебо меафрухтаанд. Дар тарҳрези меъморон, ҳунармандон оиди нагшу ниғор масалан панҳараҳои аз ҷӯб ё тахта сохташуда, бо риояи таносуби расм, тарзи туркаши ва системаи ягонагии модулиро дар нагша истифода мебарданд, ки то замони ҳозираи муосир ба шумор меравад.

**Калимаҳои калидӣ:** Меъморӣ, конструксия, система, симои бадеӣ, дар ҳамворӣ, тарҳрезӣ, сохтмон.

### THE ROLE OF THE HISTORICAL SIGNIFICANCE OF THE ORDER CONSTRUCTION SYSTEM AND DECORATIVE ELEMENTS IN THE ARCHITECTURE OF THE NORTHERN REGION OF TAJIKISTAN

*A. A. Razakov*

**Abstract:** The article examines the historical development of the functional significance of the order constructive system and their interconnection of decorative elements in architecture, including the choice of building materials in the use of various finishing techniques in cult monumental structures, taking into account local traditions and with the development of the well-being of the life order, the development of trade, handicrafts and various sciences in construction and architecture of the Northern region of Tajikistan. Where were identified among the structural systems of the details of the colony, conselen pannels, mihrabs and first-class monuments of the art of wood carving and other decorative elements.

Using the example of folk architects, the masters gave the columns, not only stability, but also for the purpose of artistic expression, a sculptural form also in Central Asia of the Northern region, an important aspect was the courtyard, which was surrounded by a wall structure, where it protected from dusty and hot weather. Mostly masters, architects, when designing, using the example of lattices, paid great attention to the proportionality of the pattern, the grid method, the observance of the symmetry of the contained single modular system that have survived to our times.

**Key words:** architecture, construction, system, decorative, spatial, layout, building, architects.

#### **Сведения об авторе:**

Разоков Абдуманон Абдусаломович - соискатель, старший преподаватель кафедры «Архитектура и дизайн» ТТУ имени акад. М.С.Осими. Тел: (+992) 919227908. E-mail: razok\*\*\*@mail.ru

### ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ БЕТОНА С ОДИНАРНЫМИ И КОМПЛЕКСНЫМИ ДОБАВКАМИ

*А.А. Акрамов, А.К. Муминов, Я.Г. Назиров*

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

*В статье приведено водонепроницаемость бетонов и водопоглощение микробетонной черепицы, которые являются одним из основных показателей физико-механических свойств*

*бетона. Введение одинарной химической добавки из модифицированного лигносульфоната технического и декстрина в состав бетона повышают ее водонепроницаемость. При введении*

*в состав бетона комплексных добавок: химической добавки из декстрина и минеральной добавки из волластонита наблюдается увеличение, водонепроницаемости бетона. Добавка из флотационных отходов обогащения флюоритовых руд положительно влияют на уменьшение водопоглощение микробетонной черепицы.*

**Ключевые слова:** водонепроницаемость, бетон, минеральные и химические добавки, модифицированный лигносульфонат технический, декстрин, волластонит, флотационный отход обогащения флюоритовых руд, водопоглощение, черепица.

Основным материалом в строительстве является бетон. От физико-механических свойств бетона зависит прочность, устойчивость, водонепроницаемость и морозостойкость строительных конструкций и изделий. Некоторые количество бетонных конструкций непосредственно связаны с водой. Во время эксплуатации они имеют контакт с водой, т.е. находятся под влиянием водной среды или агрессивных вод. В таких случаях главной характеристикой бетона является его водонепроницаемость, что является полезным свойством бетонных изделий. Это качество не дает бетону пропускать сквозь себя жидкость в условиях чрезмерного давления. И оно является основным нормируемым показателем качества бетонных изделий, что позволяет бетону эксплуатироваться длительное время [1]. Водонепроницаемость бетона маркируется с помощью буквы W (W4 или W6 и больше). К примеру, бетон В25 чаще всего производится с показателем W6 и W8.

Марка бетона по водонепроницаемости принимается исходя из избыточного давления жидкости на образец. Но стоит знать, что сорт образца по данному показателю, весьма условен. Как известно, бетон выдерживает давление воды примерно 3 МПа без фильтрации, и это считается его уникальностью. Водонепроницаемость бетона определяется согласно ГОСТу 12730.5-84, а использование бетона категорий водонепроницаемости W2... W18, W20 для строительства конструкций, эксплуатируя которых требует ограничения их от проникновения внутрь воды, предусматривается по ГОСТ 26633. [2]

Водонепроницаемые бетоны в основном используют для возведения фундамента. При этом

марка бетонного монолита должна быть не ниже W6, для проведения строительных работ Бетоны этого класса способны выдерживать воздействие грунтовых вод без признаков просачивания, а монолитные блоки не могут на все 100% гарантировать непроницаемость воды в конструкцию. Жидкость способна проникать сквозь швы или сопряжения. Поэтому требуется дополнительно защитить места швов.

Для приготовления бетонного изделия с высоким показателем водонепроницаемости, воду лимитируют, то есть используются добавки в бетон для водонепроницаемости. Добавки играют роль пластификатора, они снижают размер и общий объем пор в структуре цементного камня в бетоне и делают бетон более плотным без постороннего вмешательства, т.е. использование вибратора, что приводит к повышению водонепроницаемости бетона.

Водонепроницаемость бетона растет со временем, но оптимальное повышение водонепроницаемости можно добиться только во время продолжительного влажностного ухода.

Водонепроницаемость бетона определяли на образцах-цилиндрах размерами 15x15 см, бетона состава 1:1,51:2,57:0,4 (цемент : песок : щебень : вода) от содержания химической добавки МЛСТ, твердевших 28 суток в нормальных условиях. [3]

Согласно ГОСТу 12730.5-84 водонепроницаемость бетона оценено по методу "мокрое пятно", т.е. при максимальном давлении воды, когда на поверхности образца появляется мокрое пятно. [4]

Сравнение зависимости водонепроницаемости бетона от содержания химических добавок МЛСТ и декстрина в цементе приведено на рис. 1. Из диаграммы видно, что величина водонепроницаемости бетона с добавкой МЛСТ выше, чем водонепроницаемость бетона без добавки. Водонепроницаемость бетона без добавки равно 0,5, а для бетона с добавкой модифицированного лигносульфоната технического (МЛСТ) водонепроницаемость повышается в зависимости от расхода. Она изменяется от 0,7 до 0,9, что составляет от 40 до 80 %. Из диаграммы можно прийти к выводу, что наиболее оптимальным содержанием добавки из МЛСТ в цементе является 0,1...0,3 %.

При введении добавки из декстрина в состав бетона водонепроницаемость бетона как в предыдущем варианте то же повышается и оно

составляет 2,5...3 ступени. Если водонепроницаемость бетона без добавки в зависимости от вида цемента характеризуется значениями  $W_{0,4}$  и  $W_{0,6}$ , то с добавкой декстрина водонепроницаемость оценивается значениями  $W_{0,8}$ ... $W_{1,1}$ . При использовании сульфатостойкого цемента эффективность действия декстрина лучше проявляется [5].

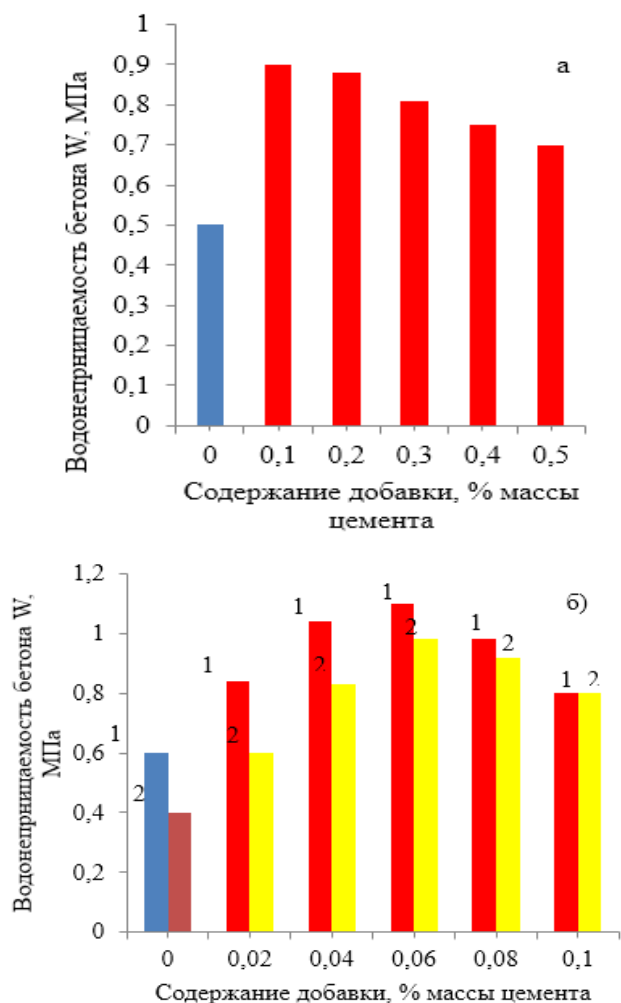


Рис.1. Водонепроницаемость бетона состава 1:1,51:2,57:0,4 с и без МЛСТ (а) и бетона состава 1:1,3:2,33:0,38 с и без декстрина (б) в составе сульфатостойкого (1) и обычного (2) портландцементов.

На рис. 2 показано сравнение зависимости водонепроницаемости бетона от расхода минеральной добавки волластонита в составе обычного портландцемента.

В этом случае наблюдается то же самое картина т.е., при введении добавки из волластонита водонепроницаемость бетона выше

водонепроницаемости бетона без добавки. Из диаграммы видно, что при содержании волластонита 20 % водонепроницаемость цементно-волластонитсодержащего бетона достигает  $W_{0,7}$ , а для бетона на цементе без добавки  $W_{0,5}$ , то есть возрастание водонепроницаемости составляет 40 %.

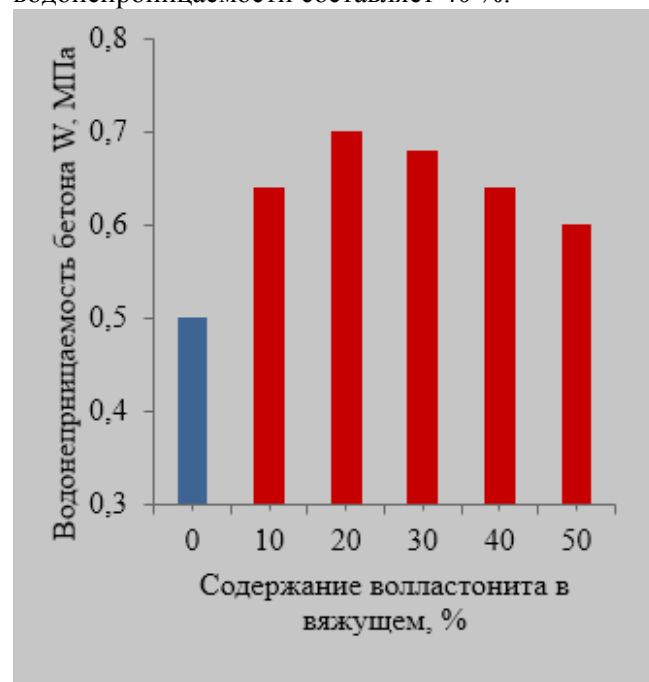


Рис.2. Зависимость водонепроницаемости бетона от расхода минеральной добавки волластонита в составе обычного портландцемента.

Выявлено, что при твердении цементно-волластонитовых вяжущих, образование контракционных пор и пор цементного геля уменьшаются, чем при твердении соответствующего количества цемента. Этому свидетельствует меньшее содержание клинкера в составе вяжущего. То есть увеличению содержания волластонита в составе вяжущего пропорционален уменьшению объема контракционных пор и пор цементного геля.

Общая структура бетона становится высокопрочной и малопроницаемой за счет прочной связи образуемой смесью цементно-волластонитовым с поверхностью частиц заполнителя.

Водонепроницаемость бетона с введением добавки из отходов обогащения флюоритовых руд, также изучалось при испытаниях микробетонной черепицы. Микробетонная черепица является

кровельным материалом. Состоит из цемента, песка и мелкозернистого щебня размером 5...7 мм. Так как черепица применяется как кровельный материал, то его бетон мелкозернистый и он должен быть водонепроницаемым. На водонепроницаемость черепицы зависит от ее водопоглощения. Водопоглощение черепицы определяли погружением её на 24 часа в воду.

Результаты водопоглощения черепицы для составов бетона, содержащих минеральные добавки из известняка, молотого керамзита, речного песка и флотационного отхода обогащения флюоритовых руд приведены в табл. 1.

Данные таблицы указывают на то, что водопоглощение бетона с добавками на 15...30 % ниже, чем для бетона без добавки. Величина

водопоглощения также характеризует открытую пористость в структуре бетона. Данные табл. 1 свидетельствуют об эффективности применения добавок для снижения пористости структуры цементного камня в бетоне и повышения ее непроницаемости.

Изучения водонепроницаемости микробетонной черепицы проводили следующим образом. На канавке поверхности черепицы делаются две цементные перегородки, после их твердения в образующееся пространство при горизонтальном положении черепицы наливается слой воды. Если через 24 часа на обратной стороне черепицы не появляются капли воды, то бетон черепицы является водонепроницаемым.

Таблица 1.

Водопоглощение черепицы без и с минеральными добавками

Минеральная добавка	Водопоглощение (%) для состава вяжущего (цемент:минеральная добавка), масс. %			
	100:0	90:10	85:15	80:20
---	7,3	---	---	---
Известняк	---	6,2	5,2	5,6
Молотый керамзит	---	6,1	5,35	5,9
Речной песок	---	6,2	5,4	5,7
Флотационные отходы обогащения флюоритовых руд	---	5,9	5,1	5,5

В табл. 2 приведены характеристики черепицы по водонепроницаемости.

Таблица 2.

Характеристика водонепроницаемости микробетонной черепицы.

Минеральная добавка	Водонепроницаемость микробетонной черепицы по "мокрому пятну"
---	отсутствует
Известняк	отсутствует
Молотый керамзит	отсутствует
Речной песок	отсутствует
Флотационные отходы обогащения флюоритовых руд	отсутствует

Опыты показали, что все образцы без и с добавками являются водонепроницаемыми, так как за 24 часа на обратной стороне образцов не обнаружено появление капель воды (метод "мокрое пятно"). Но снижение водопоглощения бетона с добавками показывает, что степень водонепроницаемости цементного камня с предложенными добавками намного выше.

Подтверждением этому являются также значения коэффициента водостойкости бетона,

характеризующего отношение прочности образца в водонасыщенном состоянии к прочности эквивалентного образца в воздушно-сухом состоянии. Значение такого коэффициента для образца без добавки составляет 0,91, в то же время для образцов с добавками значение данного коэффициента увеличивается от 0,95 до 1,05 в зависимости от вида и расхода минеральной добавки в составе цемента [5].

Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют, что добавки в составе цементов способствовали снижению пористости цементного камня, водопоглощения бетона и повышению его водостойкости и водонепроницаемости.

#### Литература:

1. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы Стройиздат. Москва. 1986 – 251 с.
2. Дедич А. О водонепроницаемости и некоторых других характеристик бетона. Технологии бетонов. 2014, №3-4(116-117), С.56-592.
3. Шарифов А., Хокиев М.К., Умаров У.Х., Саидов Д.Х. Механизмы влияния декстрина и модифицированного лигносульфоната технического на процессы гидратации и твердения портландцемента Известия АН Республики Таджикистан, №4 (141), Душанбе: «Дониш», 2010. – С. 78–84.
4. Антонян А.А. О некоторых особенностях современных методов определения водонепроницаемости бетона. Технологии бетонов. 2014, №9-100(134-135), С.29-33
5. Шарифов А., Сайрахмонов Р.Х., Акрамов А.А., Камолов С.Г. Влияние декстрина на водонепроницаемость и морозостойкость бетона на цементно-волластонитовых вяжущих. Вестник Таджикского технического университета, № 1(21), Душанбе: «Шинос», 2013. – С.49 – 52.

#### ОБНАГУЗАРОНИИ БЕТОН БО ИЛОВАҶОИ ЯККА ВА ҲАМЧОЯ

*А.А. Акрамов, А.К. Муминов, Я.Г. Назиров*

Дар мақола обнагузаронии бетон ва обкашии сафолҳои бомпӯши микробетони, ки яке аз нишондиҳандаҳои асосии ҳосиятҳои физикӣ-механикии бетон мебошанд, оварда шудааст. Ба таркиби бетон ворид кардани иловаи яккаи кимиёвӣ аз лигносульфонати техникии тағйирёфта ва декстрин обнагузарониро зиёд мекунад. Ҳангоми ворид кардани иловаҳои ҳамчоя ба таркиби бетон: иловаҳои кимиёвӣ аз декстрин ва иловаҳои минералӣ аз волластонитзиёдшавии обнагузаронии бетон мушоҳида мешавад. Илова кардани маъданҳои флюоритӣ аз партовҳои

флотационӣ ба қоҳиш додани обкашии сафолҳои бонии микробетони таъсири мусбат мерасонад.

**Калимаҳои калидӣ:** муковимати об, бетонҳо, иловаҳои минералӣ ва кимиёвӣ, лигносульфонати тағйирёфтаи техникии, декстрин, волластонит, партовҳои флотациони либосҳои маъдани флюорит, обгирӣ, сафолҳо.

#### WATER RESISTANCE OF CONCRETE WITH SINGLE AND COMPLEX ADDITIVES

*A.A.Akramov, A.K. Muminov, Ya.G. Nazirov*

The article shows the water resistance of concrete and water absorption of micro-concrete tiles, which are one of the main indicators of the physical and mechanical properties of concrete. The introduction of a single chemical additive from a modified technical lignosulfonate and dextrin into the composition of concrete increases its water resistance. With the introduction of complex additives into the composition of concrete: a chemical additive from dextrin and a mineral additive from wollastonite, an increase in the water resistance of concrete is observed. The addition of fluorite ores from flotation wastes has a positive effect on reducing the water absorption of micro-concrete tiles.

**Keywords:** water resistance, concrete, mineral and chemical additives, modified technical lignosulfonate, dextrin, wollastonite, flotation waste of fluorite ore dressing, water absorption, tiles.

#### Сведения об авторах:

Акрамов Авазжон Абдуллоевич – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Промышленное и гражданское строительство» ТТУ им. акад. М.С. Осими. Тел.:93-533-22-3.

E-mail:akramov.avaz@mail.ru

Муминов Абдухаким Каримович – к.т.н., ассистент кафедры «Инженерная и компьютерная графика» ТТУ им. акад. М.С. Осими. Тел.:88-6001671. E-mail:muminov17@mail.ru

Назирова Яхё Гиёевич – к.т.н., и.о.доцента кафедры «Инженерная и компьютерная графика» ТТУ им. акад. М.С. Осими. Тел.:90-4062978.

E-mail:yakhyo80@gmail.com

## ТЕКТОНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В АРХИТЕКТУРЕ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА СРЕДНЕЙ АЗИИ

*Ф.З. Мирзоева, А.А. Разаков*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*В статье рассматривается историческое развитие, становление тектонической системы конструктивных строений в взаимодействии работы несущих конструкции ее элементами декора которая приобретает художественную выразительность на основе строительного материала; и становясь одновременно и архитектурной формой культовых монументальных сооружений городов Северного региона Средней Азии. В которой раскрывается художественный замысел зодчих и мастеров при проектировании здания в обрамлении несущих конструктивных форм, на примере арочных, сводчатых конструкций. Что позволило в более ранний период на территории Востока, где декоративное воплощения проявляется в народной архитектуре Северного Таджикистана особенно ярко выражено в жилых домах, мечетях Верхнего Зеравшана, включая селений Исфаринского, Ганчического, Худжанского и других районов. Мастера дали толчок ещё в оформлении интерьера с учетом местных традиции в планировочном решении, в результате, изучения строительно-художественных традиций зодчих принимали друг у друга и совершенствовались придавая им устойчивость и художественное совершенство являясь для будущих поколений одной из величайших задач.*

**Ключевые слова:** *архитектура, конструкция, зодчие, художественные образ пространства, элементы, сооружения, взаимодействие.*

Тектоникой называется конструктивное строение архитектурного сооружения, использованное в художественных целях. Тектоника (от греческого – строение, построение) – точная наука (или интуитивное искусство) из отдельно взятых структурных деталей несущих силовую нагрузку.

Главным отражением тектоники является важнейшим признаком в произведении конструктивных особенностей основ форм декора и орнамента в архитектуре [1].

В зодчестве в архитектуре Средней Азии с средствами развитием материально-технической структуры сооружения Маркузон В.Ф. отметил что на основе анализа составляется семантическая основа

свойств материала способствующего выявлению идейно-художественного образа языка [2].

В модификации конструкций Средней Азии массового строительства простейшим подручным материалом была глина, сырец и дерево, особенно в монументальных постройках, где она приобретает художественную выразительность в архитектуре.

Характерной особенностью тектоники стеновых конструкций в архитектуре Средней Азии привлекала внимание примеру М.С. Булатов делает свои выводы по анализу структуры сооружения мавзолея Саманидов в Бухаре (IX-X вв). Он различает изучая на основе анализа тектонические системы на четыре части, состоящих из строительных материалов глинобитных, сырцовых стен, сводов и куполов, в том числе основной несущей конструкцией является стоечного арочная конструкция и деревянный каркас [3].

Рассматривая тектонику арочных и сводчатых конструкций, особенно это наблюдается при раскопках в зодчестве Северном Таджикистана VI-VII вв. где были выявлены детали колонн, элементы декора и сечения балок.

Внешняя тектоническая система конструктивных элементов обозначает зрительное воплощение внутренней конструкции зданий. Типы деревянных конструкций, явились предметом в произведении народной архитектуры, где система стоечно-балочной конструкции, являлось важнейшим элементом архитектурной композиции [4].

Для монументальных зданий в системе конструкций выбирался прочный строительный материал, который изготавливался путем обжига в мастерских производства строительного ремесла, на основе анализа полно выявлены в материалах народной архитектуры узбеков и таджиков [5].

В домах Северного Таджикистана более сложной формой тектонической это подчеркивается своим декоративном обрамлением, где несущие способности балок слегка затесывали дугой, использованное в художественных целях, что не возникает у человека ощущения тяжести массивности или наоборот, легкости воздушности.

После укладки балок их концы обшивали дощечками, чтобы они приобрели завершенность в членении в композиции пространства.

Просветы некоторые части потолка между балками (60-65 м по осям) обшивали горбылями «васа». Поверхность «васы» укладывали камыш или делали засыпку в глиняную смазку.

Характер конструктивными особенностями при помощи материала из дерева народные мастера в оформлении потолка прослеживается ребристая структура, которая получила название «тахта и нарвон» - «лестничные».

Особенно это наблюдается в богатых домах, где балки частично обрамляли дощатой обшивкой состоящей композиции геометрической орнаментации, а центр и углы потолка украшали сталактитовыми небольшими куполами.

Большой части поверхности потолка включая карнизы обогащали художественной отделкой росписью.

В культовых сооружениях конструктивным признаком является еще перекрытия портиков – айванов, которые опираются на ряд колонн, в целях художественной выразительности решения архитектурного комплекса, народные мастера придавали скульптурную форму и отделяли их декоративной резьбой, что позволяет предавать внешнему облику фасада предавало монументальность, образуя в нём открытую структуру создающий системе конструкций пространственный строй и идейное содержание здания.

Тектонической систем элементов стеновых конструкции домов были каркасные с заполнением из сырца или катышей «гуаля», что защищала от воздействия температур климата в районах со значительным годовых осадков и высокой сейсмичностью. Для прочности стены имеют двойной каркас: благодаря стойкам и раскосам внешнего и внутреннего пространства она не требовала заполнения конструкции каркаса, что послужило между стоек ниши, что дает места пространству для встроенных шкафов.

В углубленных до пола просторных нишах складывают одеяла, а над панелью продольных стен ставят посуду.

Тем самым подчеркивает художественный замысел фантазии мастеров в оформлении интерьера, особенно выражена также серванты которые придают комнате в планировочном

решении уютность для проживания людей и законченный вид.

Безграничное фантазии мастеров можно выделить в изобретении геометрических комбинаций, в которой одновременно применяется художественная обработка дерева, широко применяемая в культовых сооружениях. Где высокохудожественными образцами являлись фестончатые прорезные дощечки, белизна которых оттеняет глубину ячеек, окрашенных яркими хроматическими тонами. Все это активно влияя на процесс художественного творчества, четко выражена и в оформлении стен интерьера.

Зодчие старались извне показать всю структуру каркаса скрывали под глиносаманной структурой.

Тектоника проявляется среди культовых сооружений намного крупнее чем жилых, ярко выражается в помещениях мечетей, в элементах конструкции перекрытий и систем опор.

Планировочная система по осям делилась на равные части разделяя перекрытия на квадраты, что позволяло размещать колонны на расстоянии 3,4-3,6 м по осям.

Помещения мечетей делились на зимние и летние в соотношении площади. При рассмотрении закрытого помещения они определяли числом квадратов, а одностолпные мечети были четырехквдратные – по строительной терминологии «чорхона», в том числе двухстолпные – шестиквдратными «шашхона».



Рис.1,2. Истаравшан (Ура-Тюбе). Старый город.

Следует отнести к числу интересных находок мечетей айванного типа, с однородной колоннадой поперечно фасаду, перекрывали балками, а потолки разбивали на квадраты.

В тектоники стеновых конструкции на айване входной части, который направлял посетителя с балочной «дорожкой» располагался михраб, который был украшен расписным плафоном (рис. 1,2).



В системе конструкции мечетей особенно среди элементов потолка учитывается его разнообразный красочный орнамент, который раскрывает художественный замысел зодчих, но и рациональная конструкция открывалось посетителю пространственный строй, включая идейное содержание здания во всех деталях.

В городах Северного региона Таджикистана например в мечетях Ура-Тюбе наблюдался недостаток места лишние летних помещений айвана, конструктивная система айвана уложенных наискось, это конструкция позволяло обойтись без центральной опоры.

Главную роль работы под нагрузкой конструкции особенно зодчие учитывали угловую колонну айвана, она всегда утолщалась, и еще огромную лепту внесли мастера резьбы по дереву при обрамлении колонн, что предавало форме колонн, консолей завершённый вид.

Важнейшим элементом архитектурной композиции здания является колонна, которая служит формированию художественного образа, несущих силовую нагрузку например арочных сводов, перекрытий, особенно в мечетях и жилых строениях, где при проектировании опоры маркируют план, что определяя модуль здания [6].

Несмотря на это внешнее воплощение и внутренней конструкции облика идею древнего культа плодородия, превращает его в букет цветов в кувшине. Это хорошо прослеживается при анализе ствола шаровидного основания колонн «кузаги» (кувшин).

Особенно подобные явления в исследовании В.Ф. Маркузон применительно обосновал как метафору в архитектуре.

Применения в архитектуре формы колонны хорошо выполняют работу опоры на сжатие, несущую стволем нагрузку, как бы пружинить в шарнирном основании. Также образное отражение формы конструкции возникает в деревянной колонны и в камне [7].

Характерной особенностью пластически как срабатывает шарнир при землетрясении от способности сильного толчка ножка опоры может соскочить с цоколя, в результате прогон лежащей над нею может обломиться. Это просматривается в городах Узбекистана, например Хива практически не сейсмично в зоне восьми баллов и выше. Что позволило работы конструкции эластичности применяли в соединении колонны и под балки достигается при помощи шипа.

В результате в конструктивном строении мастерами удалось соподчинить работы колонны с каменной базой, что позволила изолировать деревянный ствол и защитить от почвенных солей [8].

В следствии увеличении пролета в конструкции в VIII-IX вв. решается новый подход в монументальном строительстве. Происходит изменения при выборе строительного материала, который переводиться на обожжённый кирпич, это подчеркивается в форме параболического очертания, а также изменения профиля – арки и своды становятся стрельчатыми, а купола приобретают формы сферы.

В исследовании тектоники арочных и сводчатых конструкций посвятил специальную работу в Средней Азии Б.Н. Засыпкин, определил вертикальные и горизонтальные усилия передают нагрузку в отдельные точки, что стрельчатое завершения арки выполняет функцию антисейсмического шарнира.

Он рассмотрел и выделил купольные объёмы, которые сосредоточены на максимальную нагрузку, который передает на кольцо несущих стен, при круглом в плане пространства и делиться на несколько под купольных систем: это консольные паруса, тромпы, щитовидные паруса, пересекающие арки. Он использует путем графического метода, где в плане помещены штриховкой максимальных нагрузок [9].

Много сходного мы можем обнаружить в способе кладки свода поперечными отрезками, распространенный с древности на территории Средней Азии, в том числе в Северном Таджикистане. С подборным способом устройства сводов в архитектуре Ирана, который в свою очередь сходен с египетской системой кладки из наклонных поперечных отрезков [10].

Рассматриваем антисейсмическое значение В.Л. Воронина прием поперечных отрезков, которая делает конструкцию более эластичной. Этот метод кладки поперечными отрезками был воспринят византийскими зодчими и стал одной из основ строительного искусства Византии [11].

Устойчивость традиции наблюдается в устройстве балочных покрытий с земляной кровлей жилищ и просматривается других типов сооружений.

Характерные для раннесредневековых жилищ древнего Пенджикента и Бунджиката дошли без изменения до XVIII-XIX вв [12].

Из материалов раскопок четырехколонных и многоколонных залов древнего Пенджикента строительно-художественных традиций в балочных перекрытиях были устроены световые брусчатые фонари.

Происходит своеобразный распространенный вид конструкции в более ранний период на территории Востока, где декоративное воплощение в народной архитектуре Северного Таджикистана особенно ярко выражено в жилых домах, мечетях Верхнего Зеравшана, включая селений Исфаринского, Ганчинского, Худжандского и других районов.

В результате изучения строительно-художественных традиций зодчие перенимали друг у друга и совершенствовали освоение свойств новых конструктивных форм, придавая им устойчивость и художественное совершенство. Таким образом в народном зодчестве накапливается своеобразный положительный опыт, который позволяет сделать существенный, качественный скачок в освоении прочной базы и служит в архитектуре.

Развитием городов осуществляли зодчие владевшие знаниями материалов и их технологии, прикладной геометрии, средств построения архитектурной формы, отлично чувствующие тектонические системы построек различного назначения на территории Средней Азии в частности в Мавареннахре сохранились мало, несмотря на это их сохранность желает быть лучше.

В заключении можно сказать, в Средней Азии известны две тектонические системы: стоечно-балочная и сводчатая.

Стойечно-балочная система является без распорной – «статической». В компоновке балочных мечетей состоит четкий квадратный модуль, который напоминает структуру кристаллов, в системе действует как распор диктующий законы «динамического построения», где отдельные элементы противостоят косым центробежным усилиям.

Понятия тектоники рассматривается комплексно, в единстве всех архитектурных элементов. Представляет собой единый организм, в котором все части взаимодействуют: вес и перекрытия, как бы дают нагрузку стенам и опорам, что возникает противодействие несущих конструкций, включая образное выражение

взаимодействия полноценных произведениях зодчества.

### Литература:

1. Кузнецов А.В. Тектоника и конструкция центральных зданий. М. 1951, С. 8
2. Маркузон В.Ф. О закономерности развития и семантике архитектурного языка. Журнал Архитектура СССР 1970 №1, С.48
3. Булатов М. Тектоника и масштабность в архитектуре. Искусство зодчих Узбекистана, вып. 3, Ташкент 1965, С. 26
4. Воронина В.Л. Архитектура древнего Пенджикента МИА №124, М-Л, 1964, С. 78-87
5. В.Л. Воронина. Народная архитектура Северного Таджикистана. М. 1959 – С. 18-23
6. Воронина В.Л. Конструкции и художественный образ в архитектуре Востока. М. 1977, С. 90-94
7. Маркузон В. Ф. Метафора сравнение в архитектуре. Архитектура СССР, 1939 №5, С. 91.
8. Воронина В.Л. Народные традиции. Формы и детали деревянного ордера Средней Азии, вып 2. М. 1958 – С. 82-76
9. Б. Н. Засыпкин. Своды в архитектуре Узбекистана. АН №13, 1961 С. 147-167
10. Шуази Огюст. История архитектуры – Т.1 – М. АА СССР 1935 С. 113
11. Вопросы теории архитектурной композиции. Вып. 2 – М. 1958 С. 136
12. Мамаджанова С.М. Мукумов Р. Традиции в зодчестве Уструшаны. С. 15-16.

### СИСТЕМАИ ТЕКТОНИКИИ ЭЛЕМЕНТҲОИ СОХТМОНӢ ДАР МЕЪМОРИИ МИНТАҚАИ ШИМОЛУ ШАРҚИ ОСИЁИ МАРКАЗИ

*Ф.З. Мирзоева, А.А. Разаков*

Дар мақолаи мазкур, тараққиёти таърихӣ барқароршавӣ, коркарди яқҷояи системаи конструксияҳои тектоникии борбардор бо элементҳои ороишӣ, ки дар асоси бандубасти масолахҳои сохтмонӣ шакли бадеиро мегиранд, дида баромада шуда, ки ҳамзамон онҳо шакли фарҳангӣ монументалии иншоотҳои шахрҳои қисмати шимолии Осӣи Миёнаро мегиранд. Дар онҳо тафаккури эҷодкорӣ бадеии меъморон ва устодон ҳангоми ба лоихадарории биноҳо дар чорҷубаи муайян даровардани шаклҳои конструксияҳои борбардор, дар мисоли конструксияҳои равоқдор ва гумбазшакл намудор мешаванд, ки аз даврони кӯҳани худудии Шарқ

маълумот медихад. Қабули ороишот дар меъмории халкии Шимоли Тоҷикистон дар хонаҳои истиқоматӣ, масҷидҳои Зарафшони Боло, бо дохил кардани маҳаллаҳои ноҳияҳои Исфара, Гонҷӣ, Хучанд ва ғайра ниҳоятдараҷа равшан ошкор мекунад. Устодони ҷирадаст дар эҷодкории дохили бино бо дастрасии анъанаҳои маҳаллӣ ҳалли банақшадарорӣ, ки меъмрон дар ин раванд анъанаҳои бадеӣ-сохтмониро аз ҳамдигар омӯхта, дар қор мустаҳкамӣ ва бадеият дода, ба камол мерасиданд ва ба насли оянда яке аз масъалаҳои бузургро мегузошанд.

**Калимаҳои калидӣ:** меъмори, сохтмон, меъмрон, бадеӣ, ғазо, унсурҳо, таҳқиқот, ҳамбастагӣ.

### TECTONIC SYSTEM OF CONSTRUCTIVE ELEMENTS IN THE ARCHITECTURE OF THE NORTHERN REGION OF CENTRAL ASIA

*F.Z Mirzoeva, A A Razakov*

Annotation: the article examines the historical development, formation, tectonic system of structural structures, the interaction of the work of load-bearing structures with decorative elements that find artistic expression on the basis of the material; and at the same time became an architectural form of monumental religious buildings in the cities of the northern region of Central Asia. This will be revealed. The artistic concept of architects and craftsmen

entered the northern cities of Central Asia when designing a building with load-bearing structural forms. Once again, architects and craftsmen in ancient times developed their own design techniques combined with tectonic structural work such as the columnar, domed sections that completed the construction of residential buildings and mosques. As a result of the consistent mastery of the carving technique in the northern regions of Tajikistan, these parts are occupied by the Upper Zaravshan Valley, Isfara, Ganchi, ancient Khujand and others. Also in the decorative scale and interior design of residential buildings in accordance with the national architectural background of the Tajik people for beautiful lighting of rooms, rooms of a high level of craftsmanship, which still play an important creative role.

**Key words:** architecture, construction, architects, artistic, space, elements, construction, research.

#### Сведения об авторах:

Мирзоева Фируза Закировна - кандидат архитектуры, доцент кафедры «Архитектура и дизайн» ТТУ имени акад. М.С.Осими, профессор МААМ. Тел: (+992) 917030031.

E-mail: firuza.1@mail.ru

Разоков Абдуманон Абдусаломович - соискатель, старший преподаватель кафедры «Архитектура и дизайн» ТТУ имени акад. М.С.Осими. Тел.: (+992) 919227908. E-mail: razok\*\*\*@mail.ru

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЁХМЕРНОЙ ВНЕШНЕЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ УРАВНЕНИЙ

*А.А. Ходжибоев*

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

В статье приводится алгоритм численного решения пространственной задачи теории упругости методом граничных интегральных уравнений. Составлена система алгебраических уравнений, из решения которой определяются перемещения в центрах граничных элементов. На основе фундаментального решения Кельвина определяются коэффициенты разрешающей системы алгебраических уравнений.

**Ключевые слова:** метод граничных интегральных уравнений, фундаментальное решение, полость, неограниченное пространство, перемещения, напряжения, нормаль, радиус-вектор, трёхмерная задача.

Вопросу численного решения пространственной внешней задачи теории

упругости методом граничных уравнений для полости в неограниченном пространстве посвящена работа [1]. В работах [2-6] рассмотрены двумерные задачи теории упругости, где для исследования напряжённо-деформированного состояния использованы математические модели, алгоритмы расчёта и программы на языке ФОРТРАН.

Рассмотрим трёхмерное тело  $V$  с полостью  $V_1$ , которая имеет граничную поверхность  $\Omega$ . Пусть  $V$ , при отсутствии  $V_1 + \Omega$ , находится в начальном напряжённом состоянии  $\sigma_{ij}^0$ . Тогда по известным компонентам напряжённого состояния  $\sigma_{ij}^0$  можно вычислить вектор напряжений в произвольной

точке  $\xi$  пространства. Компоненты этого вектора, полученные из рассмотрения тетраэдра, записываются в виде

$$P_i^0(x, t) = \sigma_{ij}^0(t) n_j(x), \quad i, j = 1, 2, 3, \quad x \in V, \quad (1)$$

где  $n_j$  – направляющие косинусы нормали  $n$  к наклонной площадке  $d\Omega$ . Начальное напряжённое состояние среды нарушается, после того как мы удаляем из  $V$  тело  $V_1$ , в результате чего в бесконечной среде с полостью возникают дополнительные перемещения и напряжения. Окончательные значения напряжений и перемещений в произвольной точке  $\xi$  определяются в результате суммирования начального и дополнительного состояний. Если на граничную поверхность  $\Omega$  действует вектор внешних сил с компонентами  $q_i(x, t)$ , то можно записать

$$P_i^0(x, t) + \bar{P}_i(x, t) = q_i(x, t), \quad (2)$$

где  $\bar{P}_i(x, t)$  – искомые компоненты дополнительных напряжений,  $P_i^0(x, t)$  – компоненты начальных напряжений (1). Из (2) следует, что компоненты напряжений в дополнительном состоянии выражаются

$$\bar{P}_i(x, t) = q_i(x, t) - P_i^0(x, t) = q_i(x, t) - \sigma_{ij}^0 n_j. \quad (3)$$

В частном случае, если контур полости остаётся свободным от внешнего воздействия, то правая часть в (2) равняется нулю и дополнительные напряжения на контуре записываются в виде

$$\bar{P}_i(x, t) = -P_i^0(x, t) = -\sigma_{ij}^0(t) n_j(x). \quad (4)$$

Если пренебречь начальными перемещениями в бесконечной среде без полости, то окончательные перемещения будут равняться перемещениям дополнительного состояния.

$$\begin{aligned} P_{11}^* &= -2Gb \left[ (1-2\nu) + 3m_1^2 \right] \frac{\cos \gamma}{r^2}, \quad P_{12}^* = -2Gb \left[ 3m_1 m_2 \frac{\cos \gamma}{r^2} + \frac{1-2\nu}{r^2} (n_1 m_2 - m_1 n_2) \right], \\ P_{13}^* &= -2Gb \left[ 3m_1 m_3 \frac{\cos \gamma}{r^2} + \frac{1-2\nu}{r^2} (n_1 m_3 - m_1 n_3) \right], \quad P_{21}^* = -2Gb \left[ 3m_1 m_2 \frac{\cos \gamma}{r^2} + \frac{1-2\nu}{r^2} (n_2 m_1 - n_1 m_2) \right], \\ P_{22}^* &= -2Gb \left[ (1-2\nu) + 3m_2^2 \right] \frac{\cos \gamma}{r^2}, \quad P_{23}^* = -2Gb \left[ 3m_2 m_3 \frac{\cos \gamma}{r^2} + \frac{1-2\nu}{r^2} (n_2 m_3 - n_3 m_2) \right], \\ P_{31}^* &= -2Gb \left[ 3m_1 m_3 \frac{\cos \gamma}{r^2} + \frac{1-2\nu}{r^2} (n_3 m_1 - n_1 m_3) \right], \quad P_{32}^* = -2Gb \left[ 3m_2 m_3 \frac{\cos \gamma}{r^2} + \frac{1-2\nu}{r^2} (n_3 m_2 - n_2 m_3) \right] \end{aligned}$$

Таким образом, для внешней задачи с заданными на бесконечности напряжениями граничные уравнения составляются относительно дополнительных перемещений и напряжений. Граничное интегральное уравнение для внешней задачи приобретает вид [2-6].

$$c_{ij} \bar{W}_j(\xi, t) + \int_{\Omega} P_{ij}^*(\xi, x) \bar{W}_j(x, t) d\Omega(x) = \int_{\Omega} W_{ij}^*(\xi, x) \bar{P}_j(x, t) d\Omega(x)$$

$$i, j = 1, 2, 3 \quad \xi, x \in \Omega, \quad t > 0, \quad (5)$$

где черточками обозначены компоненты перемещения и напряжения дополнительного состояния. С целью численного решения (5) граничную поверхность  $\Omega$  разбиваем на граничные элементы, в пределах которых искомые величины считаются постоянными, и получим следующую систему алгебраических уравнений

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \bar{W}_1 \\ \bar{W}_2 \\ \bar{W}_3 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{13} \\ B_{21} & B_{22} & B_{23} \\ B_{31} & B_{32} & B_{33} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \bar{P}_1 \\ \bar{P}_2 \\ \bar{P}_3 \end{Bmatrix} \quad (6)$$

здесь элементы матриц (6) вычисляются по формулам

$$\begin{aligned} a_{ij}^{ks} &= \int_{\Delta\Omega_j} P_{ks}^*(i, j) d\Omega_j, \quad b_{ij}^{ks} = \int_{\Delta\Omega_j} W_{ks}^*(i, j) d\Omega_j, \\ i, j &= 1, 2, \dots, N, \quad k, s = 1, 2, 3. \end{aligned}$$

Матрица фундаментальных напряжений представляется в виде [2-6].

$$P^* = \begin{bmatrix} P_{11}^* & P_{12}^* & P_{13}^* \\ P_{21}^* & P_{22}^* & P_{23}^* \\ P_{31}^* & P_{32}^* & P_{33}^* \end{bmatrix},$$

$$P_{33}^* = -2Gb \left[ (1-2\nu) + 3m_3^2 \right] \frac{\cos \gamma}{r^2}, \quad m_i = \cos \beta_i, \quad n_i = \cos \alpha_i, \quad \cos \gamma = n_1 m_1 + n_2 m_2 + n_3 m_3$$

Векторы  $\bar{P}_i(x, t)$  в (6) будут заданы либо как (3) или (4). Векторы искомых перемещений  $\bar{W}_k = \{\bar{W}_{k1} \bar{W}_{k2} \dots \bar{W}_{kN}\}^T$ , ( $k=1, 2, 3$ ) в (6) имеют  $N$  элементов. Элементы векторов внешних сил  $\bar{P}_k = \{\bar{P}_{k1} \bar{P}_{k2} \dots \bar{P}_{kN}\}^T$  с учётом (4) представляются в виде

$$\bar{P}_{kj} = -(\sigma_{1k}^0 n_{1j} + \sigma_{2k}^0 n_{2j} + \sigma_{3k}^0 n_{3j}) = -\sigma_{ik}^0 n_{ij}, \quad k=1, 2, 3, \quad i=1, 2, \dots, N, \quad (7)$$

где  $\sigma_{ik}^0$  – заданные на бесконечность напряжения,  $n_{ij}$  – направляющие косинусы, соответствующие  $j$ -му элементу. Например, если среда находится в начальном напряжённом состоянии от действия только  $\sigma_{33}^0$ , то векторы  $\bar{P}_1$  и  $\bar{P}_2$  будут нулевыми, а элементы вектора  $\bar{P}_3$  представляется в виде

$$\bar{P}_{3j} = -\sigma_{33}^0 n_{3j}, \quad j=1, 2, \dots, N. \quad (8)$$

Из решения системы уравнений (6) получаем значения вектора дополнительных перемещений. Найденные перемещения позволяют определить компоненты деформаций, а затем вычислить компоненты тензора напряжений, соответствующие дополнительному состоянию.

Уравнения (6) в развёрнутом виде принимает следующий вид:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij}^* U_j + \sum_{j=1}^n b_{ij} V_j + \sum_{j=1}^n k_{ij} W_j &= -\sigma_x^0 \sum_{j=1}^n E1_{ij} \cos \alpha_1 - \sigma_y^0 \sum_{j=1}^n E2_{ij} \cos \alpha_2 - \sigma_z^0 \sum_{j=1}^n E3_{ij} \cos \alpha_3; \\ \sum_{j=1}^n c_{ij} U_j + \sum_{j=1}^n d_{ij}^* V_j + \sum_{j=1}^n l_{ij} W_j &= -\sigma_x^0 \sum_{j=1}^n E4_{ij} \cos \beta_j - \sigma_y^0 \sum_{j=1}^n E5_{ij} \cos \alpha_j - \sigma_z^0 \sum_{j=1}^n E6_{ij} \cos \gamma_j; \quad (9) \\ \sum_{j=1}^n t_{ij} U_j + \sum_{j=1}^n p_{ij} V_j + \sum_{j=1}^n \theta_{ij}^* W_j &= -\sigma_x^0 \sum_{j=1}^n E7_{ij} \cos \alpha_j - \sigma_y^0 \sum_{j=1}^n E8_{ij} \cos \beta_j - \sigma_z^0 \sum_{j=1}^n E9_{ij} \cos \gamma_j, \end{aligned}$$

где  $n_1 = \cos \alpha_1$ ,  $n_2 = \cos \alpha_2$ ,  $n_3 = \cos \alpha_3$ ,  $m_1 = \cos \beta_1$ ,  $m_2 = \cos \beta_2$ ,  $m_3 = \cos \beta_3$ ,  $\cos \gamma = n_1 m_1 + n_2 m_2 + n_3 m_3$ ,  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  - углы между нормалью и осями  $x, y, z$  соответственно,  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  - углы, между радиус-вектором  $r_{ij}$  и осями  $x, y, z$  соответственно,  $G$  -

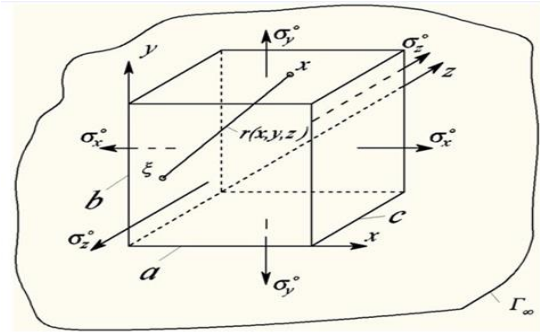


Рис.1. Полость, в теле неограниченного пространства, равномерно растягиваемое в бесконечность.

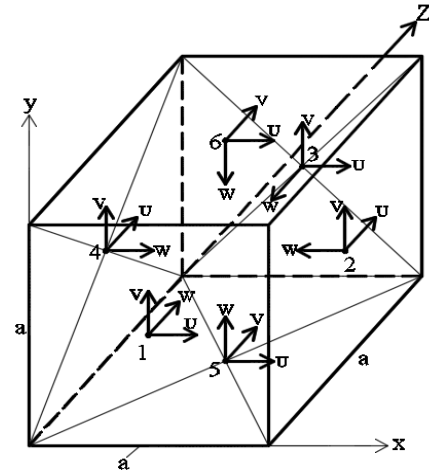


Рис.2. Обозначения перемещений граней полости.

модуль сдвига,  $b = 1/16\pi G(1-\nu)$ ,  $\nu$  - коэффициент Пуассона.

Перемещения граней полости в бесконечной области (рис.2) определяем численно из решения системы алгебраических уравнений (9). Направления нормалей к граням полости совпадают с направлением перемещений  $w$  в каждой грани (рис.2).

$$\begin{aligned}
 a_{ij} &= \int_{\Delta\Omega_j} P_{11}^* d\Omega_j = c_0 \int_{\Delta\Omega_j} \left\{ [b_0 + 3m_1^2] \frac{\cos \gamma}{r^2} \right\} d\Omega, \quad b_0 = 1 - 2\nu \quad c_0 = -\frac{1}{8\pi(1-\nu)} \\
 b_{ij} &= \int_{\Delta\Omega_j} P_{12}^* d\Omega_j = c_0 \int_{\Delta\Omega_j} \left\{ [3(m_1)^2 + b_0] m_2 / r^2 \right\} d\Omega \quad k_{ij} = \int_{\Delta\Omega_j} P_{13}^* d\Omega_j = c_0 \int_{\Delta\Omega_j} \left\{ [3(m_1)^2 + b_0] m_3 / r^2 \right\} d\Omega, \\
 c_{ij} &= \int_{\Delta\Omega_j} P_{21}^* d\Omega_j = c_0 \int_{\Delta\Omega_j} \left\{ [3(m_1)^2 - b_0] m_2 / r^2 \right\} d\Omega \quad d_{ij} = \int_{\Delta\Omega_j} P_{22}^* d\Omega_j = c_0 \int_{\Delta\Omega_j} \left\{ [b_0 + 3m_2^2] \frac{\cos \gamma}{r^2} \right\} d\Omega, \\
 l_{ij} &= \int_{\Delta\Omega_j} P_{23}^* d\Omega_j = c_0 \int_{\Delta\Omega_j} \left\{ [3m_2 m_3 \cos \gamma] / r^2 \right\} d\Omega \quad t_{ij} = \int_{\Delta\Omega_j} P_{31}^* d\Omega_j = c_0 \int_{\Delta\Omega_j} \left\{ [3(m_1)^2 m_3 - b_0 (m_3)] / r^2 \right\} d\Omega \\
 p_{ij} &= \int_{\Delta\Omega_j} P_{32}^* d\Omega_j = c_0 \int_{\Delta\Omega_j} \left\{ [3m_2 m_3 \cos \gamma] / r^2 \right\} d\Omega, \quad \theta_{ij} = \int_{\Delta\Omega_j} P_{33}^* d\Omega_j = -2Gb \int_{\Delta\Omega_j} \left\{ [(1-2\nu) + 3m_3^2] \frac{\cos \gamma}{r^2} \right\} d\Omega,
 \end{aligned}$$

Фундаментальное решение для определения правой части имеет вид [6]:

$$W_{ij}^*(\xi, x) = \frac{1}{16\pi G(1-\nu)r} [(3-4\nu)\delta_{ij} + m_i m_j]$$

Для определения коэффициентов правой части используем формулу:

$$\begin{aligned}
 E1_{ij} &= \int_{\Delta\Omega_j} W_{11}^* d\Omega_j = \int_{\Delta\Omega_j} [(3-4\nu) + m_1^2] \frac{a}{r} d\Omega = a \int_{\Delta\Omega_j} [(3-4\nu) + m_1^2] \frac{1}{r_{ij}} d\Omega \\
 E2_{ij} &= \int_{\Delta\Omega_j} W_{12}^* d\Omega_j = a \int_{\Delta\Omega_j} \frac{m_1 m_2}{r_{ij}} d\Omega_j, \quad E3_{ij} = \int_{\Delta\Omega_j} W_{13}^* d\Omega_j = a \int_{\Delta\Omega_j} \frac{m_1 m_3}{r_{ij}} d\Omega_j, \quad E4_{ij} = \int_{\Delta\Omega_j} W_{21}^* d\Omega_j = a \int_{\Delta\Omega_j} \frac{m_2 m_1}{r_{ij}} d\Omega_j, \\
 E8_{ij} &= \int_{\Delta\Omega_j} W_{32}^* d\Omega_j = a \int_{\Delta\Omega_j} \frac{m_3 m_2}{r_{ij}} d\Omega_j, \\
 E5_{ij} &= \int_{\Delta\Omega_j} W_{22}^* d\Omega_j = \int_{\Delta\Omega_j} [(3-4\nu) + m_2^2] \frac{a}{r} d\Omega = a \int_{\Delta\Omega_j} [(3-4\nu) + m_2^2] \frac{1}{r_{ij}} d\Omega, \\
 E6_{ij} &= \int_{\Delta\Omega_j} W_{23}^* d\Omega_j = a \int_{\Delta\Omega_j} \frac{m_2 m_3}{r_{ij}} d\Omega_j, \quad \overline{E7}_{ij} = \int_{\Delta\Omega_j} W_{31}^* d\Omega_j = a \int_{\Delta\Omega_j} \frac{m_3 m_1}{r_{ij}} d\Omega_j, \\
 E9_{ij} &= \int_{\Delta\Omega_j} W_{33}^* d\Omega_j = \int_{\Delta\Omega_j} [(3-4\nu) + m_3^2] \frac{a}{r} d\Omega = a \int_{\Delta\Omega_j} [(3-4\nu) + m_3^2] \frac{1}{r_{ij}} d\Omega,
 \end{aligned}$$

где  $a = 1/16\pi G(1-\nu)$ ,  $\delta_{ij}$  – символ Кронекера.

Коэффициенты при неизвестных перемещениях определяются численным интегрированием в пределах каждого элемента. В дальнейшем по известным перемещениям определяем относительные деформации и по относительным деформациям используя закон Гука определяем напряжения.

Таким образом, алгоритм решения пространственной задачи теории упругости методом граничных интегральных уравнений приводится к следующему. Составляется граничное интегральное уравнение для пространственной задачи (5). Для численного решения разбиваем поверхность полости на граничные элементы и получаем систему алгебраических уравнений в матричной форме (6) и в

развёрнутой форме (9). Далее решая систему алгебраических уравнений (9) определяем искомые перемещения и по ним используя разностные схемы получаем относительные деформации. Используя закон Гука, по найденным значениям относительных деформаций определяем напряжения.

#### Литература:

1. Низомов Д. Н., Ходжибоев А.А., Ходжибоев О.А. Численное решение пространственной внешней задачи теории упругости методом граничных уравнений (научная статья). Доклады Академии Наук Республики Таджикистан. Том.57, №7. – Душанбе: 2014г. - с. 573-579. ISSN 0002-3469. №776 в перечне российских рецензируемых научных журналов.

2. Низомов Д. Н., Ходжибоев А.А., Ходжибоев О.А. Алгоритм расчета взаимодействия сооружения с полупространством в условиях плоской деформации// Доклады АН Республики Таджикистан. – 2010.-Т.53.-№5 – С.364 – 371.

3. Низомов Д. Н., Ходжибоев А.А., Ходжибоев О.А. Программа численного решения на ЭВМ статической задачи плотины на основе неоднородной модели с учетом податливости основания. Душанбе, НПИЦентр, патент №1671200241 от 01.11.2012.

4. Низомов Д.Н., Ходжибоев А.А. Исследование напряжённо-деформированного состояния плотины Шурабской ГЭС на основе неоднородной модели с учётом податливости основания// Доклады АН РТ, том 55, 2012, № 4.- с.305-310.

5. Низомов Д.Н., Ходжибоев А.А., Ходжибоев О.А. Решение задач взаимодействия конечного тела с полуплоскостью// Журнал «Строительная механика инженерных конструкций и сооружений» (РУДН, Москва), №1, 2013, с. 19-24.

6. Низомов Д.Н., Ходжибоев А.А., Ходжибоев О.А. Метод граничных уравнений в решении двумерных задач теории упругости. Научное издание. – Душанбе: «Дониш», 2019. - 435с.

### МОДЕЛКУНОНИИ МАСЪАЛАИ СЕЧЕНАКАИ БЕРУНАИ НАЗАРИЯИ ЧАНДИРӢ БО МЕТОДИ МУОДИЛАҲОИ КАНОРӢ

*А.А.Хочибоев*

Анотатсия. Дар мақола алгоритми ҳалли ададии масъалаи фазогии назарияи чандирӣ бо ёрии методи муодилаҳои канорӣ интегралӣ оварда шудааст. Дар асоси ҳалли ададии муодилаҳои

интегралӣ канорӣ системаи муодилаҳои алгебравӣ сохта шудаанд, ки аз ҳалли онҳо ҷойивазкуниҳо дар марказҳои элементҳои канорӣ ёфта мешаванд. Коэффитсиентҳои системаи муодилаҳои алгебравӣ дар асоси ҳалли фундаменталии Келвин муайян намуда шудаанд.

**Калимаҳои калидӣ.** Методи муодилаҳои интегралӣ канорӣ, ҳалли фундаменталӣ, холигӣ, фазои беохир, ҷойивазкуниҳо, шиддатҳо, нормал, радиус-вектор, масъалаи сеченака.

### MODELING A THREE-DIMENSIONAL EXTERNAL PROBLEM OF THE THEORY OF ELASTICITY BY THE METHOD OF BOUNDARY EQUATIONS

*A.A.Hojiboev*

The article presents an algorithm for the numerical solution of the spatial problem of the theory of elasticity by the method of boundary integral equations. On the basis of a numerical solution, a system of algebraic equations has been compiled from the solution of which the displacements in the centers of the boundary elements are determined. On the basis of the fundamental Kelvin solution, the coefficients of the resolving system of algebraic equations are compiled.

**Keywords.** Boundary integral equations method, fundamental solution, cavity, unbounded space, displacements, stresses, normal, radius vector, three-dimensional problem.

#### Сведения об авторах:

Ходжибоев Абдуазиз Абдусатторович – доктор технических наук, доцент кафедры «ПГС» ТТУ имени акад. М.С.Осими. Тел.: +992 918893514. E-mail: hojiboev@mail.ru

### ДАР БОРАИ БЕҲТАР НАМУДАНИ КОРИ ФАЗОИИ ТАНАИ БОРБАРДОРИ БИНО ҲАНГОМИ ТАЪСИРИ ҚУВВАИ СЕЙСМИКӢ

*А. Р. Фазилов*

*Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ*

Мақолаи мазкур ба ҳисоби биноҳо бо назардошти таъсири сейсмикӣ, беҳтаркунии (оптимизатсия) натиҷаҳои ҳисоб, таъмини шароити мусоиди кори фазоии бино бо роҳи баробар тақсимкунии сарбориҳо, массаҳо ва мазбутиҳо дар тарҳи бино ва аз рӯи баландии он, кам кардани таъсири тобхӯрӣ ба мазбутии

фазоии бино бахшида шудааст. Аз рӯи натиҷаҳои кори иҷрогардида тавсияҳо оид ба мукамалгардони раванди ҳисоби бино бо назардошти таъсири сейсмикӣ пешниҳод карда шудааст. Барои ин дар раванди лоиҳасозӣ бояд кӯшиши ба харҷ дод, ки талаботи меъёру қоидаҳои сохтмонӣ дар бораи таъмини баробар

*тақсимишавии сарборихо, массаҳо ва мазбутиҳо дар тарҳи бино ва аз рӯи баландии он амалӣ гардад; кӯшиши намуд, ки қимати эксцентриситети ҳисобӣ байни марказҳои мазбутӣ ва массаи бино хурд бошад; чунин ҳаллҳои ҳаҷмӣ-тарҳӣ ва конструктивӣ (системаҳои конструктивӣ, схемаҳои конструктивӣ ва системаҳои ҳисобӣ) қабул намуд, ки ба беҳтаркунии (оптимизатсия) схемаи ҳисобии мусоидат намоянд.*

**Калимаҳои калидӣ:** бино, конструксия, лоихасозӣ, зилзила, мазбутӣ, унсур, тобхӯрӣ.

Талаботи асосӣ ба биноҳо - таъмин намудани эътимодияти мустаҳкамӣ ва истифодабарии бино мебошад. Ин дар навбати аввал аз рӯи роияи талаботи техникий мустаҳкамӣ, мазбутии фазой ва устувории бино дар раванди лоихасозӣ, сохтмон ва истифодабарии бино муайян карда мешавад.

Дар раванди лоихасозӣ ва ҳисоби биноҳо аҳамияти муҳимро истифодаи чунини намудҳои гуногуни масолеҳи сохтмонӣ (бо нишондиҳандаҳои гуногуни физикӣ-механикӣ, мустаҳкамӣ ва шаклтағйирӣ таснифшаванда) дорад, ки он гоҳ шароити мусоиди кори масолеҳи мушаххас дар конструксияи сохтмонӣ таъмин карда шавад, яъне интиҳоби системаи сохтмони самараноки бино таъмин гардад. Масалан, барои унсурҳои конструктивии филизӣ шароити қулайи корӣ ин кашиш мебошад, барои унсурҳои конструктивии бетонӣ, сангӣ – кор ба фишуриш ва ҳеч гоҳ ба кашиш, ва ғайра.

Дар баробари ин, хангоми лоихасозӣ ва ҳисоби бино бо назардошти таъсири сейсмикӣ, ки табиати динамикӣ ва бештар самти уфуқӣ дорад, шартӣ муҳим ин таъмин намудани кори боэътимоди фазоии танаи борбардори бино, ки аз унсурҳои конструктивӣ ва конструксияҳои сохтмони алоҳида иборат аст, мебошад.

Бинобарин, интиҳоби системаи конструктивии самараноки бино (бо шароити мусоиди кори масолеҳ дар конструксия ва ҳуди конструксияҳо) ва ташаккули схемаи оптималии конструктивии бино бо назардошти ҳалли ҳаҷмӣ-тарҳии бино низ муҳим мебошад. Асосан вазифаи таъмини самаранокии системаи конструктивии бино дар шароити сейсмикиро тақсимишавии симметрӣ ва мунтазами массаи иншоот, унсурҳои мазбутӣ ва сарборихо ба конструксияҳои борбардор дар тарҳи иншоот ва аз рӯи баландӣ таъмин менамоянд.

Агар бино аз рӯи ҷойгиршавии масса (сарборихо) ва мазбутиҳо симметрӣ бошад, он дар

шароити мусоид кор мекунад, ки инро бо мувофиқ омадани маркази масса ва мазбутӣ ва ҷой надоштани эксцентриситет байни онҳо маънидод кардан мумкин аст.

Дар айни ҳол бояд қайд намуд, ки тафовут байни мазбутиҳои бино ва массаҳои ҳисобии бино дар он, ки бузургҳои мазбутиҳо дар самтҳои ба ҳамдигар перпендикулярӣ ҳуди ҳамин система на ҳама вақт як хела мебошад. Вале, бузургҳои массаҳо дар самтҳои ба ҳамдигар перпендикулярӣ ҳуди ҳамин система як хела мебошад. Аз ин лиҳоз, даври лаппишҳо ҳам гуногун шуданаш мумкин аст [3]. Ҳолати мазкур дар бузургҳои қувваҳои (сарборихо) сейсмикӣ инъикос меёбад, ва онҳо аз ҳамдигар дар самтҳои ҳисобшавандаи ҳамон як бино фарқ мекунанд.

Чи тавре, ки таҷрибаи заминчунбиҳо нишон медиҳад, дар қатори лаппишҳои мустақимулхат (поступателное) дар тарҳи бино лаппишҳои тобхӯрӣ ҳам пайдо шуданаш мумкин аст [1].

Лаппишҳои мустақимулхат-тобхӯрии биноҳо дар ҳолатҳои зерин ба вуқӯъ пайвастанаш мумкин аст:

1) унсурҳои мазбутии бино (диафрагмаҳо ва а.о.) нисбат ба тире, ки дар самти он лаппиш ба вуқӯъ пайвастааст, ғайрисимметрӣ ҷойгир шудаанд ва бо сабаби мазкур маркази мазбутии бино бо маркази массаи бино мувофиқ намебошад;

2) массаҳо (сарборихо) нисбат ба тире, ки қад қад он ҳаракати система ба вуқӯъ пайвастааст, асимметрӣ ҷойгир шудаанд;

3) агар таъсири асос ба бино бо эксцентриситет амалӣ гардад.

Лаппишҳои тобхӯрии бино, яъне тобхӯрии бино дар тарҳ - моментҳои тобдиҳанда нисбат ба маркази тобхӯрӣ (дар ҳолати мазкур нисбат ба маркази мазбутӣ дар тарҳ) сабабгори қувваҳои дохилии калон дар унсурҳои борбардори аз марказ дур ҷойгиршуда мешаванд. Ҳолати мазкур бояд хангоми тақсимои сарбории сейсмикӣ ба конструксияҳои борбардор ба ҳисоб гирифта шавад.

Бо назардошти гуфтаҳои боло муқаррароти асосии зерини МҚС ҚТ 22-07-2018 «Сохтмони зилзилатобовар»-ро ва муносибати принципаӣ ба раванди ҳисоб ва лоихасозии бино ва иншоот бо назардошти қувваи сейсмикиро, ки аз онҳо бармеояд, қайд кардан мумкин аст, ки онҳоро лоихасоз бояд ба роҳбарӣ гирад. Аз чумла:

1) Банди 6. «Дар раванди таҳияи ҳуҷҷатҳои лоихавӣ зарур аст, ки:



- ҳаллҳои ҳаҷмиву тарҳӣ ва конструктивӣ тавре қабул карда шаванд, ки, чун қоида, тақсимшавии симметрӣ ва мунтазами массаи иншоот, унсурҳои мазбути ва сарборихоро ба конструкцияҳои борбардор дар тарҳи иншоот таъмин менамоянд» [2].

2) Банди 17. «Ҳангоми муайян намудани қувваҳои ҳисобии зилзилавӣ дар биноҳо ва иншоот бояд тамсилаҳои ҳисобии динамикӣ қабул карда шаванд, ки ба тамсилаҳои ҳисобии статикӣ мувофиқат мекунад ва хусусиятҳои тақсимшавии борҳо, вазнҳо ва мазбутиҳои бино ва иншоотро дар тарҳ ва аз рӯи баландӣ, инчунин хосиятҳои фазоии шаклтағйиркунии конструкцияҳоро аз таъсири зилзилавӣ ба эътибор мегиранд» [2].

3) Банди 33. «Ҳангоми ҳисоби бино ва иншоот (ғайр аз иншооти гидротехникӣ), ки дарозӣ ё барашон аз 30 м зиёд мебошад, бо истифодаи модели ҳисобии рафакӣ, бидуни қувваҳои зилзилавии мувофиқи банди 21-и МҚС ҚТ 22-07-2018 муайяншаванда, бояд моменти тобдиханда нисбати тири амудии аз маркази мазбутии бино ё иншоот гузаранда ба назар гирифта шавад. Қимати эксцентриситети ҳисобии байни маркази мазбути ва маркази вазнинии бино ё иншоот дар нишонаи додашуда бояд на кам аз  $0,05B$  қабул карда шавад, дар ин ҷо  $B$  – андозаи бино ё иншоот дар тарҳ дар равише, ки ба самти таъсири қувваи сеймикӣ амуд (перпендикуляр) аст» [2].

Шумораи зиёди биноҳо аз қатори конструкцияҳои амудӣ, ки бо ҳамдигар бо алоқаҳои уфуқии (диафрагмаҳо) ин ё он конструкцияи дигар ба як сохтор муттаҳид шудаанд, иборат мебошад. Барои муайян намудани қувваҳои дохилӣ дар унсурҳои чунин иншоот сарбории умумии сеймикӣ ба онҳо бояд байни конструкцияҳои амудии алоҳида тақсим карда шавад.

Ҳангоми ҳисоби биноҳо, ки ошёнпӯшҳои онҳоро ҳамчун дискҳои мазбут ҳисоб кардан мумкин мебошад, дар ҳолати симметрӣ ҷойгир шудани масса ва мазбутиҳои конструкция дар тарҳ, қувваи сеймикӣ байни конструкцияҳои амудӣ дар нишонаи ягонтои аз ошёнпӯшҳо мутаносиб ба мазбутии онҳо ба ошёна тақсим карда мешавад.

Агар маркази мазбутии бино дар тарҳ бо маркази массаи он рост наояд (ғайрисимметрӣ тақсим шудани массаҳо ва мазбутиҳо), ин ҳолат ба пайдо шудани моменти тобхӯрӣ ва дар конструкцияҳои борбардор қувваҳои дохилии иловагӣ оварда мерасонад, ки бо мавҷуд будани

эксцентриситет (масофа байни маркази мазбути ва маркази масса) алоқаманд мебошад. Аз ин лиҳоз ҳангоми ҳисоб бояд таъсири тобхӯрии бино (ниг. ба б. 33 МҚС ҚТ 22-07-2018) ба ҳисоб гирифта шавад [2].

Қувваи пурраи сеймикӣ ба бино аз қувваи сеймикии ба конструкцияи ҳисобшаванда ба назардошти тобхӯрии бино таъсиркунанда (чамъшавандаи яқум дар формулаи (1)), ва инчунин аз қувваи сеймикии ба конструкцияи ҳисобшаванда аз тобхӯрии бино таъсиркунанда (чамъшавандаи дуум дар формулаи (1)) иборат мебошад.

Барои конструкцияи дар масофаи  $l_a$  аз маркази мазбути ҷойгир гардида, қувваи пурраи сеймикӣ бо назардошти тобхӯрӣ бо формулаи зерин муайян карда мешавад

$$S_{\text{пурра}} = S_{ka} + \frac{C_{ka} \cdot l_a}{K_{k\phi}} \sum_{j=k}^n S_j \cdot d_{kj}, \quad (1)$$

дар ин ҷо  $S_{ka}$  - қувваи сеймикии ба конструкцияи ҳисобшавандаи  $a$  дар сатҳи  $k$  таъсиркунанда ба назардошти тобхӯрии бино;

$S_j$  - қувваи сеймикии ба бино дар сатҳи  $k$  ва дар ҳама сатҳҳои бештар баландтар таъсиркунанда ( $j \geq k$ );

$d_{kj}$  - масофа байни маркази мазбутии бино дар сатҳи  $k$  ва марказҳои массаи он дар сатҳи  $k$  ва дар ҳама сатҳҳои бештар баландтар ( $j \geq k$ );

$C_{ka}$  - мазбутии конструкцияи  $a$ -и ҳисобшаванда дар сатҳи  $k$ ;

$l_a$  - масофа аз маркази мазбутии ошёнаи  $k$ -юм то конструкцияи  $a$ -и ҳисобшаванда;

$K_{k\phi}$  - мазбутии кунҷии уфуқии бино дар сатҳи ошёнпӯши  $k$ -юм;

Мазбутии кунҷии бино  $K_{k\phi}$  дар сатҳи  $k$  бо формулаи зерин муайян карда мешавад

$$K_{k\phi} = \sum_{a=1}^{n_1} (C_{ka}^y \cdot l_{xa}^2 + C_{ka}^x \cdot l_{ya}^2), \quad (2)$$

дар ин ҷо:

$C_{ka}^y$  ва  $C_{ka}^x$  - мазбутиҳои ҳар як конструкцияи амудӣ дар сатҳи  $k$  мувофиқан дар самтҳои тӯлӣ ва арзӣ;

$l_{xa}$  ва  $l_{ya}$  - масофаҳои ҳар як конструкцияи амудӣ мувофиқан то тирҳои тӯлӣ ва арзӣ, ки аз маркази мазбутии бино гузаронида шудаанд.

Чамъкунӣ дар формулаи (2) аз рӯи ҳама конструкцияҳои амудӣ (деворҳо, сутунҳои синҷ ва а.о.) иҷро карда мешавад.

Барои ҳисоби қимати сарбории пурраи сейсмикӣ бояд пешакӣ массаҳои (вазҳои) қисмҳои бинои ба схемаи ҳисобӣ мувофиқ буда, ва инчунин мазбутии унсурҳои конструктивӣ, конструксияҳо, ромҳо, деворҳо, диафрагмаҳои алоҳида ва қисмҳои дигари бино муайян карда шавад.

Мазбутии фазои бино дар навбати аввал аз рӯи таснифоти мазбутии унсурҳои конструктивии борбардор ва тақсимоти онҳо дар ду самти тарҳи бино муайян карда мешавад. Барои муайян намудани таснифоти мазбутии қимати моментҳои инерсияи буришҳои унсурҳо ва системаҳои қабулгардидаро доништан зарур аст.

Намунаҳои гуногуни вариантҳои буришҳои унсурҳои алоҳидаи конструктивӣ, конструксияҳои сохтмонӣ ва қисмҳои биноро овардан мумкин аст, ки онҳо ба шароити бехтари (оптималии) қори унсурҳои алоҳидаи конструктивӣ мусоидат менамоянд.

Маълум аст, ки буриши доирашакли унсур аз ҳама бештар самаранок мебошад, ва баъдан аз рӯи пастшавӣ буриши квадратшакл ва ғайра. Айнан ҳамин тавр бинои алоҳидаро таҳлил кардан мумкин аст. Дар адабиёти илмӣ ва махсус мисолҳои ҳисоби ҷойивазкуниҳо ва мазбутиҳои конструксияҳои гуногун (сутунҳо, ромҳо бо тақия мафсилӣ, ромҳо бо гирехҳои мазбут, деворҳо, диафрагмаҳо, биноҳо дар умум ва ғайра) дар самти уфуқӣ оварда шудааст. Бояд кӯшиш намуд, ки шаклҳои геометрии оптималии унсурҳо ва умуман биноҳо истифода шавад.

Дар амалия тартиби ҳисоби бино бо назардошти таъсири сейсмикӣ, ки аз рӯи он лоиҳасоз-конструктор фаъолият менамояд, чун қоида, аз алгоритми амалҳои зерин иборат мебошад:

- чамъкунии маълумоти ибтидоӣ барои ҳисоб;
- аз меъмор гирифтани ҳалли ҳаҷмӣ-тарҳии бино, ки дар таҳияи он иштироки кам дорад;
- интихоби системаи конструктивӣ, схемаи конструктивӣ ва системаи сохтмони бино;
- интихоби схемаи ҳисобии самаранок ва бехтарин (оптималӣ);
- ҷойгир намудани унсурҳои мазбути дар тарҳи бино ва аз рӯи баландии он мутобиқ ба схемаи ҳисобии қабулгардида, бо назардошти талаботи ҳуҷҷатҳои меъёрӣ, алаҳусус МҚС ҚТ 22-07-2018 [2], таҷрибаи пешқадами лоиҳасозии навъҳои монанди биноҳо;
- ҳисоби бино бо истифода аз маҷмӯҳои барномавии муосир ва системаҳои

конструксиясозӣ (ПК ЛИРА ва ғайра) бо назардошти принципҳои асосии тамсиласозӣ;

- ба даст овардани натиҷаҳои ҳисоби компютерӣ дар ҳудуди қиматҳои хурдтарин ва калонтарини параметрҳои ҷамбасти ҳисоб, ки дар ҳуҷҷатҳои меъёрӣ муқаррар шудааст.

Асосан, аз рӯи натиҷаҳои қор бо истифодаи маҷмӯи барномавӣ, дар вақти вучуд надоштани ҳатогиҳо ҳангоми аппроксимасияи шакли геометрии ва сарбориҳо ва ҳатогиҳо дар схемаи ҳисобӣ ҳангоми пайвасти унсурҳо ва дигар ҳатогиҳо, имконияти ба даст овардани натиҷаҳои дурусти ҳисоб мавҷуд мебошад.

Вале дар алгоритми ҳисоби дар боло қайдгардида, дар фаъолияти шумораи зиёди конструкторҳо амали бехтаркунии (оптимизатсияи) раванди ҳисоб чи дар марҳилаи пешазлоиҳавӣ ва чи дар раванди ҳисоб, ки таъмини ноилшавӣ ба баробар тақсимшавии сарбориҳо, массаҳо ва мазбутиҳо дар назар аст, мавҷуд нест. Ба тарзи дигар гӯем, маҷмӯи барномавӣ дар ҳолати дилхоҳ ва гуногун будани маълумоти ибтидоӣ, ки аз ҷониби конструктор дар оғози ҳисоб ворид карда шудааст, дар ҳудуди қиматҳои хурдтарин ва калонтарини қиматҳои қувваҳои дохилӣ, ҷойивазкуниҳо, армиронӣ ва ғайра, ки дар ҳуҷҷатҳои меъёрӣ муқаррар шудааст, ҳисобро иҷро менамояд.

Конструктор ба банди 33-и МҚС ҚТ 22-07-2018 [2] боварӣ дорад, ки дар банди мазкур муқаррар шудааст, ки қимати *эксцентриситети ҳисобӣ* байни марказҳои мазбути ва массаи бино бояд на кам аз  $0,05B$  бошад. Амалан, чи тавре дар боло қайд шуда буд, ҳангоми қиматҳои калонтари эксцентриситет барномаи ҳисобӣ системаро ҳисоб мекунад, вале бе бехтаркунии (оптимизатсияи) натиҷаҳои ҳисоб. Ана дар ҳамин ҳолат конструктор бояд ба раванди ҳисоб даҳолат кунад ва ба ноил гаштан ба қиматҳои хурдтарини эксцентриситети ҳисобӣ бо роҳи бехтаркунии (оптимизатсияи) ҷойгиршавии унсурҳои мазбути дар тарҳи бино, кӯшиш намояд.

Дар айни ҳол ҳалли бехтаринро (оптималиро) дар он ҳолат ба даст овардан мумкин мебошад, агар конструктор ба қиматҳои хурдтарини натиҷаҳои ҳисоб муваффақ шавад. Ва дар ҳолатҳои мавҷуд набудани амали бехтаркунии (оптимизатсияи) натиҷаҳои ҳисоб калону вазнин, буриши унсурҳо ва армиронии конструксияҳо аз ҳад зиёд мешавад ва ғайра.

Моҳиятан дар ин чо пурракунии алгоритми ҳисоб бо лоиҳасозии вариантӣ бо ба даст овардани натиҷаи беҳтарин (оптималӣ) қобили қабул мебошад.

#### **Хулосаҳо:**

Аз рӯи кори иҷрогардида тавсияҳо оид ба мукамалгардонии раванди ҳисоби бино бо назардошти таъсири сейсмиқӣ пешниҳод карда мешавад:

1) бояд қўшиш ба харҷ дод, ки муқаррароти бандҳои 6 ва 7-и меъёру қоидаҳои сохтмони МҚС ҚТ 22-07-2018 дар бораи таъмини баробар тақсимшавии сарбориҳо, массаҳо ва мазбутиҳо дар тарҳи бино ва аз рӯи баландии он амалӣ гардад;

2) бояд қўшиш намуд, ки қимати эксцентриситети ҳисобӣ байни марказҳои мазбути ва массаи бино хурд бошад;

3) бояд чунин ҳалҳои ҳаҷмӣ-тарҳӣ ва конструктивӣ (системаҳои конструктивӣ, схемаҳои конструктивӣ ва системаҳои ҳисобӣ) қабул намуд, ки ба беҳтаркунии (оптимизатсия) схемаи ҳисобии бино мусоидат намоянд.

#### **Адабиётҳо:**

1. Поляков С. В. Сейсмостойкие конструкции зданий / С. В. Поляков. – Москва: Высшая школа, 1983. – 304 с.

2. Меъёру қоидаҳои сохтмони Ҷумҳурии Тоҷикистон: МҚС ҚТ 22-07-2018. Сохтмони зилзилабобар.– Душанбе: Нашриёти: КВД «ПИТС ва М», «Маркази таъбу нашр», 2019 – 49 с.

3. Сейсмостойкое строительство зданий: учебное пособие для вузов / И. Л. Корчинский, А. Б. Бородин, А. Б. Гроссман [ва диг.]. – Москва: Высшая школа, 1971. – 320 с.

### **ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РАБОТЫ НЕСУЩЕГО ОСТОВА ЗДАНИЯ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

*А. Р. Фазилов*

Настоящая работа посвящена расчету зданий с учетом сейсмических воздействий, оптимизации результатов расчета, обеспечению благоприятных условий пространственной работы здания путем равномерного распределения нагрузок, масс и жесткостей зданий в плане и по высоте, уменьшения влияния кручения на пространственную жесткость здания. По результатам выполненной работы предложены рекомендации по совершенствованию процесса

расчета здания с учетом сейсмических воздействий. Для этого в процессе проектирования следует добиваться реализации требований о равномерном распределении нагрузок, масс и жесткостей зданий в плане и по высоте; стремиться, чтобы значение расчетного эксцентриситета между центрами жесткостей и масс зданий в рассматриваемом уровне было минимальным; принимать такие объемно-планировочные и конструктивные решения (конструктивные системы, конструктивные схемы и строительные системы) способствующие оптимизации расчетной схемы здания.

**Ключевые слова:** здание, конструкция, проектирование, сейсмика, жесткость, элемент, кручение.

### **ON PROVISION OF OPTIMAL SPATIAL WORKING CONDITIONS OF THE BEARING STRUCTURE OF THE BUILDING UNDER SEISMIC IMPACT**

*A.R. Fazilov*

This work is devoted to the design of buildings taking into account seismic effects, optimization of the calculation results, ensuring favorable conditions for the spatial work of the building by uniformly distributing the loads, masses and stiffness of buildings in plan and height, reducing the effect of torsion on the spatial stiffness of the building. Based on the results of the work performed, recommendations were proposed for improving the process of calculating a building, taking into account seismic effects. For this, in the design process, it is necessary to achieve the implementation of the requirements for the uniform distribution of loads, masses and stiffness of buildings in plan and in height; strive for the value of the calculated eccentricity between the centers of stiffness and mass of buildings at the considered level to be minimal; make such space-planning and design decisions (structural systems, structural schemes and building systems) that contribute to the optimization of the design scheme of the building.

**Key words:** building, structure, design, seismic, stiffness, element, torsion.

#### **Маълумот дар бораи муаллиф:**

Фазилов Анвар Раҳматджанович – н.и.т., дотсенти кафедраи «Меъморӣ биноҳо ва иншоот»-и ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ. E-mail: niisa-fozilov@mail.ru

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

*Б.А. Гулямов, Н.М. Каримов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

*В статье рассматриваются некоторые проблемы энергопотребления и эффективное использование энергии в гражданских зданиях. Поскольку в Республике Таджикистан углеводородные ресурсы ограничены, производство энергии с использованием ископаемых источников имеют неблагоприятные экологические последствия. Актуальной задачей является использование возобновляемых источников энергии (энергия солнца, биомассы, ветра, приливной воды и энергия земли). В работе предлагаются конкретные рекомендации по проектированию энергоэффективных зданий.*

**Ключевые слова:** проектирование, энергоэффективность, климат, пассивные системы, коллектор.

Постоянный рост цен за энергию связан с колебанием и увеличением цены на нефть и газ в мировом рынке. Человечество преобразует в тепловую энергию 1/3 возможных источников энергии.

Особенностью энергоэффективных зданий является очень малое потребление энергии. В некоторых случаях экономия энергии может достигать до 90% и более. Значение годового потребления энергии на отопление помещений энергоэффективного здания составляет менее 15 кВт/ч на квадратный метр [1].

Энергоэффективность здания зависит от его конструктивного, объемно-планировочного решения местоположения и ориентации. При выборе подходящей стратегии проектирования необходимо учитывать местные природно-климатические условия.

Климат оказывает большое влияние на потребление энергии зданий, которое будет реагировать на природно-климатическую среду двумя способами [2]:

- тепловая реакция конструкции здания (передача тепла и аккумуляция тепла);
- реакция инженерных систем здания (например, систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и освещения).

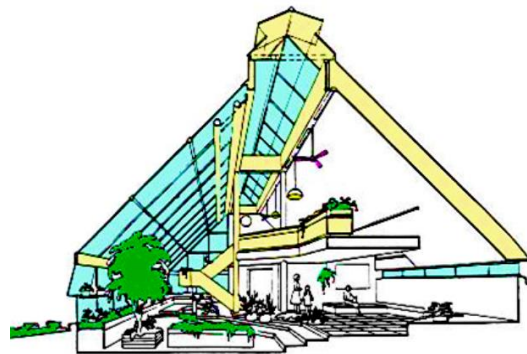
В неблагоприятных климатических условиях оптимальное расположение здания может решить все или часть проблем, если учитывать следующие элементы:

- топография - склоны, холмы и состояние их поверхности;
- растительность - типы растений, масса, состав;
- строительные формы, окружающие здания и сооружения;
- вода - охлаждающие эффекты, грунтовые воды, водоносные горизонты.

Необходимо учитывать некоторые важные аспекты, которые влияют на тепловые и энергетические характеристики зданий, такие как, форма, интервал, ориентация и окружающая застройка и др.

Элементы ограждающей конструкции, которые составляют оболочку здания (наружные стены, крыша, подземная плита и фундамент) в тоже время уменьшают теплопотери.

Немаловажное значение имеют факторы, определяющие тепловой поток через ограждающие конструкции здания, в том числе перепады температур, теплоустойчивость и другие физические параметры.



*Рис. 1. Ограждающие конструкции здания, сочетающие в себе пассивное солнечное, дневное освещение и органическое садоводство.*

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования предусматриваются для обеспечения комфорта, здоровья и безопасности жильцов. Обычно они являются основными потребителями энергии.

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования в первую очередь должен быть энергоэффективным и для достижения оптимальной энергоэффективности проектировщики должны оценивать следующее:

- критерии теплового комфорта;
- методы расчета нагрузки;
- характеристики системы;

- оборудование и работа установки;  
Использование освещения необходима осуществлялось целенаправленно и энергоэффективное освещение должно гарантировать, что:

- освещение не чрезмерное;
- освещение обеспечено эффективным образом;
- общая дизайнерская стратегия для светового дизайна;
- комбинация общего и рабочего освещения;
- электрическое освещение интегрировано с дневным светом;
- использование энергоэффективных ламп и светильников;

Для районов строительство с жарким и влажным климатом обычно требуется обширное затемнение, без ущерба для круглогодичной вентиляции. Более важным является затемнение восточного и западного фасадов.

Дневной свет можно использовать для увеличения или замены искусственного электрического освещения. Эффективное использование дневного света должно учитывать такие показатели, как состояние неба, строительное пространство и форму, систему остекления и искусственного освещения, а также систему кондиционирования воздуха.

Для достижения желаемого решения необходимо тщательно изучить сложное взаимодействие между дневным светом, электрическим освещением и отоплением, вентиляцией и кондиционированием.

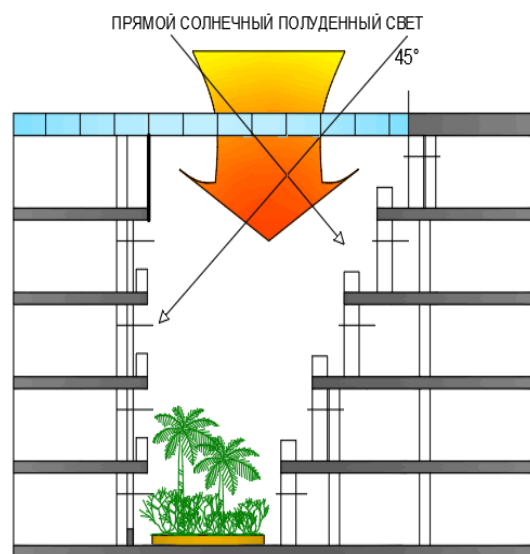


Рис. 2. Дизайн дневного освещения в атриуме.

В настоящее время исследуются инновационные технологии дневного освещения, включающие в своем составе системы световых труб, зеркальные системы, призматическое остекление и голографические дифракционные системы.

Энергоэффективность многих подсистем и оборудования отопления, вентиляция и кондиционирования (ОВиК) постепенно улучшается с годами [3].

Энергоэффективные конструкции ОВиК, включают:

- системы переменного расхода воздуха, для снижения потребления энергии вентиляторами;
- контроль температуры наружного воздуха;
- тепловой насос и системы рекуперации тепла;
- системы энергоменеджмента и контроля зданий;
- стратегия естественной вентиляции и естественного охлаждения;

Солнечные тепловые системы обеспечивают полезное тепло при низкой температуре. Эта технология является наиболее эффективной и может применяться для горячего водоснабжения, отопления помещений, бассейнов и абсорбционного охлаждения помещений.

Система состоит из солнечных коллекторов, резервуара для хранения тепла и водопровода.

Фотоэлектрические системы преобразуют солнечный свет в электричество с помощью полупроводникового устройства. К основным преимуществам фотоэлектрических систем можно отнести:

- приемлемая эффективность преобразования (6-18%);
- фотоэлектрические модули можно эффективно интегрировать в здания, сводя к минимуму визуальное вторжение;
- их модульность и статичность;
- высокая надежность и долгий срок службы;
- низкая стоимость обслуживания.

Фотоэлектрические технологии могут использоваться для центральных генераторов или интегрированных в здание систем. Системы могут быть автономного типа, гибридного типа или подключенного к сети [4]. Хотя стоимость фотоэлектрических систем в настоящее время все еще высока, в ближайшем будущем они могут стать рентабельными.

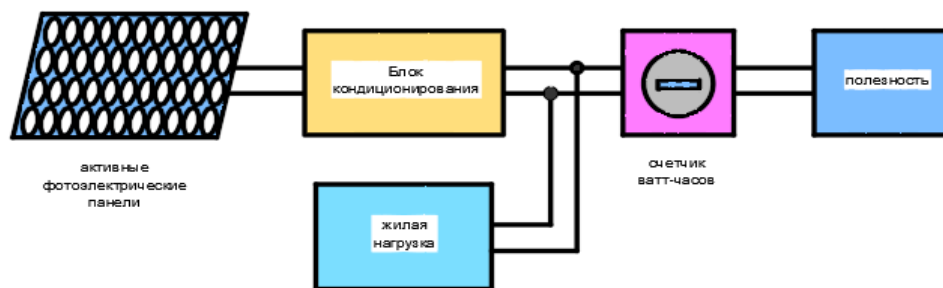


Рис. 3. Солнечная фотоэлектрическая система, подключенная к сети.

В настоящее время энергетическое проектирование зданий часто требует аналитических возможностей для изучения сложных процессов проектирования. Компьютерное моделирование энергопотребления здания обеспечит эту мощность и обеспечит большую гибкость при оценке проекта.

Метод моделирования основан на расчетах нагрузки и энергии при проектировании ОВиК. Целью является изучение и определение энергетических характеристик зданий и их строительных систем.

Экономическая эффективность любых мер по энергосбережению будет компромиссом между начальными затратами, затратами на техническое обслуживание и энергозатратами. Методы моделирования могут предоставить инструменты для оценки различных вариантов дизайна на основе их энергетических характеристик и стоимости жизненного цикла.

Энергетические аудиты выявляют области, в которых энергия используется эффективно или тратится впустую, и выявляют области с наибольшим потенциалом энергосбережения. Они полезны для установления моделей потребления, понимания того, как здание потребляет энергию, как элементы системы взаимосвязаны и как внешняя среда влияет на здание.

### Выводы

При энергетическом проектировании зданий проектировщики должны обосновать их с учетом климата, ориентации, дневного освещения и качества окружающей среды, как первоначальной концепции дизайна своего проекта. Таким образом архитекторы и инженеры, должны включить концепцию и методы энергетического проектирования в свои дизайн-проекты, которые играют значительную роль в сокращении потребления энергии и достижении устойчивой энергетической структуры общества.

### Литература:

1. Береговой А.М. Здания с энергосберегающими конструкциями // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Пенза: ПГУАиС, 2005. - 344 с.
2. Горшков А.С. Принципы энергосбережения в зданиях // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. № 7 (186).
3. Мошкин Н.И. Отопление, вентиляция, кондиционирование на СТО(2002)
4. Крюков К.В., Сазонов В.В., Кваснюк А.А. Использование фотоэлектрических преобразователей в системах электроснабжения // Труды Всероссийской научно-практической конференции, г. Москва, 1-3 июня 2010 г. – Москва, Россия / Т.2: Повышение надежности и эффективности эксплуатации электрических станций и энергетических систем. – 2010, Секция 5-9.

### ТАЪМИНИ САМАРАНОКИИ ЭНЕРГЕТИКӢ ДАР ЛОИӢАКАШИИ БИНОӢОИ ШАӢРВАНДИ

*Б.А. Гулямов, Н.М. Каримов*

Дар мақола баъзе мушкилоти истеъмоли энергия ва истифодаи самараноки энергия дар биноҳои шаҳрвандӣ баррасӣ карда мешаванд. Азбаски захираҳои карбогидрид дар Ҷумҳурии Тоҷикистон маҳдуданд, истеҳсоли энергия бо истифодаи манбаъҳои фойданок оқибатҳои номатлуби экологӣ дорад. Масъалаи муҳим ин истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия (офтоб, биомасса, бод, оби ҷаззоб ва энергияи замин) мебошад. Дар мақола тавсияҳои мушаххас оид ба тарҳрезии биноҳои каммасраф пешниҳод шудаанд.

**Калимаҳои калидӣ:** тарҳрезӣ, самаранокии энергия, иқлим, ғайрифайол, коллектори офтобӣ.

## ENSURING ENERGY EFFICIENCY IN THE DESIGN OF CIVIL BUILDINGS

*B. A. Gulyamov, N.M. Karimov*

The article discusses some of the problems of energy consumption and energy efficiency in civil buildings. Since hydrocarbon resources are limited in the Republic of Tajikistan, the production of energy using fossil sources has adverse environmental consequences. The current challenge is the use of renewable energy sources (solar, biomass, wind, tidal water and earth energy). The paper offers specific recommendations for the design of energy efficient buildings.

**Key words:** design, energy efficiency, climate, passive systems, collector.

### Сведения об авторах:

Гулямов Бахтиер Амиршоевич – докторант PhD кафедры “Архитектура зданий и сооружений” ТТУ имени акад. М.С. Осими. Тел.: (+992) 98 8478858. E-mail: bakhtiyor1303@mail.ru

Каримов Насимджон Мирзорашимович – докторант PhD кафедры “Архитектура зданий и сооружений” ТТУ имени акад. М.С. Осими. Тел.: (+992) 888864848. E-mail: nasim\_2\_4@mail.ru

## СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕМЕНТНЫХ ДОБАВОК В ПОВЫШЕНИИ ПРОЧНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО БЕТОНА

*А.Шарифов, Н.Н.Шохиён, Н.Алимов, Д.Неъматзода*

Дангаринский государственный университет, Дангара (Таджикистан)

*Проведено сравнение пластифицирующих и упрочняющих качеств цементных добавок в составе гидротехнического бетона. Показано, что эффективность применения добавок декстрина, МЛСТ и ЩЭСХ сравнима с действиями промышленных добавок RHEOBULD, С-3, Супронафт, Лигнопан-Б, Glenium-27 при сравнительно меньших расходах. Добавки снижением пористости цементного камня повышают прочностей бетона.*

*Формирование структуры цементного камня можно объяснить тем, что добавки ускоряют степень гидратации цемента, способствующая равномерному образованию и распределению пор при одновременном предотвращении образования каверн и капилляров, способных пропускать воду через себя. Мельчайшие пузырьки воздуха, обволакиваясь слоями цементного теста, создают систему замкнутых мелких пор цементного камня, которые и обеспечивают водонепроницаемость бетона.*

**Ключевые слова:** цемент, гидротехнический бетон, добавка, подвижность, прочность, эффективность.

Современное строительство требует применения высококачественных материалов, в том числе, бетонов и модифицированных цементов для их приготовления. Модифицированных цементов получают введением в состав чистого цемента специальных добавок из веществ, улучшающих строительно-технические и эксплуатационные качества бетона.

Для гидротехнического бетона, который применяется в сооружениях, подвергаемых влиянию агрессивных грунтовых вод и большого напора уровня воды, использование модифицированных цементов с добавками существенно усиливает стойкость строительных сооружений и повышает их надёжность и долговечность эксплуатации.

Ранее [1-3] были разработаны добавки к цементу из местного сырья и отходов некоторых производств: декстрина, модифицированный лигносульфонат технический (МЛСТ) и щелочной экстракт стеблей хлопчатника (ЩЭСХ). Эти добавки пластифицируют бетонную смесь, однако их пластифицирующий эффект разный и проявляется при разных количествах добавки в составе цемента. На Рис.1 показано сравнение расходов МЛСТ и декстрина для оказания пластифицирующего влияния на состояние бетонной смеси, приготовленной на обычном портландцементе М400. Хотя исходная подвижность бетонных смесей без добавок была разная, но из сравнения значений осадки конуса от расхода добавок видно, что пластифицирующий эффект МЛСТ выражен сильнее, чем эффект декстрина. МЛСТ способен разжижать бетонную смесь от исходной подвижности 2...4 см до 22...24 см при изменении его расхода в составе бетонной смеси от 0,05 до 0,5% массы цемента, в то же время декстрина при увеличении его расхода от 0,01 до 0,1 % массы цемента способен разжижать бетонную смесь с исходной подвижностью от 6..7

см до 18..19 см. Расход декстрина для получения указанного эффекта в среднем в 5 раз меньше расхода МЛСТ.

Наибольший пластифицирующий эффект МЛСТ по сравнению с эффектом декстрина объясняется наличием в его молекуле большего количества функциональных групп (-ОН, -SO<sub>3</sub>H и др.), которые будут оказывать более сильное влияние на изменение реологических свойств цемента.

Пластифицирующий эффект МЛСТ и декстрина сравнивали также с эффектом промышленных добавок, применяемых на некоторых объектах республики. При строительстве здания гостиницы «Серена» в г. Душанбе применялась химическая добавка RHEOBULD турецкого производства. В Табл.1 даны наиболее оптимальные расходы добавок и их максимальная степень повышения подвижности бетонной смеси по данным работы [4].

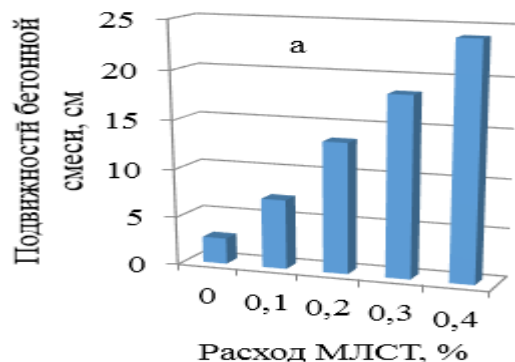


Рис.1. Сравнение показателей пластифицирующего эффекта МЛСТ (а) и декстрина (б) при исследовании бетонных смесей составов (цемент: песок : щебень : вода): а) 1:1,79:3,32:0,5; б) 1:1,03:1,97:0,38.

Таблица 1.

Оптимальные расходы пластифицирующих добавок и подвижность бетонной смеси [4].

№п/п	Пластифицирующая добавка	Подвижность бетонной смеси без добавки, см	Оптимальный расход добавки, % от массы цемента	Подвижность пластифицированной бетонной смеси, см
1	Декстрин	8–9	0,03–0,05	16–18
2	МЛСТ	4–5	0,25–0,5	20–22
3	RHEOBULD	8–9	0,5–1,0	18–20

Как видно из данных Табл.1, наибольший пластифицирующий эффект показывает МЛСТ. Пластифицирующий эффект RHEOBULD сравним с эффектом декстрина, обе добавки повышали подвижность бетонной смеси от 8...9 см до 18 см, однако удельный расход RHEOBULD в составе бетона для достижения нужного эффекта в среднем в 2 раза больше расхода МЛСТ и в 20...30 раз больше расхода декстрина. Следовательно, большой расход RHEOBULD с учётом того, что он является ещё импортируемым и сравнительно дорогим продуктом, чем декстрин или МЛСТ, при его использовании в составе бетонной смеси приводит к увеличению стоимости бетона.

В отличие от МЛСТ и декстрина ЩЭСХ не оказывает заметного пластифицирующего влияния

на состояние бетонной смеси. Добавка снижает нормальную плотность цемента, однако при наиболее оптимальных количествах добавки в составе бетонной смеси 0,01...0,1% массы цемента, когда прочность бетона наивысшая, чем при других расходах, нормальная плотность цемента снижается всего с 24,5 до 24 % [5], при этом не происходит существенного изменения степени пластификации бетонной смеси. Данная добавка является эффективным регулятором сроков схватывания вяжущих веществ, в том числе и цементов, что мы подробно описали в работах [5,6].

Влияние органических добавок на прочностные показатели бетонов с добавками были определены исследованием кинетики твердения образцов бетонной смеси 1:1,51:2,57:0,4 (цемент : песок :



щебень : вода) при удельном расходе цемента в составе бетона  $\rho=475 \text{ кг/м}^3$ . в нормальных условиях. Данный состав бетона применяется для гидротехнических сооружений. На Рис.2 приведены кинетические зависимости прочности образцов в зависимости от расхода добавок и времени твердения бетона, которые показывают на эффективность применения добавок и для повышения прочности бетона. Зрелая структура бетона с добавками в основном формируется к 28 суточному возрасту. Прирост прочности образцов

с добавками по сравнению с прочностью состава без добавки существенной.

В Табл.2 приведены значения прочности бетона состава 1:1,7:3,45:0,45 (цемент : песок : щебень : вода) после 28 суточного твердения образцов при разных расходах добавки ЦЭСХ. После суточного твердения образцы бетона расформировали, часть из них твердела в нормальных условиях при комнатной температуре, другая часть была помещена на крышу здания, где дальнейшее твердение образцов происходило в естественных условиях.

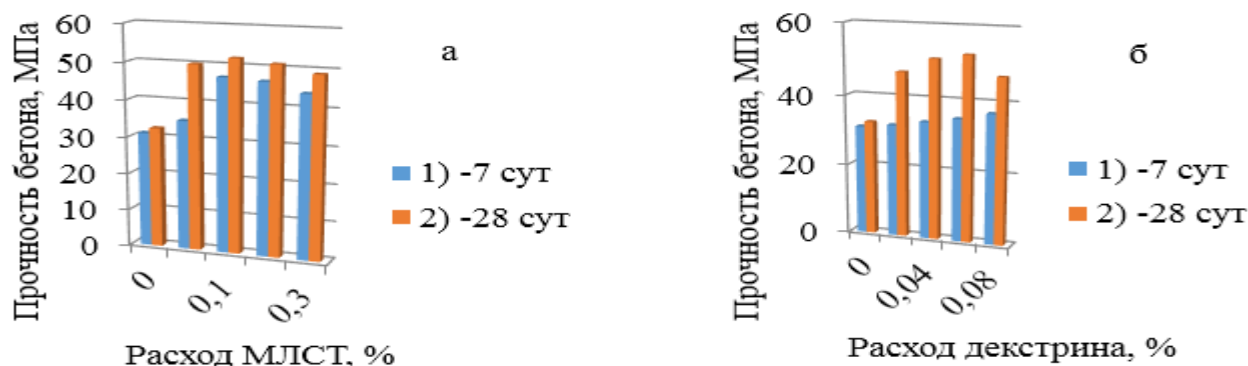


Рис.2. Кинетическая зависимость прочности бетона состава 1:1,51:2,57:0,4 (цемент : песок : щебень : вода) от содержания добавок МЛСТ (а) и декстрина (б) при твердении образцов в нормальных условиях через сут.: 1–7; 2–28.

Таблица 2.

Расходы ЦЭСХ и прочность бетона 28 суточного твердения.

Условия твердения образцов бетона и их прочность (МПа)	Расход добавки, % от массы цемента					
	0	0,05	0,10	0,20	0,275	0,50
Нормальное твердение	34,2	49,2	53,9	47,5	46,5	44,9
Естественное твердение	28,7	42,7	45,9	41,3	41,2	40,7

Как следует из приведённых данных, прочность бетона с добавкой при нормальном твердении на 30–55%, а при естественном твердении на 41–60% больше соответствующей прочности бетона без добавки. Оптимальным содержанием добавки в составе бетона является 0,05–0,1% от массы цемента, хотя при больших содержаниях добавки прочность бетона также выше, чем для образцов без добавки, однако её значение имеет тенденцию к снижению.

Анализ зависимости прочности бетона при разных содержаниях добавок показывает, что хотя все исследуемые расходы добавок дали положительные результаты, однако наибольший упрочняющий эффект добавок проявляется при

их малых содержаниях для: МЛСТ - 0,025...0,2%; декстрина - 0,01...0,075% и ЦЭСХ – 0,05...0,2%.

Эффективность применения декстрина, МЛСТ и ЦЭСХ для их использования в качестве модификаторов цемента подтверждается также сравнением результатов прочностных показателей бетонов с ними и с промышленными пластификаторами. На некоторых строительных объектах г.Душанбе применялись промышленные добавки российского производства: суперпластификатор С-3, Супронафт, Лигнопан-Б, Glenium-27. В Табл.3 приведены показатели прочности бетонов с этими добавками для равноподвижных смесей с осадкой конуса 10-11см в разные сроки твердения. При

использовании Супронафта и суперпластификатора С-3 повышение прочности бетона в 28 сут. твердения составляет

соответственно 27,8 и 33,4%. При использовании Glenium-27 и Лигнопан-Б прирост прочности бетона составил 34,3 и 17,3%.

Таблица 3.

Сравнение эффективности промышленных пластификаторов.

Состав бетона	Добавка	Расход до бавки, %	Прочность бетона, МПа, через сут.			
			3	7	14	28
цемент:песок:щебень=1:1,5:2,2 при В/Ц=0,41	–	–	22,8	28,5	–	40,7
	Супронафт	0,4	31,7	36,8	–	52,0
	С-3	0,4	37,8	40,5	–	54,3
цемент:песок:щебень=1:1,52:2,66 при В/Ц=0,47	–	–	–	17,1	22,1	27,7
	Glenium-27	0,4	–	24,6	29,5	37,2
	Лигнопан-Б	0,2	–	18,3	–	32,5

Обобщённый анализ значений прочности бетона показывает, что добавки, указанные в Табл.3 эффективно действуют при расходах 0,2...0,4%, в то же время, оптимальные расходы декстрина, МЛСТ и ЦЭСХ варьируются в пределах 0,01...0,2% от массы цемента, причём прирост прочности бетона с ними сравним с приростом прочности бетона с суперпластификатором С-3. В 28 сут возрасте прирост прочности декстринодержавшего бетона 27,5%, бетона с МЛСТ – 31,5%, а бетона с ЦЭСХ – 57,6%. С учётом того, что расходы этих добавок значительно меньше, чем у С-3, а также тем, что они являются местными по производству, то следует подтвердить, что они являются более эффективными для их широкого применения в составах бетона.

Строительно-технические свойства гидротехнического бетона во многом определяются формированием пористой структуры цементного камня. Добавки регулируют пористость цементного камня и способствуют образованию мелкопористой структуры с замкнутыми порами, исключающими фильтрации воды через них.

Методом ртутной порометрии [7] исследовали пористость цементного камня с добавками. При использовании МЛСТ происходит уменьшение размера пор в 3-4 раза, уменьшилось также количество пор с размерами выше 100 нм. При этом, произошло снижение водопоглощения бетона в 1,6...1,9 разов при разных расходах добавки.

Если в цементном камне без добавки преобладали поры с эффективными радиусами в пределах 100...1000 нм, то при добавление декстрина в количестве 0,05%, характер распределения пор такой же, что и для цементного камня без добавки, но преобладающими были поры размерами от 10 до 100 нм.

Образование структуры цементного камня с порами указанных размеров можно объяснять тем, что добавки дефлокулируя частиц цемента, создают развитую удельную поверхность для гидратации минералов цемента водой. Происходит ускорение степени гидратации цемента, способствующая равномерному образованию и распределению пор при одновременном предотвращении образования каверн и капилляров, способных пропускать воду через себя. Мельчайшие пузырьки воздуха, обволакиваясь слоями цементного теста, создают систему замкнутых мелких пор цементного камня, которые и обеспечивают водонепроницаемость бетона.,

В заключение следует указать, что названные добавки местного производства способны также для получения равнопрочностных бетонов снизить удельный расход цемента на единицу объёма бетонной смеси.

#### Литература:

1. А.с. №1144997 СССР, МКИ С 04 В 24// Вяжущее для бетонной смеси и строительного раствора /авт. Голубев М.Н., Дусмуродов Т., Шарифов А.и др.
2. А.с. № 1564139 СССР, МКИ С 04 В 24 //Способ приготовления пластифицирующей

добавки для бетонной смеси /авт.Шарифов А., Голубев М.Н.

3. А.с. №1590464 СССР,МКИ С 04 В 28 //Способ получения добавки для бетонной смеси / авт. Шарифов А.

4. Хокиев, М.К., Проектирование составов бетонных смесей для гидротехнического строительства/М.К.Хокиев, А Шарифов // Материалы 6 Нумановских чтений.–Душанбе.–2009.–С.246–248.

5. Шарифов, А. Эффективный регулятор схватывания вяжущих веществ/ А.Шарифов, У.Х. Умаров, Г.Камолов, Д.Х.Саидов, М.К.Хокиев //Журнал «Сухие строительные смеси».– 2011.–№4.–С.32–33.

6. Шарифов, А Регулятор процесса схватывания неорганических веществ/ А.Шарифов, У.Х. Умаров, Г.Камолов, Д.Х.Саидов, М.К.Хокиев //Вестник Таджикского технического университета, Душанбе.–2010, 2 (10). – С.50–54.

7. Физико–химические основы формирования структуры цементного камня /Под ред. Шпыновой Л.Г.–Львов: Вища школа.– 1975.–157с.

**МУҚОИСАИ ФОИДАОВАРИИ ИЛОВАҲОИ СЕМЕНТӢ ДАР АФЗОӢНИДАНИ МУСТАҲКАМИИ БЕТОНИ ГИДРОТЕХНИКӢ**  
*А.Шарифов, Н.Н.Шоҳиён, Н.Алимов, Д.Неъматзода*

Муқоисаи қобилиятҳои иловаҳои сементӣ дар нармиқунонии маҳлули бетонӣ ва мустаҳкамшавии бетони гидротехникӣ гузаронида шудааст. Муайян карда шудааст, ки фоидаовари иловаҳои сементӣ декстрин, МЛСТ ва ЩЭСХ ба фоидаовари иловаҳои саноатӣ RHEOBULD, С–3, Супронафт, Лигнопан–Б, Glenium–27 баробар буда, вале бо харчи кам дастрас мешавад.

Иловаҳои сементӣ бо кам намудани ковокии санги сементӣ мустаҳкамии бетони меафзоёнанд. Ҳосилшавии сохтори санги сементиро чунин исбот кардан мумкин аст, ки иловаҳои сементӣ дараҷаи гидрататсияшавии сементро метезонанд ва ин баробарии ҳосилшавӣ ва ҷойгиршавии ковоқиҳоро таъмин мекунад ва ба пайдошавии ровҳо ва тарқишҳои обгузарон роҳ намендиҳад. Зарраҳои хурдтарини ҳаво қабатҳои хаами сементиро рӯйпӯш намуда системаи холиғҳои майдаандозаи сарбастаро ташкил мекунад, ки обнагузаронии бетони таъмин мекунад.

**Калимаҳои калидӣ:** семент, бетони гидротехникӣ, иловаи сементӣ, ҳаракатнокӣ, мустаҳкамӣ, фоидаоварӣ.

**COMPARISON OF EFFECTIVENESS OF CEMENT ADDITIVES IN INCREASING STRENGTH OF HYDRAULIC CONCRETE**

*A. Sharifov, N.N. Shokhiyon, N. Alimov, D. Nejmatozoda*

Plasticizing and strengthening qualities of cement are compared additives in the composition of hydraulic concrete. It has been shown that the efficiency of using dextrin, MLST and CECC additives is comparable to the actions of industrial additives RHEOBULD, C – 3, Supronaft, Lignopan – B, Glenium – 27 at relatively lower costs. Additives to reduce the porosity of cement stone increase the strength of concrete.

The formation of the cement stone structure can be explained by the fact that the additives accelerate the degree of cement hydration, which contributes to the uniform formation and distribution of pores while preventing the formation of cavities and capillaries capable of passing water through itself. The smallest air bubbles, enveloping with layers of cement dough, create a system of closed small pores of cement stone, which provide waterproof concrete.

**Keywords:** cement, hydraulic concrete, additive, mobility, strength, efficiency.

**Сведения об авторах:**

А. Шарифов - д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Гидротехническое и сельское строительство» Дангаринского государственного университета. Тел.: +992 935 435 452, E-mail: Sharifov49@mail.ru

Н. Н. Шоҳиён – д.п.н., профессор кафедры «Гидротехническое и сельское строительство» Дангаринского государственного университета. Тел.: +992 935 806 222, E-mail: muhammad shorahimzoda@mail.ru

Н. Алимов - к.т.н., и.о.доцента Дангаринского государственного университета. Тел.: +992 935 806 222, E-mail: muhammad. shorahimzoda@mail.ru

Д.Неъматзода - соискатель кафедры «Гидротехническое и сельское строительство» Дангаринского государственного университета. Тел.:+992 907 444 410, Dilshod.nematov92@mail.ru

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОМУ РЕШЕНИЮ СОЛНЕЧНЫХ ДОМОВ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА

*Н.Н. Хасанов, Б.А. Гулямов*

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

*В статье рассматривается энергопотребление зданий, а также способ уменьшения потребления энергии с использованием энергии солнца через пассивные и активные системы и путем использования наиболее оптимальных форм здания в плане архитектурно-композиционных решений фасадов, объемно-планировочных решений, а также с ландшафтным дизайном участка строительства. Предложено совершенствование формирования солнечного дома в регионах Таджикистана на базе изучения климатической особенности территории и сравнительный анализ объемно-планировочного решения солнечных домов.*

**Ключевые слова:** *солнечная энергия, планировка, пассивный, активный, здания, проектирования, энергопотребления, гелиоколлектор.*

Солнечная энергия, получаемая людьми в своей повседневной жизни, поступает через пассивные и активные солнечные энергетические системы.

В зимний период года в зданиях (особенно, в жилых) до 50% энергии затрачивается на отопление, подогрев воды и другие нужды, что является не целесообразным, с экономической точки зрения. Существуют различные решения для уменьшения энергопотребления в таких зданиях без использования традиционного отопления, электросетей в зимний период и естественной защитой от перегрева летом. Эти решения осуществляются не за счет инженерных и строительных технологий, а путем использования наиболее оптимальных форм здания в плане архитектурно-композиционных решений фасадов, объемно-планировочных решений, а также с ландшафтным дизайном участка строительства.

В особых природно-климатических условиях Республики Таджикистан при проектировании солнечных домов необходимо разрабатывать специфические архитектурно-конструктивные и объемно-планировочные решения, отвечающие современным требованиям архитектурно-строительного проектирования и рационального расходования энергии на эксплуатационные нужды при обеспечении комфортного микроклимата помещений. На зимний и летний период должны ориентированы

энергосберегающие мероприятия. Следует стремиться к компактному плану, близким к квадрату или кругу, с целью уменьшения площади наружных ограждающих конструкций.

Солнечные дома с пассивной системой энергоснабжения отличаются простотой исполнения, надёжностью и незначительной стоимостью. При этом, в холодный период данная система обеспечивает существенную долю теплотребности здания. Большинство существующих солнечных домов с пассивной системой возведены с однорядным размещением жилых комнат вдоль южной стены - гелиоприёмника.

Для планировочных решений с расположением жилых комнат двухрядным образом, необходима связь комнат северной ориентации с общей комнатой через широкий дверной проём. Ориентация общей комнаты, в данном случае должно быть на гелиофасад. Зарубежными архитекторами общая комната в двухрядных квартирах часто решается высотой в два уровня, это облегчает поступление тёплого воздуха в комнаты северной ориентации от гелиофасада и создаёт своеобразие архитектурного решения пространства квартиры. Для доставки теплого воздуха под потолком от устройства воздухопроводов «стены Тромба» в комнатах северной ориентации даёт определённые преимущества при проектировании двухсторонних квартир [1].

В дальнейшем необходимо уделить внимание планировочной организации квартиры в зависимости от расположения дома на участке. В связи с этим целесообразно ориентировать во двор комнаты дневного пребывания. Однако специфика пассивной системы требует ориентации общей комнаты на гелиофасад даже в том случае, если это не дворовый фасад.

Планировочная структура солнечного дома с пассивной системой должна обеспечить непосредственную связь жилых комнат южных и северных рядов; при связи этих комнат через тамбур или коридор, необходимо их дверные проёмы устроить, напротив.

Результаты исследования показали, что объемно-планировочную структуру солнечного дома с активными системами следует определить

назначение гелиосистемы и формировать с учётом района строительства. В регионах Таджикистана при применении солнечных систем рекомендуется компактная форма здания с гелиоприёмниками, совмещёнными с наклонной наружной стеной, что способствует, с одной стороны, повышению эффективности гелиосистемы, с другой — созданию своеобразной архитектуры солнечных домов.

На территории Таджикистана при использовании систем солнечного отопления и горячего водоснабжения рекомендуется обычная прямоугольная форма дома с гелиоприёмниками, установленными под оптимальным углом на скатной крыше южной ориентации. Данное решение обеспечивает максимальную прием солнечных лучей и большие теплообеспечения от солнца в течение холодного периода года.

Перспективным направлением в проектировании солнечных домов должно стать сочетание многофункциональной активной системы с простейшим видом пассивной системы (отопление через большую плоскость остекления). В многоэтажном, так и малоэтажном гелиодоме летнее помещение, выходящее на гелиофасад, следует решать внесветового фронта жилых комнат, развитым вглубь квартиры, и с регулируемым остеклением светопроёма (с возможностью раскрытия или снятия в тёплое время года). Как в малоэтажных, так и многоэтажных солнечных домах светопроёмы жилых комнат предпочтительно ориентировать на юг, на гелиофасад. И в летний период небольшой козырёк затеняет светопроём, а зимой такое окно представляет собой солнечного отопления простейшего вида [2].

*Предложения по совершенствованию формирования солнечного дома в регионах Таджикистана на базе изучения климатической особенности территории.*

При проектировании солнечного дома первым этапом считается выбор оптимальной формы здания. Как правило, выбор формы плана рекомендуется компактная, близкая к квадрату с минимальным периметром наружных стен. При этом показателем компактности служит коэффициент, равный отношению площади наружных стен к внутреннему объёму здания.

Можно использовать полусферические, цилиндрические, дуговые и другие нетрадиционные для уменьшения поверхности наружных стен. В целях уменьшения энергозатрат вводятся новые нормативные требования при проектировании [3].

С целью выявления приемлемости объемно-планировочного решения зданий с пассивными и активными системами использования энергии солнца в условиях Таджикистана, произведен сравнительный анализ характерных архитектурных решений зданий (таблица 1).

На основе проведенного анализа объемно-планировочного решения рассматриваемых зданий, на предмет возможности использования энергии солнца отмечается, что подобные типы зданий могут быть рекомендованы для строительства в условиях Таджикистана с соответствующей корректировкой.

Объемно-планировочную структуру солнечного дома следует предусматривать компактной, с наименьшей площадью наружных стен на единицу отапливаемого объёма. В этой связи для малоэтажных солнечных домов предпочтительны полусферическая форма с наклонной плоскостью сечения для расположения гелиоприёмников и форма, близкая к кубу, так же с наклонным сечением для расположения гелиоприёмников. Для многоэтажных солнечных домов рекомендуется обычная параллелепипедная форма, а также цилиндр и многоугольная призма.

Необходима подобрать сэндвич конструкции с использованием эффективных теплоизоляционных материалов для обеспечения повышенной теплозащиты наружной оболочки здания. Использование системы наружного утепления «мокрого типа» для стен наиболее целесообразно. Утепления покрытия мансарды следует также применять материалы типа экструдированного пенополистирола с повышенной огнестойкостью или минераловатных плит на основе базальтового волокна. Минераловатные плиты повышенной жесткости на основе базальтового волокна целесообразны и для утепления пола помещений первого этажа [4].

Конструктивное решение окон и дверей должно обеспечивать надежную изоляцию стыков с глухими частями стен, тем самым снижая уровень инфильтрационных воздушных потоков.

Таблица 1.

Сравнительный анализ объемно-планировочного решения солнечных домов.

Анализ объемно-планировочного решения	Тип и форма здания	Рекомендация по применению
<p>Здание имеет прямоугольную форму в плане с простой скатной конфигурации крыши. Фасад здания ориентированный на южный сектор горизонта имеет остекление в виде больших окон, с целью эффективного использования прямых солнечных лучей</p>		<p>Объемно-планировочное решение здания рекомендуется для применения в условиях регионах Таджикистана, как для использования пассивных систем, так и для активных систем. Скатная крыша здания позволяет для устройства гелио-коллектора активных систем</p>
<p>Здание имеет прямоугольную форму в плане с простой скатной конфигурации крыши. Фасад здания ориентированный на 3 южный сектор горизонта имеет остекление буферной зоны (теплицу оранжереи), с целью эффективного использования прямых солнечных лучей для нагрева объема оранжереи и в последующем помещения здания.</p>	 <p>Утилизация тепла, Теплая кровля, Использование солнечной энергии, Аккумуляция тепла, Буферное зонирование, Теплые окна, Теплые стены</p>	<p>Объемно-планировочное решение здания рекомендуется для применения в условиях регионов Таджикистана, как для использования пассивных систем, так и для активных систем. Скатная крыша здания позволяет для устройства гелиоколлектора активных систем</p>
<p>Здание имеет сложную треугольную форму в плане с закруглением южного фасада, плоской конфигурации крыши. Основные помещения здания выходят в сторону южного фасада для эффективного их обогрева. Фасад здания ориентированный на южный сектор горизонта имеет остекление в виде выпуклых окон, с целью эффективного использования прямых солнечных лучей</p>	 <p>Первый этаж: Терраса, Кухня 13,5 м², Гостиная 36 м², Бойлерная 16,5 м², Кабинет 12 м², СУ 10 м²</p>	<p>Представленное объемно-планировочное решение здания рекомендуется для применения в условиях регионов Таджикистана, как для использования пассивных систем, так и для активных систем. Плоская крыша здания позволяет для устройства гелиоколлектора активных систем</p>

Продолжение таблицы 1.

<p>Здание имеет прямоугольную форму в плане со сложной конфигурацией крыши. Фасад здания ориентированный на южный сектор горизонта, имеет сплошное остекление с целью эффективного использования прямых солнечных лучей</p>		<p>Объемно-планировочное решение здания рекомендуется для применения в условиях регионов Таджикистана, как для использования пассивных систем, так и для активных систем</p>
<p>Здание имеет прямоугольную форму в плане, с созданием максимального удобства планировочного размещения помещений. Обеспечивается функциональная взаимосвязь между помещениями. Наружные ограждающие конструкции дополнительно утеплены с целью обеспечения тепло-устойчивости в летний перегреваний период</p>		<p>Представленное объемно-планировочное решение здания рекомендуется для применения в условиях регионов Таджикистана, для использования активных систем. Плоская крыша здания позволяет для устройства гелиоколлектора активных систем</p>
<p>Энергоэффективное здание запроектировано простой прямоугольной формы в плане, с созданием максимального удобства планировочного размещения помещений. Ограждающие конструкции сконструированы преимущественно из энергоэффективных конструкций и солнечных коллекторов. Тепло и хладоснабжением здания производится преимущественно из нетрадиционных источников.</p>		<p>Представленное объемно-планировочное решение здания рекомендуется для применения в условиях регионов Таджикистана, для использования активных систем. Плоская крыша здания позволяет для устройства гелиоколлектора активных систем</p>
<p>Здание имеет прямоугольную форму в плане с простой скатной конфигурации крыши. Фасад здания ориентированный на южный сектор горизонта имеет остекление буферной зоны, с целью эффективного использования прямых солнечных лучей для нагрева объема холла и в последующем помещения здания.</p>		<p>Объемно-планировочное решение здания рекомендуется для применения в условиях регионов Таджикистана, как для использования пассивных систем, так и для активных систем. Скатная крыша здания позволяет для устройства гелиоколлектора активных систем</p>

Следует учитывать комплекс гелиотехнических факторов: коэффициент гелиообеспечения  $K_{г.п.}$ , угол наклона гелиоприёмника  $\alpha$ , теплоустойчивость дома. На стадии формирования объёмно-планировочной структуры здания  $K_{г.п.}$  следует принимать равным для малоэтажных домов 0,5—0,65, 4-этажных — 0,38—0,5, 9-этажных — 0,35—0,45.

Угол наклона гелиоприёмника рекомендуется принимать в зависимости от назначения гелиосистемы: для круглогодичного использования  $\alpha = \varphi + 10—15^\circ$ , где  $\varphi$  — широта местности; для тёплого периода года  $\alpha = \varphi$ ; для гелиоотопления  $\alpha = \varphi + 20$ .

Аккумулятор тепла в солнечном доме предназначен для накопления и сохранения тепла,

которое может быть использовано в вечерне-ночное время и по время несолнечной (пасмурной) погоды. В связи с его назначением конструкция аккумулятора должна быть теплоемкой. В жилые дома аккумулятор следует выполнять вместе с энергоактивным ограждением или в виде отдельной теплоизолированной системы, совмещенной частично или полностью с другими частями дома [5].

Аккумуляторы улавливают прямую и рассеянную коротковолновую солнечную радиацию и превращают в тепло, для получения горячей воды и отопления здания. Их рекомендуется совместить с элементами панелей, стен, покрытий, балконов и т.п. Солнечные коллекторы работают по принципу «парникового эффекта» — стекла способны пропускать солнечные лучи и задерживать радиацию длинноволновую нагретых поверхностей. Таким образом солнечные лучи проходят через стекло нагревают панель теплоприемную и излучают длинноволновую радиацию. Стекла не пропускают длинноволновую энергию и повышается температура внутри ограниченного стеклом пространство.

В здании можно использовать массивную плоскую панель, например, железобетонную, или специально сконструированные в качестве аккумулятора тепла, в эти цели панели, разделенные на секции, заполненные, гравием, каменной щебенкой, грунтом, а также панели со специальными герметизированными контейнерами с перенасыщенным раствором хлористого кальция, сульфата натрия, углекислого натрия. Также можно использовать водоем внутренний в качестве аккумулятора, вода обладает высокой теплоемкостью и малый вязкость — это может играть роль теплоаккумулирующие вещества [6].

Рекомендуется устроить оранжерею под балконом, лоджией или выступающим верхним этажом. В этом случае тепло от воздуха, поступает через окно в комнату первого этажа, перекрытие и на поверхность пола повышает температуру. Эффективность такого решения состоит в том, что, благодаря расположенной под выступающей частью вышележащего этажа оранжерее с теплым воздухом, нет необходимости сильно утеплять пол помещения.

#### **Выводы**

В итоге можно прийти к выводу, что использование энергии солнца через пассивные и

активные системы и использование оптимальных форм здания дает значительный эффект экономии энергии. Поэтому актуальной задачей считается при проектировании солнечного дома стремиться к компактным планам, близким к квадрату или кругу, с целью уменьшения площади наружных ограждающих конструкций. Также необходимо учитывать инженерные системы на ранней стадии проектирования для оптимальной экономии энергии.

#### **Литература:**

1. Богословский В.Н. Аспекты создания здания с эффективным использованием энергии // АВОК. - 2001. - №5. - С.34-39.
2. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания. М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. 200 с. ил.
3. Основные планировки и ориентация солнечных домов Полетаева О.И. Дворецкий А.Т 2010г., с 3-8.
4. Онищенко С.В. Эффективные ограждающие конструкции // Жилищное строительство. 2008. № 6. С. 32-33.
5. Береговой А.М. Здания с энергосберегающими конструкциями. Диссертация на соискание научной степени доктора технических наук, Пенза, 2005г. - С 256-260.
6. Н.Д. Данилов, А.А. Собакин. О теплозащитных свойствах заполнений светопроемов // Жилищное строительство. 2008. №9. С 28-30.

#### **ТАВСИЯҲО ОИДИ ҲАЛЛИ ҲАҶМИЮ-ТАРҲИИ БИНОҲОИ ОҒТОБӢ ДАР ШАРОИТИ ИҚЛИМИ ТОҶИКИСТОН**

*Н.Н. Хасанов, Б.А. Гулямов*

Дар мақола сарфаи энергетикии биноҳо, инчунин роҳҳои коҳиш додани сарфаи энергия тавассути истифодаи нерӯи офтоб, системаҳои ғайрифавол ва фавол ва истифодаи шаклҳои оптималии бино дар робита ба ҳалли меъморӣ ва композитсионии намои биноҳо, ҳалли ҳаҷмию-тарҳӣ, инчунин бо дизайни ландшафтии майдони сохтмон баррасӣ шудааст. Пешниҳод шудааст, ки ташаккули бинои офтобӣ дар минтақаҳои Тоҷикистон дар асоси омӯхтани хусусиятҳои иқлимӣ қаламрав ва таҳлили муқоисавии ҳалли банақшагирии биноҳои офтобӣ беҳтар карда шавад.



**Калимахои калидӣ:** энергияи офтобӣ, тархбандӣ, ғайрифазол, фазол, бино, тархрезӣ, истеъмоли энергия, коллектори офтобӣ.

### RECOMMENDATIONS FOR VOLUME-PLANNING SOLUTION OF SOLAR HOUSES IN CLIMATIC CONDITIONS OF TAJIKISTAN

*N.N. Khasanov, B. A. Gulyamov*

The article discusses the energy consumption of buildings, as well as a way to reduce energy consumption by using the energy of the sun through passive, active systems and by using the most optimal forms of the building in terms of architectural and compositional solutions of facades, space-planning solutions, as well as with the landscape design of the construction site. It is proposed to improve the formation of a solar house in the regions of Tajikistan

on the basis of studying the climatic features of the territory and a comparative analysis of the space-planning solution of solar houses.

**Key words:** solar energy, layout, passive, active, building, designing, energy consumption, solar collector.

#### Сведения об авторах:

Хасанов Нозимшо Назокатшоевич – д.а., и.о. профессора кафедры “АЗиС” ТТУ имени акад. М.С. Осими. Тел.: (+992) 90-770-07-12. E-mail: kapitelh@mail.ru

Гулямов Бахтиер Амиршоевич – докторант PhD кафедры “Архитектура зданий и сооружений” ТТУ имени акад. М.С. Осими. Тел.: (+992) 98 8478858. E-mail: bakhtiyor1303@mail.ru

### ЭКОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*М. А. Шаронова*

*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

*Проблемы, которым посвящена статья, связаны с загрязнением окружающей среды в процессе строительства. В современном мире, когда повышена значимость борьбы за экологию, решение экологических проблем – это главный приоритет, данная статья очень актуальна.*

*В статье приводятся рекомендации к проведению строительных работ с учетом требований охраны окружающей среды на примере возведения жилого комплекса.*

*Статья будет полезна всем организациям, занимающимся разработкой проектной документации по возведению гражданских объектов и рекомендуется к публикации.*

**Ключевые слова:** Экология, строительное производство, организация строительства, строительный мусор.

#### Постановка проблемы

Не секрет, что строительство связано с нарушением окружающего ландшафта, обустройством строительной площадки, размещением на ней стройматериалов, устройством подъездных путей, транспортировкой и работой строительной техники. Строительные работы связаны с образованием строительного мусора, также мусор может образовываться при несоблюдении требований и норм: рассыпание сыпучих материалов и запыление в процессе транспортировки, загрязнение автозаправочными

жидкостями и мазутом, выхлопными газами и другими видами загрязнений. Строительные работы и обустройство стройплощадки связаны с нарушением природного ландшафта, возможным загрязнением окружающих водоемов.

Строительство, являясь материалоемким, трудоемким, капиталоемким, энергоемким и наукоемким производством, содержит в себе решение многих локальных и глобальных проблем, от социальных до экологических. Современное строительство направлено не только на сохранение окружающей среды, но и использует современные способы вторичного использования и утилизации строительного мусора прямо на стройплощадке. Вопрос утилизации строительного мусора стоит очень остро в современном мире, что связано с большими масштабами строительства новых жилых комплексов или центров, а также сносом ветхих зданий.

Интенсивное развитие домостроения в современном строительстве в Республике Таджикистан влечет интенсификацию строительного производства. Чтобы не допустить при этом загрязнения окружающей природной среды, в строительной документации тщательно прописываются все требования ее по охране и благоустройству. Раздел благоустройства окружающих придомовых территорий,

являющихся частью природного ландшафта - один из обязательных разделов проектной документации.

#### **Рекомендации по экологичному ведению строительных работ**

##### **Общие требования к подрядным организациям в период проведения работ**

Строительство может осуществляться только в том случае, если имеется в наличии согласованная и утвержденная проектная документация, в которой описываются принятые решения и технологии, допустимые по нормам законодательства [1]. Вся ответственность за выполнение проектной документации по строительству объекта возложена на подрядчиков, которые должны соблюдать требования действующих норм природоохранного законодательства, осуществлять контроль за соблюдением предусмотренных в проектной документации мер по предотвращению ущерба природной среде во время проведения СМР.

Подрядчик на момент начала производства работ должен обеспечить наличие всей нормативной и разрешительной документации. Для обеспечения сохранности окружающей среды в период строительства предусмотрен ряд определенных проектных решений и мероприятий, например:

1) применение химически не агрессивных строительных материалов и конструкций, выполненных в соответствии с нормативными документами и рекомендованных к использованию;

2) вагон-домики, предназначенные для санитарно-технических целей (туалеты, душевые, прачечные), должны быть оснащены системой утилизации стоков, и другие решения как в части принятых технологий (пример 1), так и в части организации стройгенплана (пример 2).

Предусмотрен входной контроль качества строительных материалов; систематический операционный контроль качества строительных работ; проведение испытательных работ; рекультивация нарушенных строительством территорий после окончания строительно-монтажных работ; по завершению работ, участники строительства с участием органов власти и/или госконтроля выполняют приемку и ввод объекта в эксплуатацию, при этом выполняется экологическая экспертиза.

#### **Мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов и почвенного покрова в период проведения работ**

В проектной документации должны быть прописаны мероприятия по охране земельных ресурсов. Охрана земельных ресурсов связана с недопущением их деградации а процессе СМР, так как строительство связано доставкой и складированием материалов, устройством дорог и проездов для техники и других дополнительных работ. При выполнении этих работ должны быть выполнены требования, минимизирующие негативное воздействие, т.е. ведение СМР в пределах отведенных границ, незахламление территорий строймусором. Обычно стройгенплан проектируется таким образом, чтобы транспортировка грунта, песка, щебня, металлоконструкций, арматуры, железобетонных конструкций и столярных изделий осуществлялась автотранспортом по существующим асфальтовым дорогам общего пользования с обустройством дополнительных проездов на стройплощадку оптимальной (минимальной) протяженности. Проблема строительного мусора также имеет особую актуальность. В настоящее время разрабатываются передовые технологии по вторичному использованию строительного мусора прямо на стройплощадке. Другим решением по оптимизации строительного мусора является обустройство инвентарных контейнеров для временного хранения строительного мусора с последующей его утилизацией. Должна быть предусмотрена минимизация порчи растительного покрова территории. Заправка строительной техники должна производиться на специальных поддонах, чтобы избежать загрязнение территории мазутом и другими заправочными жидкостями [2]. Недопустимо складировать отходы на незащищенный грунт.

#### **Мероприятия по охране объектов растительного, животного мира и среды их обитания**

Подрядная организация в течении всего периода производства работ обязана соблюдать следующие мероприятия по охране растительного и животного мира, предусмотренные проектной документацией: движение спецтехники и транспорта осуществляется строго в пределах строительной площадки и подъездных путей; размещение и утилизация отходов осуществляется

в соответствии с принятыми проектной документацией нормами и правилами по обращению с отходами производства и потребления; заправка строительной техники осуществляется в специально предусмотренных местах, исключающих загрязнение почвенно-растительного слоя ГСМ; запрещается ввоз и хранение всех орудий охотничьего промысла, запрещается любительская охота; не допускается ухудшение в результате проведения работ среды обитания диких животных, условий их размножения, миграций; не допускается самовольное переселение диких животных и жесткое обращение с животными; запрещается уничтожение или повреждение знаков, установленных соответствующими уполномоченными органами.

Приостановка работ, в случае обнаружения редких (краснокнижных) видов животных и растений на участке работ, будет необходима до принятия решения соответствующих органов о сохранности краснокнижных видов.

По окончании строительных работ на земельных участках, отводимым во временное пользование, предусмотрено проведение рекультивации.

#### **Охрана атмосферного воздуха во время СМР**

Атмосферный воздух во время СМР загрязняется вредными выбросами автотранспорта и некоторых технологических операций. Минимизировать выбросы можно посредством выполнения следующих мер: поддерживать исправное состояние применяемой техники; проводить регулярный техосмотр, использовать сертифицированные виды топлива. Для предотвращения разброса и распространения пыли от сыпучих стройматериалов, кузов грузовиков должен быть покрыт тентом. Сжигание отходов (камер, автопокрышек, кабелей, лесоматериалов и др.) на стройплощадке запрещено. При выполнении СМР предусматриваются правила противопожарной безопасности [3].

#### **Мероприятия по охране водной среды в период проведения работ**

Для уменьшения отрицательного влияния строительства на поверхностные и подземные воды предусматривается система мероприятий обеспечивающих охрану от загрязнения поверхностных вод: площадка расположения временных зданий и сооружений, в том числе производственного назначения, должна быть

забетонирована во избежание загрязнения возможными утечками почвы и оборудована бордюрами; стоянка, заправка и мойка машин и механизмов производится на специально выделенных площадках с применением автозаправщиков, инвентарных поддонов и других устройств; при устройстве площадки для стоянки строительной техники ее необходимо тщательно спланировать и обваловать, выделить место заправки техники горючими материалами; перелив заменяемых масел и рабочих жидкостей осуществляется в специально подготовленные емкости для последующей отправки на регенерацию; при выезде с площадки строительства необходимо организовать пункты мытья колес автотранспорта и авто колёсным механизмам; обеспечение системы водоотвода предусматривающей сбор дождевых и талых вод; обеспечение готовности системы водоотвода к сбору воды после гидроиспытаний оборудования и трубопроводов для исключения сброса воды на рельеф; промывку трубопроводов на площадках гидравлическим способом выполнить с повторным использованием воды. Опорожнение трубопроводов после промывки и дезинфекции следует производить в места, указанные в проекте производства работ и согласованные с соответствующими организациями.

#### **Мероприятия по охране окружающей среды от шума**

Акустическую обстановку на прилегающих к объекту территориях будут определять источники периодического шума от транспортных потоков и работы строительных машин и механизмов. Уровни шума при строительстве производственной базы не превысят нормативно допустимых значений по шуму принятых по СН 2.2.4/2.1.8.562-96[4].

#### **Мероприятия по утилизации отходов**

Нормирование отходов, накапливающихся в процессе строительства, содержится в СанПиН 2.1.7.1322-03[5]. Места накопления отходов должны быть идентифицированы/обозначены.

Транспортировка отходов производится транспортом подрядной организации при наличии специального разрешения.

При осуществлении транспортировки отходов необходимо соблюдать природоохранное законодательство и санитарно-эпидемиологические правила и нормы.

### Литература:

1. Закон Республики Таджикистан об охране окружающей среды Одобрен Постановлением Маджлиси милли Маджлиси Оли Республики Таджикистан от 21 июля 2011 г., № 208
2. Закон Республики Таджикистан от 20 марта 2008 года № 363 "О пожарной безопасности"
3. Организация строительного производства. Учебник для вузов. Т.Н. Цай, П.Г. Грабовой. В.А. Большаков и др. М., 2019
4. СН 2.2.4/2.1.8.562-96
5. СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

### ЭКОЛОГИЯ ВА ТАШКИЛИ ИСТЕҲСОЛОТИ СОХТМОН

*М. А. Шаропова*

Дар замони муосири ҷаҳонӣ аҳамияти баланд бардоштани мубориза оиди тоза нигоҳ доштани муҳити зист масъалаи ақтуалӣ мебошад, аз ин лиҳоз мақолаи мазкур ба мавқеъ аст. Дар мақолаи мазкур тавсияҳо оиди иҷроиши корҳои сохтмонӣ бо назардошти талаботҳои муҳофизати муҳити зист дар мисоли бунёди биноҳои сохтмонӣ оварда шудааст. Тавсияҳои дар мақола овардашударо ташкилотҳое, ки бо таҳияи ҳуҷҷатҳои лиҳавии сохтмони бино ва иншоотҳо машғуланд, истифода бурда метавонанд.

### ОБ ОЦЕНКЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ КОЭФФИЦИЕНТАМИ ДОПУСКАЕМЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И ПЛАСТИЧНОСТИ В РАМКАХ СПЕКТРАЛЬНОЙ ТЕОРИИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ

*И.К. Каландарбеков, Ш.Ш. Шарипов, И.И. Каландарбеков*

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

В спектральной теории сейсмостойкости при расчёте железобетонных конструкций в сейсмических опасных районах используется коэффициент,  $K_1$  учитывающий нелинейную работу материалов конструкций и допускаемые повреждения в конструкциях. Значения  $K_1$  колеблется в пределах от 1 (повреждения не допускаются) до 0,12 (возможные значительные деформации и повреждения). Здесь изложен способ определения коэффициента пластичности  $\mu_y$ , по энергетической методике, с использованием коэффициента  $K_1$ . Определены

**Калимаҳои калидӣ:** Экология, истеҳсолоти сохтмон, ташкили сохтмон, партовҳои сохтмонӣ.

### ECOLOGY AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION PRODUCTION

*M. A. Sharopova*

The problems, which the article is devoted to, are connected with environmental pollution during the construction process. In the modern world of increasing the importance of the fight for ecology and the relevance of solving environmental problems, this article is very relevant.

The article provides recommendations for carrying out construction work taking into account the requirements of environmental protection on the example of the construction of a residential complex.

The article will be useful to all organizations involved in the development of design documentation for the construction of civilian facilities and is recommended for publication.

**Key words:** Ecology, construction production, construction organization, construction waste.

### Сведения об авторе:

Шаропова Махбуба Авазовна - к.э.н., доцент кафедры «Производство строительных материалов, технология и организация строительства» ТТУ им.акад. М.С.Осимӣ.

Тел.: +992 900 00 93 43

E-mail: mahbubaSharapova@icloud.com

зависимости между  $K_1$  и  $\mu_y$ . Решение выполнено в рамках спектральной теории сейсмостойкости.

**Ключевые слова:** сейсмостойкость, колебания, деформирование, коэффициент пластичность, коэффициент повреждения, энергетический принцип.

Известно, что оценки сейсмостойкости зданий и сооружений основывается на принципах допущения пластических деформаций при землетрясении. Для зданий и сооружений последствия землетрясения зависят от характеристик сейсмического воздействия, свойств грунтов основания площадки строительства и качества строительства [1-5]. В [1]

приведены результаты расчётов зданий с рамным и рамно-связевым каркасом на эксплуатационные и сейсмические нагрузки. В результате проведённых исследований сделан вывод о том, что применение необоснованного значения коэффициента  $K_1$  приводит к занижению сейсмостойкости строительных конструкций и возможности обрушения зданий и сооружений в целом при интенсивных сейсмических воздействиях.

В работе [6] изложены прямые динамические расчёты рам, как система со многими степенями свободы. Получена полная информация о работе здания в целом и каждого его элемента в течение всего процесса воздействия, оценены возникающие повреждения и разработаны количественные критерии предельного состояния по прочности. Для исследования упругопластических систем с одной степенью свободы актуальным является использование энергетических принципов. Метод расчёта, основанный на применении этих принципов представлен в работе [5]. В качестве реализации данного метода рассмотрена конструкция с идеальной упругопластической диаграммой сопротивления под действием динамической нагрузки. Здесь диссипативную составляющую не учитывается. Задача сводится к определению расчётной нагрузки,

$Q_{экв.ст} = r_T$  которая вызывает перемещение  $U_T$ , а заданная динамическая нагрузка  $q(t)$  вызывает перемещение  $u_{max} = \mu \cdot U_T$ .

В зарубежных нормах работа конструкций в упругопластической стадии используется коэффициент редукиции [7]. В нормах России [8] используется коэффициент,  $K_1$  учитывающий нелинейную работу материалов конструкций и допускаемые повреждения в конструкциях. Следует отметить, что от принятого значения  $K_1$  зависит уровень расчётных сейсмических нагрузок. Однако при его назначении не учитываются некоторые факторы, такие как период собственных колебаний системы, характер землетрясения и др. [9]. Важностью и актуальностью изучения данной темы объясняется большим количеством публикации [1, 10-13]. При помощи коэффициента пластичности  $\mu$  учитываются максимальные пластические деформации.

В статье [13] рассматривается система с одной степенью свободы и на её основе установлена связь между коэффициентом  $\mu$  и уровнем

«пластического срабатывания» системы, которой характеризует коэффициента редукиции  $K_1$ . В данной работе получена зависимость для сложных нагружений. В работе [14] вышеуказанные зависимости получены лишь для несложных нагружений.

Использование численных методов динамического расчёта конструкций с учётом упругопластических деформаций материалов представлены в [4, 15-19].

В статье [20] изложена методика определения коэффициента  $K_1$  сейсмостойких конструкций. Представлен и обоснован метод определения коэффициента, основанный на разных уровнях жёсткости упругих и упруго-пластических систем. Предложен метод определения предельно допустимого уровня пластического деформирования конструкций.

В спектральной теории сейсмостойкости используется коэффициент  $K_1$  [8,21,22], учитывающей допускаемые повреждения. На этот параметр умножается коэффициент динамичности  $\beta$ . Значение коэффициента  $K_1$  колеблется в пределах от 0,12 до 1,0. Следовательно, воздействие сейсмической нагрузки на конструкции занижается в несколько раз. Смысл и происхождение коэффициента  $\beta$  в литературе практически не комментируется. В расчетах конструкций специальных сооружений используется коэффициент пластичности, равной отношению максимального прогиба  $Y_{max}$  к прогибу соответствующему началу текучести  $Y_T \cdot \left( \mu = \frac{Y_{max}}{Y_T} \right)$ . Значение  $\mu$  принимается  $\mu = 1, 2, 3, 5, 10$ . Этот параметр, имеет физический смысл.

Для определения коэффициента пластичности  $\mu_y$ , по энергетической методике, используя коэффициента  $K_1$  [8] даны оценки зависимости  $K_1$  и  $\mu_y$ . Решение выполнено в рамках спектральной теории сейсмостойкости.

Колебания конструкции, вызванные сейсмическим воздействием, сопровождаются изменением её энергетического состояния. Будем рассматривать, однократное деформирование, которое может вызвать работу конструкции, как в упругой, так и в пластической стадиях.

Примем следующую гипотезу: энергия, заданного сейсмического воздействия, поглощаемая конструкций

от момента начала ее движения до момента остановки ( $\dot{y}_0 = 0$  и  $\dot{y}_{\max} = 0$ ) не зависит от величины деформаций и остается постоянной. Геометрическая трактовка данной гипотезы представлена на рис. 1, где  $\mu_y = \frac{y_{\max}}{y_T}$  - коэффициент пластичности. Должно

соблюдаться равенство площадей  $A_{012} = A_{0345}$ . По горизонтали отложен коэффициент пластичности  $\mu_y$ . По вертикали коэффициент повреждений  $K_1$ . Сформулированная гипотеза выражается условиями равенства площадей  $A_{012} = A_{0345}$ . Это равенство

приводит к зависимости между коэффициентами  $K_1$  и  $\mu_y$ .

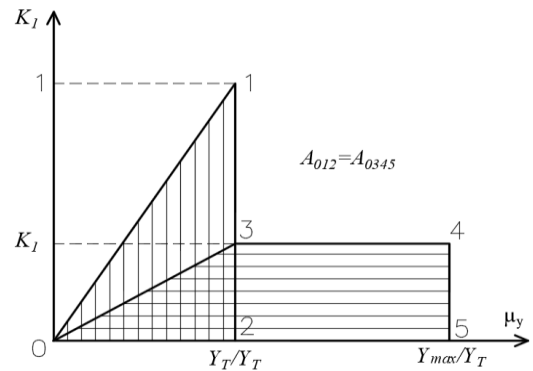


Рис. 1. Критерия равенства площадей.

$$S_{012} = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1 = \frac{1}{2}$$

$$S_{0345} = \left( \frac{1}{2} \cdot K_1 \cdot 1 + K_1 (\mu_y - 1) \right) = \frac{K_1}{2} + K_1 \cdot \mu_y - K_1 = K_1 \cdot \mu_y - \frac{K_1}{2} = K_1 \left( \mu_y - \frac{1}{2} \right).$$

Теперь приравниваем соответствующих площадей  $A_{012} = A_{0345}$  (рис. 1) и получим

$$\frac{1}{2} = K_1 \left( \mu_y - \frac{1}{2} \right) \Rightarrow K_1 (2 \cdot \mu_y - 1) = 1 \Rightarrow 2 \cdot \mu_y - 1 = \frac{1}{K_1} \Rightarrow 2 \cdot \mu_y = 1 + \frac{1}{K_1} \Rightarrow \mu_y = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{1}{K_1} \right)$$

Запишем выражения в окончательном виде

$$\mu_y = \frac{Y_{\max}}{Y_T} = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{1}{K_1} \right) \quad (1)$$

где  $\mu_y$  - коэффициент пластичности по прогибу.

График зависимости коэффициентов,  $K_1$  учитывающий нелинейную работу конструкции и пластичности  $\mu_y$  [23] приведён на рис. 2.

Полученная кривая лежит ниже кривой, полученной в [23] (рис. 2). По кривой [23] не представляется возможным найти значения  $\mu$ , соответствующие  $K_1 < 0.25$ .

По формуле (1) получена таблица, позволяющая оценить величину пластической деформации конструкции при разных значениях  $K_1$ .

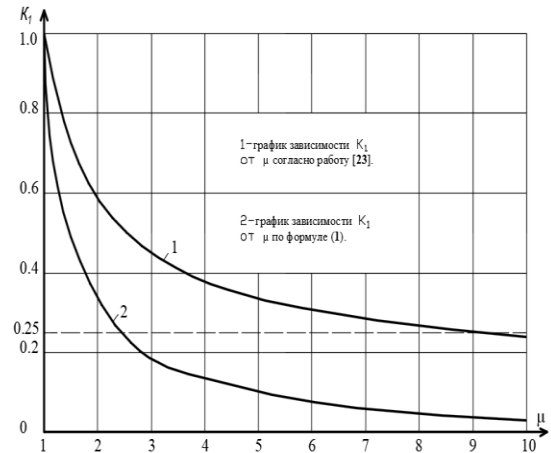


Рис. 2. График зависимости коэффициентов  $K_1$  и пластичности  $\mu$ .

В табл. 2. приведены все значения коэффициента  $K_1$  по [8] и соответствующие им значения  $\mu_y$  полученной нами (второй столбец).

Таблице 1.

Значение коэффициентов вычисленные по формуле (1).

$K_1$	1	0.4	0.35	0.30	0.25	0.22	0.15	0.12	0.05
$\mu_y$	1	1.75	1.929	2.167	2.5	2.773	3.833	4.667	10.5

Таблица 2.

Коэффициенты  $K_1$ , учитывающие допускаемые повреждения зданий, сооружений и  $\mu_y$ .

Тип здания или сооружения	Значения $K_1$	Значения $\mu_y$
1. Здания и сооружения, в конструкциях которых повреждения или неупругие деформации не допускаются	1	1
2. Здания и сооружения, в конструкциях которых могут быть допущены остаточные деформации и повреждения, затрудняющие нормальную эксплуатацию, при обеспечении безопасности людей и сохранности оборудования, возводимые: из деревянных конструкций со стальным каркасом без вертикальных диафрагм или связей то же, с диафрагмами или связями со стенами из железобетонных крупнопанельных или монолитных конструкций из железобетонных объемно-блочных и панельно-блочных конструкций с железобетонным каркасом без вертикальных диафрагм или связей то же, с заполнением из кирпичной или каменной кладки то же, с диафрагмами или связями из кирпичной или каменной кладки	0.15 0.25 0.22 0.25 0.3 0.35 0.4 0.3 0.4	3.833 2.5 2.773 2.5 2.167 1.929 1.75 2.167 1.75
3. Здания и сооружения, в конструкциях которых могут быть допущены значительные остаточные деформации, трещины, повреждения отдельных элементов, их смещения, временно приостанавливающие нормальную эксплуатацию при наличии мероприятий.	0.12	4.667

### Выводы

На основе энергетического принципа периодичности сформулирована гипотеза о постоянстве сейсмической энергии, поглощаемой конструкцией при упругом и упругопластическом деформировании. В результате получен количественный анализ коэффициента повреждений  $K_1$  в виде отношения максимального пластического прогиба к прогибу, соответствующему началу текучести.

### Литература:

1. Мкртычев О.В., Дорожинский В.Б., Сидоров Д.С. Исследование сейсмостойкости

железобетонных зданий различных конструктивных схем// Вестник МГСУ. 2015.№12. С.66-75.

2. Тяпин А.Г. Расчёт сооружений на сейсмические воздействия с учётом взаимодействия с грунтовым основанием. М. Изд. АСВ. 2013. 399с.

3. Chopra Anil K. Elastic response spectrum: a historical note// Earthquake Engineering and Structural Dynamics. 2007. Vol. 36. No. 1. PP. 3-12.

4. Каландарбеков И., Шарипов Ш.Ш. Характерные повреждения железобетонных конструкций и их количественной оценки. // Материалы международной научно-практической конференция «Электроэнергетика Таджикистана:

Актуальные проблемы и пути их решения». Душанбе. 2019. С. 325-328.

5. Жарницкий В.И., Питалев М.Г. Энергетические условия периодичности в динамике упругопластических конструкций. Смысл коэффициента динамичности. Сейсмостойкое строительство. 1999. №4. с. 28-31.

6. Garnytsky V.I. et al. Structure seismic load capacity evaluation and determination of damage on a basis of dynamic design with regard to elastoplastic deformation of concrete and reinforcement // 11-th European Conference on Earthquake Engineering 1998, Balkema, Rotterdam, ISBN

№ 90 5410 9823.

7. Mazzolani F. M., Piluso V. Theory and Design of Seismic Resistant Steel Frames. London: E & FN Spon Press, 1996. 498 p.

8. СНиП II -7-81\* Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования. – М.: Минстрой РФ. 2004 г. – 44 с.

9. Рутман Ю.Л., Симборт Э. Анализ коэффициента пластичности с целью рационального выбора коэффициента редукации нагрузок  $K_1$  // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2011. №4. С. 21-25.

10. Scarlat A.S. Approximate Methods in Structural Seismic Design. India, Madras: Thompson Press, 1996. 293 p.

11. Daza-Duarte L. G. Nuevo enfoque para determinar el factor de modificacion de respuesta // Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil. 2003. Vol 3, № 1. С. 33-48.

12. Соснин А. В. Об уточнении коэффициента допускаемых повреждений  $K_1$  и его согласованности с концепцией редукации сейсмических сил в постановке спектрального метода (в порядке обсуждения) // Вестник гражданских инженеров. 2017. №1 (60) С. 92-114.

13. Симборт Э. Методика выбора коэффициента редукации сейсмических нагрузок  $K_1$  при заданном уровне коэффициента пластичности  $\mu$  // Инженерно-строительный журнал. 2012. №1. С. 44-120.

14. Дикович И.Л. Динамика упругопластических балок. Л.: Судпромгиз, 1962. 292 с.

15. Жарницкий В.И., Голда Ю.Л., Курнавина С.О. Оценка сейсмостойкости здания и повреждений его конструкций на основе

динамического расчета с учетом упругопластических деформаций материалов // Сейсмостойкое строительство. 1999. № 4. С. 7–8.

16. Мирсаяпов И.Т., Нуриева Д.М. Расчет многоэтажных каркасных зданий на сейсмические воздействия с учетом физически нелинейного поведения // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2003. №1. С. 7–14.

17. Болотин В.В., Радин В.П., Чирков В.П. Исследование поведения зданий и сооружений со снижением жесткости при сейсмических воздействиях // Изв. Вузов. 2003. №7. С. 6–10.

18. Немчинов Ю.И., Марьенков Н.Г., Бабик К.Н. Применение метода спектра несущей способности при расчетах сооружений на сейсмические воздействия с учетом нелинейного деформирования // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. К.: ДП НДІБК, 2005. Вип. 63. С. 11-19.

19. Каландарбеков И.К., Сангинов А.М., Рафиев А.К. Исследование физико-механических свойств материалов старинных кирпичных кладок на территории республики Таджикистан // Политехнический вестник. // Серия: Инженерные исследования. 2018. № 4 (44) С. 180-183.

20. Кабанцев О.В., Усеинов Э.С., Шарипов Ш.Ш. О методике определения коэффициента допускаемых повреждений сейсмостойких конструкций. Вестник ТГАСУ, 2016. №2. С. 117-129.

21. СП 14.13330.2011. - Строительство в сейсмических районах // Актуализированная редакция. Москва, 2011 г. 80с.

22. СП 14.13330.2013. Строительство в сейсмических районах // (Издание официальное) Москва, 2013г. 120с.

23. Мкртычев О.В., Джинчвелашвили Г.А. Проблемы учета нелинейностей в теории сейсмостойкости (гипотезы и заблуждения) // Монография. Москва, МГСУ. 2012. 192 с.

**ОИД БА БАҲОДИҲИИ БАЙНИ ЗАРИБҲОИ  
ХАРОБИҲОИ ИҶОЗАТӢ ВА ПЛАСТИКӢ ДАР  
ДОИРАИ НАЗАРИЯИ СПЕКТРАЛИИ  
ЗИЛЗИЛАТОБОВАРӢ**

**И.Қ. Қаландарбеков, Ш.Ш. Шарипов,  
И.И. Қаландарбеков**

Ҳангоми ҳисоб кардани иншоотҳои оханубетонӣ дар доираи назарияи спектралии



зилзилатобоварӣ дар минтақаҳои хатарноки сейсмикӣ зароби  $K_1$  истифода карда мешавад, ки кори ғайричандирии масолахҳои конструксияҳо ва харобиҳои иҷозатиро дар биноҳо ва иншоотҳо ба назар мегирад. Қиматҳои  $K_1$  аз 1 (ба ягон хароби роҳ дода намешавад) то 0.12 (деформатсияҳо ва харобиҳои назаррас имконпазир мебошанд) тағйир меёбад. Дар ин ҳолат тарзи муайян намудани зароби пластикӣ  $\mu_y$  бо методикаи энергетикӣ ҳангоми истифодабарии зароби  $K_1$  оварда шудааст. Вобастагии байни заробиҳои  $K_1$  ва  $\mu_y$  муайян карда шудааст. Ҳалли масъала дар доираи назарияи спектралӣ зилзилатобоварӣ иҷро карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** зилзилатобоварӣ, лаппиш, шаклитағйирӣ, зароби пластикӣ, зароби харобиҳо, принсипи энергетикӣ.

#### ON ESTIMATION OF THE DEPENDENCE BETWEEN THE COEFFICIENTS OF PERMISSIBLE DAMAGE AND PLASTICITY IN THE FRAMEWORK OF THE SPECTRAL THEORY OF SEISMIC RESISTANCE

*I.K. Kalandarbekov, Sh.Sh. Sharipov, I.I. Kalandarbekov*

In the spectral theory of seismic resistance, when calculating reinforced concrete structures in seismic hazardous areas, the coefficient  $K_1$  is used, which takes into account the nonlinear work of structural materials and allowable damage in structures. The  $K_1$

values range from 1 (no damage is allowed) to 0.12 (possible significant deformations and damage). Here is a method for determining the coefficient of plasticity  $\mu_y$ , according to the energy method, using the coefficient  $K_1$ . Dependencies between  $K_1$  and  $\mu_y$  are determined. The solution was made within the framework of the spectral theory of seismic stability.

**Key words:** seismic resistance, vibrations, deformation, plasticity coefficient, damage coefficient, energy principle.

#### Сведения об авторах:

Каландарбеков Имомёрбек Каландарбекович – д.т.н., начальник Научно-исследовательского центра «Строительство и архитектура» НИИ «Политехник», профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство» ТТУ имени академика М.С. Осими. Тел.: (+992) 93-500-63-43,

E-mail: kalandarbekov-55@mail.ru

Шарипов Шамсуддин Шамсуллоевич – ст. преподаватель кафедры «Промышленное и гражданское строительство» ТТУ имени академика М.С. Осими. Тел.: (+992) 93-101-54-55, E-mail: sharipov.shams@yandex.ru

Каландарбеков Ифтихор Имомёрбекович – к.т.н., преподаватель кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» ТТУ имени академика М. С. Осими. Тел.: (+992) 88-779-00-04,

E-mail: iftikhor791@mail.ru

#### ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ И МОНУМЕНТАЛЬНОГО ИСКУССТВА В ГОРОДЕ ДУШАНБЕ

*Ф.Ё.Эмомова*

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

В статье анализируется город Душанбе, который за годы своего становления из небольшого феодального городка превратился за 95 лет в крупный административный, культурный, научный и промышленный центр таджикского государства. Об этом городе написано много и имеется множество материалов информационного характера. Однако чрезмерно мало интересующего нас материала в плане формирования архитектуры и монументального искусства.

**Ключевые слова:** архитектура, градостроительство, монументальная искусства.

Эстетически осмысленная архитектурная среда формирует человека, воспитывает его. Именно во взаимодействии с изобразительным искусством архитектура выполняет свою первейшую гуманистическую задачу - создаёт пространство, способствующее самоутверждению человека. В этом смысле архитектор и художник выступают не только как работники творческого, созидательного труда, но и как воспитатели. Стремление к гармонизации общественного бытия закономерно повышает роль архитектуры как искусства.

Мысль о том, что необходим тесный союз зодчего и художника, не требует доказательств. В городе Душанбе можно привести целый ряд

примеров создания ярких и выразительных архитектурно-художественных произведений, отмеченные высокими правительственными наградами: архитектурно-скульптурный ансамбль на площади С. Айни; интерьер фойе Дома политического просвещения (киноконцертный комплекс «Кохи Вахдат»); интерьер государственного цирка и другие.

В середине 1980-х - начале 1990-х годов был установлен тесный контакт между творческими союзами архитекторов и художников: создавались совместные произведения архитектуры и искусства, организовывались выставки художников-монументалистов, сценографов в Доме архитектора; при художественном фонде Союза художников Таджикистана были организованы архитектурно-проектные группы, проводились творческие встречи «за круглым столом». Ярким примером последнего можно было назвать совместную встречу архитекторов и художников-монументалистов в Доме архитекторов республики в июле 1985 года под девизом «Зодчий и художник».

Потребность тесного общения представителей родственных муз искусств - художников-монументалистов и зодчих республики - назрела уже давно. Например, первая выставка монументального искусства, проведенная Союзом художников республики ещё в 1980 году, вызвала ряд серьезных нареканий со стороны архитекторов. Судя по опубликованной рецензии на эту выставку со стороны архитектора Р. Мукимова, во многих представленных работах отсутствовала конкретная архитектурная среда, масштабность, соразмерность окружающим зданиям произведений монументальной живописи, скульптуры и малых архитектурных форм. И только там, где в составе авторской группы участвовал архитектор, был отмечен удачный синтез архитектуры и монументального искусства (архитектурно-скульптурный ансамбль на площади им. С. Айни). Забота о создании целостной художественно-осмысленной эстетической атмосферы городской среды волнует людей всегда: это не только чисто градостроительная проблема, но и социальный заказ общества.

Сегодня всем понятно, что эта проблема не под силу одним строителям и зодчим. Полная обеспеченность населения города благоустроенным жилищем, общественными,

производственными и другими сооружениями, конечно, очень важна. Однако не менее важна и эстетическая сторона проблемы. В частности, давно пора облагородить, гуманизировать городскую среду, придать ей эмоциональную значимость. Это возможно лишь в тесном союзе с мастерами изобразительного искусства - чтобы они на равных правах с архитекторами отвечали за формирование облика города.

За последние годы накопилось множество проблем, которые возникли в процессе совместной работы художников и архитекторов. Всякое коллективное сотрудничество предполагает не только соглашение сторон, но и разногласия. Поэтому в беседе во время дискуссии в Доме архитекторов были затронуты несколько проблем: на каком этапе создания проекта необходимо начинать совместную работу проектировщиков и художников? Кто должен определять художественную концепцию авторского замысла - зодчий или художник? К чему может привести несогласованность между заказчиком и художником или между зодчим и художником?

В Доме архитекторов с первых же минут стало ясно, что без сотрудничества невозможно создать полноценное монументальное произведение зодчества. Действительно, те объекты, облик которых был определен в процессе создания проекта зодчими и художниками, представляют собой удачные образцы архитектурно-художественного творчества. Положительными примерами 1980-1990-х годов в этом отношении являлось, например, оформление интерьера фойе Дома политпросвещения, где монументальная роспись «Советский Таджикистан», выполненная С. Курбановым, органична авторскому замыслу архитекторов Э. Ерзовского и Ю. Пархова. Гостиница «Октябрьская» - ещё один пример плодотворного содружества архитектора Б. Безлаковского и художника-витражиста Е. Просмушкина.

К сожалению, складывается иная картина, когда художники-монументалисты вынуждены «спасать», «облагораживать» сооружения после того, как они уже возведены. Обычно это декоративные вставки (мозаичные, рельефные, расписные и др.) на глухих участках фасадов, чаще - в торцах жилых домов, общественных, производственных и административных зданиях (рис. 1,2).



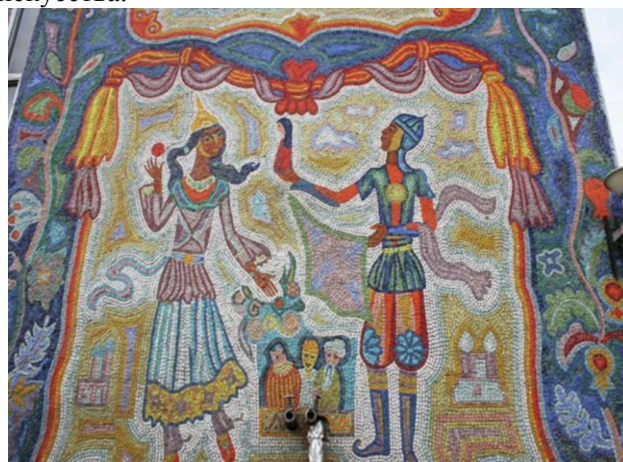
*Рис. 1. Мозаичный панно в жилом доме в городе Душанбе на ул. Сино. Автор: Н Садуков, исполнитель Я. Бегимов 1979 год.*



*Рис. 2. Мозаика на фасаде жилого дома в г. Душанбе. Автор Н. Ханин, исполнитель Л. Гурджиев. 1983 год.*

Примеры подобному: театр кукол (рис. 3), кафе рядом с драматическим театром им. А. Лахути, торцы жилых домов в 12-м микрорайоне. Дополнительно можно указать на монументально-декоративное панно на торце фабрики «Ширин» или на фасаде здания швейной фирмы им. 50-летия СССР, находящегося в центре Душанбе. Откровенный декор под национальный орнамент совершенно разрушил тектонику этого, далеко не идеального по архитектуре, сооружения. Понятие стены как конструкции, как фронтальной композиции фасада исчезло, остались только

орнаментальные полосы в обрамлении оконных проёмов. То же самое произошло и с торцом здания, где размещена красочная роспись. Говорить здесь о какой-либо гармонии архитектуры и монументального искусства не приходится. Более того, в подобных случаях теряется художественная значимость не только прекрасного монументального произведения, но и признанного произведения советского зодчества. Именно так случилось и с Госфилармонией им. А. Рудаки (сейчас телестудия «Сафина») на пересечении улиц Рудаки и Бухоро, где очень трудно совместить конструктивистское сооружение 1930-х годов и современное красочное мозаичное панно (рис. 96) на тему «Шашмаком» на западном фасаде (художник А.Аминджанов). Если взять по отдельности оба произведения сами по себе примечательные для своего времени: первый двухзальный кинотеатр в республике, и высокохудожественное мозаичное панно 1970-х годов. Но в соединении город потерял художественный образ интересного памятника советской архитектуры и вместе с тем приобрел неудачное произведение монументального искусства.



*Рис. 3. Мозаичный панно. Кукольный театр. Автор Юсуф Сангов. Исполнители: В. Жаданов, В. Назаров. 1984 г. Душанбе.*

Не секрет, что некоторые архитекторы предвзято относились к участию художников-монументалистов к оформлению объекта. И тому есть серьезные причины: нередко оформители, в большинстве случаев из организаций, далеких от Союза художников, стремятся «насытить» интерьеры зданий работами, качество которых просто удручает. Бывает и приятные исключения. Так, здание цирка, в оформлении которого

приняли участие уже названные художники-монументалисты и народный мастер С. Нуриддинов, получило новое художественное звучание в интерьерах, особую национальную специфику.

На встрече в Доме архитекторов был поднят ещё один немаловажный вопрос: в какой степени зодчий должен определять долю участия художника - как исполнителя или как полноправного автора замысла? Например, при проектировании чайханы в парке Дружбы народов в шестом жилом районе главный архитектор проекта Н. Головкин предусмотрел даже рисунки орнаментов, характер резных деревянных колонн и др. А в итоге колонны вырезал усто Яхьяев из Уструшана, а росписи потолка принадлежат кисти душанбинского мастера орнаментальной росписи С. Мирсаидова, высокое искусство которого было ещё оценено по оформлению ресторана-чайханы «Фарогат» в городском саду Душанбе. И конечно, мастера вряд ли учли предложения автора проекта и более всего ориентировались на свой опыт и мастерство. Но хочется понять и автора проекта, который видит плод своего творчества в завершённом виде, именно в том ключе, который он определил в своих эскизах. В подобных случаях нелегко однозначно определить роль художника при осуществлении замысла. Наверное, автору проекта необходимо было при проектировании хорошо знать творческую индивидуальность привлекаемых художников, чтобы полностью довериться им в совместной работе.

Главный художник столицы поднял вопрос о необходимости подготовки генерального плана монументальной пропаганды города Душанбе – основополагающего документа художественно-эстетического оформления городской среды.

Действительно, гуманизацию городской среды невозможно достичь лишь отдельными моментами взаимодействия монументального искусства и архитектуры. Ещё на заре становления Советской власти В.И. Ленин говорил, что первым шагом на пути культурного строительства является реализация плана монументальной пропаганды, который должен решать идейно-просветительные и воспитательные задачи. Именно эти идеи плана монументальной пропаганды должны сыграть важную роль в формировании городской среды столицы. Причем, как подчеркивал, экс - главного архитектора города Душанбе Р. Каримов, генеральный план - это не только указатель

расположения скульптурных композиций, озеленения площадей, бульваров, оформления фасадов и т.п., но и художественное осмысление всего, что окружает человека, оказывает на него эмоциональное, психологическое и эстетическое воздействие.

Не на должном уровне обстоит дело с содержательностью монументального искусства, разнообразием его идей. Нередко встречаются отвлеченные символично-аллегорические композиции в виде панно на стенах зданий или отдельных скульптур, которые напоминают афиши или запутанные ребусы, а изобразительные символы несут лишь самую общую информацию, которая нуждается в раскрытии, наполнении конкретными образами и идеями. Без него теряется смысл высоких и значительных понятий, эмоциональная сила образа.

Городу Душанбе, очевидно, нужен монументальный эпос, подобный тому, какой создан на площади С. Айни и на пересечении улицы И. Сомони и проспекта Абуали Ибн Сино, где находится ансамбль, посвященный Авиценне, эпос, необычайно насыщенный общими идеями, изображениями конкретных фактов и уже поэтому действенный, несущий богатство разнообразной и целенаправленной информации. Нужна и романтическая мечта, и пылкая творческая фантазия.

Поэтому Союз архитекторов и художников должен быть дополнен и специалистами из других областей: социологами, психологами, биологами и др. Тогда только можно будет ставить перед собой по-настоящему большие и важные цели, на современном уровне изменять архитектурно-художественный облик Душанбе.

#### Литература:

1. Р.Мукимов. История и теория таджикского градостроительства. – Душанбе; Изд. ООО «Контраст», 2009.
2. Р.Мукимов, Дж.Ганиев. Символ Единства и Согласия. – Душанбе: Изд. «Мерос», 2000.
3. Мамаджанова С., Тиллоев С. Архитектура общественных зданий Душанбе XX века. - Душанбе: АН РТ, 2007.

#### ТАШАККУЛЁБИИ САНЪАТИ МЕЪМОРИ ВА ПЛАСТИКӢ ДАР ш.ДУШАНБЕ

*Ф.Ё.Эмомова*

Дар мақола, шахри Душанбе ки дар тӯли 90 сол аз як шахраки хурди феодалӣ ба маркази асосии

маъмурӣ, илмӣ, фарҳангӣ ва саноатӣ табдил ёфтааст. таҳлил карда шудааст. Дар бораи ин шаҳр бисёр суханҳо навишта шудааст, ва айни замон дар бораи беҳбудият ва ташаккули санъати меъморӣ ва пластикӣ, ки хело чашмрасанд хело кам қайд шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** меъморӣ, шаҳрсозӣ, санъати монументалӣ.

## FORMATION OF ARCHITECTURE AND MONUMENTAL ART IN THE CITY OF DUSHANBE

*F.Ye. Emomova*

The article analyzes the city of Dushanbe, which, over the years of its formation from a small feudal

town, has turned over 95 years into a large administrative, cultural, scientific and industrial center of the Tajik state. Much has been written about this city and there are quite a lot of informational materials. This paper discusses the processes of the interaction of architecture and plastic art in the city of Dushanbe.

**Keywords:** architecture, urban planning, monumental art.

### Сведения об авторе:

Эмомова Ф.Ё. – кандидат архитектуры, старший преподаватель кафедры «Архитектура и дизайн» ТТУ им. академика М.С.Осими. Тел.: 989-10-63-09

## НЕКОТОРЫЕ ПРИНЦИПЫ БЛАГОУСТРОЙСТВА ПРИ СОЗДАНИИ БЛАГОПРИЯТНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ

*Ф.Н. Турдиева*

*Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими*

*В этой статье описывается большой опыт в проектировании и озеленении, городских территорий, возможности сохранения природных ресурсов и дальнейшее благоустройство территорий жилой застройки за счет зеленых насаждений. А также рассматриваются вопросы сохранения и умножения зеленых насаждений на участках жилой застройки.*

**Ключевые слова** *Озеленения, природа, здание, климат, пейзаж, изменение, методы, сады.*

Одной из важнейших задач современного градостроительства является создание оптимальных условий для проживания и жизнедеятельности людей. Для создания этих условий нужно больше внимания уделять организации отдыха населения на территории парков. В последнее время всё более актуальной становится вопрос сохранения природных ресурсов, и улучшения среды обитания человека. В среде своего обитания человек все больше сталкивается с тем как ему тяжело находиться дома, на работе или в другой среде, где ощущается нехватка чистого обогащённого кислородом воздуха. Чистый воздух и правильная влажность в помещении и за её пределами способствует хорошему физическому состоянию человека[1].

На этом этапе анализ комплексного благоустройства в структуре жилых районов

показал, что система озеленения играет большую роль в улучшении климатического состояние территории застройки. Система озеленения имеет свое место в работе проектировщика, так как ландшафтная организация является частью проектной практики. Для организации отдыха населения нужно проектировать большие парки, сады и бульвары в зоне 10-15 минутной пешеходной доступности. Роль зеленых насаждений очевидна, они выполняют много функций первой, из которых является санитарно-гигиеническая. Система озелененных территорий - совокупность озелененных территорий различного назначения, обладающих единством планировочной организации, территориальной и функциональной взаимосвязанностью элементов. По территориальному признаку делится на внутригородские и пригородные территории. Система озелененных территорий поселения включает озелененные территории общего пользования, ограниченного пользования, специального назначения, зеленую зону пригородных территорий. Отдых населения должен проходить на территории правильно спроектированных площадок в структуре жилой застройки, нормы которые приведены в ГНиП РТ 30-01-2018, пример ландшафтного решения приведены на рисунке 1,2.[4].



*Рис 1. Пример организации благоустройства дворовой площадки.*



*Рис 2. Использование малых архитектурных форм в организации дворовой площадки.*

В больших городах, где очень плотная застройка, можно наблюдать недостаточно крупные парки они есть, но находятся далеко от жилых районов. Для устройства садов вблизи жилых кварталов необходим частичный снос не пригодно для жилья зданий. Однако и в тех городах, где отсутствуют серьёзные препятствия к реконструкции старых районов, устройство крупного сада, тем более парка на месте снесенных кварталов редко практикуется, даже если это предусматривается генеральным

планом города. Главной проблемой мало озеленённых территорий является финансовые средства, которые в недостаточном объёме выделяются. Тем не менее, основными объектами комплексного благоустройства являются все элементы города, которые должны подвергаться реабилитации в экологическом аспекте. Эти методы направлены на улучшение экологического состояния среды города[2].

Под влиянием сложных природно-климатических условий появляется необходимость создания благоприятной среды, в которой человек может находиться и трудиться, известным фактом снижения природного баланса является губительная сила прогресса цивилизации, которая сильно влияет на экологическое состояние. Эта комплексная и сложная научно-техническая проблема, поставленная перед градостроителями, архитекторами, проектировщиками, инженерами является одной из основных задач современного градостроительства в пути решения проблемы перегрева воздуха в условиях жаркого и сухого климата.

В последние годы наблюдается прирост, населения республик Центральной Азии отсюда и рост городов который приводит к изменению самой структуры современного города, появляется потребность в изучения городской среды как фактора жизнедеятельности человека, который становится все более актуальной. Важным моментом этих исследований является, изучение вопросов сохранения окружающей среды. В очень плотно заселенных городах показатели эка-логичности начинают снижаться за счет сокращения рекреационных площадей и многочисленных транспортных развязок. Изучая климатические особенности территории нашей республики можно сделать вывод, что значительная солнечная радиация, высокая температура воздуха, малая подвижность воздуха, приходится на летнее время.

Тем самым в помещениях чувствуется перегрев, нехватка свежего воздуха и влажность, это может

служить причиной разных заболеваний связанных с дыхательными путями. В условиях жары понижается работоспособность человека, и высокая температура воздуха приводит, к нагрузке на организм человека, температура организма повышается и приводит к вялости человека. Среднем показателем того, какая норма влажности воздуха в квартире должна быть, является 40-60 %. Этот показатель может изменяться в зависимости от погоды и времени года, а также от вида условий эксплуатации помещений. Микроклимат в зависимости от типа помещений, показатель в процентах.

- Для детской 45-60;
- Спальная взрослых 40-50;
- Кухня и ванная 40-60;
- Гостиная или столовая 40-60;
- Рабочий кабинет 30-40

При расчете учитывается как назначение помещения, так и время года. Теплый период предусматривает 30-60 процентов влаги. Стоит учитывать что, относительная влажность комнаты равна 60, а максимально допустимая 65 процентов. В регионах с повышенной влажностью отметка нормы допускается до 75 %. Для благоприятного проживания и жизнедеятельности людей в сложных природно-климатических условиях, что характерно для условий Таджикистана (летний период перегрев, высокая солнечная радиация и т.д.), приводит к дискомфорту показатели, которых приведены на рисунке 3.



Рис 3. Показатели комфортной влажности в помещении относительно температуре воздуха.

Наш регион известен жаркими климатическими условиями, которые в летние месяцы характеризуется мало спадающей жарой, сухостью воздуха и мало ветреем. Изучая эти

факторы природного воздействия, проектировщики стараются прибегать к методам озеленения и обводнения территорий застройки, для понижения температуры воздуха мотивируя

тем самым других на сохранение и возобновление парков, скверов, бульваров и детских игровых площадок [3]. Использование природных ресурсов, таких как зеленые насаждения в проектировании очень важно. Зная приемы ландшафтной организации и инженерного благоустройства территории можно регулировать температурный режим территории застройки и микроклимат помещений. Температура воздуха среди зеленых насаждений, особенно в жаркую погоду, значительно меньше, чем на открытых местах. Зеленые насаждения, защищая почву и поверхность их от сильного перегрева и тем самым от повышения температуры воздуха. Наиболее эффективно снижают температуру растения с крупными листьями, которые значительную часть своей энергии отражают, не поглощая и таким образом способствуют, снижению количества солнечной энергии. Можно наблюдать, что на

озеленённой территории листья верхних частей деревьев и газонов подвергаются большому количеству солнечной радиации.

В тоже время поверхности листьев нижних веток растений и почвы под ними, защищенные от прямого облучения, имеют температуру ниже температуры воздуха внутри зеленого массива. Самыми эффективными считаются растения с большими листьями, которые значительную часть энергии отражают, не поглощая, ее и таким образом способствуют снижению количества солнечной энергии. Говоря о растениях, мы не должны забывать, что есть еще и другие приемы благоустройства территорий. Это могут и быть приемы обводнения с помощью проектирования фонтанов, бассейнов, и прудов, как на территории жилой застройки, так и на территории отдельных парков городского назначения пример, приведен на рисунке 4.



*Рис 4. Пример искусственного обводнения парковой зоны.*

На протяжении всего года наблюдается, более высокая температура, приходящаяся на летнее время, что характерно для центральных частей города Душанбе, где большая плотность застройки, обширные линии улиц, большой паток транспорта и недостаток ветра приводят к усугублению состояния здоровья населения.

Чем больше город, тем больше разница температур воздуха в городе на открытых местах и на озеленённых территориях. При этом должно быть понимание того, что сокращение зеленых массивов в городе и лесов за его пределами может

сказаться негативно. Уделяя большое внимание вопросу благоустройства территорий, в котором особое место, занимает жилая территория, мы делаем акцент на ландшафт, так как растения имеют свойства очищать воздух и оздоравливать атмосферу. Изучая структуру жилых территорий, мы приходим к мнению, что она имеет сложную конфигурацию, которая в свою очередь состоит из следующих частей: газон с посадками деревьев и кустарников, цветники, дорожки, хозяйственные площадки, детские и спортивные площадки, предназначенные для отдыха людей. В последнее



время стали больше внимания уделять рассадке зеленных насаждений, созданию садов на плоских крышах жилых и общественных зданий. Устройство зеленой крыши возможно при замене скатных крыш на плоские крыши. Сад на крыше имеет лучший микроклимат, особенно с точки зрения инсоляции и загрязнённости воздуха, по сравнению с такими же небольшими озеленёнными участками на земле, расположенными среди плотной застройки. Так же как горизонтальное озеленение, вьющимися растениями вертикальное озеленение тоже может широко использоваться как для декоративных целей, так и для улучшения микроклимата. Примером может служить озеленение фасадов зданий, где используются растения как ограда, и как подпорная стенка рисунок 5,6.



Рис 5. Экологическое здание.

При проектировании жилых территорий мы в первую очередь должны обратит свое внимание на функциональное расположение и назначение, в главную очередь, обеспечивая массовый отдых различных групп населения путем благоустройства[5]. Главной задачей является сохранение природных ресурсов недр земли, нужно продолжать работу по изучению растений и их свойств, чтобы с их помощью урегулировать температурный режим. Одной из задач проектировщика является забота об окружающей среде и людях как ее части. Таким образом, можно сказать, что здания будут представлять собой живой дышащий организм.

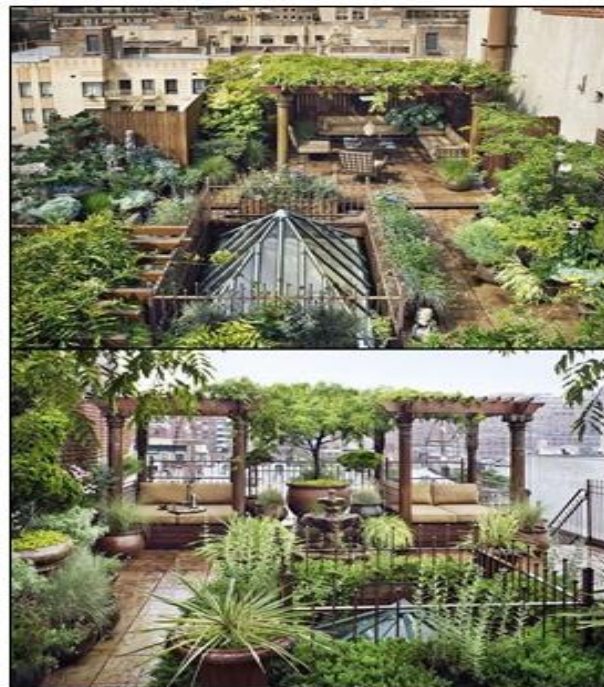


Рис 6. Использование зеленных насаждений на крыше многоэтажного жилого дома.

#### Литература:

1. Лунц. Л.Б. Городское зеленое строительство. М.,Стройиздат, 1974. – С. 4–7.
2. Хромов Ю.Б. Обзоры по проблемам больших городов. Государственный научно-исследовательский институт научной и технической информации (ГОСИНТИ),1987. – С.4 – 9.
3. Шукуров И.С. Формирование тепловетрового режима жилой застройки городов жаркого климата. Автореферат диссертации доктор тех. наук. М.,Стройиздат, 1987. – С. 14–17.
4. ГНиП РТ 30-01-2018. Градостроительство. Планировка и застройка населенных пунктов. Душанбе -2018.
5. Машинский.В.Л., Залогина Е.Г. Проектирование озеленения жилых районов. М., 2006. – С. 11–13.

#### ЯКЕ АЗ ПРИНЦИПҲОИ КАБУДИЗОРКУНИ ҲАНГОМИ ФАРОҲАМ ОВАРДАНИ ШАРОИТИ МУСОИДИ ЭКОЛОГӢ ДАР РУШДИ ШАҲРСОЗИ

*Ф.Н. Турдиева*

Дар ин мақола имкониятҳои захираҳои табиӣ ва ободони минбаъдаи ҳудуди маҳаллаҳои истиқомати аз ҳисоби кабудизоркуни хифз гардида, инчунин масъалаҳои хифз ва

афзунгардони кабудизоркунӣ дар маҳаллаҳои истиқоматӣ баррасӣ мешавад.

**Калимаҳои калидӣ.** Кабудизоркуни, табиат, бино, иқлим, манзара, дигаргуншави, усул, боғҳо.

**SOME PRINCIPLES OF LANDSCAPING  
WHILE CREATING A FAVORABLE  
ECOLOGICAL ENVIRONMENT IN URBAN  
DEVELOPMENT**

*F.N. Turdieva*

This article describes a lot of experience in the design and landscaping of urban areas. Possibilities of preserving natural resources and further improvement

of due to green spaces of residential areas. It also discusses the issues of preserving and multiplying green spaces in residential areas.

**Keywords:** Landscape, nature, building, climate, landscape, change, techniques, gardens.

**Сведения об авторе:**

Турдиева Фарангис Нуруллаевна - ассистент кафедры «Архитектура и дизайн» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

Тел.: +992 988-12-74-39

E-mail: farangisturdieva@gmail.com

**ИСТИФОДАИ НЕРҶИ ОФТОБ ДАР СИСТЕМАҲОИ ГАРМИДИҶӢ ВА ТАЪМИНИ ОБИ ГАРМ  
ҲАМЧУН УНСУРИ МАНЗИЛҲОИ МУҶИТИ ЗИСТ, ИНТЕГРАТСИЯИ ОНҲО ДАР СОХТМОНИ  
МАНЗИЛҲОИ ИСТИҚОМАТИИ ИНФИРОДӢ**

*П.С. Хуҷаев, М.М.Поччоев*

*Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ*

Дар айни замон, вазифаи баланд бардоштани самаранокии энергия, самаранокӣ ва сарфаи энергия яке аз самтҳои афзалиятноки давлат ба ҳисоб меравад. Аз ин сабаб, тавачҷӯҳ ба истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия рӯз то рӯз афзуда истодааст.

Ин мақола ба яке аз масъалаҳои муҳими асри XXI - сарфаи энергия ва самаранок истифодабарии биноҳо ва иншоот бахшида шудааст. Масъалаи баррасишаванда бисёрҷанба буда, дорои якчанд усулҳои кам кардани арзиши манбаъҳо дар системаҳои гармидиҷӣ, таъмини оби гарм ва ҳамоҳанг намудани истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия бо ҳалли меъморӣ ва сохтмонӣ мебошад.

Дар мақола натиҷаи таҳлили истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия дар якчанд давлатҳои дунё оварда шуда, сабабҳои ривож наёфтани он дар Ҷумҳурии Тоҷикистон номбар карда шудааст. Ҳамзамон оварда шудааст, ки захираҳои манбаъҳои барқароршавандаи энергия дар ҷумҳурӣ зиёд буда, якчанд таҳқиқот ва таҷрибаҳои олимони тоҷик дар самти истифодабарии дастгоҳҳои истифодабарии энергияи офтоб барои гармкунии биноҳо ва таъмини оби гарм нишон дода шудааст. Тарҳҳои истифодабарии коллекторҳои офтобӣ барои гармкунии биноҳо ва таъмини оби гарм барои манзилҳои инфиродӣ пешниҳод шудааст.

Дар мақолаи мазкур таҳлил ва дурнамои истифодабарии нерӯи офтоб ҳамчун манбаи

барқароршавандаи энергия дар системаҳои гармкунӣ ва таъмини оби гарм биноҳои хурди истиқоматӣ, инчунин ҳамчун омили коҳиши додани партовҳои ифлоскунандаи муҳити зист баррасӣ карда мешавад.

**Калимаҳои калидӣ:** таъминоти оби гарм, энергияи офтоб, коллектори офтобӣ, манбаъҳои барқароршавандаи энергия.

Дар айни замон, ҳеҷ шакле нест, ки энергия оянда бояд ба истифодаи энергияи офтоб асос ёбад. Офтоб манбаи азим, тамомнашаванда ва комилан безарари энергия аст. Аз сабаби он, ки дар ҷаҳон кам шудани захираҳои карбогидридҳо бо афзоиши ҳамзамони суръати истеъмоли энергия ба назар мерасанд, энергияи офтоб бояд на танҳо ҳамчун бурднок, балки дар дарозмуддат ҳамчун интиҳоби алтернативии инсоният баррасӣ карда шавад [1]. Тибқи пешгӯиҳои коршиносон, дар даҳсолаи оянда манбаъҳои барқароршавандаи энергия бояд саҳми худро дар тавозуни ҷаҳонии энергетикӣ хеле зиёд кунанд, ки ин ифлосшавии муҳити зистро бо гази карбонат ба таври назаррас коҳиш диҳад ва захираҳои боқимондаи карбон набояд ҳамчун сӯзишворӣ, балки ҳамчун ашёи хом истифода шаванд истифодаи оқилонатар дар саноати химия [2]. Пешсафони истифодаи энергияи офтоб Исроил, кишварҳои Аврупо (Шветсия, Дания, Олмон, Ҳолланд, Австрия, Швейтсария, Финляндия), Туркия мебошанд. Дар Тоҷикистон дурнамои рушди энергияи офтоб номуайян боқӣ мемонад, кишвар борҳо аз сатҳи

тавлиди кишварҳои Осиё ва Аврупо кафо мондааст.

Ин вазъ бо набудани имтиёзҳо барои истеъмолкунандагон бо истифода аз манбаъҳои барқароршавандаи энергия аз ҷиҳати экологӣ мураккаб шарҳ дода мешавад тарроҳӣ, огоҳии пасти мардум, хароҷоти калони сармоя. Аз тарафи дигар, болоравии нархи сӯзишвории карбогидрид, дастрасии маҳсулот ва мавод, афзоиши суръати сохтмони инфиродӣ, бад шудани муҳити зист тавачҷӯхро ба дастгоҳҳо бо истифодаи энергияи офтоб зиёд мекунад [2, 6, 7].

Ҷумҳурии Тоҷикистон дорои захираҳои бузурги манбаъҳои барқароршавандаи энергия мебошад. Тибқи ҳисобҳои пешакӣ, иқтидори манбаъҳои барқароршавандаи энергия дар Тоҷикистон инҳоянд: гидроэнергетика - 527 миллиард кВт / соат, радиатсияи офтобӣ -  $3 \times 10^3$  миллиард кВт / сол, энергияи биомасса - 2 миллиард кВт / сол, энергияи бод - 25-150 миллиард кВт / сол, энергияи геотермалӣ - 450 миллиард кВт / сол. Ҳатто истифодаи қисман аз ин потенциал

дастрасии аҳолии деҳотро ба манбаъҳои энергетикӣ ба таври назаррас беҳтар мекунад, тавозуни энергетикӣ ва вазъи экологии кишвар ва минтақаи Осиёи Марказиро устувор менамояд [8]. Натиҷаҳои таҳқиқоти олимони Тоҷикистон нишон медиҳанд, ки истифодаи коллекторҳои яктарҳаи офтобӣ дар ҳарорати аз сифр боло имкон медиҳад, ки оби гарм бо ҳарорати аз  $+70^{\circ}$  С дар як сол на камтар аз 7 моҳ - аз апрел то октябр бо эҳтимолияти 65%, дар моҳҳои март ва ноябр ҳарорати об  $+50^{\circ}$  бошад С. Ҳатто дар моҳҳои декабр-феврал ҳарорати об дар рӯзҳои офтобӣ дар коллектор тақрибан  $+40^{\circ}$  С мебошад. Дар расми 1 дастгоҳи обгармкунаки офтобӣ бо иқтидори 170 литр/шабонарӯз барои эҳтиёҷоти оби гарми ошхонаи марказии тиббии воқеъ дар кӯчаи Абай оварда шудааст. Чунин дастгоҳҳо ангуштшумор буда, танҳо дар чорҷӯбаи ин ё он лоиҳаи ташкилотҳои байналмилалӣ ба хотири намоиш додани самараи кори он насб шудаанд ва то ҳол дар байни аҳоли бо сабабҳои дар боло ишорашуда паҳн нашудаанд.



Расми 1. Дастгоҳи обгармкунаки офтобӣ дар Маркази тиббии ш. Душанбе.

Тибқи ҳисоби [9] дар биноҳои истиқоматии типии 105 метавон то 192 коллекторҳои офтобӣ насб намуд, ҳол он ки аз рӯйи ҳисоби овардашуда ҳамагӣ 104 дона коллекторҳои офтобии намуди Deуа, ки коэффисиенти кори ғоиданоки он 65% ва андозаҳои як коллектор ба 1925x925x93мм баробар аст, метавонад талаботи гармии ин биноро пурра қонеъ гардонад.

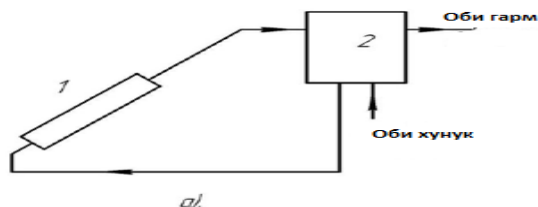
Системаҳои ғабӯли таъминоти гармӣ, як нерӯгоҳи офтобӣ - коллектори офтобӣ - дастгоҳ барои ҷамъоварии энергияи гармӣ аз Офтоб мебошанд, ки тавассути нури намоён ва ҳангоми радиатсияи инфрасурх интиқол дода мешаванд. Баръакси батареяҳои офтобӣ, ки мустақиман қувваи барқ тавлид мекунанд, коллектори офтобӣ

маводи интиқолдиҳандаро тибқи принципи таъсири гармхона гарм мекунад.

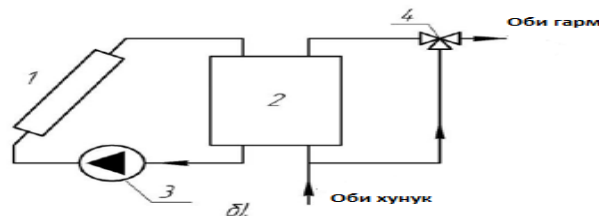
Дар айни замон, системаҳои оби гарм, чун қоида, гелиосистемаҳои моеъи ғабӯлро истифода мебаранд. Онҳо ҳамчун интиқолдиҳанда об, маҳлули этиленгликол ё пропиленгликол, интиқолдиҳандаҳои органикии гармӣ ва ғайраҳоро истифода мебаранд. Ҳар як интиқолдиҳандаи гармӣ афзалиятҳо ва нуқсонҳои муайяне дорад, ки ҳангоми тарроҳии системаҳо ба назар гирифта мешаванд [4]. Дар рақамҳои 2, 3, 4 диаграммаҳои схемавии нерӯгоҳҳои гармидиҳандаи оби офтобӣ, ки дар системаҳои таъминоти оби гарм истифода мешаванд, нишон дода шудааст. Диаграммаҳои як схема (Расми 2) бо об ҳамчун интиқолдиҳандаи

гармӣ дар ҳолати истифодаи мавсимӣ насб ва истифода мешаванд, ки дар онҳо хавфи сармозорӣ истисно карда мешавад.

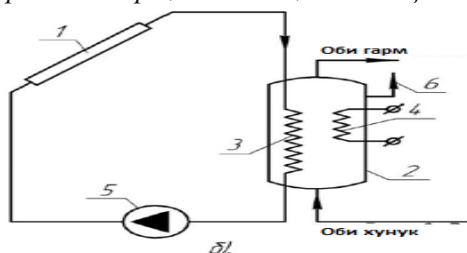
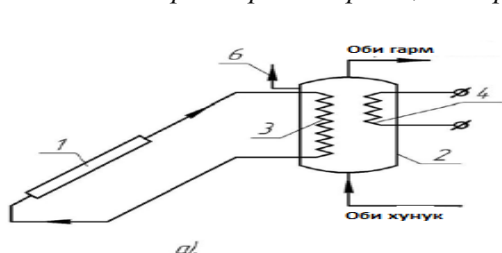
Ҳангоми истифодаи тамоми сол, барои он ки эҳтимолияти яхбандии интиқолдиҳандаи гармӣ



истисно карда шавад, об бо антифриз иваз карда мешавад. Дар ин ҳолат, дастгоҳи гармидиҳии оби офтобӣ аз рӯи нақшаи дутарҳӣ васл карда мешавад (Расми 3).



Расми 2 - Диаграммаҳои дастгоҳҳои гармидиҳии оби офтобӣ бо гардиши табиӣ (а) ва маҷбурии (б) моеъ: 1 - коллектори энергияи офтоб; 2 - зарфи ниғаҳдории оби гарм; 3 - насос; 4 - галақаи омехтакунӣ.



Расми 3 - Диаграммаҳои дутарҳии занҷирҳои нерӯгоҳҳои гармидиҳандаи оби офтобӣ бо гардиши табиӣ (а) ва маҷбурии (б) -и сардшавии об: 1 - коллектори энергияи офтоб; 2 - аккумулятори гармӣ; 3 - гармидиҳанда; 4 - манбаи захиравии (иловагии) энергия; 5 - насос; 6 - крани беҳатарӣ.

Афзалиятҳои муайян дорои системаи насоси гармии офтобии таъминоти гармӣ бо схемаҳои пайдарпай ё параллелии пайвасти кардани насоси гармӣ мебошанд. Коэффитсиенти коллектори офтобӣ аз фарқияти ҳарорати ҳавои беруна ва сӯзишворӣ вобаста аст. Бо насоси гармӣ ҳарорати моеъи хунукунӣ дар коллекторҳои ҳарорати пасти офтобӣ ба ҳарорати атроф наздик аст, дар ҳоле ки талафоти гармӣ аз сатҳи коллектор ба таври назаррас коҳиш меёбад, ки ин ба афзоиши самаранокии энергетикӣ системаи гармидиҳии офтоб оварда мерасонад ва истифодаи насоси гармӣ имкон медиҳад, ки азхудкунии пурраи энергияи офтоб ба амал ояд. (расми 4). Илова бар ин сатҳи зарурии коллектор хеле коҳиш ёфта, эътимоднокии он меафзояд. Ҳангоми интиқоли гармии интиқолдиҳандаи ҳарорати паст талафоти гармӣ аз қубурҳои гармӣ коҳиш меёбад [5].

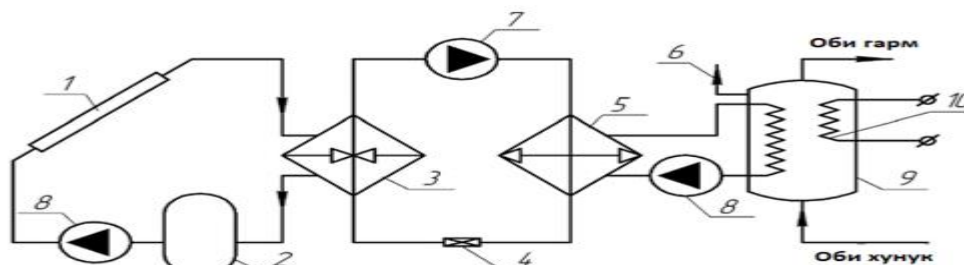
Аз рӯи намуди тарроҳӣ коллекторҳои офтобии ҳамвор ва вакуумӣ бештар паҳн шудаанд. Коллекторҳои ҳамвор барои истехсолатон осон аз унсури фурубарандаи офтоб (абсорбер), пӯшиши шаффоф ва қабати изолятсионӣ иборатанд. Абсорбер барои баланд бардоштани самаранокӣ бо

ранги сиёҳ ё бо молидани махсуси интиқоли пӯшонидани шудааст (одатан никели сиёҳ). Экрани шаффоф одатан аз шиша иборат аст, ки дорои микдори ками металлӣ ё поликарбонат аст. Қафои лавҳа бо маводи гармидиҳанда пӯшонидани шудааст. Қубурҳое, ки ба воситаи онҳо хунуккунанда паҳн мешавад, асосан аз мис сохта шудаанд. Худи лавҳа ҳавоногузар аст. Коэффитсиенти коллекторро бо истифодаи қабатҳои махсуси оптикӣ, ки дар спектрҳои инфрасурх гармӣ намебароранд, зиёд кардан мумкин аст. Ҳарорати максималии интиқолдиҳандаи гармӣ (бидуни руқуд) аз 100 °C зиёд нест. Коллектор қобиляти гирифтани радиатсияи мустақим ва паҳншударо дорад ва чун қоида, ба таври доимӣ дар боми бино насб карда мешавад.

Коллекторҳои вакуумии офтобӣ аз қубурҳои гармидиҳӣ иборатанд ва дар тарҳрезии онҳо ба термосҳо шабеҳанд. Қисми берунии чунин найча шаффоф аст ва ба қисми дарунии он найчаҳои хеле селективӣ пошида, энергияи офтобро самаранок ба даст меоранд. Дар байни найчаҳои шишагии берунӣ ва дохилӣ холигӣ мавҷуд аст. Дар дохили найча моеъи камчӯшанда ё интиқолдиҳандаи

гармӣ мавҷуд аст. Ҳангоми насб кардан бо нури офтоб, моеъ дар қисми поёнии найча, ҳангоми гарм кардан, ба буг мубаддал мешавад. Ҷуфтӣҳо ба қуллаи боло мебароянд қисми найча (конденсатор), ки дар он конденсатсия онҳо ба

коллектор гармӣ медиҳанд. Истифодаи ин навъи коллектор ба шумо имкон медиҳад, ки ҳангоми кор дар ҳароратҳои паст ва равшании паст самаранокии бештар ба даст оред (дар муқоиса бо коллекторҳои ҳамвор).



Расми 4 - Диаграммаи нақшаи системаи гармидиҳии офтобӣ барои таъмини оби гарми (ТОГ) бо коллекторҳои ҳарорати пастӣ дар якҷоягӣ бо насоси гармӣ: 1 - коллектори энергияи офтобӣ; 2 - зарфи ниғаҳдории манбаи гармии дараҷаи паст; 3 - гармидиҳандаи бухоркунак; 4 - гулӯ; 5 - гармидиҳандаи конденсатор; 6 - крани беҳатарӣ; 7 - компрессор; 8 - насос; 9 - зарфи ниғаҳдорӣ; 10 - манбаи захирави (иловагии) энергия.

Коллекторҳои муосири офтобӣ кодиранд обро то нуқтаи ҷӯшон гарм кунанд, ҳатто дар ҳарорати манфии атроф.

Арзиши насби офтобиро бо роҳи якҷоя кардани сохтори сақф бо коллектори ҳамвори офтобӣ ба таври назаррас коҳиш додан мумкин аст. Дар айни замон, дар марҳилаи тарҳрезӣ, интихоби самти сақф, конструксияҳои бино, ҷойгиршавии зарфи нигоҳдорӣ ва усулҳои тозакунии зарур аст. Дар ин ҳолат, муқовимати гармии изолятсияи коллектори офтобӣ бояд на камтар аз оне, ки барои сақф зарур аст, кам бошад ва панели рӯшноӣ бояд ба бори барф бозғимод тоб орад.

Ҳамин тариқ коэффитсиенти гармии коллектор тавассути коҳиш додани талафоти оптикӣ ва ҳароратӣ ҳангоми истифодаи якҷанд қабати шишабандӣ, пӯшиши интихобӣ, вакуум кардани фосила байни сатҳи шуоъгиранда ва изолятсияи шаффоф, бо истифода аз концентраторҳои офтобӣ бо пайгирии офтобӣ дар тарҳ зиёд карда мешавад [6, 7, 8]. Сарфи назар аз омӯзиши кофии масъала аз ҷиҳати илмӣ, истифодаи энергияи офтоб барои таъминоти гармӣ бо системаи гармидиҳӣ дар сохтмони манзили инфиродӣ дурнамои калон дорад.

#### Адабиётҳо:

1. Алферов Ж. И., Андреев В. М., Румянцев В. Д. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики. Физика и техника полупроводников, 2004, том 38, вып. 8. Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук, 2004.

2. Щукина Т. В. Солнечное теплоснабжение зданий и сооружений [текст]: монография/ Т. В. Щукина; Воронеж. Гос. арх.-строит. ун-т. Воронеж. 2007. 120 с.

3. Кучеренко М. Н. Анализ параметров атмосферного воздуха как агента сушки. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2005. № 3. С. 118–119.

4. Богословский В. Н., Крупнов Б. А., Сканави А. Н. и др. Внутренние санитарно-технические устройства. в 3 ч. Ч. I. Отопление. 4-е изд., М.: Стройиздат. 1990. 344 с.

5. Петросян А. Л. Использование солнечной энергии и тепловых насосов для теплоснабжения жилых зданий. Сб научн. трудов. Ереванского гос. университета архитектуры и строительства. II том. 2003. С. 122–124.

6. Duffie J. A., Beckman W. A. Solar energy thermal process. Wiley interscience, N. Y., 1974.

7. Beckman W. A., Duffie J. A., Klein S. A. Simulation of solar heating systems. Chapter 9 of the ASHRAE book. Applications of solar energy for heating and cooling a building. ASHRAE GRP

8. Ахмедов Х. М., Сакис Г., Эльназаров А. Солнечная энергетика. Состояние, возможности использования и перспективы развития. - Душанбе: Дониш, 2007. -С - 96, илл -34.

9. Ш. З. Усмонов. Применение солнечной энергии для отопления и охлаждения здания в условиях Центральной Азии. Вестник МГСУ. стр 142-149.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ  
ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ И  
ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ КАК  
ЭЛЕМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЖИЛИЩА,  
ИНТЕГРАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛЬЯ**

*П.С Худжаев, М.М. Поччоев*

В настоящее время задача повышения энергоэффективности и энергосбережения является одной из приоритетных задач государства. По этой причине вопрос использования возобновляемых источников энергии в системах отопления и горячего водоснабжения является актуальным.

Статья посвящена одной из важнейших проблем XXI века - энергосбережению и эффективному использованию зданий и сооружений. Рассматриваемый вопрос многогранен и включает в себя несколько способов удешевления источников в системах отопления, горячего водоснабжения и интеграции использования возобновляемых источников энергии с архитектурными и строительными решениями.

В статье представлены результаты анализа использования возобновляемых источников энергии в нескольких странах мира и перечислены причины его неразвитости в Республике Таджикистан. В то же время отмечается богатство возобновляемых источников энергии в стране, а также ряд исследований и экспериментов таджикских ученых по использованию устройств солнечной энергии для отопления зданий и горячего водоснабжения. Предлагаются проекты использования солнечных коллекторов для отопления зданий и горячего водоснабжения индивидуальных домов.

В этой статье рассматривается анализ и перспектива использования солнечной энергии как возобновляемый источник энергии в системах отопления и горячего водоснабжения индивидуальных жилых зданий, также как фактор снижения вредных выбросов в атмосферу.

**Ключевые слова:** горячее водоснабжение, солнечная энергия, солнечный коллектор, возобновляемые источники энергии.

**USE OF SOLAR ENERGY IN HEATING AND  
HOT WATER SUPPLY SYSTEMS AS AN  
ELEMENT OF ENVIRONMENTAL HOUSING,  
THEIR INTEGRATION IN VOLUME-  
PLANNING AND CONSTRUCTION  
SOLUTIONS OF BUILDINGS**

*P. S. Khujaev, M.M. Pochoev*

Currently, the task of increasing energy efficiency and energy saving is one of the priority tasks of the state. For this reason, the issue of using renewable energy sources in heating and hot water supply systems is relevant.

The article is devoted to one of the most important problems of the XXI century - energy saving and efficient use of buildings and structures. The issue under consideration is multifaceted and includes several ways to reduce the cost of sources in heating systems, hot water supply and to integrate the use of renewable energy sources with architectural and construction solutions.

The article presents the results of the analysis of the use of renewable energy sources in several countries of the world and lists the reasons for its underdevelopment in the Republic of Tajikistan. At the same time, there is a wealth of renewable energy sources in the country, as well as a number of studies and experiments by Tajik scientists on the use of solar energy devices for heating buildings and hot water supply. Projects are proposed for the use of solar collectors for heating buildings and hot water supply of individual houses.

This article examines the analysis and perspective of using solar energy as a renewable energy source in heating and hot water supply systems for individual residential buildings, as well as a factor in reducing harmful emissions into the atmosphere.

**Key words:** hot water supply, solar energy, solar collector, renewable energy sources.

**Маълумотнома дар бораи муаллифон:**

Хучаев Парвиз Саидгуфрогович – н.и.т., и. в., дотсенти кафедраи “ТГ ва В” – факултети сохтмон ва меъморӣ ДТТ ба номи ак. М.С. Осимӣ

Тел.: +992 985 100 333

Поччоев Мирзоқурбон Мирзобурхонович – н.и.т., муаллими калони кафедраи “ТГ ва В” – факултети сохтмон ва меъморӣ ДТТ ба номи ак. М.С. Осимӣ

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В научно-теоретическом журнале Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования Таджикского технического университета («Паёми политехникб. Бахши Таҳқиқоти муҳандисб») публикуются научные сообщения по следующим направлениям: энергетика, металлургия и материаловедение, химическая технология, транспорт, строительство и архитектура.

1. Статья, представленная в редколлегию, должна иметь экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати от учреждения, в котором выполнена данная работа, а также рецензию специалиста в данной области науки.

2. Редколлегия принимает статьи, подготовленные в системе Word, тщательно отредактированные и распечатанные в 2-х экземплярах через 1,5 интервала (размер шрифта кегль 14 Times New Roman), на белой бумаге формата А4 (297x210 мм), поля: левое - 30 мм; правое – 20 мм; верхнее – 30 мм; нижнее – 25 мм). Одновременно текст статьи представляется в электронном виде или присылается по электронной почте: [nisttul@mail.ru](mailto:nisttul@mail.ru)

3. Размер статьи не должен превышать 10 страниц компьютерного текста включая текст, иллюстрации (графики, рисунки, диаграммы, фотографии) (не более 4), список литературы (не более 15), тексты резюме на таджикском, русском и английском языках (не более 100 слов). Каждый рисунок должен иметь номер и подпись. Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках не допускается. В тексте необходимо дать ссылки на все приводимые таблицы, рисунки и фотографии. В цифровом тексте десятичные знаки выделяются точкой.

4. В правом углу статьи указывается научный раздел, в котором следует поместить статью. Далее в центре следующей строки - инициалы и фамилия автора, ниже – полное название статьи (шрифт жирный, буквы прописные), краткая (5-7 строк) аннотация (курсив), ключевые слова. Сразу после текста статьи приводится список использованной литературы и указывается название учреждения, в котором выполнялось данное исследование. Затем приводится аннотация на таджикском (редактор Times New Roman Tj), русском и английском языках.

5. Формулы, символы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation или Math Type (шрифт 12). Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

6. Статья завершается сведениями об авторах: ф.и.о. (полностью), ученая степень, ученое звание, место работы (полностью), должность, контактная информация.

7. Цитируемая литература приводится под заголовком «Литература» в конце статьи. Все ссылки даются на языке оригинала и нумеруются. Цитируемая литература должна иметь сквозную нумерацию в порядке упоминания работ в тексте. Ссылки на литературу в тексте должны быть заключены в квадратные скобки. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

8. Электронная версия опубликованной статьи размещается в сайте ТТУ им.ак.М.С.Осими и в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

9. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

10. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

# POLYTECHNIC BULLETIN

1 (53)

2021

SERIES: ENGINEERING STUDIES

Published since  
January 2008

SCIENTIFIC - TECHNICAL JOURNAL

ISSN 2520-2227

**Founder and publisher:**

**Tajik Technical University named  
after academician M. Osimi (TTU  
named after acad.M.Osimi)**

Scientific directions of periodical  
edition:

- 005.14.00 Energy
- 005.16.00 Metallurgy and  
Materials
- 005.17.00 Chemical technology
- 005.22.00 Transport
- 05.23.00 Construction and  
Architecture

The certificate of registration of  
organizations that have the right to print  
in the Ministry of Culture under number  
0261 / JR from January 18, 2017.

Frequency of edition - quarterly.  
Subscription index in the catalogue  
"Tajik Post"-77762

Договор с Научно-электронной  
Journal included in the Russian  
scientific citation index

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=62828](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=62828)

Договор -08/09-1 о включении жура в  
Российский индекс  
научноцитирования

A full-text version of the journal is  
located at the site <http://vp-es.ttu.tj/>

**Editorial address:**

734042, Dushanbe,  
10A, acad. Rajabovs ave.  
Tel .: (+992 37) 227-01-59  
Fax: (+992 37) 221-71-35

**E-mail:** nisttu1@mail.ru

**EDITORIAL TEAM:**

**K.K. DAVLATZODA**

Doctor of economics, professor, Chief Editor

**M.A. ABDULLOEV**

Candidate of technical sciences, associate professor, Deputy Chief Editor

**A.J. RAKHMONOZODA**

Candidate of technical sciences, associate professor, Deputy Chief Editor

**K.Kh. GULYAMOV**

Candidate of technical sciences, Chief secretary

**A.I. SIDOROV**

Doctor of technical sciences, professor (Russian Federation)

**A.G. FISHOV**

Doctor of technical sciences, professor (Russian Federation)

**L.S. KASOBOV**

Candidate of technical sciences, Associate Professor

**A.K. KIRGIZOV**

Candidate of technical sciences, Associate Professor

**I.N. GANIEV**

Academician of AS RT, Doctor of Chemistry, professor

**H.O. ODINAZODA**

Corresponding member of Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Doctor of  
Technical Sciences

**T.J. JURAEV**

Doctor of technical sciences, professor

**M.M. KHAQDOD**

Corr. member of AS RT, Doctor of technical sciences, professor

**A.B. BADALOV**

Corresponding member of Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Doctor of  
Chemistry, professor

**A.S. Fokhakov**

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

**V.V. SILYANOV**

Doctor of technical sciences, professor (Russian Federation)

**R.A. DAVLATSHOEV**

Candidate of technical sciences, Associate professor

**M.YU. YUNUSOV**

Candidate of technical sciences, Associate Professor

**R. SALOMZODA**

candidate of technical sciences, associate professor

**D.N. NIZOMOV**

Corr. member of AS RT, Doctor of technical sciences, professor

**I. KALANDARBEKOV**

Doctor of Technical Sciences, Acting, Professor

**A.G. GIYASOV**

Doctor of technical sciences, professor

**N.N. KHASANOV**

Doctor of Architecture, Professor

**R.S. MUKIMOV**

Doctor of Architecture, Professor

**D.Kh. SAIDOV**

Doctor of Technical Sciences, Professor

**A.A. KHODZHIBOEV**

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

**A.R. RUZIEV**

candidate of technical sciences, associate professor

*Журнал с 30 мая 2018 года включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК при РТ.*



Мухаррири матни русӣ:	З.Т. Сафарова
Мухаррири матни англисӣ:	Г.Р. Камолова
Мухаррири матни тоҷикӣ:	Ф.М. Юнусов
Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ:	С.Р. Ниёзи

Редактор русского текста:	З.Т. Сафарова
Редактор таджикского текста:	Ф.М. Юнусов
Компьютерный дизайн и верстка:	С.Р. Ниёзи

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовхо, 10<sup>А</sup>

Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10<sup>А</sup>

Ба чоп 22.03.2021 имзо шуд. Ба матбаа 25.03.2021 супорида шуд.  
Чопи офсетӣ. Қоғазӣ офсет. Андозаи 60x84 1/8  
Адади нашр 200 нусха.

Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ  
ш. Душанбе, кӯчаи акад. Рачабовхо, 10<sup>А</sup>