

ISSN 2520-2227

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Бахши Таҳқиқотҳои муҳандисӣ

1 (61) 2023



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Серия: Инженерные исследования

POLYTECHNIC BULLETIN
Series: Engineering studies

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ БАХШИ ТАҶҚИҚОТҶОИ МУҶАНДИСӢ

ISSN
2520-2227

1(61)
2023



МАҶАЛЛАИ ИЛМӢ – ТЕХНИКӢ

<http://vp-es.ttu.tj/> E-mail: innovation@ttu.tj

Published since January 2008

Ба рӯйхати нашрияҳои тақризии ҚОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дохил карда шудааст.
Включен в Перечень рецензируемых изданий ВАК при Президенте Республики Таджикистан

Маҷалла дар Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон ба қайд гирифта шудааст
№ 0261 / ЖР аз 18 январи соли 2017
Индикси обуна 77762

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

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

Нишонӣ	Адрес редакции	Editorial office address
734042, г. Душанбе, хиёбони академикҳо Раҷабовҳо, 10А Тел.: (+992 37) 227-04-67	734042, г. Душанбе, проспект академиков Раҷабовых, 10А Тел.: (+992 37) 227-04-67	734042, Dushanbe, Avenue of Academics Radjabovs, 10A Tel.: (+992 37) 227-04-67

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
СЕРИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

POLYTECHNIC BULLETIN
SERIES: ENGINEERING STUDIES

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ

САРМУҲАРРИР

Қ.Қ. ДАВЛАТЗОДА

доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА

н.и.т., дотсент, муовини сармуҳаррир

Ш.А. БОЗОРОВ

н.и.т., дотсент, муовини сармуҳаррир

М.М. КАҲОМОВ

саркотиб

АЪЗОЁН

А.И. СИДОРОВ

д.и.т., профессор (Федератсияи Россия)

А.Г. ФИШОВ

д.и.т., профессор (Федератсияи Россия)

З.Ш. ЮЛДАШЕВ

д.и.т., дотсент

Л.С. КАСОБОВ

н.и.т., дотсент

А.Қ. ҚИРҒИЗОВ

н.и.т., дотсент

И.Н. ҒАНИЕВ

академики АМИТ, д.и.х., профессор

Ҳ.О. ОДИНАЗОДА

узви вобастаи АМИТ, д.и.т., профессор

Т.Ҷ. ҶУРАЕВ

д.и.т., профессор

М.М. ҲАҚДОД

узви вобастаи АМИТ, д.и.т., профессор

А.Б. БАДАЛОВ

узви вобастаи АМИТ, д.и.х., профессор

И. МИРЗОАЛИЕВ

н.и.т., дотсент

А.С. ФОҲАКОВ

д.и.т., дотсент

В.В. СИЛЯНОВ

д.и.т., профессор (Федератсияи Россия)

Р.А. ДАВЛАТШОЕВ

н.и.т., дотсент

М.Ю. ЮНУСОВ

н.и.т., и.в. дотсент

Р.САЛОМЗОДА

н.и.т., дотсент

Д.Н. НИЗОМОВ

узви вобастаи АМИТ, д.и.т., профессор

И. ҚАЛАНДАРБЕКОВ

д.и.т., и.в. професс

А. Г. ГИЯСОВ

д.и.т., профессор (Федератсияи Россия)

Н.Н. ҲАСАНОВ

доктори меъморӣ, и.в. профессор

Р.С. МУҚИМОВ

доктори меъморӣ, профессор

Ҷ.Ҳ. САИДЗОДА

доктори илмҳои техникӣ, профессор

Р.Ҳ. РАСУЛОВ

д.и.т., профессор (Ҷумҳурии Узбекистон)

Н.М. ҲАСАНОВ

д.т.н., дотсент

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

К.К. ДАВЛАТЗОДА

д.э.н., профессор

Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА

к.т.н., доцент, зам. главного редактора

Ш.А. БОЗОРОВ

к.т.н., доцент, зам. главного редактора

М. М. КАҲОМОВ

главный секретарь

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

А.И. СИДОРОВ

д.т.н., профессор (Российская Федерация)

А.Г. ФИШОВ

д.т.н., профессор (Российская Федерация)

З.Ш. ЮЛДАШЕВ

д.т.н., доцент

Л.С. КАСОБОВ

к.т.н., доцент

А.К. КИРГИЗОВ

к.т.н., доцента

И.Н. ҒАНИЕВ

академик АН РТ, д.х.н. профессор

Х.О. ОДИНАЗОДА

член-корр. АН РТ, д.т.н., профессор

Т.Дж. ДЖУРАЕВ

д.т.н., профессор

М.М. ҲАҚДОД

член-корр. АН РТ, д.т.н., профессор

А.Б. БАДАЛОВ

член-корр. АН РТ, д.х.н., профессор

И. МИРЗОАЛИЕВ

к.т.н., доцент

А.С. ФОҲАКОВ

д.т.н., доцент

В.В. СИЛЯНОВ

д.т.н., профессор (Российская Федерация)

Р.А. ДАВЛАТШОЕВ

к.т.н., доцент

М.Ю. ЮНУСОВ

к.т.н., и.о. доцента

Р.САЛОМЗОДА

к.т.н., доцент

Д.Н. НИЗОМОВ

член-корр. АН РТ, д.т.н., профессор

И. ҚАЛАНДАРБЕКОВ

д.т.н., и.о. профессора

А. Г. ГИЯСОВ

д.т.н., профессор (Российская Федерация)

Н.Н. ҲАСАНОВ

доктор архитектуры, и.о. профессора

Р.С. МУҚИМОВ

доктор архитектуры, профессор

Ҷ.Ҳ. САИДЗОДА

д.т.н., профессор

Р.Ҳ. РАСУЛОВ

д.т.н., профессор (Республика Узбекистан)

Н.М. ҲАСАНОВ

д.т.н., доцент

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

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

МУНДАРИҶА – ОГЛАВЛЕНИЕ

ЭНЕРГЕТИКА - ENERGY	6
<i>ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРО-ГЭС.....</i>	6
Киргизов А.К., Балаев М.А., Андалеби Н., Арабов Ф.Д., Худжасаидов Дж.Х.	6
<i>КОМПЛЕКСНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ</i>	14
¹ Юлдашев З.Ш., ² Касобов Л.С., ² Балаев М.А.	14
<i>МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ПОСРЕДСТВОМ ПРОГРАММЫ МАТЛАБ.....</i>	19
Тошходжаева М.И., Комилова М.Ё., Джураев М.М.	19
<i>МОДЕЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ВЕТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЙБУЛЛА</i>	27
Джавхарова Н.И.	27
<i>EFFICIENCY OF POWER SUPPLY SYSTEMS IN REMOTE AND MOUNTAINOUS AREAS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN ...</i>	34
¹ Gulov D.Yu., ² BoboevKh.D., ¹ Davlatov A.M., ² Sadullozoda Sh.S., ² Karimzoda J.H.	34
<i>ХУСУСИЯТИ ФАРҚУНАНДАИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКАИ ТОҶИКИСТОН</i>	42
Ализода А. А.	42
<i>ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОМПОНЕНТА АЧР ПУТЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....</i>	52
Ибрагимов Б.Ф.	52
<i>АНАЛИЗ ВКЛЮЧЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННОЙ ЭЭС ПАМИРА НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ РАБОТУ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СЕТЯМИ ОАО “БАРКИ ТОЧИК”</i>	60
¹ Худжасаидов Дж.Х., ¹ Киргизов А.К., ² Саидмиров Н.Ч.,	60
<i>УСУЛИ КАМ КАРДАНИ ТАЛАФИ НЕРҶИ БАРҚ АЗ РҶИ СХЕМАИ ТАҚСИМОТӢ ДАР ШАБАКАИ 0,4 кВ ДЕҶОТ.....</i>	67
Мирзоев Д.Н.	67
<i>ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННОГО РЕЖИМА ОСНОВАНИЯ И ЯДРА ПЛОТИНЫ НУРЕКСКОГО ГИДРОУЗЛА.....</i>	76
¹ Бобохонов Ф.Ш., ² Обиджони Ш.К., ³ Раджабов Б.М.	76
МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАВОДШИНОСӢ - МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ - METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE.....	87
<i>ВЛИЯНИЕ СОЛЬВАТАЦИИ РЕАГЕНТОВ НА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕАКЦИИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ КАДМИЯ(II) С 2-МЕТИЛИМИДАЗОЛОМ И 1-МЕТИЛ-2-МЕРКАПТОИМИДАЗОЛОМ.....</i>	87
Мирзохонов Д.Ч.	87
<i>ПОСТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЛИКВИДУСА СИСТЕМЫ Au-Si-Sb МЕТОДОМ СИМПЛЕКСНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ</i>	94
Мирзоева Б.М.	94
ТЕХНОЛОГИЯИ КИМИЁӢ - ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ - CHEMICAL TECHNOLOGY	99
<i>ИССЛЕДОВАНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ТРИПЛЕТНЫХ МЕТОК В СТРУКТУРЕ ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН</i>	99
¹ Султонов Р.А., ¹ Раджабов У.Р., ² Юсуфи С.Дж., ³ Рахими Ф., ¹ Наврӯзода Г.Ф., ³ Юсупов И.Х.	99
<i>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЛЮМОГИДРИДОВ ЛАНТАНОИДОВ</i>	106
Исозода Д.Т.	106
НАҚЛИЁТ - ТРАНСПОРТ - TRANSPORT	109
<i>ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ДВИЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В БОХТАРСКОЙ ЗОНЕ ПО МАРШРУТУ УЛ. НОРИНОВА Г. БОХТАР (ТОЧКА А) ДО ОСТАНОВКИ РЕСТОРАНА Г. ЛЕВАКАНТ (ТОЧКА В).</i>	109

Фохаков А.С., Джалолзода Д.С.	109
<u>ТАЪСИРИ ХУСУСИЯТҲОИ ТАБИЙ-ИҚЛИМИИ МИНТАҚАИ КӯҲӢ БА КОРИ ИДОРАКУНИИ РОНАНДАҲОИ МОШИНҲОИ СОХТМОНИЮ РОҲСОЗӢ</u>	116
Бобобеков О.Қ.	116
<u>УПРОЩЕНИЕ СИСТЕМЫ ВАДС</u>	121
Умирзоков А.М.	121
<u>РОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ ТАДЖИКИСТАНА</u>	126
Мирзозода С.Б., Мирзоев Ф.С.	126
<u>ПРИМЕНЕНИЕ SADT–МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕСУРСА ШИН АВТОСАМОСВАЛОВ В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ КАРЬЕРОВ</u>	131
Бердиев А.Л.	131
<u>ВОССТАНОВЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ МЕТОДОМ КОАГУЛЯЦИИ</u>	142
Юнусов М.Ю.	142
<u>ВЛИЯНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА СКОРОСТЬ СООБЩЕНИЯ НА ТРЕХПОЛОСНЫХ СЕГМЕНТАХ УЛИЧНО-ДОРОЖНЫХ СЕТЕЙ</u>	148
Пиров Ж.Т., Бозоров Ш.А., Мухторов Дж.Д.	148
<u>ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОТЫ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ</u>	153
Мирзовалиев Х.И., Мирзоалиев И., Абдулло М. А.	153
<u>МУНОСИБАТИ СИСТЕМАВӢ ДАР ОМУӢЗИШ ВА БАЛАНД БАРДОШТАНИ САМАРАНОКИИ КОРИ НАҚЛИӢТИ АВТОМОБИЛИИ</u>	159
Юнусов Ф.М.	159
СОХТМОН ВА МЕЪМОРӢ - СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА - CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE	165
<u>ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСВЕЩЕНИЯ ВЫСОКОМУТНЫХ ВОД</u>	165
Марамов М.Б., Каландарбеков И.И., Норматов А.Ю., Фарзонаи Ш.	165
<u>ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ПОЛОГОЙ ОБОЛОЧКИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ</u>	170
¹ Низомов Д.Н., ² Каландарбеков И.К., ² Каландарбеков И.И., ² Джонмамадова М.Т.	170
<u>УКРЕПИТЕЛЬНАЯ ЦЕМЕНТАЦИЯ ОСНОВАНИЙ ПЛОТИН</u>	176
<u>В ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ</u>	176
Ятимов А.Дж ¹ , Хасанов Н.М ¹ , Холов Ф.А ² , Хасанов М.Н ² ,	176
<u>ХУСУСИЯТИ ИНКИШОФИ БИНОҲОИ ИСТИҚОМАТИИ ШАҲРҲОИ МИЁНАИ ТАЪРИХИИ ШИМОЛИ ТОҶИКИСТОН ДАР АСРИ ХХ</u>	183
¹ Муқимова С.Р., ² Зокиров Р.Ш.	183
<u>АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН НА НАЛИЧИЕ РЕК, ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ, ИСТОРИЧЕСКИХ И ОХРАННО-ЗАПОВЕДНЫХ ЗОН</u>	190
Тиллоев С.С., Рахматуллоева Н.И.	190
<u>НАПРАВЛЕНИЯ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ПЛАСТИЧЕСКИХ ИСКУССТВ</u>	195
<u>В АРХИТЕКТУРЕ</u>	195
Эмомова Ф.Ё.	195
<u>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК ГЛИЕЖА ФАН-ЯГНОБСКОГО И АНГРЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ПРОЧНОСТЬ ИСХОДНОГО КЛИНКЕРА ПРИ ХРАНЕНИИ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ</u>	201
Саидзода Дж.Х., Мирджамолов А.М., Джуракулов М.Р.	201

<u>ТАДҚИҚОТҲОИ НАЗАРЯВИИ КОНСТРУКСИЯИ ИНШООТИ ОБГУЗАРОНАНДА АЗ ТАЪСИРИ ҶУВВАӢОИ ЗИЛЗИЛАВӢ</u>	207
<u>1Хасанов Н.М., 2Зувайдов М.М., 1Алимардонов А.М.</u>	207
<u>МУАЙЯН НАМУДАНИ ҲОЛАТИ КОРӢ, ҚИТӢАҲОИ ЗАРАРДИДАИ НАҚБИ ОБӢРИИ ДАНҒАРА БО ПЕШБИНИ ЧОРАБИНИҲОИ ТАЪМИРӢ</u>	212
<u>Тоирзода С.Т.</u>	212
<u>ТУРИСТСКО – РЕКРЕАЦИОННОЕ ЗОНИРОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН</u>	219
<u>Рахмонов С.С., Мукимова С.Р., Шокиров Р.М.</u>	219
<u>ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ГРАНУЛЯТ СТАРОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА</u>	225
<u>Сайрахмонов Р.Х., Шарифов Ф.А., Шарифов А.Ш.</u>	225
<u>РАЗВИТИЕ ДЕРЕВЯННОЙ КОНСТРУКЦИИ И ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ ОБРАЗ В АРХИТЕКТУРЕ ТАДЖИКИСТАНА</u>	231
<u>Разоков А.А., Олимова Н.О.</u>	231
<u>АСФАЛЬТОБЕТОН С ДОБАВКАМИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ</u>	237
<u>Асад Т., Сайрахмонов Р.Х., Умаров С.С.</u>	237

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРО-ГЭС

Киргизов А.К., Балаев М.А., Андалеби Н., Арабов Ф.Д., Худжасаидов Дж.Х.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Наиболее эффективным способом обеспечения труднодоступных горных населенных пунктов электроэнергией является использование микрогидроэлектростанций (микро-ГЭС). Микро-ГЭС по своему принципу работы являются очень надёжными источниками энергии по сравнению с другими видами возобновляемых источников. Так как труднодоступные горные селения имеют огромное количество малых ручьев, которые подходят для строительства и установки микро-ГЭС. Для строительства микро-ГЭС нет необходимости строительства дорогостоящих конструкций и фундаментов. В основном своём режиме работы микро-ГЭС работают по водотоку, используя очень малое количество воды. В статье приводится методика проектирования микро-ГЭС с использованием программы Matlab Simulink.

Ключевые слова: гидроэнергия, микро-ГЭС, турбина, напор, расход, река, капиталовложения, мощность.

ХУСУСИЯТҲОИ ЛОИҲАКАШИИ МИКРО НЕРУГОҲҲОИ ОБӢ

Қирғизов А.К., Балаев М.А., Андалеби Н., Арабов Ф.Н., Хуҷасаидов Ҷ.Х.

Воситан самарабахши бо қувваи электрикӣ таъмин намудани кишлокҳои дурдасти қухистон ин истифодаи неругоҳҳои обии хурд мебошад. Неругоҳҳои барқи обии хурд аз рӯи принципи қорашон дар муқоиса бо дигар навъҳои манбаҳои барқароршаванда манбаи бозғимоди энергия мебошанд. Чунки дар деҳаҳои дурдасти қухсор шумораи зиёди дарёҳои хурд мавҷуданд, ки барои сохтан ва насби неругоҳҳои обии хурд мувофиқанд. Барои сохтани микро неругоҳҳои обии сохтмони иншооту таҳкурсии қимат лозим нест. Дар речаи асосии қори худ, неругоҳҳои барқи обии хурд қад-қади қараёни обро бо микдори хеле ками об кор мекунанд. Дар мақола методологияи тарҳрезии неругоҳи хурди обӣ бо истифода аз барномаи Matlab Simulink оварда шудааст.

Калидвожаҳо: гидроэнергетика, неругоҳи хурди обӣ, турбина, сарлавҳа, суръати об, дарё, сармоязузорӣ, нерӯ.

FEATURES OF MICRO HPP DESIGN

Kirgizov A.K., Balaev M.A., Andalebi N., Arabov F.N., Khujasaidov J.Kh.

The most effective way to provide hard-to-reach mountain settlements with electricity is the use of micro hydroelectric power plants (micro hydroelectric power plants). Micro HPPs, by their principle of operation, are reliable sources of energy compared to other types of renewable sources. Since remote mountain villages have a huge number of small streams that are suitable for the construction and installation of micro hydroelectric power stations. For the construction of a micro hydroelectric power station, there is no need to build expensive structures and foundations. In their main mode of operation, micro hydroelectric power plants operate along a watercourse using a very small amount of water. The article presents a methodology for designing a micro hydroelectric power station using the Matlab Simulink program.

Key words: hydropower, micro hydroelectric power station, turbine, head, flow rate, river, capital investment, power.

Введение

Одним из важных элементов сегодняшней жизни является обеспечение энергии населения. Доступность к энергии позволяет увеличивать уровень жизни населения, обеспечивать качество здравоохранения и занятости населения. С каждым годом увеличивается количество населения, во всем мире которое приводит к увеличению потребления энергии. В связи с удорожанием нефти и газа усугубляется всё больше энергетический кризис. Для решения этой проблемы во всем мире начинают широко применение возобновляемых и нетрадиционных источников энергии. Как мы знаем, возобновляемые источники имеют характер непостоянности, которая снижает надёжность энергообеспечения населения. В основном солнечная и ветровая энергия менее надёжны по сравнению с гидроэнергией, поэтому использование энергии малых рек и ручьев является более привлекательным вариантом энергообеспечения. Применение гидроэлектростанции началось уже в конце 18 века. На сегодняшний день гидроэлектростанции вырабатывают около 20% от общего количества электроэнергии, вырабатываемой во всем мире. В некоторых странах почти до 100 % всей энергии вырабатывается на ГЭС, например, в нашей стране. Гидроэлектростанции, особенно крупные, требуют большого количества воды и очень дорогостоящую инфраструктуру. Наиболее выгодными особенно в труднодоступных населенных пунктах являются микрогидроэлектростанции по сравнению со строительством линии электропередач.

Микро-ГЭС генерируют от (5) до (100) киловатт электроэнергии, и их можно устанавливать на ручьях без дополнительных гидротехнических сооружений.

Основными преимуществами микро-ГЭС являются:

- Не требуют больших капитальных затрат;
- Имеют большой коэффициент преобразования по сравнению с солнечной и ветровой электростанциями;
- Коэффициент полезного действия микро-ГЭС составляет почти 92%.
- Выработка электроэнергии не зависит от времени суток и от сезона.

Строительство малых гидроэлектростанций по сравнению с мини- и микро-ГЭС требует больше капиталовложений, больше разрешительных документов как технических, так и экологических. Микро-ГЭС не требует больших капиталовложений и в большинстве случаев это укомплектованная установка, не требующая строительных работ. В большинстве своём используется только трубопровод в виде трубы или шланга, или вообще устанавливается по течению реки. Основным требованием к строительству и установке микро-ГЭС является правильное определение места установки микро-ГЭС. Как показывает практика, в некоторых случаях можно обходиться и без строительства здания микро-ГЭС, особенно для переносных установок. На рисунке 1 показана иллюстрация схемы микро-ГЭС.



Рисунок 1–Принципиальная схема микро-ГЭС.

В данной статье сообщается о проектировании микро-гидроэлектростанции в процедуре Matlab Simulink с учетом множества проектных соображений, таких как обследование площадки, измерение напора и расхода воды, компоненты строительных работ (водослив – мусоросборник – водозабор – канал - водовод), выбор типа гидротурбины и габаритов электрогенератора.

Особенности проектирования микро-ГЭС

Чтобы спроектировать микро-ГЭС, необходимо подготовить и учесть множество параметров. Так как микро-ГЭС строятся на малых ручьях, то, как правило, все они не имеют систему наблюдения за стоком. Для этого необходимо определить технический потенциал ручья, возможный напор и расход воды на месте.

Кривая обеспеченности стока

Выбор типа турбины, размера и скорости зависит от полезного напора и максимального расхода воды, который должен определяться потоком воды в реке, где будет установлена турбина. Из-за того, что микро-ГЭС обычно строятся как русловые, максимальная пропускная способность воды является средним значением кривой продолжительности стока для реки или ручья. Способом организации данных о расходе является построение кривой обеспеченности стока, которая показывает для конкретной точки реки долю времени, в течение которого расход здесь равен или превышает определенные значения. Его можно получить из гидрографа, организовав данные по величине, а не в хронологическом порядке. Среднегодовой сток дает представление об энергопотенциале ручья. КПД могут производиться как за определенные периоды времени, так и за определенные годы.

Измерение расхода

В основном на малых реках отсутствуют гидрологические посты, которые постоянно измеряют расход воды в реке. Для малых рек в основном при строительстве микро-ГЭС необходимо измерить расход воды в маловодном периоде. Для более приблизительного определения используют метод скорости-площади, который позволяет без дополнительных усилий определить расход и скорость воды в реке. Этот метод имеет некоторые погрешности, так как принимается, что река имеет одинаковую ширину и четко очерченную площадь. Измерение площади поперечного сечения (A_r):

$$A_r = \frac{(a+b)}{2} * \frac{h_1+h_2+h_3+\dots+h_k}{k}, \quad (1)$$

где a = ширина верхнего течения реки (м);

b = ширина дна реки (м);

$\frac{h_1+h_2+h_3+\dots+h_k}{k}$ – средняя высота воды в реке (м).

В горных районах Таджикистана все малые реки имеют очень изменчивую скорость из-за ландшафта местности, поэтому необходимо измерение скорости воды в некоторых точках водотока. Для этого используется специальная вертушка, или можно очень примитивным способом преодолеть определенную длину плавающего объекта по центру реки во времени. Таким образом, поверхностная скорость (м/с) водотока определяется как:

$$V_{rs} = L/t \quad \text{м/сек}, \quad (2)$$

Для определения средней скорости воды в реке V_r необходимо поверхность скорости умножить на поправочный коэффициент, который учитывает глубину водотока и неровность дна реки:

$$V_r = 0,75 * V_{rs} \quad \text{м/сек}, \quad (3)$$

В этом случае скорость потока можно рассчитать, как:

$$Q = A_r * V_r \quad \text{м}^3/\text{сек}, \quad (4)$$

где Q = расход воды реки.

Плотина и открытый канал

В реках, которые имеют небольшие скорости движения жидкости, и которых в горных регионах намного меньше, возможно строительство небольшой дамбы поперёк реки. В некоторых случаях дамбы или плотина имеют выемку для пропуска воды. Используется несколько типов выемок: прямоугольная, V-образная или трапецевидная. В большинстве случаев можно ограничиться металлической или пластмассовой трубой.

Скорость потока через эту трубу можно определить следующим образом [4]:

$$Q = 1.8 * (W - 0.2h) * h^{1.5} \quad \text{м}^3/\text{сек}, \quad (5)$$

Где W = ширина дамбы (плотины) (м)

h = высота водослива (м)

Если, $W = 3h$, то можно рассчитать размеры водослива.

При открытом канале в подводе воды от верхнего бьефа к нижнему необходимо сделать небольшой уклон, так как большой уклон может привести к быстрой эрозии верхнего бьефа. В основном канал должен быть устойчивым и не допускать деформацию дна. Течение в канале должно быть равномерным, и постоянна глубина и скорость течения.

Линия градиента энергии, линия поверхности и линия нижнего канала параллельны друг другу. На основе этих концепций Мэннинг установил, что [4]:

$$Q = \left(\frac{1}{n_{ch}}\right) * Sf * S_{ch}^{1/2} \quad \text{м}^3/\text{сек}, \quad (6)$$

Где Q – расход воды в однородном открытом канале.

n_{ch} – фактор укомплектования персоналом.

Sf – коэффициент сечения.

S_{ch} – уклон нижней линии канала (гидравлический градиент), который обычно представляет собой уклон русла.

$$S_{ch} = \left[\frac{Q * n_{ch}}{A_{ch} * R_{ch}^{2/3}} \right]^2, \quad (7)$$

где $A_{ch} = (W * h)$ (м²) площадь поперечного сечения открытого канала.

$R_{ch} = \frac{A_{ch}}{(W+2h)}$ м, гидравлический радиус площади сечения.

Скорость открытого канала (V_{ch}) может быть рассчитана как:

$$V_{ch} = \frac{Q}{A_{ch}}, \quad (8)$$

Конструкция мусорной корзины

Для предотвращения попадания мусора во входной лоток решетки на определенном расстоянии (называемые мусорными стойками) располагаются в наклонном положении (под углом 60°-80° к горизонтали). Максимально возможное расстояние между стержнями обычно определяется производителями турбин. Расстояние между решётками для турбин Пелтона составляет 20-30 мм, для турбин Каплана 80-100 мм, для турбин Фрэнсиса 40-50 мм. Решетка всегда устанавливается на входе в трубопровод, который приводит к дополнительной потере напора. Также вода приводит к ускорению коррозии металлов, которое зависит от минеральности воды и от формы решетки. Коэффициент коррозии варьируется от 0,8–0,24.

Конструкция затвора

Напорные трубопроводы используются для подачи воды от водозабора к электростанции. Трубы могут быть установлены над или под землей, в зависимости от геологии земли, материала трубопровода, температуры окружающей среды и экологических требований к окружающей среде. Внутренний диаметр водовода (D_p) можно оценить исходя из скорости потока, длины трубы и полного напора, как [4]:

$$D_h = 2.69 * (n_p^2 + Q^2 * L_p / H_g)^{0.188} \text{ м}, \quad (9)$$

где n_p – коэффициент Мэннинга.

Q – расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$).

L_p – длина затвора в (м).

H_g – общий напор в (м).

Толщина стенки затвора зависит от материалов трубы, ее прочности на растяжение, диаметра трубы и рабочего давления. Рекомендуемая минимальная толщина стенки:

$$t_p = \frac{D_p^{+508}}{400} + 1.2 \text{ мм}, \quad (10)$$

где D_p диаметр затвора в (мм).

t_p – минимальная толщина затвора в (мм).

Труба должна быть достаточно жесткой, чтобы с ней можно было обращаться без опасности деформации в полевых условиях.

Измерение напора

Расстояние по вертикали между уровнем поверхности воды на входе и выходе для реактивных турбин, таких как турбины Фрэнсиса и Каплана, и уровнем сопла для импульсных турбин, таких как Пелтон, Турго и Кросс составляет общий напор на малых ГЭС (H_g). Напор можно определить с помощью электронных нивелиров с автоматическим отображением высоты и расстояния. Также для определения напора можно использовать GPS навигацию, которая вполне подходит для полевых измерений. Полезный напор можно определить, учитывая потери в трубопроводе, потери в открытом канале и потери в мусоросборнике.

Мощность турбины

Основным источником гидроэнергии является падающая вода. Независимо от того, как подаётся вода в турбину, через трубопровод или открытый канал, мощность турбины можно определить следующим образом:

$$P_t = \rho * g * H_n * Q * \eta_t \text{ Вт}, \quad (11)$$

где P_t – мощность в ваттах;

Q – расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$).

g – ускорение свободного падения.

η_t – КПД турбины.

Коэффициент полезного действия (КПД) турбины η_t – отношение подаваемой мощности к турбине от выходной механической мощности на этом валу. Общий КПД турбины микро-ГЭС можно определить с учетом потери в редукторе скорости.

Скорость турбины

Для обеспечения управления частотой вращения турбины путем регулирования расхода воды необходима определенная инерционность вращающихся элементов. Чтобы дать дополнительную инерцию валу можно устанавливать маховик на валу турбины или генератора. При отключении нагрузки избыток мощности разгоняет маховик, позже, при повторном подключении нагрузки, торможение дополнительной инерции дает дополнительную мощность, что помогает минимизировать изменение скорости. Уравнение вращающейся системы имеет вид:

$$\frac{dw}{dt} = \frac{1}{J * w} (P_t - P_l - B * w^2), \quad (12)$$

где w – скорость турбины в (рад./сек.).

P_t – мощность турбины (ватт).

P_l – мощность нагрузки (ватт).

B – коэффициент момента трения турбины и генератора (Н.м/(рад./сек)).

J – момент инерции всей вращающейся системы ($\text{кг}\cdot\text{м}^2$).

$$P_t - P_l - B * w^2, \frac{dw}{dt} = 0, \quad (13)$$

Когда w – константа. Так что работа стабильная. Когда P_t больше или меньше $P_l - B * w^2$, скорость непостоянна, и регулятор должен вмешиваться, чтобы выходная мощность турбины соответствовала выходной мощности генератора. Уравнение движения всей системы является дифференциальным уравнением первого порядка и может быть решено численно с помощью программного обеспечения Matlab Simulink или решения в закрытой форме. Тогда скорость турбины в об/мин. можно определить как:

$$N = \frac{60 * w}{2\pi} \quad (\text{об/мин}), \quad (14)$$

Все турбины, которые имеют одинаковые геометрические пропорции, даже если размеры разные, будут иметь одинаковую удельную скорость (N_s). Удельная скорость определяется как [4]

$$N_s = \frac{N \cdot \sqrt{P_t}}{H_n^{5/4}} \quad (\text{об/мин}), \quad (15)$$

где N – скорость турбины в (об/мин), которую можно рассчитать из решения уравнения движения.

H_n – чистый напор в (метрах).

P_t – мощность турбины в (кВт).

Выбор турбины

Тип турбины можно определить после того, как были определены мощность, скорость, напор, высота над уровнем моря и основные размеры турбины. При выборе некоторых типов турбин требуются дополнительные характеристики некоторых параметров.

Турбины Пелтона, как правило, покрывают область высокого давления до (50 м) для микро-ГЭС. Типы турбин Фрэнсиса охватывают самый большой диапазон напора ниже домена турбины Пелтона с некоторым перекрытием и напором до 10 м для микро-ГЭС. Самая нижняя область напора ниже (10 м) покрыта турбиной типа Каплана с неподвижными или подвижными лопастями. Для низких напоров и до (50 м) также можно использовать импульсную турбину с поперечным потоком.

Зная тип турбины, основные размеры турбины можно оценить, как [6]:

Для турбины Пелтона

Если известны скорость рабочего колеса (N), полезный напор и расход воды (Q), размеры турбины Пелтона можно оценить из следующих уравнений [6]:

$$D_1 = 40.8 * \frac{\sqrt{H_n}}{N}, \quad (16)$$

диаметр окружности, описывающей осевую линию ковшей, в метрах.

$$B_2 = 1.68 * \sqrt{\frac{Q}{K} * \frac{1}{\sqrt{H_n}}}, \quad (17)$$

ширина ковша в метрах.

где K – количество форсунок.

$$D_e = 1.178 * \sqrt{\frac{Q}{K} * \frac{1}{\sqrt{g * H_n}}}, \quad (18)$$

диаметр патрубка в метрах.

$$D_j = 0.54 * \sqrt{Q / \sqrt{H_n}} \quad \text{диаметр струи в метрах.}$$

$$V_{jet} = 0.97 * \sqrt{2 * g * H_n} \quad \text{скорость струи (м/с).}$$

Отношение D_1/B_2 всегда должно быть больше (2,7). если это не так, то необходимо выполнить новый расчет с большим количеством сопел. Если турбина Турго при той же мощности, что и Пелтон, удельная скорость удваивается по сравнению с этой Пелтон, а диаметр уменьшается вдвое.

$$D_3 = 84.5(0.31 + 2.49 \frac{N_s}{995}) \frac{\sqrt{H_n}}{N}, \quad (19)$$

выходной диаметр в метрах

$$D_1 = \left(0.4 + \frac{94.5}{N_s}\right) * D_3, \quad (20)$$

диаметр входного патрубка в метрах

$$D_2 = \frac{D_3}{(0.96 + 3.8 * 10^{-4} * N_s)}, \quad (21)$$

входной диаметр в метрах

$$\text{If } N_s < 163 \text{ then } D_1 = D_2$$

Для турбины Каплана

$$D_e = 84.5(0.96 + 3.8 * 10^{-4} * N_s) \frac{\sqrt{H_n}}{N}, \quad (22)$$

выходной (внешний) диаметр бегунка в метрах

$$D_e = \left(0.25 + \frac{94.5}{N_s}\right) * D_e \quad (23)$$

диаметр ступицы рабочего колеса (входной патрубков) в метрах b

Для турбины с поперечным потоком

$$D_r = \frac{40 * \sqrt{H_n}}{N} \quad \text{диаметр бегунка в метрах}$$

$$L_r = \frac{0.81 * Q}{D_r * \sqrt{H_n}} \quad \text{длина бегунка в метрах}$$

$$t_j = \frac{0.233 * Q}{L_r * \sqrt{H_n}} \quad \text{толщина струи или ширина сопла в метрах}$$

Результаты

В статье приведены основные требования к проектированию микро-ГЭС. После того как в полевых условиях были определены основные параметры, такие как расход воды, напор, размер трубопровода и другие, с помощью компьютерной программы были определены другие параметры проектируемой микро-ГЭС.

Далее с помощью программы была определена зависимость мощности турбины от частоты вращения с полным напором при различных значениях расхода воды, которые показаны на рисунках (2,3,4).

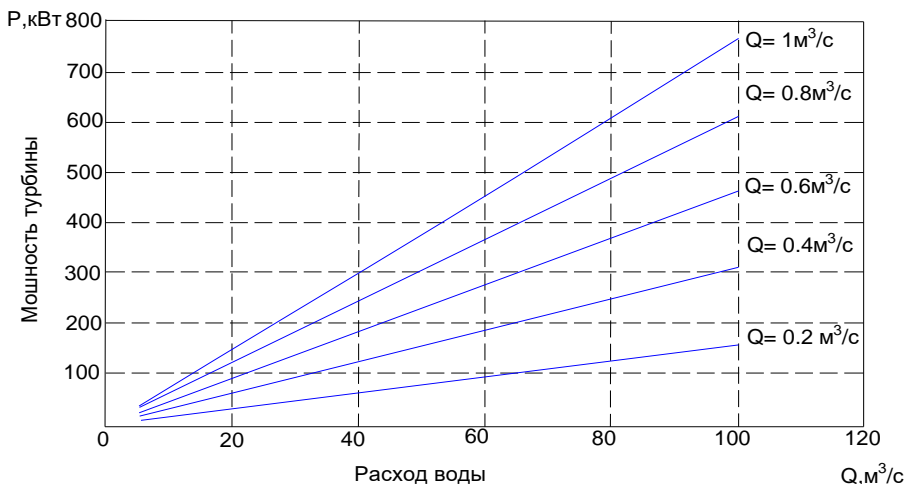


Рисунок 2 - Изменение мощности турбины от полного напора при различных значениях

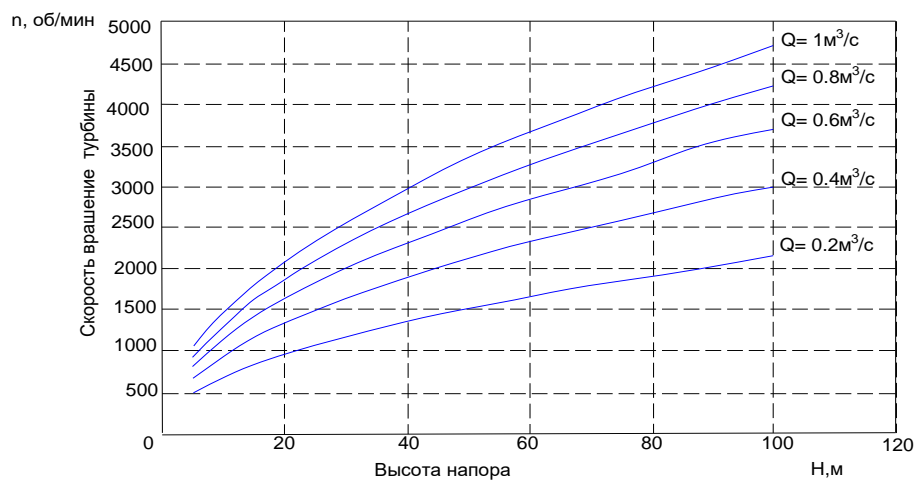


Рисунок 3 - Изменение частоты вращения турбины в зависимости от напора при различных значениях расхода воды.

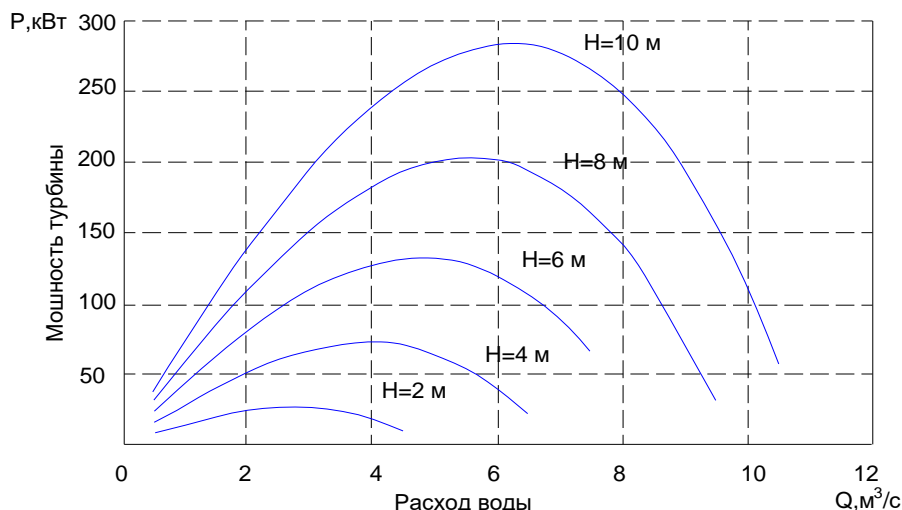


Рисунок 4 - Изменение мощности турбины в зависимости от расхода воды при различных значениях полного напора.

Литература

1. Михайлов, Л.П. Малая гидроэнергетика / Л.П. Михайлов // М.: Энергоатомиздат, 1999. 184 с.
2. Виссарионов, В.И. Техничко-экономические характеристики малой гидроэнергетики (справочные материалы) / В.И. Виссарионов, Н.К. Малинин, Г.В. Дерюгина и др. // Методическое пособие. М.: Изд-во. МЭИ, 2001. –120 с.
3. Малинин, Н.К. Теоретические основы гидроэнергетики: учебник для вузов / Н.К. Малинин. –М.: Энергоатомиздат, 1985. –312 с.
4. Киргизов А.К. Влияние местности на определение потенциала возобновляемых источников энергии / З.С. Ганиев, Р.А. Джалилов. //Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. № 1 (41), 2018. – Душанбе: ТТУ имени акад. М.С. Осими, 2020. – С. 20-33. ISSN: 2520-2227
5. Киргизов. А.К., Эффективность режимов работы каскада Вахшских ГЭС с учетом эксплуатационных характеристик агрегатов / И. Толибзода, М.М. Джононов // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. № 1 (49), 2020. – Душанбе: ТТУ имени акад. М.С. Осими, 2020. - С. 35-40. ISSN: 2520-2227
6. Kirgizov A.K. Expert system application for reactive power compensation in isolated electric power systems / Ahyoev J.S., Dmitriev S.A., Safaraliev M.K., Pavlyuchenko D.A., Ghulomzoda A.H // International Journal of Electrical and Computer Engineering. 2021. Т. 11. № 5. С. 3682-3691.
7. Марковский, Ф.Т. Гидроэнергетические установки малой и средней мощности / Под ред. Ф. Т. Марковского. –М.: Машгиз, 1952. –519 с.
8. Фельдман Б.Н. Современное состояние и перспективы развития малой гидроэнергетики в России. / Б.Н.№ 8-9,– С. 53-55.

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

TJ	RU	EN
Қирғизов Алифбек Қирғизович	Киргизов Алифбек Киргизович	Kirgizov Alifbek Kirgizovich
номзади илмҳои техникӣ, дотсент	кандидат технических наук, доцент	candidate of technical sciences, associate professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
<i>alifbek@mail.ru</i>		
Балаев Мухамадшо Аҳтамович	Балаев Мухамадшо Ахтамович	Balaev Muhamadsho Ahtamovich
номзади илмҳои техникӣ, дотсент	кандидат технических наук, доцент	candidate of technical sciences, associate professor

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
<i>muhamad65.balaev@mail.ru</i>		
Андалеби Навруз	Андалеби Навруз	Andalebi Nowruz
Унвончуи кафедраи “Неругоҳҳои электрикӣ”	Соискатель кафедры “Электрические станции”	Competitor of the Department “Electric Power Plants”
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
Арабов Фируз Дилшодович	Арабов Фируз Дилшодович	Arabov Firuz Dilshodovich
Докторанти PhD кафедраи “Неругоҳҳои электрикӣ”	Докторант PhD “Электрические станции”	Doctoral student PhD “Power plants”
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
Хучасайдов Чахонгир Хучасайдов	Худжасайдов Джахонгир Худжасайдович	Khujasaidov Jahongir Khujasaidovich
номзади илмҳои техникӣ, дотсент	кандидат технических наук, доцент	candidate of technical sciences, associate professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
<i>jahon_ttu@mail.ru</i>		

УДК621.311

КОМПЛЕКСНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

¹ Юлдашев З.Ш., ² Касобов Л.С., ² Балаев М.А.

¹ Физико-технический институт им. С. У. Умарова НАНТ

² Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье рассматривается специфическая особенность сельского хозяйства: биологические факторы производства, которые в комплексе с техногенными средствами и предметами труда образуют агроэнергетическую систему. Предлагается новое территориальное социально-жилищное и производственное образование – агрогородок. Примером распределенной энергетики может быть использование минитеплоэлектроцентрали, которая является практическим воплощением нескольких электротехнологий: когенерации, тригенерации, квадorgenерации и малой энергетики.

Рассмотрены преимущества каждой из электротехнологий. Практическое использование вышеперечисленных электротехнологий позволит решить энергетические проблемы и сэкономить энергоресурсы, а также получить продукцию с низкими энергетическими затратами.

Ключевые слова: когенерация, тригенерация, квадorgenерация, сельское хозяйство, энергетические затраты.

БА ДАСТ ОВАРДАНИ КОМПЛЕКСИИ ЭНЕРГИЯИ ГАРМӢ ВА ЭЛЕКТРИКӢ

Юлдашев З.Ш., Касобов Л.С., Балаев М.А.

Дар мақола хусусияти маҳсули хочагии кишлоқ дида шудааст: омилҳои биологии истеҳсолот, ки дар якҷоягӣ бо воситаҳои техногенӣ ва лавозимоти меҳнат системаи агроэнергетикиро ташкил мекунад. Ташкилоти нави иҷтимоӣ – рӯзгорӣ ва истеҳсоли – шаҳраки аграрӣ пешниҳод мешавад. Мисоли энергетикаи тақсимшуда истифодаи маркази баркугармии хурдтарин шуда метавонад, ки амалан татбиқи якҷанд технологияи электрикӣ мебошанд: когенератсия, тригенератсия, квадorgenератсия ва энергетикаи хурд.

Бартариҳои ҳар як технологияи электрикӣ дида шудаанд. Истифодаи амалии электротехнологияи дар боло қайдшуда имконият медиҳад, ки проблемаҳои энергетикӣ ҳал шаванд ва захираҳои энергетикӣ сарфа шаванд, ҳамчунон маҳсулотро бо сарфҳои камии энергетикӣ ба даст оранд.

Калимаҳои калидӣ: когенератсия, трикогенератсия, квадorgenератсия, хочагии кишлоқ, хароҷотҳои энергетикӣ.

INTEGRATED PRODUCTION OF THERMAL AND ELECTRIC ENERGY

Yuldashev Z.Sh., Kasobov L.S., Balaev M.A.

The proposed article discusses a specific feature of agriculture such as biological factors of production, that they combination with man-made means and objects of labor, forming an agro-energy system. A new territorial social and housing and industrial formation is proposed - an agro-town. An example of distributed energy can be the use of small thermal power plants, which are the practical implementation of several electrical technologies such as cogeneration, trigeneration, quad-generation and small-scale energy. The advantages of each of the electrical technologies are considered. The practical use of the above electrical technologies will be solving energy problems and saving energy resources and also obtaining products with a low energy cost.

Key words: cogeneration, trigeneration, quad-generation, agriculture, energy costs.

Исследования ученых показывают, что наблюдается прямопропорциональная зависимость между стоимостью приходящего на одного человека валового внутреннего продукта (ВВП) и потреблением энергии. В случае дефицита энергоресурсов нельзя добиться устойчивых темпов роста материального благополучия общества.

В отличие от других отраслей народного хозяйства сельское хозяйство имеет специфическую особенность: здесь основную роль играют биологические факторы производства, которые в комплексе с техногенными средствами и предметами труда образуют уникальную агроэнергетическую систему. Она не только перерабатывает и потребляет энергоносители, но и производит энергию. С одной стороны, происходит биологическая утилизация энергии путем ассимиляции, фотосинтеза, биоконверсии, а с другой, имеет место потребление энергоресурсов техногенного происхождения, а также использование средств производства и предметов труда, на создание которых была затрачена техногенная энергия.

На производство сельскохозяйственной продукции затрачиваются главным образом естественные природные ресурсы (солнечная энергия, осадки, почвенное плодородие и другие), а также ресурсы промышленного происхождения (энергоноситель, машины и механизмы, удобрения и другие) [1].

Агрогородок – новое территориальное социально-жилищное и производственно-хозяйственное образование. Агрогородком считается благоустроенный населенный пункт, обеспечивающий проживающему в нем населению и жителям прилегающих поселений комфортные условия проживания, а также выполнение производственных задач и трудовые ресурсы сопряженной градообразующей аграрной предприятия. При этом энергообеспечение агрогородка предполагается производить путем использования вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии, например, солнца, биогаза, аккумулялирования солнечной энергии в грунте и других перспективных технологий получения энергии [1].

Обеспечение продовольственной безопасности нашей республики должно базироваться на повышении эффективности функционирования сельхозпредприятий с учетом оптимального размера агрогородка, позволяющего наиболее рационально использовать производственный потенциал и социальную сферу.

Структура себестоимости сельскохозяйственной продукции показывает, что затраты топливно-энергетических ресурсов составляют 15-30% и имеют тенденцию к росту.

В АПК СНГ отмечается низкая эффективность использования энергоресурсов. Например, при расходе 1 кг условного топлива в Беларуси производится продукции на 1,07 \$, в то время как в Финляндии - на 4,76, во Франции – на 6,67, в Дании и Швейцарии – на 11,5\$.

Аграрная энергетика – это сложный иерархический организационно-технический комплекс, который выполняет функции энергообеспечения сельскохозяйственного производства, сопряженного с социально-культурной и жилищно-коммунальной сферой АПК.

В большинстве развитых стран широко используется энергетическая стратегия, сущность которой заключается в:

-переходе от централизованного энергоснабжения на распределенное производство энергии, совмещенное с потребителями энергии на местах;

-переходе от энергетики, основанной на ископаемом топливе, к бестопливной энергетике с использованием возобновляемых источников энергии и другие.

Примером распределенной энергетики может быть использование мини-теплоэлектроцентрали (Мини-ТЭЦ).

Мини-ТЭЦ – малая тепловая электростанция (до десятки МВт) предназначена для одновременного вырабатывания электрической и тепловой энергии. Это практическое воплощение нескольких электротехнологий: когенерации, тригенерации, квадрогенерации и малой энергетики. Обычно мини-ТЭЦ устанавливается непосредственно возле потребителя и производит энергию в высокоэффективном режиме конверсии первичного энергоносителя.

Рассмотрим особенности каждой из этих электротехнологий.

Когенерация – комбинированное производство электрической и тепловой энергии; термодинамическое производство двух или более форм полезной энергии из единственного первичного источника энергии [2, 3].

При раздельном производстве электроэнергии и тепла имеем (рисунок. 1):

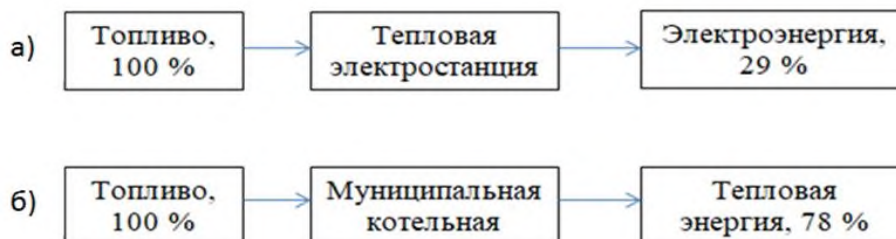


Рисунок 1– Раздельное производство электроэнергии и тепла

Общая эффективность (КПД) при раздельном производстве электроэнергии и тепла составит:

$$\text{КПД} = \frac{(29 + 78)}{200} = 53,5 \%$$

При использовании электротехнологии когенерации (получение электроэнергии и тепловой энергии) имеем (рисунок 2):

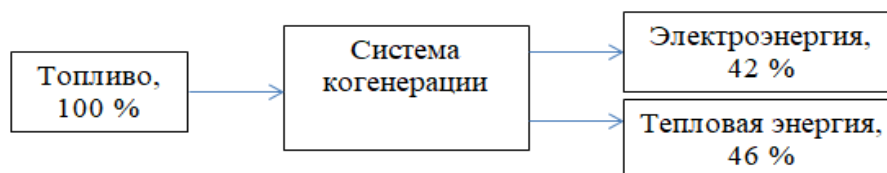


Рисунок 2– Совместное производство электроэнергии и тепловой энергии

Общая эффективность при раздельном производстве электроэнергии и тепла составит:

$$\text{КПД} = \frac{(42 + 46)}{100} = 88 \%$$

Основное преимущество когенерации–стремление к максимальному использованию энергии первичного топлива (например, использование тепловой энергии, которая раньше выбрасывалась в атмосферу) [4].

Общий КПД когенерационной установки составляет 80-95%. Термодинамическое производство двух или более форм полезной энергии из единственного первичного источника и есть когенерация. Две

наиболее используемые формы энергии – механическая и тепловая. Механическая энергия обычно используется для вращения электрогенератора.

Когенерационные установки, например марки TEDOM, выпускаются в трех сериях, в зависимости от мощности:

- с мощностью 10...40 кВт, которые применяются для покрытия собственных потребностей объекта в электрической энергии с использованием тепла для его отопления;
- с мощностью 40...150 кВт, которые применяются в промышленных объектах, больницах, бассейнах и гостиницах, для снижения стоимости электрической энергии в часы «пик»;
- с мощностью 160...3800 кВт, которые применяются на крупных предприятиях и в городских котельных, где электрическая энергия продается.

Трикогенерация – это комбинированное производство электрической, механической и тепловой энергии из одного и того же первичного источника энергии. Произведенная механическая энергия также может использоваться для поддержания работы вспомогательного оборудования, такого, как компрессоры и насосы. Тепловая энергия может использоваться как для отопления, так и для охлаждения. Холод производится абсорбционным модулем, который может функционировать благодаря горячей воде, пару или горячим газам. При эксплуатации традиционных (паровых) электростанций в связи с технологическими особенностями процесса генерации энергии, большое количество выработанного тепла выбрасывается в атмосферу через конденсаторы пара, градирни и тому подобное.

Большая часть этого тепла может быть утилизирована и использована для удовлетворения тепловых потребностей, это повышает эффективность с 30...50% - для электростанций до 80...90% - в системах когенерации [5] .

Наиболее важными чертами когенерации следует признать высочайшую эффективность использования топлива, более чем удовлетворительные экологические параметры, а также автономность.

Когенерационные установки очень выгодно использовать в качестве главных источников электрической энергии для промышленных предприятий, школ, больниц, торговых центров и других объектов, где полностью удовлетворяют потребность в электрической энергии. Тепловая энергия, произведенная данной установкой, используется в отоплении названных объектов и в обеспечении горячим водоснабжением.

В качестве главного вида топлива для когенерационных установок, как правило, используется природный газ. Все чаще находят применение альтернативные виды горючего, прежде всего биогаз, который можно получить на биогазовых станциях, расположенных вблизи водоочистительных станций, свалок коммунальных отходов или сельскохозяйственных предприятий.

Тригенерация – комбинированное производство электричества, тепла и холода. С энерготехнологической точки зрения имеется в виду соединение когенерационной установки с охладительной установкой. Это является выгодным с точки зрения эксплуатации когенерационной установки, так как дает возможность утилизации тепла летом, вне отопительного сезона, и этим продлить время работы установки в течение всего года (рисунок 3).

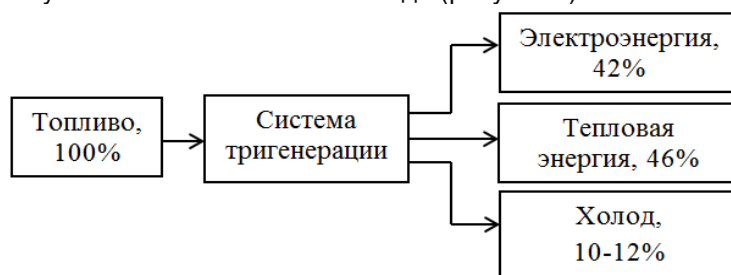


Рисунок 3 – Комбинированное производство электричества, тепла и холода

Холод может использоваться в системе кондиционирования - в производственных помещениях, в социальной сфере. Кондиционеры могут быть двух конструкций: компрессионные - привод компрессора от электродвигателя; абсорбционные – действие обеспечивается энергией пара, газа, горячей воды.

Преимуществом абсорбционного охлаждения по сравнению с компрессионным охлаждением является то, что оно может работать на более дешевой энергии, а не на дорогой электрической, в случае компрессионного охлаждения.

Абсорбционное охлаждение тихое, простое и надежное. Его недостатки - более высокие капитальные вложения, крупные габариты и большая масса по сравнению с компрессионным охлаждением.

Принцип абсорбционного охлаждения заключается в следующем. Концентрированный раствор постоянно нагревается в кипятильнике до температуры кипения каким-либо источником тепла

(электрическим, газовым и т.п.). Так как температура кипения хладагента значительно ниже температуры кипения растворителя (абсорбента), то в процессе выпаривания концентрированного раствора из кипятильника выходят концентрированные пары хладагента с небольшим количеством растворителя.

На пути движения к конденсатору концентрированные пары хладагента проходят специальный теплообменный аппарат (дефлегматор), в котором происходит частичная конденсация концентрированных паров. При этом образовавшийся конденсат стекает в концентрированный раствор, выходящий из кипятильника, а более концентрированные пары хладагента поступают в конденсатор, а высококонцентрированный жидкий хладагент из конденсатора – в испаритель, где он закипает при отрицательной температуре, из холодильника поступает в абсорбер и охлаждается окружающей средой до температуры начала абсорбции.

Выходящие из испарителя пары хладагента также движутся в абсорбер навстречу движущемуся охлажденному слабому раствору. В абсорбере происходит процесс поглощения (абсорбции) паров хладагента слабым раствором.

При этом выделяется некоторое количество теплоты абсорбции (смешение) в окружающую среду. Образовавшийся в абсорбере концентрированный раствор термонасосом передается в кипятильник [1].

Квадрогенерация – комбинированное производство электричества, тепла, холода и углекислоты. С электротехнологической точки зрения имеется в виду соединение когенерационной установки с охлаждающей установкой и генератором CO₂. Химическая энергия топлива преобразуется в электрическую, тепловую и холод, а очищенный выхлопной газ используется преимущественно в качестве подкормки растений в теплицах (рисунок 4).

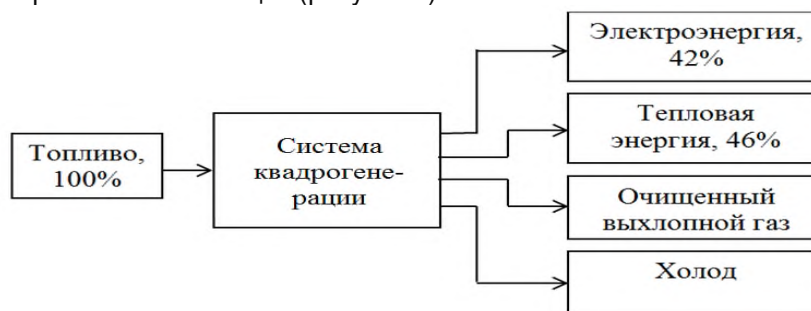


Рисунок 4 – Совместное производство электроэнергии, тепловой энергии, холода и углекислого газа

В качестве основного вида топлива для данных установок, как правило, используется природный газ, но в последнее время все чаще находят применение альтернативные виды горючего – биогаз. Биогаз можно получить на биогазовых станциях, расположенных вблизи водоочистительных станций, свалок коммунальных отходов или сельскохозяйственных предприятий со специализацией птицеводства и животноводства.

Практическое воплощение вышеперечисленных электротехнологий: когенерации, тригенерации, квадрогенерации и малой энергетики - позволит решить энергетические проблемы, сэкономить энергоресурсы, получить продукцию с низкими энергетическими затратами, то есть с меньшей долей энергии в себестоимости продукции.

Литература

1. **Энергоэффективность аграрного производства** / В.Г. Гусаков [и др.]; Нац. Акад. Наук Беларуси, Отд. аграр. наук, Ин-т экономики, Ин-т энергетики; под общ. ред. Акад. В.Г. Гусакова, Л.С. Герасимовича. - Минск: Беларус. навука, 2011. -776 с.
2. **Карпов В., Юлдашев З.** Методы повышения эффективности использования энергии: монография. - Saarbrücken, Deutschland (Германия): Lambert Academic Publishing, 2013. -174 с.
3. **Карпов В.Н., Юлдашев З.Ш.** Технологическая востребованность и техническое сопровождение увеличения потребления энергии в АПК. Монография. -СПб.: СПбГАУ, 2021. -168 с. ISBN 978-5-85983-359-7.
4. **Карпов В.Н., Юлдашев З.Ш.** Показатели энергетической эффективности действующих агроинженерных (технических) систем: монография. -СПб.: СПбГАУ, 2014. -160 с.
5. **Карпов В.Н., Юлдашев З.Ш.** Способ диагностики состояния энергетических элементов, контроля и управления энергетической эффективностью потребительских энергетических систем / -Известия СПбГАУ. -2011. -№22. -С. 314-320.

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

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Юлдашев Зарифҷон Шарифович	Юлдашев Зарифджан Шарифович	Yuldashev Zarifjan Sharifovich
Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title	д.и.т.	д.т.н.	Doctor of Technical Sciences
Ташкилот, Организация, Organization	Маркази омузиш ва истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергияи Институту физикаю техникаи ба номи С.У. Умаров АМИТ	«Центр изучения и использования возобновляемых источников энергии» Физико-технического института им. С. У. Умарова НАНТ	"Center for the Study and Use of Renewable Energy Sources" S. U. Umarov Institute of Physics and Technology NANT
e-mail	zarifjan_yz@mail.ru		
ORCID Id	0000-0002-9924-2952		
	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Қасобов Лоик Сафарович	Касобов Лоик Сафарович	Kasobov Loik Safarovich
Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title	н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Candidat of engineering sciences, Associate Professor
Ташкилот, Организация, Organization	ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
e-mail	loiknstu@mail.ru		
ORCID Id	0000-0002-9271-6908		
	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Балаев Муҳаммадшо Аҳтамович	Балаев Мухамадшо Ахтамович	Balaev Muhamadsho Ahtamovich
Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title	номзади илмҳои техники, дотсент	кандидат технических наук, доцент	candidate of technical sciences, associate professor
Ташкилот, Организация, Organization	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
e-mail	muhamad65.balaev@mail.ru		

Моделиронии параметрҳои системаи электроэнергетикӣ дар анвоҳи гуногун бо ёрии барномаи матлаб

М.И. Тошходжаева, М.Ё. Комилова, М.М. Ҷураев

Тадқиқ ва муқоисаи параметрҳои асосии системаи электронергетикӣ дар анвоҳи нормалӣ ва садамавӣ бо ёрии барномаи Matlab. Дар мақолаи таҳлили ҳолати системаи электроэнергетикӣ, ки параметрҳои асосии он ҳангоми таъсири кам ё зиёд тағйир меёбанд, тадқиқ карда шудааст. Аз сабаби он, ки аз амали бо эътибори автоматикаи зиддсадамавӣ, устувории системаи электроэнергетика вобастагӣ дорад, бояд кимати асосии параметрҳои системаи электроэнергетикӣ, ки фаъолияти устувори онро тавсиф медиҳад, бояд муайян карда шаванд: тағйироти кунҷи фазагии байни ҚЭҶ ва генератор ва шиддати шабака, тағйироти киматҳои иқтидорҳои активӣ ва реактивӣ дар бандҳои содираи генератори асосӣ ва бандҳои истеъмолкунанда. Тадиқи муқоисавии киматҳои параметрҳои, ки дар натиҷаи моделиронии имитатсионӣ дар муҳити Matlab, дар анвоҳи нормалӣ ва садамавии энергосистема ба даст омадааст, дар мисоли системаи таъминоти барқи минтақаи саноати ш. Гулистон Вилояти Суғд гузаронида шуд. Параметрҳои ҳисобии элементҳои системаи таъминоти барқ ҳангоми ба амал омадани расиши кӯтоҳ дар воқидҳои нисбӣ муайян карда шудааст. Дар модели имитатсионӣ расиши кӯтоҳ дар тахтасимҳои истеъмолкунандаи шиддати 10 кВ дида баромада мешавад. Ҳалли ҳалли муаммои дар боло қайдшуда, усули моделиронии имитатсионӣ дар муҳити Matlab ва усули ҳисоби ҷараёнҳои расиши кӯтоҳ бо ёрии бузургҳои базисӣ иҷро карда шудааст. Дар мақола рӯзмара будани мавзӯи тадқиқот ба таври муфассал оварда шудааст. Навгони тадқиқот дар он аст, ки моделиронии компютерӣ системаи таъминоти барқи саноати кӯҳкорӣ дар анвоҳи нормалӣ ва садамавӣ гузаронида шуда, устувории системаи электроэнергетикӣ санҷида шудааст. Натиҷаҳои моделиронии имитатсионии системаи таъминоти барқ дар анвоҳи нормалӣ ва садамавӣ муқоиса карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: моделиронӣ, энергосистема, устувории системаи электроэнергетикӣ, минтақаи саноатӣ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ПОСРЕДСТВОМ ПРОГРАММЫ МАТЛАБ

Тошходжаева М.И., Комилова М.Ё., Джураев М.М.

Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

Анализ параметров электроэнергетической системы в различных режимах посредством программы Matlab. В статье приведен анализ состояния электроэнергетической системы, основные параметры которого изменяются при различных возмущениях. От надежной работы средств противоаварийной автоматики зависит устойчивость электроэнергетической системы, поэтому необходимо определить значения основных параметров электроэнергетической системы, характеризующие ее устойчивое функционирование: изменение угла фазового сдвига между ЭДС генератора и напряжением сети, изменение значений активной и реактивной мощности на выходе источника и изменение тока на зажимах потребителя. Проведен анализ значений параметров, которые получены в результате имитационного моделирования в среде Matlab в различных режимах работы энергосистемы. Определены расчетные параметры элементов энергосистемы при коротком замыкании в относительных единицах. В имитационной модели короткое замыкание рассматривается на шинах потребителя 10 кВ. При решении поставленной задачи применяется метод имитационного моделирования в среде Matlab и метод расчета токов короткого замыкания при использовании базисных величин. В статье описана актуальность темы исследования. Новизна исследования заключается в компьютерном моделировании систем электроснабжения горнодобывающей промышленности в нормальном и аварийном режиме и проверке параметров устойчивости электроэнергетической системы. Проведено сравнение результатов имитационного моделирования системы электроснабжения в нормальном и послеаварийном режимах.

Ключевые слова: моделирование, энергосистема, устойчивость электроэнергетической системы, промышленная зона.

SIMULATION OF THE PARAMETERS OF THE ELECTRIC POWER SYSTEM IN VARIOUS MODES USING THE MATLAB PROGRAM

Toshkhodzhaeva M.I., Komilova M.Y. Juraev M.M.

Analysis and comparison of the main parameters of the electric power system in normal and emergency mode using the Matlab program. The article provides an analysis of the state of the electric power system, the main parameters of which change with small and large disturbances. Since the stability of the electric power system depends on the reliable operation of the emergency automatics, it is required to determine the values of the main parameters of the electric power system that characterize its stable operation: a change in the phase shift angle between the generator EMF and the mains voltage, a change in the values of active and reactive power at the output of the main generator and a change in the current at the output of the main generator. user clamps. A comparative analysis of the parameter values obtained as a result of simulation in the Matlab environment in the normal and emergency modes of operation of the electric power system was carried out using the example of a specific power supply system of the industrial zone of the city of Gulistan, Sughd Region. The calculated parameters of the elements of the power supply system in case of a short circuit in relative units are determined. In the simulation model, a short circuit is considered on the 10 kV consumer buses. When solving the problem, the method of simulation modeling in the Matlab environment and the method of calculating short-circuit currents using basic values are used. The article describes the relevance of the research topic. The novelty of the study lies in computer simulation of power supply systems in the mining industry in normal and emergency mode and verification of the stability parameters of the power system. The comparison of the results of simulation modeling of the power supply system in normal and post-emergency modes is carried out.

Key words: simulation, power system, stability of the power system, industrial zone.

Муқаддима

Таъмини босифат ва бетавакуфи кувваи барқ аз параметрҳои устувори системаи электроэнергетикӣ вобаста аст. Ҳангоми идоракунии анвоҳи системаи таъминоти барқ бидуни генератсияи тақсимшуда, ҳисоби равандҳои гузариш бо назардошти тағйироти анвоҳи ва схемаи шабакаи электрикӣ иҷро карда мешавад. Фаълоияти босамари системаи зидди садамавӣ бо ба қайдгирӣ ва коркарди миқдори зиёди анвоҳи ғайринормалӣ дар муддати кӯтоҳ вобаста аст, то рушди каскадии садама дар системаи таъминоти барқ ба амал наояд [1,2, 3]. Муаммои мазкур ҳангоми ба амал омадани расиши кӯтоҳ дар бандакҳои таҷҳизоти электрикӣ хело рӯзмарра мебошад, чунки дилҳо таъсирот ба системаи таъминоти барқ оқибатҳои манфӣ дорад. Дар мақола тағйироти параметрҳои асосии системаи таъминоти барқ ҳангоми ба амал омадани расиши кӯтоҳ дида баромада мешавад. Ба сифати параметрҳои шабакаи электрикӣ чараёнҳо дар шохаҳо ва шиддатҳо дар нуқтаҳои гиреҳӣ қабул карда шудаанд. [4, 5,6].

Усулҳо (методҳо)

Принсипи таҳлили ба амал омадани равандҳои гузариш дар анвои расиши кӯтоҳ дар мисоли системаи электроэнергетикӣ, ки аз манбаи иқтидораш 171 мВА (муҳаррики синхронӣ), трансформатори баландкунандаи иқтидораш 140 мВА шиддати 10/110 кВ, хати интиқоли барқи ҳавоии дарозиаш 11,4 км, АС–95 мм², ду трансформатори пасткунандаи иқтидораш 16 мВА шиддати 110/35/10, 25 мВА ба амал оварда шудааст. Моделиронӣ дар муҳити барномавии MATLAB/Simulink иҷро карда шудааст. Қобили қайд аст, ки шиддати шабака шартан дар муддати вақт тағйир намеёбад. Борҳои электрикӣ низ шартан тағйир намебанд, ба ин намуди истеъмолкунандагон корхонаҳои саноатӣ кӯҳкорӣ шомиланд.

Параметрҳои асосӣ, ки устувори системаи электроэнергетикӣ тавсиф медиҳад, ин тағйироти кунҷи геҷиши фазавӣ байни ҚЭҲ-и генератор ва шиддати шабака, тағйирёбии қиматҳои иқтидори активӣ ва реактивӣ дар бандакҳои содираи манба ва тағйирёбии қимати кувваи чараён дар бандакҳои истеъмолкунанда мебошад. Тағйироти кунҷи геҷиши фазавӣ аз рӯи формулаи зерин муайян карда мешавад [7,8, 13]:

$$\lambda = \frac{\phi_E - \phi_U}{\phi_E} \tag{1}$$

Ин ҷо: ϕ_E - кунҷи геҷиши фазавии генератор, градус

ϕ_U - кунҷи геҷиши фазавии шиддати шабака, градус

Схемаи имитатсионии системаи таъминоти барқ дар расми 1 оварда шудааст. Барои амали шудани ин мақсад элементҳои аз системаи «Simulink» ва «SimPowerSystem» истифода шудааст [7, 8].

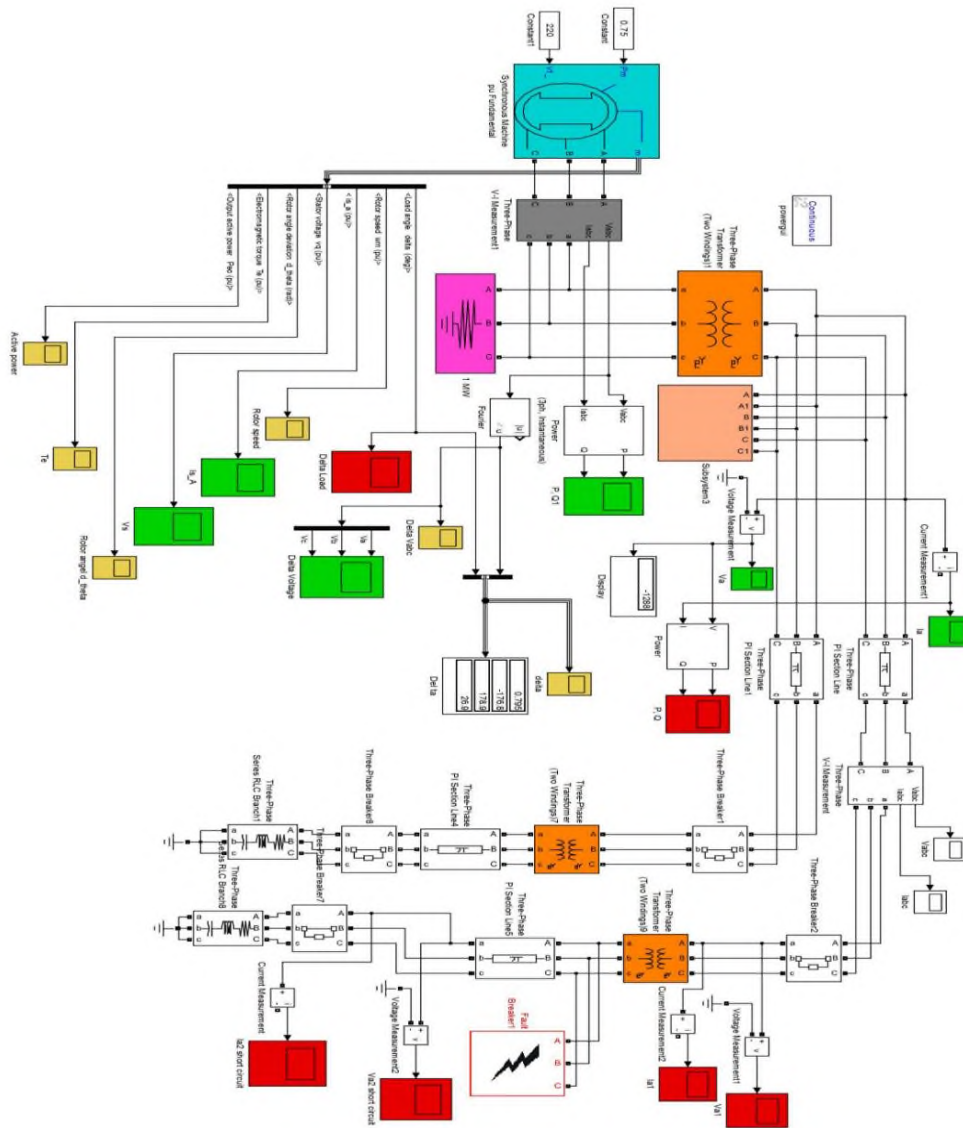
Дар модел таҷҳизотҳои назоратӣ-ченкунанда оварда шудааст, ки барои назорат ва барои қайдгирии параметрҳои механикӣ ва электрикӣ системаи таъминоти барқ пешбинӣ шудааст [10, 11, 12]. Дар бандакҳои содираи трансформаторҳо низ инчунин асбобҳои назоратӣ-ченкунанда васл карда шудааст.

Параметрҳои элементҳо дар схема дар шиддати базисии 110 кВ ва иқтидори базисии $S_B = 1000 \text{ МВА}$ ҳисоб карда шудааст, ки дар ҷадвали 1 оварда шудааст

Ҷадвали 1–Параметрҳои системаи таъминоти барқ

Параметрҳои элемент	Параметрҳои ҳисобӣ
Генератори синхронӣ	
Навъи СВ-1500/175-84	
$x_d = 1,1 \text{ о.е.}$	$S_G = \frac{P_G}{\cos \varphi} = \frac{171}{0,9} = 190;$
$x_d^1 = 0,2 \text{ о.е.}$	$x_d^{11} = x_d \frac{S_{\sigma}}{S_G} = 1,1 \frac{1000}{190} = 5,79$
$P_G = 171 \text{ мВт}$	$x_{d1} = x_d^1 \frac{S_{\sigma}}{S_G} = 0,2 \frac{1000}{190} = 1,368$
$\cos \varphi_G = 0,9$	$R_G = r_G \frac{S_{\sigma}}{S_G} = 0,003 \frac{1000}{190} = 0,01578$
$r_G = 0,003 \text{ Ом}$	
Трансформатори баландкунанда	

$S_T^1 = 125 \text{ МВА}$ $U_{BH} = 11 \text{ кВ}$ $U_{HH} = 115 \text{ кВ}$ $U_{K3} = 11 \%$ $\Delta P_K = 400 \text{ кВт}$	$X_T = \frac{U_{K3}}{100} \cdot \frac{S_B}{S_T^1} = \frac{11}{100} \cdot \frac{1000}{125} = 0,88$ $R_{T1} = \frac{\Delta P_K}{(S_T^1)^2} \cdot 10^{-3} = \frac{400 \cdot 1000}{125^2} \cdot 10^{-3} = 25,6 \cdot 10^{-3}$ $k_{T1} = \frac{U_{BH}}{U_{HH}} = \frac{110}{10} = 11$
Хатҳои интиқоли барқи шиддати 110 кВ	
АС-95 $r_0 = 0,306 \text{ Ом/км}$ $x_0 = 0,434 \text{ Ом/км}$ $b_0 = 2,61 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$ $l = 2,5 \text{ км}$	$R_{L\Sigma^*} = \frac{1}{2} r_0 \cdot L \cdot \frac{S_B}{U_L^2} = \frac{1}{2} \cdot 0,306 \cdot 2,5 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0,03;$ $X_{L\Sigma^*} = \frac{1}{2} x_0 \cdot L \cdot \frac{S_B}{U_L^2} = \frac{1}{2} \cdot 0,434 \cdot 2,5 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0,041;$ $X_{b^*} = \frac{1}{b_0 L} \cdot \frac{S_B}{U_L^2} = \frac{1}{2,61 \cdot 10^{-6} \cdot 2,5} \cdot \frac{1000}{115^2} = 11588,4;$
Трансформатори пасткуандаи сесимпеча	
$S_{T2} = 16 \text{ МВА}$ $U_{ВНОМ} = 115 \text{ кВ}$ $U_{СНОМ} = 38,5 \text{ кВ}$ $U_{ННОМ} = 11 \text{ кВ}$ $U_{B-C} = 10,5 \%$ $U_{B-H} = 17 \%$ $U_{C-H} = 6 \%$ $\Delta P_K = 100 \text{ кВт}$	$R_{T1^*} = \frac{\Delta P_K \cdot S_B}{S_{T1}^2} \cdot 10^{-3} = \frac{100 \cdot 1000}{16^2} \cdot 10^{-3} = 390 \cdot 10^{-3}$ $U_{KB} = \frac{1}{2} (U_{B-C} + U_{B-H} - U_{C-H}) = \frac{1}{2} (10,5 + 17 - 6) = 21,5$ $U_{BC} = \frac{1}{2} (U_{B-C} + U_{C-H} - U_{B-H}) = \frac{1}{2} (10,5 + 6 - 17) = 0$ $U_{CB} = \frac{1}{2} (U_{B-H} + U_{C-H} - U_{B-C}) = \frac{1}{2} (17 + 6 - 10,5) = 12,5$ $X_B = \frac{U_{KB} U_{НОМ}^2}{100 \cdot S_{НОМ}} \cdot \frac{S_B}{S_{T1}} = \frac{21,5 \cdot 110^2}{100 \cdot 16} \cdot \frac{1000}{16} = 0,1018 \quad X_C = 0$ $X_H = \frac{U_{KH} U_{НОМ}^2}{100 \cdot S_{НОМ}} \cdot \frac{S_B}{S_{T1}} = \frac{12,5 \cdot 10^2}{100 \cdot 16} \cdot \frac{1000}{16} = 0,125$
Хатҳои интиқоли барқи шиддати 110 кВ	
АС-95 $r_0 = 0,306 \text{ Ом/км}$ $x_0 = 0,434 \text{ Ом/км}$ $b_0 = 2,61 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$ $l = 11,4 \text{ км}$	$R_{L\Sigma^*} = \frac{1}{2} r_0 \cdot L \cdot \frac{S_B}{U_L^2} = \frac{1}{2} \cdot 0,306 \cdot 11,4 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0,132;$ $X_{L\Sigma^*} = \frac{1}{2} x_0 \cdot L \cdot \frac{S_B}{U_L^2} = \frac{1}{2} \cdot 0,434 \cdot 11,4 \cdot \frac{1000}{115^2} = 0,187;$ $X_{b^*} = \frac{1}{b_0 L} \cdot \frac{S_B}{U_L^2} = \frac{1}{2,61 \cdot 10^{-6} \cdot 11,4} \cdot \frac{1000}{115^2} = 2541,3;$
Трансформатори пасткуандаи дусимпеча	
$S_{T1} = 25 \text{ МВА}$ $U_{ВНОМ} = 115 \text{ кВ}$ $U_{ННОМ} = 11 \text{ кВ}$ $u_{K3} = 10,5 \%$ $\Delta P_K = 120 \text{ кВт}$	$X_{T1^*} = \frac{U_{K1}}{100} \cdot \frac{S_B}{S_{T1}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{1000}{25} = 4,2$ $R_{T1^*} = \frac{\Delta P_K \cdot S_B}{S_{T1}^2} \cdot 10^{-3} = \frac{120 \cdot 1000}{25^2} \cdot 10^{-3} = 192 \cdot 10^{-3}$ $k_{T1} = \frac{U_{ВНОМ}}{U_{ННОМ}} = \frac{110}{10} = 11$

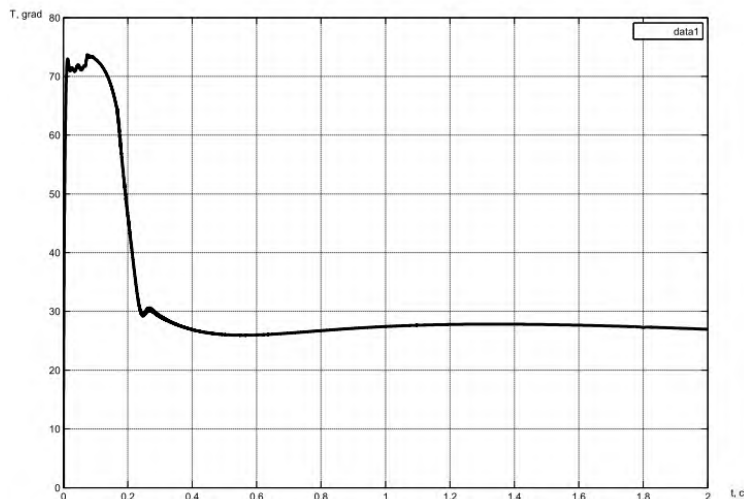


Рисунг 1 - Модели имитационной системы электроэнергетики саноати кӯҳкӯри

Схемаи дар боло овардашуда (расми1), нишон медиҳад, ки расиши кӯтоҳи сефаза дар тахтасимҳои истеъмолкунанда дар тарафи шиддати 10 кВ ба амал омадааст.

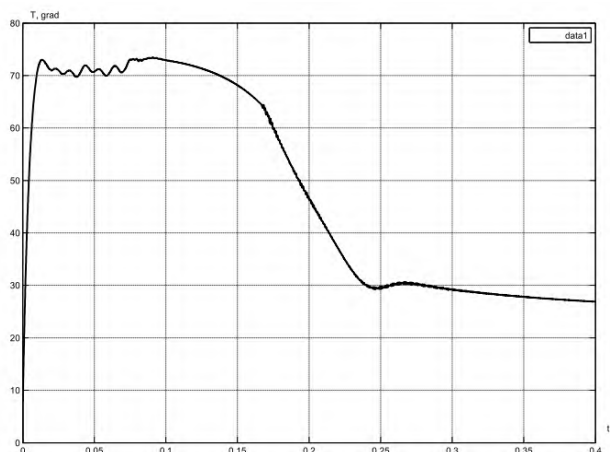
Натиҷаҳо

Ҳангоми ба амал расиши кӯтоҳ тағйирёбии кунҷи ғеҷиши фазавии байни ҚЭҲ-и манба ва шиддати система аз қиматҳои имконпазир фарқ мекунад. Тағйирёбии кунҷи ғеҷиши фазавии байни ҚЭҲ-и генератор ва шиддати шабака дар анвои нормалӣ ва садамавӣ дар расмҳои 2 ва 3 оварда шудааст.



Расми 2 - Тағйирёбии кунҷи ғеҷиши фазавӣ байни ҚЭҲ-и генератор ва шиддати шабака дар анвои нормалӣ

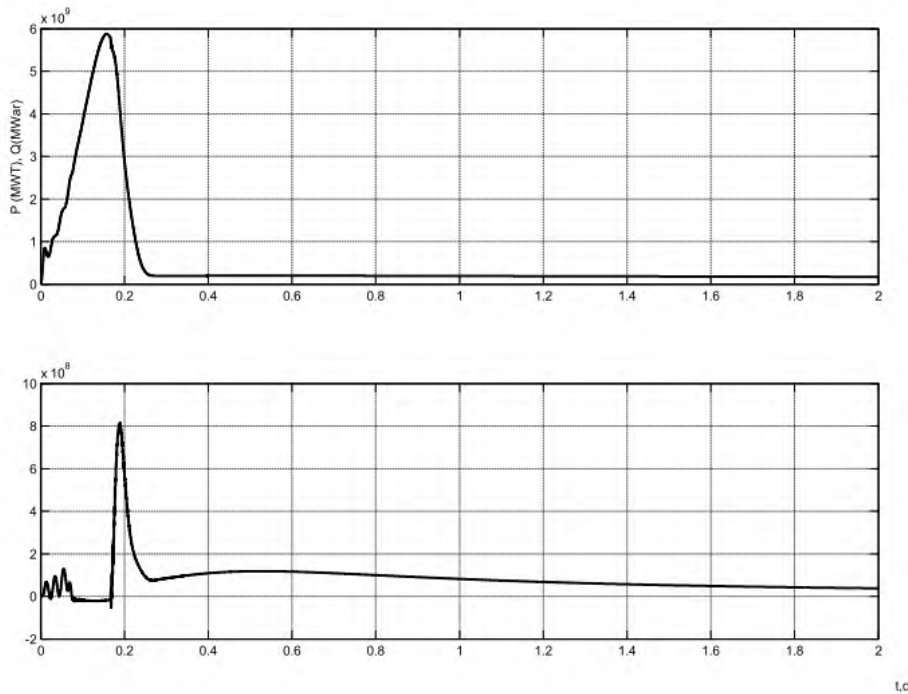
Дар анвои нормалӣ дар график се порчаи вақт ба назар мерасад, ки ба се анвои фаълоияти энергосистема мувофиқ аст. Дар муддати 0,1 сония ба қорандозии тамоми система ба миён меояд, раванди гузариш дар муддати 0,6 сония ба охир расида, лаппиши устувори ротори генератори асосӣ таҳти кунҷи 27 градус мешавад.



Расми 3 - Тағйирёбии кунҷи ғеҷиши фазавӣ байни ҚЭҲ-и генератор ва шиддати шабака дар садамавӣ

Дар анвои садамавӣ дар график порчаи вақт ба назар мерасад, ки ба се анвои амали системаи электрэнергетикӣ хос аст, аммо онҳо аз қиматҳои анвои нормалӣ фарқ мекунад. Дар муддати 0,1 сония ба қорандозии тамоми система оғоз шуда, раванди гузариш дар муддати 0,4 сония ба итмом мерасад, лаппиши устувори ротори генератори асосӣ таҳти кунҷи 27 градус мешавад, ки ба ҳалалдор шудани кори синхронии энергосистема сабаб мешавад. Дар ин ҳолат кунҷи ғеҷиш характери таназзулбиро доро мебошад.

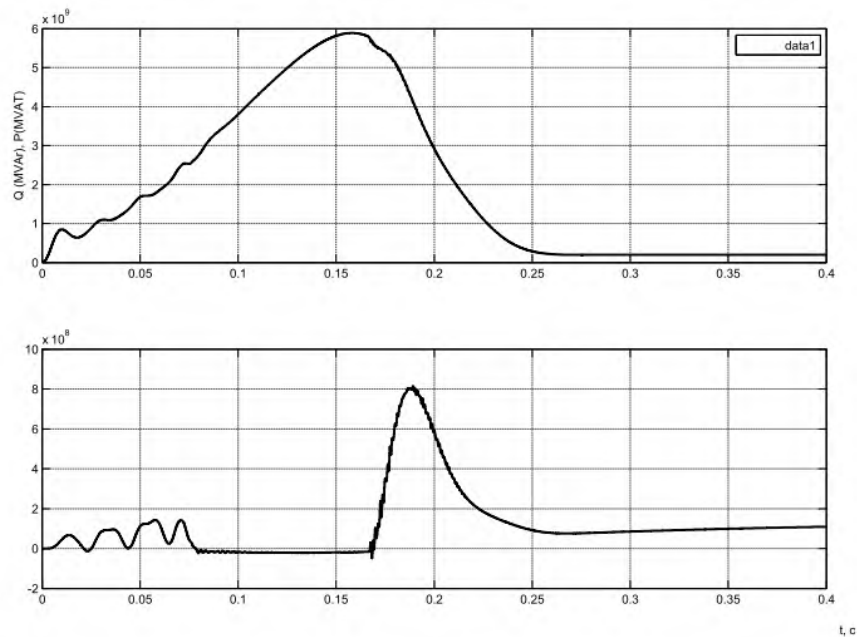
Тағйирёбии қиматҳои иқтидорҳои активӣ ва реактивӣ дар бандакҳои генераторҳои асосӣ дар анвои нормалӣ ва садамавӣ дар расмҳои 4 ва 5 оварда шудааст.



t, c

Расми 4 - Графики тағйирёбии иқтидорҳои активӣ ва реактивӣ дар бандакҳои содираи генератори асосӣ дар анвои нормалӣ

Аз рӯи маълумотҳои дар расми 4 овардашуда ба чунин хулоса омадан мумкин аст: дар анвои нормалӣ ҳангоми ба корандохтани манбаи асосӣ иқтидорҳои активӣ ва реактивӣ дар наварди генератор чунин тағйир меёбанд, иқтидори активӣ то 6000 мВт ба таври ҷаҳиш баланд шуда, иқтидори реактивӣ то ба 9000 мВАр дар муддати 0,2 сония афзоиш мекунад. Бо мурури ворид шудан ба минтақаи синхронизм истеъмоли иқтидори активӣ ва реактивӣ дар воҳиди вақт тағйир намеёбанд.



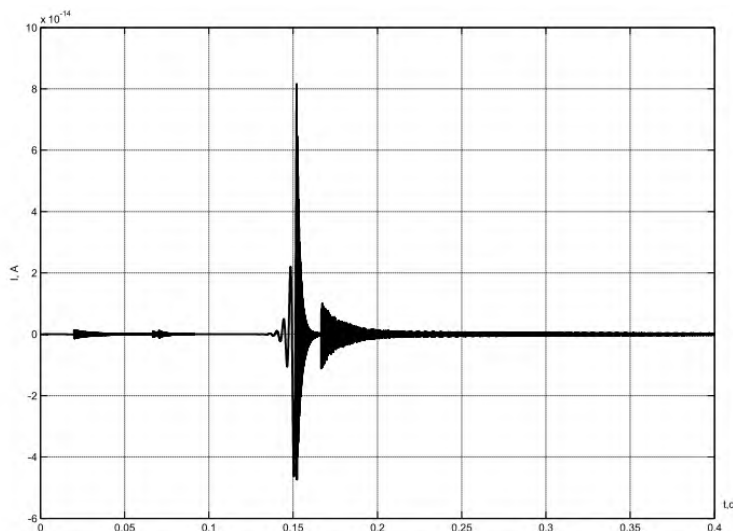
t, c

Расми 5 - Графикҳои тағйирёбии иқтидорҳои активӣ ва реактивӣ дар бандакҳои содираи генератори асосӣ дар анвои садамавӣ

Чуноне, ки аз график маълум гашт, ҳангоми ба амал омадани расиши кӯтоҳи сефаза иқтидори активӣ дар муддати 0,025 сония бетағйир монда ба 0,8 МВт баробар аст, баъд аз он пастшавии ҷаҳишмонандаи иқтидори активӣ то сифр ба назар мерасад, ин ҳолат аз он шаҳодат медиҳад, ки устувории системаи электроэнергетикӣ ҳалалдор шудааст.

Иқтидори реактивӣ реактивӣ дар муддати 0,025 сония ба таври ҷаҳиш то ба 0,5 МВАр расида, баъд аз он дар муддати 0,12 сония ба қимати максималӣ соҳиб мешавад, баъд дар муддати 0,25 сония то ба сифр таназзул меёбад, дар ин ҳолат қачхаттаи тағйирбии иқтидори реактивӣ характери лаппишмонанд дорад. Ин зухуротро бо раванди магнитнокшавӣ ва ғайримагнитнокшавии дилакҳои пӯлодини трансформаторҳои қуввагӣ алоқаманд намудан мумкин аст [9,10, 11, 12].

Тағйирёбии ҷараён дар бандакҳои истеъмолкунанда дар расми 6 оварда шудааст.



Расми 6-Тағйирёбии ҷараёни расиши кӯтоҳ дар бандакҳои истеъмолкунанда

Чуноне, ки аз расм маълум гашт, дар муддати 0,15 сония қимати ҷараён бетағйир монда, баъд аз он ба таври ҷаҳиш то ба 8 кА афзоиш менамояд, баъд аз он пастшавии ҷаҳишмонанд дар муддати 0,17 сония, баъд аз он афзоиши қувваи ҷараён то 1,5 кА ба назар мерасад, дар муддати 2 сония пастшавии қувваи ҷараён то қиматҳои минималӣ ба назар мерасад. Аз рӯи маълумотҳои ба даст омада ба чунин хулоса омадан мумкин аст, ҳарчанд ҷараёни расиши кӯтоҳи зарбавӣ дар муддати 0,17 сония ҷорӣ шавад ҳам, аммо ин қимат аз қимати барқароршуда 5,43 маротиба калон мешавад. Ин зухурот барои аппаратҳои коммутатсионӣ ва қисмҳои ҷараёнгузарон хатарнок мебошад.

Хулоса

Ҳамин тариқ, модели имитатсионии системаи таъминоти барқи бори электрикиаш шартан бетағйир дар барномаи *MATLAB/Simulink* коркард карда шудааст. Тағйирёбии кунҷи ғеҷиши фазавии байни ҚЭҲ-и генератор ва шиддати шабака дар анвои нормалӣ ба талаботҳои устувории системаи электроэнергетикӣ мувофиқ мебошад, чунки раванди ба корандозӣ дар муддати 0,6 сония ба итмом расида, қимати кунҷ ба 27 градус баробар мешавад.

Аммо, дар анвои садамавӣ раванди гузариш дар муддати 0,4 сония ба охир мерасад ва қимати кунҷ нисбат ба анвои нормалӣ камтар буда, характери таназзулӣ дорад, ки ба устувории системаи таъминоти барқ таъсири манфӣ мерасонад. Дар анвои нормалӣ ҳангоми ба кор андохтани генератор иқтидори активӣ то ба 6000 мВт ва реактивӣ то ба 9000 мВАр ба таври ҷаҳиш то 0,2 сония афзоиш меёбад. Бо мурури даромадан ба минтақаи синхронизм истеъмоли иқтидори активӣ ва реактивӣ ба қимати ҳисобӣ баробар шуда, дар муддати вақт доимӣ мемонад. Ҳангоми ба амал омадани расиши кӯтоҳи сефаза дар тахтасимҳои истеъмолкунандаи шиддати 10 кВ, иқтидори активӣ дар муддати 0,025 сония бетағйир монда ба 0,8 МВт баробар мешавад, баъд аз он пастшавии ҷаҳишмонандаи иқтидори активӣ то сифр ба назар мерасад, ки аз ҳалалдоршавии устувории системаи таъминоти барқ хабар медиҳад.

Натиҷаҳои моделиронӣ нишон медиҳад, ки қимати зарбавии ҷараёни расиши кӯтоҳ дар муддати 0,17 сония чорӣ шуда, аз қимати барқароршуда 5,53 маротиба калон мебошад. Ин зухурот барои аппаратҳои коммутатсионӣ ва қисмҳои ҷараёнгузарон хатарнок мебошад. Яъне ин ҳолатро ҳангоми интиҳоби аппаратҳои коммутатсионӣ ва автоматикаи зиддисадамавӣ бояд ба эътибор гирифт.

Литература:

1. Грачева Е.И., Алимова А.Н. Методы расчета и сравнительный анализ потерь активной электрической энергии в устройствах низкого напряжения // International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon), 2019. С. 361-367.
2. Тошходжаева М.И. Потери электроэнергии на распределительных сетях промпредприятий и методы её снижения // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2021. № 2. С. 74–78.
3. Тошходжаева М.И. Перспективы применения источников распределенной генерации в Республике Таджикистан // Вестник ПИТТУ им. академика М. Осими. 2019. № 2 (11). С. 43-50.
4. Gracheva E., Toshkhodzhaeva M., Rahimov O., Dadabaev S., Mirkhalikova D., Ilyashenko S., Frolov V. Modeling the reliability of high-voltage power transmission lines taking into account the influence of the parameters of a sharply continental climate // International Journal of Technology. 2020. Т. 11. № 8. С. 1557-1569.
5. Perelmuter V.M. Electrotechnical systems. Simulation with Simulink and SimPowerSystems, CRC Press, 2013.
6. Perelmuter V.M. Electrotechnical systems. Simulation with Simulink and SimPowerSystems, CRC Press, 2013.
7. Тошходжаева М.И., Ходжиев А.А. Математическая модель влияния природных и эксплуатационных факторов на надёжность влэп-110 кв в условиях резко континентального климата // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2020. Т. 12. № 1 (45). С. 71-81.
8. Кушнерев А. А., Алюнов А. Н. Структурное моделирование и анализ статической устойчивости электроэнергетических систем // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. 2018. №. 2. С. 34-40.
9. Суворов А.А. и др. Верификация расчётов динамической устойчивости энергорайонов с распределёнными генерирующими объектами // Электрические станции. 2021. №. 10. С. 12-25.
10. Куликов А.Л., Илюшин П.В. Статистические методы оценки параметров аварийного режима энергорайонов с объектами распределенной генерации // Электричество. 019. №. 5. С. 4-11.
11. Lisin E. et al. Sustainable development of regional power systems and the consumption of electric energy // Sustainability. 2018. V. 10. №. 4. p. 1111.
12. Todorov G.N. et al. Sustainability in local power supply systems of production facilities where there is the compensatory use of renewable energy sources // International Journal of Energy Economics and Policy. 2020. V. 10. №. 3. p. 14.

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

TJ	RU	EN
Тошходжаева Мухайё Исломова	Тошходжаева Мухайё Исломова	Toshkhodzhaeva Muhayo Islomovna
Номзади илмҳои техники, и.в. дотсент	Кандидат технических наук, и .о. доцента	Candidate of technical sciences acting associate professor
Донишкадаи политехникии Донишгоҳи Техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осимӣ	Polytechnic Institute of the Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi
Shukrona14_01_2011@mail.ru		
TJ	RU	EN
Комилова Махбуба Ёдгоровна	Комилова Махбуба Ёдгоровна	Komilova Mahbuba Yodgorovna
Омӯзгори калон	Старший преподаватель	Senior Lecturer
TJ	RU	EN
Ҷураев Мухсинҷон Мақсудҷонович	Джураев Мухсинҷон Мақсудҷонович	Juraev Muhsinjon Maqsudjonovich
магистрант	магистрант	undergraduate

УДК 621.382:669.782

МОДЕЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ВЕТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЙБУЛЛА

Джавхарова Н.И.

Худжандский государственный университет

В работе предлагается провести моделирование скорости ветра и моделирование производства энергии для оценки потенциала ветровой энергии в Согдийской области Республики Таджикистан. В данной статье описывается метод максимального правдоподобия (ММП) и метод моментов (ММ) для моделирования скорости ветра. Модели распределения Вейбулла о скорости ветра установлены с использованием этих двух методов и данных о ветре, причем сезонные изменения скорости ветра также учитываются при моделировании. Оказалось, что оба метода дают очень похожие результаты с сопоставимой точностью и основаны на широком использовании цифровых технологий, что положительно сказывается при подготовке инженерно-технических кадров по специальности «Энергетические установки на основе новых видов возобновляемых энергий».

Установлено, что оба метода для вычисления потенциала энергии солнца и ветра основаны на широком использовании цифровых технологий, что положительно сказывается при подготовке инженерно-технических кадров по специальности «Энергетические установки на основе новых видов возобновляемых энергий».

Ключевые слова: скорость ветра, распределение Вейбулла, ММП, ММ, ветроэнергетика, потенциал энергии ветра, моделирование, распределение скорости ветра.

МОДЕЛСОЗИИ СУРЪАТИ ШАМОЛ БО ИСТИФОДА АЗ ҚОНУНИ ТАҚСИМОТИ ВЕЙБУЛЛ

Чавҳарова Н.И.

Дар мақола пешниҳод карда мешавад, ки моделсозии суръати шамол ва моделсозии истеҳсоли энергия барои арзёбии иқтидори энергияи шамол дар вилояти Суғди Ҷумҳурии Тоҷикистон гузаронида шавад. Ин мақола усули эҳтимолияти максималӣ (ЭМ) ва усули лаҳзаҳо (УЛ) барои моделсозии суръати шамолро тавсиф мекунад. Моделҳои тақсимоти суръати шамол аз рӯи тақсимоти Вейбулл бо истифода аз ин ду усул ва маълумот оид ба шамол муқаррар карда мешаванд ва инчунин дар симулятсия тағйироти мавсимӣ дар суръати шамол ба назар гирифта мешаванд. Маълум шуд, ки ҳарду усул бо дақиқии муқоисашаванда натиҷаҳои хеле яхела медиҳанд ва ба истифодаи васеи технологияҳои рақамӣ асос ёфтаанд, ки ба тайёр кардани кадрҳои муҳандисии техникӣ аз рӯи ихтисоси «Нерӯгоҳҳои барқӣ дар асоси намудҳои нави энергияи барқароршаванда» таъсири мусбӣ мерасонанд.

Муқаррар шудааст, ки ҳарду усули ҳисоб кардани иқтидори энергияи офтобӣ ва шамолӣ ба истифодаи васеи технологияҳои рақамӣ асос ёфта, ба тайёр кардани кадрҳои муҳандисии техникӣ аз рӯи ихтисоси «Нерӯгоҳҳои барқӣ дар асоси навҳои нави энергияи барқароршаванда» таъсири мусбӣ мерасонад, энергия».

Калидвожаҳо: -суръати шамол, тақсимоти Вейбулл, ЭМ, УЛ, энергияи шамол, потенциали энергияи шамол, моделсозӣ, тақсимоти суръати шамол

MODELING WIND SPEED USING THE WEIBULL DISTRIBUTION LAW

Javkharova N.I.

The paper proposes to conduct wind speed modeling and energy production modeling to assess the potential of wind energy in the Sughd region of the Republic of Tajikistan. This article describes the maximum likelihood method (MMP) and the method of moments (MM) for modeling wind speed. Models of the Weibull distribution of wind speed are established using these two methods and wind data from, and seasonal changes in wind speed are also taken into account in the simulation. It turned out that both methods give very similar results with comparable accuracy and are based on the widespread use of digital technologies, which has a positive effect on the training of engineering and technical personnel in the specialty "Power plants based on new types of renewable energy".

It is established that both methods for calculating the potential of solar and wind energy are based on the widespread use of digital technologies, which has a positive effect on the training of engineering and technical personnel in the specialty "Power plants based on new types of renewable energy".

Keywords: -wind speed, Weibull distribution, IMF, MM, wind energy, wind energy potential, modeling, wind speed distributions

Введение

Расширение ветроэнергетики ускоряется во всем мире благодаря технологическому прогрессу, снижению затрат и опасениям по поводу глобального потепления, частично вызванного электростанциями, работающими на угле, природном газе (ПГ) и нефти. В то же время растет интерес к моделированию производства ветроэнергетики и имитационным исследованиям. Эти исследования включают количественную оценку ветровых ресурсов, моделирование и прогнозирование скорости ветра, производство ветроэнергетики, оценку надежности систем для города Бустона. В вышеупомянутых областях имеется множество литературы, в которой разработаны как аналитические, так и эмпирические инструменты и модели [1-3].

В данной статье рассматриваются два основных вопроса анализа ветроэнергетических систем: моделирование распределения скорости ветра. Этот вопрос заслуживает дальнейшего изучения в связи с техническими и практическими сложностями. Производство энергии ветра (например, мощность, сжатие воздуха и производство водорода) зависит от распределения и направления скорости ветра. Таким образом,

точное моделирование распределения скорости ветра является первым шагом к достижению точного моделирования производства энергии ветра.

Хорошо известно, чтобы получить потенциал скорости ветра чаще всего используют закон распределения Вейбулла независимо от географического положения. В данной работе распределение скорости ветра сначала моделируется с использованием максимально вероятной оценки соответствия с распределением Вейбулла с фактическими данными о скорости ветра.

Вместо того, чтобы подгонять одну общую модель распределения на весь год, эта статья подчеркивает важность подгонки различных функций, распределения скорости ветра Вейбулла для учета сезонных или даже месячных колебаний скорости ветра. Мы называем этот метод стратифицированной подгонкой, что особенно важно, поскольку сезонная скорость ветра в значительной степени варьируется для большинства регионов мира, и для нас скорость ветра в летнее время является самой низкой среди четырех сезонов, в то время как пик спроса на электроэнергию приходится на лето. По-видимому, ежегодное распределение большой скорости ветра, безусловно, преувеличивает производство энергии ветра летом и соответственно дает ложную оценку надежности.

Средняя скорость ветра летом может составлять около 4,35 – 4,7 м/с, как показано на рис.1. Этот диапазон скорости ветра может преобразовываться в доступность ветроэнергетики в диапазоне 15-22% летом, в зависимости от характеристики ветра-турбины. В этом же районе скорость ветра в феврале может находиться в пределах 5 - 6 м/с, что приводит к доступности энергии ветра примерно на 35-50%. Колебания сезонной скорости ветра, несомненно, оказывают большое влияние на производство электроэнергии, надежность системы и планирование мощности системы.

Мы говорили, что для оценки скорости ветра чаще всего используется закон распределения Вейбулла и существует несколько методов для их разработки. В данной работе использован один из двух методов для распределения закона:

- Метод моментов (ММ)
- Метод максимального правдоподобия (ММП)

Метод моментов (ММ) используется для оценки распределения Вейбулла. Одним из осложнений использования ММ является то, что необходимо использовать обратную функцию ММ, включающую гамма-функции. Однако приближенная обратная функция может быть легко получена с помощью программного обеспечения, такого как Mathematica, которое может оценивать эти выражения с помощью гамма-функций. Оказывается, что ММ дает очень похожие оценки, полученные методом ММП. Наш вывод состоит в том, что оба метода могут быть использованы для подгонки распределений скорости ветра.

II. СЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВЕТРА

Скорость ветра, как правило, хаотична, как описано в литературе [4]. Однако среднемесячная скорость ветра имеет некоторые статистические особенности во многих географических районах. В таблице приведены средне-десятилетние данные скорости ветра города Бустон. Данные получены из аэропорта города Бустон [5].

Таблица. Средне-десятилетние данные скорости ветра для города Бустон.

Год/месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ср.зн
2012	5,7	6	5,9	3,9	4,2	4,31	4,3	4,1	4,5	3,7	4,6	5,7	4,7425
2013	5,7	5,3	6,7	4,7	4,1	4,7	4,7	4,5	3,9	4,4	2,6	5,7	4,75
2014	5	5,4	6	5	4	4,2	5,3	4,3	4,5	4,1	4,9	5,2	4,825
2015	5,3	5,8	6,8	5,2	4,7	4,2	5,1	4,3	3,9	4,8	4,9	5,4	5,03
2016	6,2	5,1	4,9	5,1	3,8	4,4	4,4	4	4,1	5,2	6,5	6,4	5,841
2017	5,2	5,9	5,1	5,1	4,5	4,5	4,8	4,3	4,3	4	4,2	5,3	4,766
2018	5,8	5,1	5,1	5	4,2	4,1	4,6	5	4,1	4,3	4,9	5,2	4,783
2019	5,6	5,1	4	4,7	4,3	4,1	4,4	4,7	4,3	3,6	4	5,2	4,5
2020	4,6	5,7	4,5	5	4,3	4,6	4,5	4,2	5,2	3,7	5	4,4	4,641
2021	4,7	5,1	5,3	4,2	3,9	4,4	5	4,2	4,3	4,3	4,2	5,1	4,558
ср.зн	5,38	5,45	5,43	4,79	5,2	4,35	4,71	4,36	4,31	4,21	4,58	5,36	

Как показано на рис. 1, скорость ветра в Бустоне имеет самые низкие среднемесячные значения летом. Этот факт, однако, имеет неприятный подтекст: скорость ветра отрицательно коррелирует со спросом на электроэнергию.

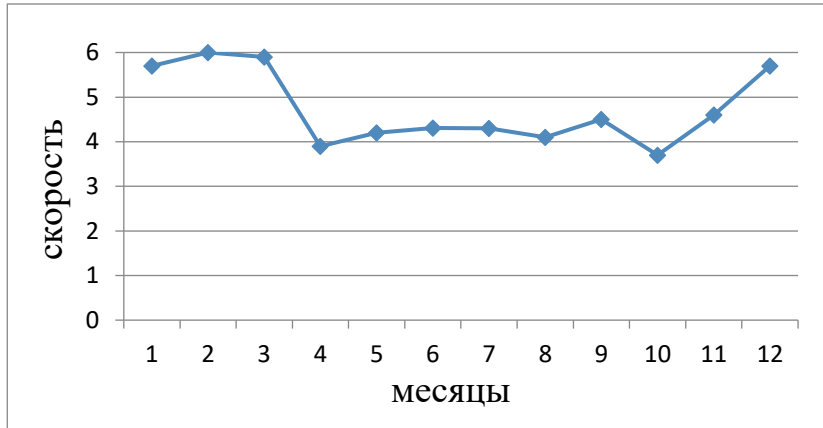


Рисунок 1– Среднемесячное распределение скорости ветра в Бустоне

III. МОДЕЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ВЕТРА

Было признано, что распределение скорости ветра близко напоминает распределение Вейбулла [1-2]. Функция плотности вероятности Вейбулла может быть выражена следующим уравнением:

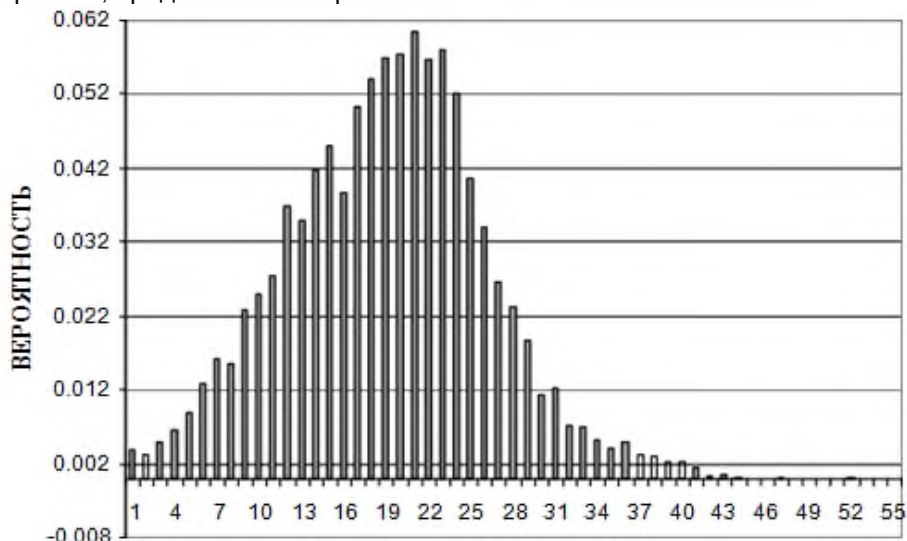
$$f(\vartheta, c, k) = \frac{k}{c} \left(\frac{\vartheta}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{\vartheta}{c}\right)^k}, \forall \vartheta \geq 0 \quad (1)$$

Где ϑ - скорость ветра, $k>0$ -параметр формы, а $c>0$ -параметр масштаба.

Кумулятивная функция распределения вероятностей Вейбулла имеет вид:

$$F(\vartheta, c, k) = 1 - e^{-\left(\frac{\vartheta}{c}\right)^k} \quad (2)$$

Рисунки распределений Вейбулла можно найти в [6] и других источниках. Нам было бы полезно взглянуть на фактическое распределение скорости ветра. Распределение скорости ветра Бустона (для июля-августа), описанное ранее в работе, представлено на рис. 2.



Скорость ветра м/с

А)

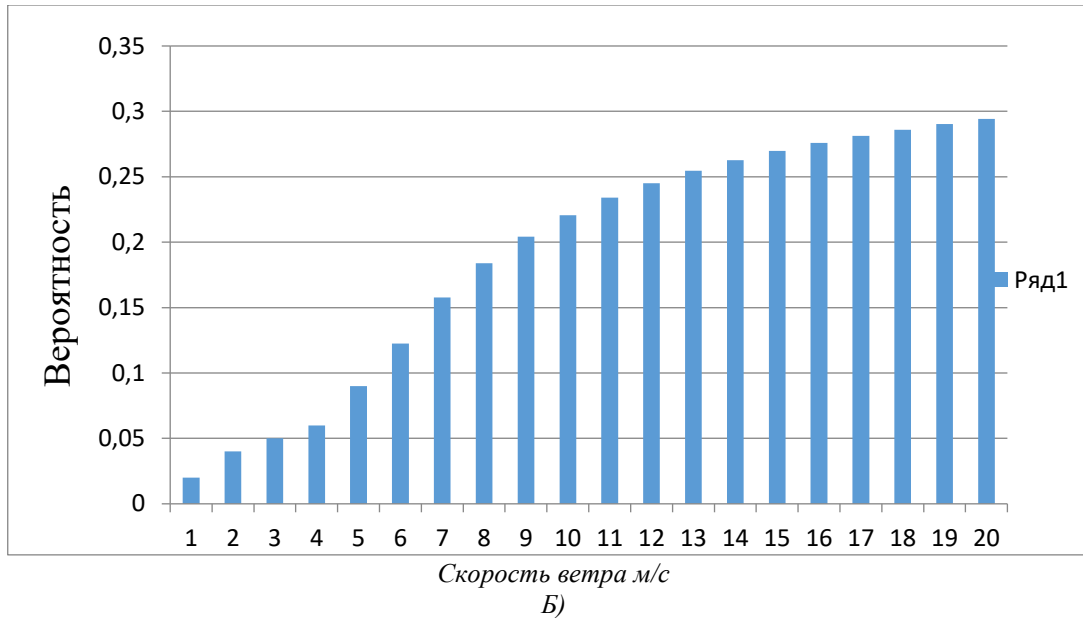


Рисунок. 2 - Распределение скорости ветра за февраль - март города Бустон (А - плотность вероятности; Б: Кумулятивное распределение вероятностей).

Точнее, это гистограмма или частота встречаемости. Видно, что верхний участок (рис.2) очень напоминает функцию плотности вероятности Вейбулла. За исключением большого скачка, когда скорость ветра меньше или равна 0,4444 м/с. Это реальность, что скорость ветра около нуля имеет больше случаев, чем в распределении Вейбулла. Чем ниже башня, тем выше вероятность появления нулевой скорости ветра. Вот почему ветряная башня для производства энергии не должна быть низкой.

Метод ММП(Максимальная Вероятность) моделирования распределения Вейбулла

Процедура оценки заключается в определении значений параметров c и k в распределении Вейбулла, приведенные ниже условия оптимальности первого порядка используются для этой цели:

$$\frac{d \ln f}{dc} = 0, \quad \text{и} \quad \frac{d \ln f}{dk} = 0.$$

Где \ln - натуральный логарифм, а f определено в (1).

Как описано в [6], для использования метода ММП нам необходимо построить функцию максимальной вероятности вместо прямого использования уравнения (1), как показано ниже

$$f_x = \left(\frac{k}{c}\right)^n \prod_{i=1}^n \left(\frac{\vartheta_i}{c}\right)^{k-1} \prod_{i=1}^n e^{-\left(\frac{\vartheta_i}{c}\right)^k}, \quad (3)$$

Где f_x - функция максимальной вероятности от f , а n - количество выборок, используемых в оценке. Возьмем натуральный логарифм (3), у нас есть

$$\ln f_x = n \ln\left(\frac{k}{c}\right) + (k-1) \sum_{i=1}^n \ln\left(\frac{\vartheta_i}{c}\right) - \sum_{i=1}^n \left(\frac{\vartheta_i}{c}\right)^k \quad (4)$$

Возьмем частные производные от (4), мы имеем

$$\frac{d \ln f_x}{dc} = \frac{nc}{k} \left(\frac{-k}{c^2}\right) + (k-1) \sum_{i=1}^n \frac{c}{\vartheta_i} \left(\frac{-\vartheta_i}{c^2}\right) + k \sum_{i=1}^n \left(\frac{\vartheta_i}{c}\right)^{k-1} \frac{\vartheta_i}{c^2}$$

После упрощения и установки его равным нулю, мы имеем

$$\frac{-n}{c} - \frac{k-1}{c} \sum_{i=1}^n \frac{c}{\vartheta_i} (1) + \frac{k}{c} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\vartheta_i}{c}\right)^k = 0$$

Отсюда:

$$\hat{c}^k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \vartheta_i^k; \quad \text{или} \quad \hat{c} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \vartheta_i^k\right)^{\frac{1}{k}}, \quad (5)$$

И отсюда находим k - это коэффициент масштаба

$$\frac{1}{\hat{k}} = \left(\sum_{i=1}^n \vartheta_i^k \ln \vartheta_i\right) / \left(\sum_{i=1}^n \vartheta_i^k\right) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln \vartheta_i, \quad (6)$$

Уравнение (6) является нелинейным и может быть решено с помощью метода Ньютона-Рафсона для получения k .

Результаты ММП-моделирования:

1) Результаты, основанные на данных за июль-август, уравнения (6) можно переписать как

$$f_k = \frac{1}{k} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln v_i - \left(\sum_{i=1}^n v_i^k \ln v_i \right) / \left(\sum_{i=1}^n v_i^k \right), \quad \forall k > 0 \quad (7)$$

Наша цель - найти k , такую, чтобы $f_k=0$. Было бы идеально, чтобы была только одна такая k , чтобы избежать множества решений. Сначала мы построим график функции f_k для $0 < k < 20$ как показано на рис. 3.

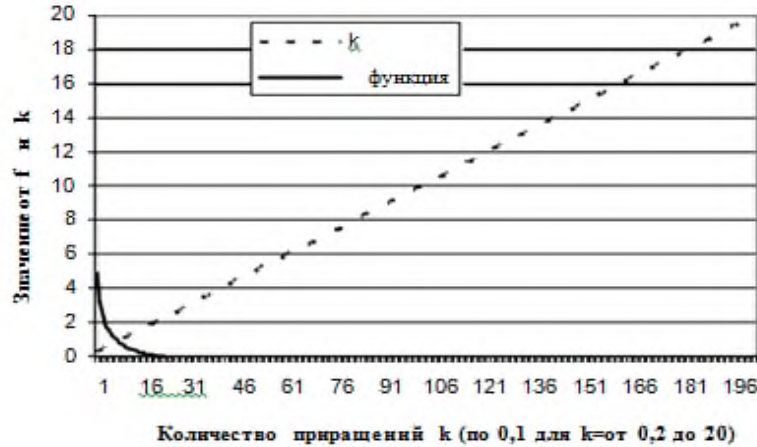


Рисунок. 3 - График уравнения (7).

f_k - останется отрицательным для $k > 20$, и вывод, приведенный ниже, не изменится. Видно, что f_k имеет только один корень в диапазоне $k \in \{0,2, 20\}$. На самом деле производная f_k остается отрицательной для $k > 0$, что показывает на то, что f_k монотонно уменьшается в диапазоне данных.

Учитывая, что f_k положителен для $k = 0,2$ и что его производная всегда отрицательна (f_k монотонно уменьшается), можно сделать вывод, что f_k имеет только один корень в диапазоне $k \in \{0,2, 20\}$. Более убедительное доказательство уникальности оценки k можно найти в [7].

Используя модифицированный метод Ньютона-Рафсона, для уравнения (6) оценивается $K \approx 2,0893$. Следовательно, $\lambda \approx 13,2671$ оценивается с использованием уравнения (5). Плотность вероятности скорости ветра в выборке сопоставлена с плотностью вероятности Вейбулла на рис. 2, из которой мы видим, что общая подгонка хорошая, за исключением случаев, когда скорость ветра меньше одной мили в час, как показано на рис. 4.

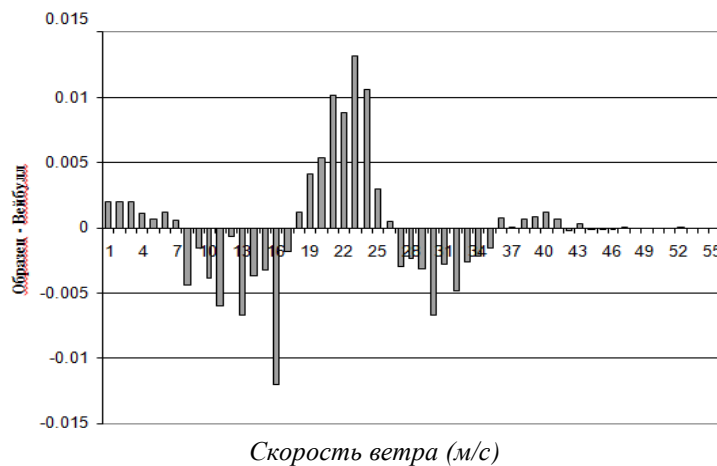


Рисунок. 4 - Ошибка (распределение вероятностей выборки - выбранное распределение вероятностей Вейбулла)

Максимальная ошибка составляет 0,0204285, а сумма всех ошибок составляет 0,020427. Другими словами, ошибки при других значениях скорости ветра почти компенсируют друг друга. Это интересное наблюдение, потому что оно говорит о том, что установленный Вейбулл имеет точность около 98%, а основная ошибка

связана с тем, что скорость ветра в буквальном смысле меньше одной мили в час. (Однако ошибки при более высокой скорости ветра могут привести к большим ошибкам при моделировании выработки электроэнергии из-за того, что выработка электроэнергии зависит от кубической скорости ветра до скорости отключения).

Результаты, основанные на данных за апрель-май: Тот же аргумент может быть использован для вывода о том, что оцененные значения уникальны, и подобранное распределение Вейбулла с использованием метода ММП также уникально. Отклонения между установленной скоростью ветра Вейбулла ПВ и выборочной скоростью ветра показаны на рис. 4

Видно, что ошибки при более низких значениях скорости ветра не так выражены, как в случае с февраль-март, в то время как ошибка при более высоких значениях скорости ветра 20-23 мили в час больше. Сумма ошибок составляет – 0,00177, что намного меньше, чем 0,020427. Другими словами, закон Вейбулла имеет точность около 99,8%.

2. Метод мгновенного (ММ) моделирования Распределения Вейбулла

Из известных результатов в теории вероятностей первые два (нецентрированных) момента вышеупомянутого распределения Вейбулла даны как [8,9]

$$m_1 = E[\vartheta] = c\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right), \quad \text{и} \quad m_2 = E[\vartheta^2] = c^2\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right)$$

Переставляя вышесказанное, мы можем написать

$$\frac{m_2}{m_1^2} = \frac{\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right)}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)^2}, \quad \text{и} \quad c = \frac{m_1}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)}$$

Процедура оценки заключается в следующем. Пусть $G(k) = \frac{\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right)}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)^2}$,

Затем, используя метод моментов, k можно оценить как \hat{k} , который решает

$$G(\hat{k}) = \hat{m}_2 / \hat{m}_1^2; \quad \text{где } \hat{m}_1 \text{ и } \hat{m}_2 - \text{являются, соответственно,}$$

несмещенным выборочным средним и выборочным 2-м моментом \hat{k}

затем может быть использовано для оценки $\hat{c} = \hat{m}_1 / \Gamma\left(1 + \frac{1}{\hat{k}}\right)$. Из результатов статистики мы знаем, что $\hat{m}_2 / \hat{m}_1^2 \geq 1$ (где равенство имеет место тогда и только тогда, когда все наблюдения одинаковы) и что он может быть сколь угодно большим. Итак, осталось показать, что $G(\hat{k}) = \hat{m}_2 / \hat{m}_1^2$ имеет уникальное решение по $\hat{k} \in (0, \infty)$. С этой целью мы утверждаем, что $G(k)$ является непрерывным, (строго) монотонно убывающим по $k \in (0, \infty)$, а его предельные значения равны $G(k) \xrightarrow{k \rightarrow 0^+} +\infty$ и $G(k) \xrightarrow{k \rightarrow +\infty} 1$.

Затем, используя теорему о промежуточных значениях, мы приходим к выводу, что для данной выборки с \hat{m}_1 и \hat{m}_2 существует уникальное \hat{k} , которое решает $G(\hat{k}) = \hat{m}_2 / \hat{m}_1^2$ и единственное полное доказательство можно найти в [7].

Результаты моделирования ММ:

Мы используем модифицированный метод Ньютона, чтобы найти приближенное решение для \hat{k} . Чтобы сэкономить место, мы сообщаем только приближительную \hat{c} и \hat{k} из оценки, основанной на ММ. Окончательные результаты составляют $K \approx 2.1298$, $c \approx 13.3259$ для набора данных за февраль-март; $k \approx 1.8331$ и $c \approx 9.9872$ для набора данных за май - июнь. Эти результаты очень близки к результатам, полученным при использовании метода подгонки ММП.

ВЫВОД

В статье описываются методы ММП и ММ для оценки параметров распределений скорости ветра Вейбулла. Оба метода приводят к уникальной оценке для каждого набора данных. Метод выборки используется для извлечения выборок из распределений. Простой метод моделирования методом ММП и ММ используется для расчета ожидаемой выработки электроэнергии. Результаты показывают, что ожидаемая выработка электроэнергии в июле - временные рамки августа для выбранной области составляют около 16%, что примерно на 13% меньше, чем в апреле-мае.

Таким образом, можно сделать предварительный вывод что ветроэнергетика будет конкурировать с базовыми электростанциями, включая угольные, атомные, и даже натуральным газом, и для встречи лета потребуется больше пиковых электростанций, пиковый спрос по мере увеличения мощности ветроэнергетики увеличивается.

Список литературы

1. П.П.Безруких,П.П. Безруких (мл.), С.В. Грибков. «ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА» справочно-методическое издание Под общей редакцией д.т.н. П.П. Безруких. «Теплоэнергетик» Москва, 2014
2. Удалов С.Н. Возобновляемые источники энергии: Учебник/С.Н. Удалов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – 458 с.
3. Петров Г. Н. Д.т.н., профессор. «К вопросу об оценке средней скорости ветра для расчета энергопотенциала ветроустановки» Research Gate <https://www.researchgate.net/publication/337135781> Article · November 2019. 7стр
4. P. Edwards, R. Hurst, “Level-crossing statistics of the horizontal wind speed in the planetary surface boundary layer,” Chaos, Vol. 11, No. 3, Sept. 2001, pp. 611-618.
5. Аэропорт города Бустон meteo_utdl@airnav.tj
6. A. Breipohl, K. Shanmugan, Random Signals, Detection, Estimatin and Data Analysis, John Wiley & Sons, 1988.
7. A. Tuzuner, Z. Yu, “A Theoretical Analysis on the Uniqueness of the Parameter Estimated for the Weibull Wind Speed Distribution,” submit to IEEE PES General Meeting 2008.
8. J. Smith, M. Milligan, E. DeMeo, B. Parsons, “Utility Wind Integration and Operating Impact State of Art,” IEEE Trans. Power Syst., Vol. 22, No. 3, August 2007, pp. 900-908
9. R. Billinton, W. Wangdee, “Reliability-Based Transmission Reinforcement Planning Associated with Large-Scale Wind Farms,” IEEE Trans. Power Syst., Vol. 22, No. 1, February 2007.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-INFORMATION -ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Чавҳарова Нилуфар Илҳомҷоновна	Джавхарова Нилуфар Илҳомҷоновна	Dzhavkharova Nilufar Ilkhomjnovna
муаллимаи кафедраи назарияи физика	преподаватель кафедры теории физики физико-технического факультета	lecturer of the Department of Theory of Physics of the Faculty of Physics and Technology
Донишгоҳи Давлатии Хучанд ба номи академик Б.Ғафуров	Худжандского государственного университета имени академика Бободжона Гафурова	Academician Bobojon Gafurov Khujand State University
nilufar.kuchkorova.94@mail.ru		
+992933356655		

УДК 621.311

EFFICIENCY OF POWER SUPPLY SYSTEMS IN REMOTE AND MOUNTAINOUS AREAS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

¹Gulov D.Yu., ²BoboevKh.D., ¹Davlatov A.M., ²Sadullozoda Sh.S., ²Karimzoda J.H.

¹Tajikistan Power Energy Institute, Kushoniyon, RT

²Tajik Technical University Named after Academician M. Osimi, Dushanbe, RT

This article presents a brief analysis of small hydropower plants of the Republic of Tajikistan and the existing problems of energy supply in remote and mountainous areas. As a result of the analysis of the problems complicating the energy supply of remote areas, issues related to the economic efficiency of mini-HPP implementation projects and the risks of their implementation are noted. It is proposed to carry out a comparative analysis of their economic efficiency for the implementation of energy supply projects, taking into account both purely economic indicators and the reliability of the hydroelectric power station. At the same time, it becomes possible to reduce operating costs due to a diagnostic system based on a new type of generators. It is proposed to use small watercourses as an energy source. The article also shows the problems that arise during the implementation of the proposed structure, mainly related to the economic efficiency and payback of mini-HPP implementation projects, as well as ways to solve them.

Keywords: Mini-hydroelectric power plant, Self-diagnosis device, efficiency evaluation algorithm

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЁННЫХ И ГОРНЫХ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Гулов Д.Ю., Бобоев Х.Д., Давлатов А.М., Садуллозода Ш.С., Каримзода Дж.Х.

В данной статье представлен краткий анализ малых ГЭС Республики Таджикистан и существующих проблем энергоснабжения удалённых и горных районов. В результате анализа проблем, усложняющих энергообеспечение удалённых районов, отмечены вопросы, связанные с экономической эффективностью проектов внедрения мини-ГЭС и рисками их реализации. Предлагается для реализации проектов энергоснабжения проводить сравнительный анализ их экономической эффективности, учитывающий как чисто экономические показатели, так и надёжность работы гидростанции. При этом появляется возможность снизить затраты на эксплуатацию за счёт диагностической системы, основанной на новом типе генераторов. В качестве источника энергии предлагается использовать малые водотоки. В статье показаны также проблемы, возникающие при реализации предлагаемой структуры, касающиеся в основном экономической эффективности и окупаемости проектов внедрения мини-ГЭС, а также пути их решения.

Ключевые слова: мини-ГЭС, устройство самодиагностики, алгоритм оценки эффективности.

САМАРАНОКИИ ШАБАКАҶОИ ЭЛЕКТРОТАЪМИНКУНӢ ДАР МИНТАҚАҶОИ ДУРДАСТ ВА КӢҲИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Гулов Д.Ю., Бобоев Х.Д., Давлатов А.М., Садуллозода Ш.С., Каримзода Ҷ.Х.

Дар мақолаи мазкур таҳлили муҳтасари нерӯгоҳҳои барқи обии хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон ва мушкилоти мавҷудаи таъмини нерӯи барқ дар минтақаҳои дурдаст ва кӯҳии кишвар оварда шудааст. Дар нагиҷаи таҳлили мушкилотҳо, ки ба таъмини нерӯи барқ ба минтақаҳои дурдаст душворӣ эҷод менамоянд, ба самаранокии иқтисодии лоиҳаҳои амалишавандаи НОБ-ҳои хурд ва хавфҳои татбиқи онҳо вобаста мебошад. Пешниҳод мегардад, ки ҳангоми татбиқи лоиҳаҳо дар ин самт таҳқиқотҳои муқоисавии самаранокии иқтисодӣ, дар шакли нишондиҳандаҳои сирф иқтисодӣ ва ҳам эътимоднокии кори НОБ-ҳои хурд гузаронида шавад. Дар ин раванд истифодаи генераторҳои типии нав, ки дорои системаҳои худтаҳшис мебошанд, ба паст намудани хароҷотҳо имкон медиҳад. Ба сифати манбаи энергия истифодаи дарёчаҳои пастмаҷро пешниҳод карда мешавад. Дар мақола, инчунин мушкилоте, ки ҳангоми татбиқи сохтори пешниҳодгардида ба миён меоянд, инчунин роҳҳои ҳалли онҳо пешниҳод шудааст.

Вожаҳои калидӣ: НОБ-и хурд, дастгоҳи худтаҳшис, алгоритми арзёбии самаранокӣ.

Introduction

Global energy consumption is projected to increase by 55% in 2030 compared to today due to economic growth, urbanization and population growth. Currently, most of the required energy is generated from fossil fuels, but this technology has no prospects for development [1, 2]. This is due, on the one hand, to the depletion of hydrocarbon resources, and, on the other hand, to strict requirements for the ecology of technological processes for the production of electricity.

It is necessary to develop new sources of energy, and in this trend, the leading role belongs to alternative sources that convert the energy of light, water, bioresources into electricity. This process most affects developing countries, for

which it is economically difficult to invest in the creation of large energy systems. At the same time, it should be taken into account that powerful energy sources, including hydro resources, have already been mastered.

In many countries, there is a developer network of large hydroelectric power plants, and the opportunity to build additional hydroelectric power plants is becoming less and less. For example, the Rogun hydropower complex, built on the Vakhsh River in Tajikistan, is the seventh and last that can be implemented in this region.

At the same time, it should be noted that the energy resources of small and medium-sized rivers are practically not used, and according to expert estimates, it is ten times higher than the energy resources of large rivers. For example, for Tajikistan, the Republic's hydropower resources available for use are [3, 4]: 19.3 million kW in capacity, and 143.6 billion kW in output. kWh.

This indicates significant potential opportunities for the use of renewable hydropower resources of small and medium-sized rivers, but for its development it is necessary to build a large number of mini-hydroelectric power plants. According to [5, 6] currently, the main problem of power supply systems in remote and mountainous areas of the Republic of Tajikistan is the lack of electricity. To eliminate the shortage of electric energy in the energy system, the Government of the Republic of Tajikistan has approved a law that includes several projects, one of which is the use of small hydroelectric power plants.

In works [6-8], the shortage of electricity in the Republic of Tajikistan in recent years is considered in detail. Thus, the main emphasis in eliminating the shortage of electricity is on the construction of small hydroelectric power plants. The mountain rivers of Tajikistan, which include almost all the rivers of the Republic, have a high flow rate and a long period of non-freezing. This circumstance indicates the possibility of constructing a micro hydroelectric damless structure in hard-to-reach and remote places [9-13]. Considerable efforts of the Government of the Republic of Tajikistan are directed to the development of hydropower resources. This direction is considered as the main one in the development of the Republic's economy not only to meet domestic needs, but also to increase electricity exports.

The adopted Long-term Program for the Construction of small power plants for the period 2009-2020, developed for the development of energy resources of small rivers, provides for the construction of 189 small hydroelectric power plants with a total useful capacity of 26.8 MW [14-16]. Currently, more than 265 small hydroelectric power plants have been put into operation. They are designed to supply electricity to hard-to-reach mountainous areas. The capacity of small hydroelectric power plants varies from 5 to 2500 kW. To damless micro- and mini-HPPs with a capacity of up to 100 (micro) and up to 1000 (mini-HPPs) kW. these include garland, screw, submersible with vertical horizontal arrangement of rotors, floating, sleeve, hydraulic shock and free-flow hydroelectric power plants.

When developing a mini-hydroelectric power station for the Republic, it is necessary to take into account the peculiarities of its mountainous terrain. The Republic is a beautiful mountainous area with well-known Fan Mountains. The item of income from tourism is the second largest after income from energy. Newly commissioned hydroelectric power plants should not violate the aesthetics and ecology of the mountain landscape by the presence of hydraulic structures and unjustified dams with dams. Therefore, preference should be given to water-submersible mini-hydroelectric power plants [17, 18].

Considerable efforts of the Government of the Republic of Tajikistan are directed to the development of hydropower resources. This direction is considered as the main one in the development of the Republic's economy not only to meet domestic needs, but also to increase electricity exports [19, 20]. At the same time, increasing the reliability of mini-hydroelectric power plants and reducing operating costs are directly related to the task of improving the elemental composition of the station.

The solution to this problem is to abandon the traditional methods of regulating the main output parameters of the mini-HPPs and replace them with methods based on a modern element base.

Relevance

The dominant source of energy, at present, is oil, the production of which will reach a maximum in the next 10-20 years. The greatest concern is not only the fact of a decrease in hydrocarbon reserves, but also the weak use of other non-hydrocarbon energy sources [17]. One of the most significant problems associated with the use of hydrocarbons is global climate change. According to forecasts for the next 5 years, economic losses from natural disasters caused by, presumably, global warming are estimated at \$150 billion per year.

There is a growing awareness in the international community that climate change associated with the burning of fossil fuels may pose a greater threat than terrorism. The transition, at least in the field of small-scale energy, to renewable energy sources can be a significant step in the field of energy efficiency and, as a result, lead to a reduction in emissions into the atmosphere. This is, in fact, the only way in the coming decades, due to the general development of technologies in all areas of life, which can prevent global climate change.

The successful functioning of the economy of the future is impossible without the development of all technologies related to renewable energy in general, and in particular with hydropower. With the widespread use of the latter, the risks associated with fluctuations in market prices for fossil fuels and problems of their delivery and disposal are reduced.

The development of the local economy, due to the growth of generating capacities due to renewable energy sources, will cause an increase in the number of jobs and attracted investments. It is estimated that about 1.6 billion people living in developing countries do not have access to electricity [21-23]. The construction of long power transmission lines from a large electricity producer to a small and medium-sized consumer is very costly. As well as the construction and further maintenance of new fossil fuel power plants. Small and medium-sized hydroelectric power plants can become the most acceptable sources of energy for the population and economic development of remote areas.

Currently, for example, the energy sector of such a mountainous country as Tajikistan and its development in the future is closely linked with significant reserves of hydro resources and the growth of their use for electricity generation.

Thus, the creation of fully automatic mini-hydroelectric power plants and the development of systems for them to diagnose the working condition and prevent emergency failures is an urgent scientific problem and a sought-after engineering task.

Materials, methods and Results

To assess the feasibility of introducing a mini-HPP into the overall energy balance of the energy supply system, it is necessary to determine its structure. Let's consider the traditional structure of a mini-hydroelectric power plant (Fig.1.).

In addition to the dam and the supply pipeline, it contains well-known components: hydro turbine (HT); generator (G); switching-protective and distribution equipment (SDE); thyristor excitation device (TED); turbine gate drive (TGD); turbine gate drive (TGD); turbine accelerating drive (TAD); turbine regulator (TR); excitation regulator (ER).

A synchronous machine with electromagnetic excitation is most often used as generators in such HPPs [6, 7, 24]. Such a generator requires an additional DC source for excitation, and the excitation current flows through the contact rings. The presence of contact rings reduces the reliability of the generator and requires periodic maintenance. The generator may contain its own exciter. Then the machine will be contactless, but it is no longer a machine, but an aggregate of two machines, which also complicates the design and maintenance of the generator.

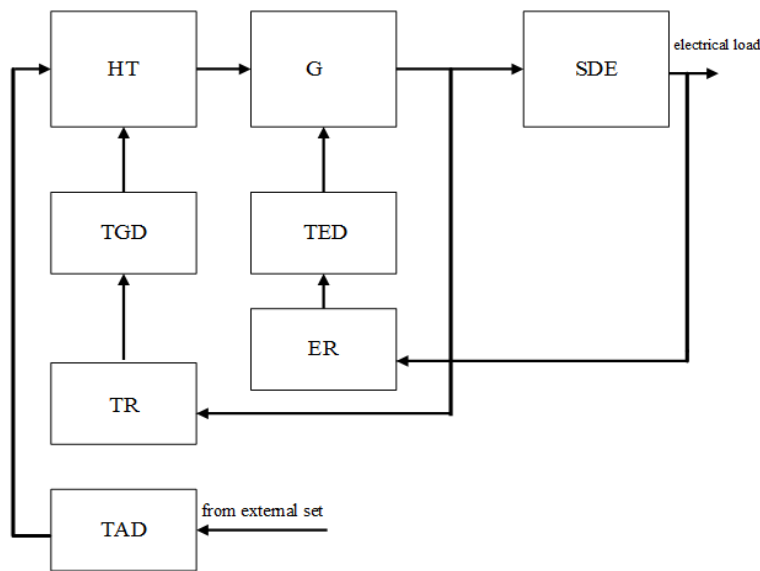


Figure 1 - Traditional scheme of a small hydropower plant

There are many small rivers in Tajikistan on which micro and small hydroelectric power plants are built, however, these power plants are not operated due to the failure of a number of particularly important elements. Most often, the following fail: voltage regulator, regulator of water levels in the upstream and downstream, turbine booster drive, turbine regulator, switching and protective and distribution equipment, etc.

Therefore, it can be concluded that the main reasons for the failure of small power plants is the failure of the generator excitation system and turbine regulators. In other words, those elements that ensure the quality of electricity fail: stability of the amplitude of the output voltage (generator excitation system); stability of the frequency of the output voltage (turbine speed controller).

In this regard, the use of the simplest micro-hydroelectric power plants, in which these regulators are absent, may be more promising. Then the functional scheme of the HPP contains a minimum of elements - a pipeline, a turbine, a generator, an electronic control device for diagnostics and energy conversion. This significantly increases the reliability of the HPP and allows it to be operated in an autonomous maintenance-free mode (Fig.2).

The complex contains the following elements: hydraulic turbine (HT), as which it is proposed to use a serial centrifugal pump.

Synchronous three-phase generator (SG), as which it is proposed to use a valve synchronous three-phase machine with excitation from permanent magnets.

A power voltage converter (PCV), which includes three elements- an AC-to-DC converter, a DC-to-AC converter of a given amplitude, frequency, and a three-phase output voltage balancing device.

A block of sensors for the output parameters of HPP (SOP), which provides information about the current values of frequency, current, voltage, power and generated energy.

A block of switching and protective equipment (SPE), which includes standard switching and protective devices for any power plant.

A block of control and diagnostic equipment (CDE) designed to implement the functions of diagnosing the state of the elements of the complex and evaluating its current and subsequent operability.

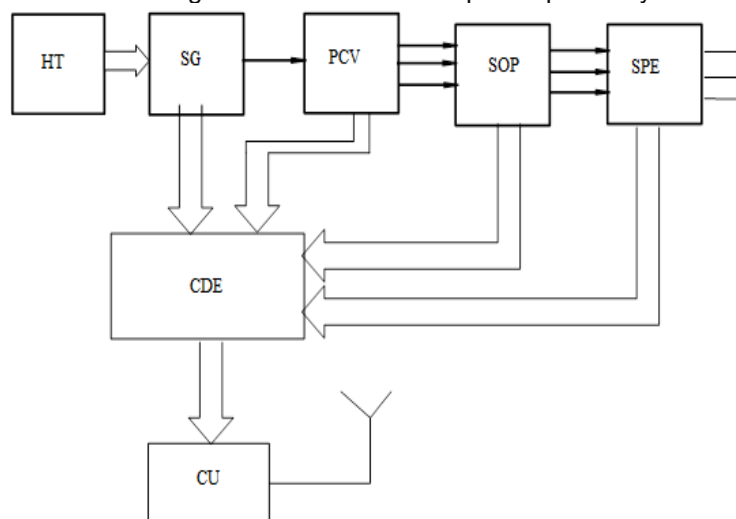


Figure2 - Functional diagram of an autonomous automated mini-HPP

A communication unit (CU) designed for communication and transmission of data on output parameters and the status of individual elements to the central control room.

Each of the elements of the functional scheme requires additional scientific and technical study, these elements were discussed in detail in [7, 25, 26].

One of the most expedient ways to increase the reliability of small hydroelectric power plants is to implement them on the basis of structurally simple, contactless and unregulated primary energy conversion devices - turbines in the form of a centrifugal pump and a generator in the form of a synchronous contactless machine. A generator based on a synchronous motor with excitation from permanent magnets (SDPM) is a well-technologically developed and studied machine.

A significant disadvantage of the SDPM when using it as a generator of an autonomous power plant is the possibility of catastrophic consequences in the event of a winding circuit in the winding. Consequently, the task arises either to exclude such closures, or to quickly detect them and stop the generator. The use of this machine and the introduction of diagnostic devices will make it possible to implement an autonomous mode of operation of the power plant without involving maintenance personnel with remote transmission of data on its condition to the central control room.

The analysis shows that only unattended fully automated mini-hydroelectric power plants can be cost-effective and economically acceptable for small and medium hydropower. They will require significant initial capital expenditures, but in the process of reliable and trouble-free operation, these costs should pay off and, after that, bring net profit associated with electricity generation [5, 27].

In order for the mini-HPP being created to be cost-effective and economically feasible, a thorough preliminary analysis of the river resources, the installation site of the mini-HPP and the economic efficiency of the project is necessary. In order to implement this task, the following algorithm is proposed for selecting and calculating an investment project for a mini-HPP.

The algorithm for the development and implementation of a power supply project based on a mini-HPP consists of the following main blocks, presented in the block diagram shown in Fig.3.

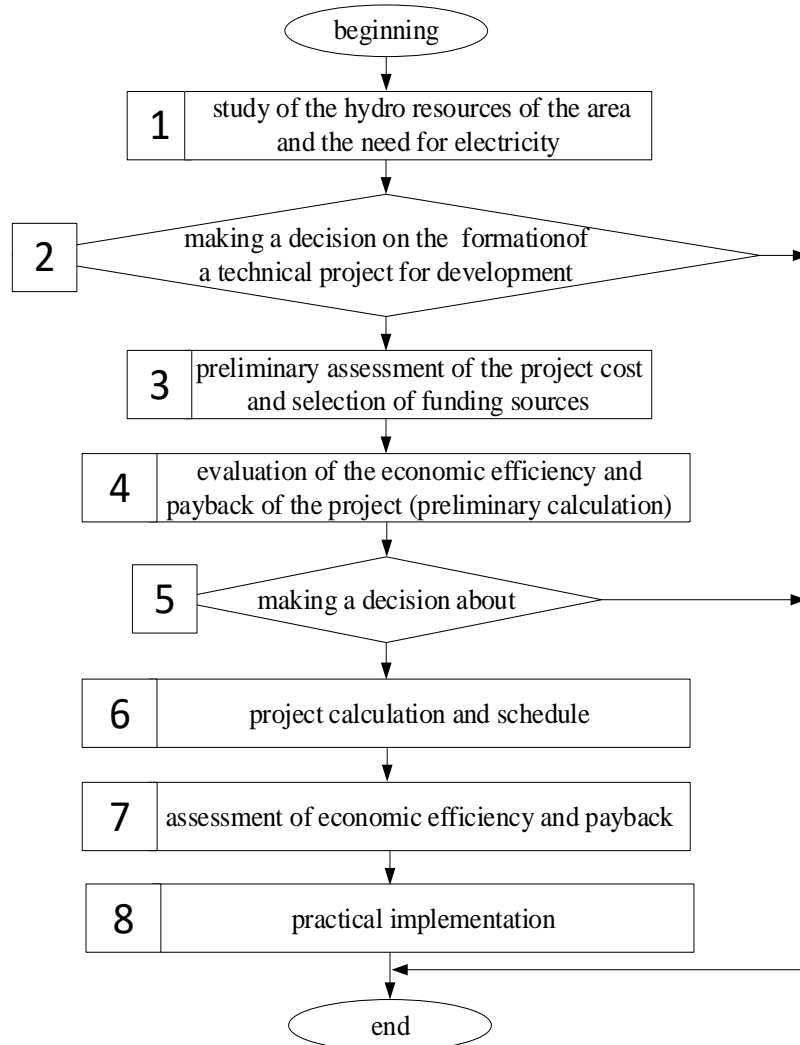


Figure 3 - Algorithm for the development and implementation of a power supply project based on a mini-hydroelectric power station

Block "1. Study of the hydro resources of the area and the need for electricity". Studies of the hydro resources of the area are carried out here and the population's need for electricity is determined. Both the capacity of hydraulic flows and their inaccessibility for installation of equipment and remoteness from potential consumers are investigated.

Block "2. Making a decision on the formation of a technical project for the development of a mini-HPP." After the study of the area and potential consumers, a decision is made on the formation of a technical project for the

development of a mini-hydroelectric power plant, including a list of necessary equipment and resources (material, human and financial).

Block "3. Preliminary assessment of the cost of the mini-HPP project and the choice of funding sources". At this stage, a preliminary calculation of the necessary mini-HPP equipment is made and its cost is estimated. Here, the necessary human and material resources are pre-calculated and evaluated in value terms for the entire period of the project implementation. This stage is intended for a preliminary assessment of the necessary investments in the mini-HPP project. Decisions are made about the sources of investment: own funds, borrowed funds or a combination of them.

Block "4. Evaluation of the economic efficiency and payback of the project (preliminary calculation)". At this stage of the project, according to the entered data of the necessary investments and sources of financing of the project, internal and external, taking into account the terms of lending, the payback of the project is calculated according to a special methodology. The calculations take into account the investment part of the project, as well as current income and current expenses from the production and sale of electricity. Inflation and project risk indicators are also taken into account. According to the initial data entered into the calculation program, the payback period of the mini-HPP project is calculated.

Block "5. Making a decision on the implementation of the project". After receiving data on the payback period of the mini-HPP project, a decision is made on the possibility of its implementation. If the decision is positive, then proceed to the next stage of the project.

Block "6. Project calculation and implementation schedule". At this stage, a schedule is drawn up and a detailed calculation of the project, taking into account the delivery time of equipment and the amount of material and human resources involved at each stage of the work.

Block "7. Evaluation of the economic efficiency and payback of the project (updated calculation)". According to the methodology described in the description of block 4, an updated calculation of the payback period of the project is made, taking into account its detailed calculation. After that, they proceed to the practical implementation of the project.

Block "8. Practical implementation of the project". This unit involves the production of works on the commissioning of mini-hydroelectric power plants.

Conclusions and discussion

The analysis shows the need to study the development of mini-hydroelectric power plants to provide electricity to remote and hard-to-reach areas. At the same time, it was revealed that:

1. Low-power hydroelectric power plants are in great demand for power supply to remote settlements in mountainous areas, both to meet current needs and for the development of the economy. Hydropower in general and, especially, small hydropower needs theoretical and practical development.

2. The development of small and medium hydropower will be accompanied by the creation of a large number of mini-hydroelectric power plants. They can be cost-effective only if they are operated without maintenance personnel in a fully automatic mode. Such mini-HPPs should have a structure that differs from traditional mini-HPPs. All elements of this mini-HPP should have high reliability.

3. The main unit of the mini-HPP is a generator. For a modern automated mini-hydroelectric power station, it is necessary to focus on valve generators with highly coercive permanent magnets. One of the elements that can lead to an emergency and the failure of a mini-hydroelectric power plant is the anchor winding with bearings correctly selected for operation. The development of a diagnostic system for various short-circuit variants should form the basis of an automated control system of the complex.

References

1. Renewables 2013. Global status report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century [Electronic resource]. – URL: www.ren21.net. (accessed: 12.12.2020)
2. Тресман А.Г. Режимы внутригодового распределения стока рек Таджикистана: отчет о НИР / А.Г. Тресман // – Душанбе: Отдел энергетики АН Таджикской ССР. – 1959. – С. 103.
3. Авакян А.Б. Энергетические ресурсы СССР. Гидроэнергетические ресурсы / А.Б. Авакян // под ред. А.Н. Вознесенского – М.: Наука, –1967. – С. 599
4. V.E. Fortov, O. S. Popel, Energy in the modern world, Publishing House "Intellect".: Dolgoprudny, 168 (2011).
5. Petrov, G.N. Tajikistan's Hydropower Resources. Central Asia and Caucasus / G.N. Petrov // Center for Social and Political Studies. Sweden. – 2003. – №33 (21), – pp. 153-161.

6. Анализ эффективности мини-ГЭС систем электроснабжения горных районов Республики Таджикистан / А.М. Давлатов, Х.Д. Бобоев, Д.Ю. Гулов, Р.Т. Абдуллозода // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 12. – С. 120-126. – DOI 10.24412/2071-6168-2021-12-120-127.
7. S. Voronin, A. Davlatov, B. Kosimov, Development Directions of Power Supply for Rural Areas of Tajikistan, Proceedings- 2019 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon), Chelyabinsk, Russia, 157-16 (2019).
8. Petrov, G.N. Tajikistan`s Hydropower Resources. Central Asia and Caucasus / G.N. Petrov // Center for Social and Political Studies. Sweden. – 2003. – №33 (21), – pp. 153–161.
9. F.G. Clifford, L.W. Eric, Project management: A practical guide, Trans. from English-Moscow: Publishing House "Delo i Service". 528 (2003).
10. I.A. Blank, Fundamentals of Investment management, Kiev: Elga-N, Nika-Center, in 2 volumes. (2001).
11. Glavtajikgidromet. Hydrographic Expedition Department. Schematic studies. "The use of hydropower resources of small and medium-sized watercourses of GBAO by means of small hydropower". Book 1. Climate - Hydrological justification. Dushanbe, 132 (1995).
12. A.G. Tresman, Determination of annual runoff on unexplored Pamir river beds, Report of the Academy of Sciences of the Taj. SSR. Dushanbe, 11(4), 98-9 (1959).
13. P.P. Bezrukikh, Yu.D. Arbuzov, G.A. Borisov, V.I. Vissarionov, V.M. Evdokimov et al., Resources and efficiency of using renewable energy sources in Russia, St. Petersburg: Nauka, 314, (2002).
14. Yu. Brigham, L. Gapensky, Financial management: A complete course: In 2 volumes Per.from English. edited by V. V. Kovalev. - St. Petersburg: Economic School, (1998).
15. Сидоров, А.И. Исследование погрешностей косвенного метода измерения параметров изоляции фаз сети относительно земли на имитационной модели / А.И. Сидоров, Х.Д. Бобоев // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 9. – С. 24–29. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-9-24-29.
16. F.S. Abdullayeva, G.B. Bakanin, S.M. Gordon Hydropower resources of the Tajik SSR, L.: Nedra, 658 (1965).
17. R.T. Abdulloev, A.B. Tryapitsyn, O.A. Khanzhina. The electrochemical corrosion processes simulating of grounding devices, 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016 - Proceedings, Chelyabinsk: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2016. - pp 7911694.
18. Давлатов, А.М. Состояние малой энергетики в Республике Таджикистан и анализ традиционных структур мини-ГЭС / А.М. Давлатов, Х.Д. Бобоев, Б.И. Косимов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2021. – № 10. – С. 55-60.
19. Kh.D. Boboev, A.I. Sidorov, O.A Khanzhina, Determining Ground Insulation Parameters in Quarry Distribution Networks of Mining Companies in Tajikistan, 2020 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon), Chelyabinsk, 344-348 (2020).
20. Бобоев, Х.Д. Параметры изоляции относительно земли в карьерных распределительных сетях горнодобывающих предприятий Республики Таджикистан / Х.Д. Бобоев, А.В. Богданов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 29–37. – DOI 10.14529/power210103.
21. A.G. Tresman, Supply curves and natural overregulation of the flow of rivers of Tajikistan, Dushanbe: Donish, 168 (1969).
22. A.K. Kirgizov, S.R. Rasulov. Methodology for determining water consumption in the design of small hydroelectric power plants on mountain watercourses of Tajikistan, Energy: Ecology, Reliability, Safety: materials of the Nineteenth All-Russian Conference. Scientific and Technical conferences, Tomsk Polytechnic University. Tomsk: "SPB Graphics", 1, 82-4 (2013).
23. Киргизов А.К. Потенциал нетрадиционных источников энергии в Таджикистане / А.К. Киргизов, С. Р. Расулов, У.У. Косимов // Энергетика: Экология, Надежность, Безопасность: материалы восемнадцатой Всеросс. науч.-техн. конф. / Томский политехнический университет. – Томск: «СПБ Графика», – 2012. – С. 99-101.
24. Эффективность выработки электроэнергии посредством преобразования солнечной энергии в условиях Южного Таджикистана / А. Я. Абдурахмонов, Н. Х. Одинаев, Б. Т. Абдуллоев, Р. Т. Абдуллозода // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2019. – № 3(47). – С. 10-14. – EDN JBJFDJ.
25. Sidorov A., Abdullozoda R., Sadullozoda S., Saifiddinzoda O. and Abdullozoda I. Method for determining the state of an grounding device. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 808, III International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 21 April 2021, Moscow, Russian Federation. DOI 10.1088/1755-1315/808/1/012005
26. Sadullozoda, S.S. Influence of "suction" on the conditions of electrical safety of the neutral earthing systems / Polytechnic Bulletin. Series: Engineering Research. Tajikistan. – 2019. – № 1. – pp. 90-93.

27. Boboev, K. Evaluation of Indirect Methods for Determining the Isolation Parameters of the Network Phases Relative to the Ground on a Computer Model / K. Boboev, A. Sidorov, A. Davlatov // 2021 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon), 2021, pp. 556–560, doi: 10.1109/UralCon52005.2021.9559538.

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

TJ	RU	EN
Гулов Диловар Юсуфович	Гулов Диловар Юсуфович	Gulov Dilovar Yusufovich
н.и.т	к.т.н	Candidat of engineering sciences
Донишкадаи энергетикӣ Тоҷикистон	Институт энергетикӣ Таджикистана	Energy Institute of Tajikistan
gdy_02@mail.ru		
TJ	RU	EN
Бобоев Хуршедшоҳ Давлаталиевич	Бобоев Хуршедшоҳ Давлаталиевич	Boboev Khurshedshoh Davlatalievich
н.и.т	к.т.н	Candidat of engineering sciences
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
khboboev-93@mail.ru		
0000-0003-3565-5763		
TJ	RU	EN
Давлатов Азамҷон Маҳмадиевич	Давлатов Азамҷон Маҳмадиевич	Davlatov Azamjon Mahmadiyevich
н.и.т	к.т.н	Candidat of engineering sciences
Донишкадаи энергетикӣ Тоҷикистон	Институт энергетикӣ Таджикистана	Energy Institute of Tajikistan
davlatov_azam@bk.ru		
TJ	RU	EN
Саъдуллозода Шаҳриёр Саъдулло	Саъдуллозода Шаҳриёр Саъдулло	Sadullozoda Shahriyor Sadullo
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Candidat of engineering sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
sadullozoda@ttu.tj		
0000-0001-5801-9140		
TJ	RU	EN
Каримзода Ҷамшед Ҳалим	Каримзода Ҷамшед Ҳалим	Karimzoda Jamshed Halim
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Candidat of engineering sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
mailto:d.karimov@mail.ru		

ХУСУСИЯТИ ФАРҚУНАНДАИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКАИ ТОҶИКИСТОН

Ализода А. А.

Саромӯзгори кафедраи манбаъҳои ғайрианъанавии энергия ва энергетикаи ҳароратии Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон, мушовири ректор, ноҳияи Кӯшонӣ, вилояти Хатлон, Чумхурии Тоҷикистон

Дар ин мақола дар асоси таҳқиқот ва таҳлилу муқоисаҳо дар бораи таърихи қўтоҳи оғоз ва ташаккули гидроэнергетикаи Тоҷикистон, иқтидори гидроэнергетикаи дарёҳои калону хурд, обанборҳои табию сунъӣ ва каналҳои барои обёрӣ кишоварзӣ таъингардида ва истифодабарии он барои сохтмони нерӯгоҳҳои калону хурд, хусусиятҳои фарқунандаи гидроэнергетикаи Тоҷикистон аз гидроэнергетикаи ҷаҳонӣ, тадричан рушд ёфтани гидроэнергетикаи Тоҷикистон дар партави рӯ ба таназзул овардани гидроэнергетикаи муосир дар аксари мамлакатҳои рушдёрфта, кӯҳна ва фарсудаҳои сарбандҳо дар НБО-и ҷаҳон ва амалӣ намудани чораҳо барои таҷдиди онҳо, аҳамияти иқтисодӣ, иҷтимоӣ ва экологӣ ва афзалияту норасоҳои нерӯгоҳҳои барқии хурд дар муқоиса бо НБО-и калон, маводҳои таҳлили илмию таҳқиқотӣ пешниҳод шудаанд.

Муаллиф инчунин, дар асоси далелҳо ва мисолҳои дақиқ тавсия додааст, ки таҷҳизоти НБОХ, мини ва микроНБО-и ҷараёни конструксия нав, аз ҷумла бо истифодаи гидротурбинаҳои бо технологияи муосири дар зиёда аз 138 ширкатҳои бонуфузи 30 мамлакатҳои ҷаҳон истеҳсолшаванда, метавонанд дар дарёҳо, каналу дарёҳои хурд ва майда бунёд карда шуда, ба зиндагии ҳазорон шаҳрвандони Тоҷикистон таъсири мусбат расонанд.

Калимаҳои калидӣ: гидроэнергетикаи ҷаҳонӣ, гидроэнергетика, гидроэнергетикаи хурд, хусусиятҳои фарқунанда, гидротурбинаи бисёрзина, НБО, аввалин НБО, сарватҳои гидроэнергетикӣ, захираҳои гидроэнергетикӣ, дарёҳои калон ва хурд, каналҳои дериватсионӣ, каналҳои магистралӣ, ислоҳоти соҳаи об, Агентӣ, Иттиҳодия, Раёсат, барнома, Стратегия, омилҳои иқтисодӣ, иҷтимоӣ ва экологӣ, газҳои гулхонаӣ, бехатарии экологӣ.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ ТАДЖИКИСТАНА

Ализода А. А.

В данной статье представлены научно-исследовательские анализы и материалы о краткой истории начала и формирования гидроэнергетики Таджикистана, гидроэнергетический потенциал больших и малых рек, деривационных и магистральных каналов, больших и малых искусственных и природных водоёмов республики и целесообразности их использования для строительства больших и малых ГЭС, отличительные характеристики гидроэнергетики Таджикистана от гидроэнергетики других стран мира, постепенное развитие гидроэнергетики Таджикистана на фоне спада уровня развития гидроэнергетики отдельных развивающихся стран мира, старения и износ многих плотин ГЭС стран мира и необходимость их реконструкции и ремонта, а также целесообразности развития малой гидроэнергетики мира, в том числе Республики Таджикистан, экономические, социальные и экологические преимущества и недостатки малых гидравлических станций (МГЭС) по сравнению с большими гидравлическими станциями (ГЭС).

Одновременно на основании изучения и глубокого анализа и научных исследований автором даны предложения и рекомендации по эффективному использованию мировой практики строительства МГЭС, мини-ГЭС и микро-ГЭС посредством современной гидроэнергетической технологии, в том числе электротехнического и гидротехнического оборудования, производимые 138 компаниями более 30 государств мира, при проектировании и строительстве новых малых ГЭС в различных регионах Таджикистана и могут быть установлены на малых реках и каналах, предназначенных для орошения сельхозугодий, и оказывают положительное влияние на уровень жизни тысячи граждан республики.

Ключевые слова: гидроэнергетика, малая гидроэнергетика, отличительные характеристики, многоступенчатая гидротурбина, первая построенная ГЭС, гидроэнергетические ресурсы, гидроэнергетические запасы, большие и малые реки, деривационные каналы, магистральные каналы, реформа водной отрасли, агентство, объединения, управления, программа, стратегия, экономические, социальные и экологические факторы, экологическая безопасность.

DIFFERENT CHARACTERISTICS OF THE HYDROPOWER INDUSTRY OF TAJIKISTAN

Alizoda A. A.

This article presents research analyzes and materials on a brief history of the beginning and formation of hydropower in Tajikistan, the hydropower potential of large and small rivers, diversion and main canals, large and small artificial and natural reservoirs of the republic and the feasibility of their use for the construction of large and small HPPs, the distinctive characteristics of hydropower in Tajikistan from hydropower in other countries of the world, the gradual development of hydropower in Tajikistan against the backdrop of a decline in the level of development of hydropower in some developing countries of the world, the aging and deterioration of many hydropower dams in the countries of the world and the need for their reconstruction and repair, as well as the feasibility of developing small hydropower in the world and including the Republic of Tajikistan, economic, social and environmental advantages and disadvantages of small hydraulic power plants (SHPPs) compared to large hydraulic power plants (HPPs).

At the same time, based on the study and in-depth analysis and scientific research, the author gives suggestions and recommendations for the effective use of world practice in the construction of SHPPs, mini-HPPs and micro-HPPs through modern hydropower technology, including electrical and hydraulic equipment, produced by 138 companies in more than 30 countries of the world, with design and construction of new small hydropower plants in various regions of Tajikistan and can be installed on small rivers and canals intended for irrigation of agricultural land and have a positive impact on the standard of living of thousands of citizens of the republic.

Key words: hydropower, small hydropower, distinctive characteristics, multistage hydroturbine, the first built hydroelectric power station,

hydropower resources, hydropower reserves, large and small rivers, diversion canals, main canals, water sector reform, Agency, Associations, Departments, program, Strategy, economic, social and environmental factors, environmental safety.

Аз замонҳои қадим, дақиқтараш аз асри 1 то мелод сар карда то асри Х111-и мелодӣ инсоният энергияи обро барои ҳалли мушкилоти зиндагии худ дар шакли дулоб-чархаҳои обӣ (водяное колесо) истифода мебард. Ҳамин дулоб-чархаҳои обӣ буданд, ки аз охири асри Х111 то асри XV111 дар Аврупо ва минтақаҳои дигари ҷаҳон истеҳсолоти саноатӣ пайдо ва рушд кард. Кашфиёт дар соҳаи илмҳои табиатшиносӣ ва дақиқу риёзӣ имкон доданд, ки аввалин таҷҳизоти электрикӣ ва дар ҳамин ҷой бо истифодаи энергияи об нерӯгоҳҳои барқи обӣ (НБО) бунёд гардид, ба гидроэнергетика асос гузошта шавад [2, 5].

Баъдтар гидроэнергетика тавассути сохтмони НБО-и хурду миёнаю бузург дар тамоми ҷаҳон рушд ёфта, ҳамчун яке аз манбаҳои барқароршавандаи энергияи электрикӣ аз ҷиҳати экологӣ тоза эътироф гардид. Дар маҷмӯъ гидроэнергетикаи замони муосир ҳамчун як сохтори энергетикӣ муаррифӣ мегардад, ки дар таркиби худ корхонаву муасс- с исаҳо ва кормандони онҳоро, ки ба ташкил ва танзими истеҳсол, интиқол, тақсимот ва истифодабарии энергияи электрикӣ машғул мебошанд, муттаҳид месозад ва ба гидроэнергетикаи калон ва гидроэнергетикаи хурд ҷудо мешавад.

Дар маҷмӯъ гидроэнергетикаи Тоҷикистон сарватҳои гидроэнергетикӣ онро, ки ба миқдори 527 млрд.кВт.с дар як сол арзёбӣ шуда, наздики 4% сарватҳои гидроэнергетикӣ ҷаҳонро ташкил медиҳанд, муаррифӣ менамояд.

Аз рӯи сарватҳои гидроэнергетикӣ Тоҷикистон дар ҷаҳон ҷойи 8-ум ва дар бахши Осиёи бошад ҷойи аввалро ишғол менамояд. Сарватҳои гидроэнергетикӣ Тоҷикистонро шабакаи гидрографикӣ, ки аз 25 ҳазор дарёҳо бо дарозии умумии 69,2 ҳазор километр иборат аст, ташкил медиҳад. Аз ин ҷумла, 947 дарё аз 10 то 100 км дарозӣ доранд, 16 дарё аз 100 то 500 км ва 4 дарёи дарознашон аз 500 км зиёдтар мавҷуданд. Дарёҳои аз ҷаҳон бузургтарин Тоҷикистон: Панҷ (521км), Вахш (524 км), Бартанг (528 км), Кофарниҳон (387 км), Зарафшон (310 км, дарозии умумиаш 877 км), Сирдарё-180 км ва ҷараёни миёнасолонаш-189 км мебошанд [2, 8].

Ҳамчун воҳидҳои идорашаванда, системаи дарёҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон бо дарназардошти сарҳадҳои гидрологӣ, ба чор ҳавзаи дарёӣ тақсим карда шудаанд:

- қисми тоҷикистони ҳавзаи Сирдарё бо зерҳавзаи дарёи Зарафшон;
- ҳавзаи дарёи Кофарниҳон;
- ҳавзаи дарёи Вахш;

-ҳавзаи дарёи Панҷ[3]. Захираҳои потенциали сарватҳои гидроэнергетикӣ Тоҷикистон аз рӯи ҳисоботҳои оморӣ соли 2003 дар ҷадвали 1 нишон дода шудаанд.

Ҷадвали 1 – Захираҳои потенциали сарватҳои гидроэнергетикӣ Тоҷикистон

Ҳавзаи дарёҳо	Тавоноии миёнасолона, МВт	Энергияи миёнасолона, ТВт.с	Ҳисса дар ҳаҷми умумӣ, %
Панҷ	14030	122,9	23,20
Ғунд	2260	19,80	3,73
Бартанг	2969	26,01	4,93
Ванҷ	1191	10,34	1,96
Язғулом	845	7,40	1,39
Қизилсу	1087	9,52	1,78
Вахш	28670	251,15	48,00
Кофарниҳон	4249	37,22	7,00
Кӯли Қароқул	103	0,90	0,17
Сурхондарё	628	5,50	1,03
Зарафшон	3875	33,94	6,38
Сирдарё	260	2,28	0,43
Ҳамагӣ	60167	527,06	100

Дар асоси маълумоти маҷмӯаъии Агентии байналмилалӣ манбаҳои барқароршавандаи энергия АБМБЭ-(IRENA) соли 2021 дар 150 давлати ҷаҳон нерӯгоҳҳои барқи обӣ сохта шуда, фаъолият карда истодаанд. Тавоноии муқарраршудаи ҳамаи НБО-ҳои ҷаҳон соли 2021-ум 1360 ГВт-ро ташкил дод. Пешсафӣ ҷаҳонӣ дар масъалаи гидроэнергетика Чин ба шумор меравад, ки соли 2021-ум тавоноии муқарраршудаи НБО-

и он 391ГВт-ро ташкил додааст. Дар ҷои дуҷум Бразилия-109 ГВт, дар ҷои сеҷум ИМА-102 ГВт, дар ҷои чорум Канада-82 ГВт ва дар ҷои панҷум Россия-56 ГВт мебошанд. Тавоноии муқарраршудаи НБО-и Тоҷикистон соли 2021-ум 5631 МВт-ро ё 5,6 ГВт-ро ташкил дод [6].

Истеҳсоли умумӣ ва истеъмолоти энергияи электрикӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон бо динамикаи солҳои 1991-2022 дар ҳамаи соҳаҳои хоҷагии халқ дар ҷадвалҳои 2 ва 3 оварда шудаанд. Аз нишондодҳои ин ҷадвалҳо ба хулоса омадан мумкин аст, дар 20 соли охир ҳам истеҳсолот ва ҳам истеъмолоти энергияи электрикӣ рӯ ба афзоиш овардаанд. Ин ҳолат аз рушди соҳаи гидроэнергетикаи ватанӣ ва мутаносибан беҳтар гардидани сатҳи зиндагии аҳолии шаҳодат медиҳад.

Ҷадвали 2–Истеҳсоли энергияи электрикӣ дар Тоҷикистон

Номгӯй	Солҳо						
	1991	1996	2000	2004	2008	2021	2022
Гидроэнергия, ГВт.с	17,5	15,0	14,3	16,4	14,8	20,6	21

Ҷадвали 3–Истеъмолоти энергияи электрикӣ дар Тоҷикистон

Номгӯй	Солҳо						
	1991	1996	2000	2004	2008	2021	2022
Гидроэнергия, ГВт.с	19,2	14,1	15,6	16,8	15,6	18,2	19,5

Соли 2019 Ҷумҳурии Тоҷикистон “Стратегияи миллии мутобикат ба тағйирёбии иқлим барои давраи то соли 2030”-ро қабул карда, вобаста ба талаботи ин Стратегия тадриҷан уҳдадорҳои худро иҷро менамояд [9].

Мамлакат аз рӯи ғоизи истеҳсол ва истифодабарии “энергияи сабз” дар ҷаҳон ҷойи шашумро ишғол менамояд. Зимни ин, азхудкунии ояндаи иқтидорҳои гидроэнергетикаи Тоҷикистон метавонад ба боз ҳам камтар шудани партовҳои газҳои карбонӣ ба атмосфера мусоидат кунад ва дар таъмини мамлакатҳои минтақа бо энергияи электрикӣ аз ҷиҳати экологӣ тоза, ки яке аз пояҳои рушди “иқтисодиёти сабз” мебошад, саҳм гузорад. Ин вазъият хусусан баъди ба истифода дода шудани НБО Роғун боз ҳам хубтар ва мавқеи Тоҷикистон оиди ин масъала дар миёни мамлакатҳои ҷаҳон устувортар мегардад.

Гидроэнергетикаи ҷаҳонӣ, аз ҷумла гидроэнергетикаи Тоҷикистон аз ҷиҳати экологӣ амалан ва мутлақан манбаи тозаи энергия мебошад. Фарқият дар он аст, ки имрӯз Тоҷикистон нисбати солҳои 90-ум дар таркиби истеъмоли худ ҳиссаи энергияи электрикӣ ба самти коҳиш додани сӯзишвории минералӣ зиёд гардонида, ба он ноил гашт, ки партовҳои газҳои гулхонаиро (CO₂, CH₄, N₂O), ки тибқи принципҳои Дастурии Конвенсияи чорҷубавии тағйирёбии иқлими СММ (КЧТИ-РКИК ООН) дар баҳши «Энергетика»-и Тоҷикистон, ки дар Гузоришномаи якуми Ҷумҳурии Тоҷикистон оид ба инвентаризатсияи барӯйхатгирии газҳои гулхонаӣ оварда шудааст, аз 3833 Гт дар соли 2006 то 2544 Гт дар соли 2014 ва ё 33,6% кам кунад[9].

Яке аз хусусиятҳои фарқкунандаи гидроэнергетикаи ҷаҳонӣ аз гидроэнергетикаи Тоҷикистон дар он аст, ки дар мамлакатҳои зиёди рушд ёфта ва рушдкунандаи ҷаҳон, ки соҳиби захираҳои бузурги сӯзишвории органикӣ (нафт, газ, ангишт) мебошанд, гидроэнергетика ҳамчун манбаи барқароршавандаи энергия дар рушди ин кишварҳо мавқеи асосӣ ва ҳалкунанда надорад. Агарчӣ таҷриба ва таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки сохтмон ва истифодабарии НБО қариб дар ҳамаи давлатҳои дунё, аз ҷумла Чин, Бразилия, ИМА, Канада, Россия ва Тоҷикистон, ки иқтидорҳои бузурги гидроэнергетикӣ доранд, аз ҷиҳати иқтисодӣ нисбати дигар намудҳои нерӯгоҳҳо манфиатовар буданд.

Вале, барои Ҷумҳурии Тоҷикистон истифодаи самараноки сарватҳои гидроэнергетикӣ ва дар ин замина бунёди бузургтарин НБО-и

минтақа-НБО-и Роғун, инчунин таҷдиди нерӯгоҳҳои барқии оби Норақ, Сарбанд, Қайроқум ва дигарҳо, масъалаи асосӣ ва омили ягонаи рушди босуботи иқтисодиёти иҷтимоиёти кишвар ба ҳисоб меравад, яъне гидроэнергетикаи Тоҷикистон дар ҳолати рушд кардан қарор дорад.

Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки дар солҳои охир вазъияти ҳол дар масъалаи истифодабарии сарватҳои гидроэнергетикӣ ҷӣ дар мамлакатҳои рушд ёфта ва ҷӣ дар мамлакатҳои рушдкунанда тағйир ёфта истодааст. Дар маҷмӯъ рушди гидроэнергетикаи ҷаҳонӣ имрӯз нисбати дигар манбаҳои барқароршавандаи энергия (оғтоби, бодӣ) ва барқарорнашаванда (нафту газу ангишт) низ мунтазам коҳиш ёфта истодааст, аммо дар Тоҷикистон вазъият бараъакс мебошад. Инро ҳамчун хусусияти дуҷуми фарқкунандаи гидроэнергетикаи Тоҷикистон аз гидроэнергетикаи ҷаҳонӣ ҳисоб кардан мумкин аст.

Тибқи маълумотҳои Агенсии байналмилалии манбаҳои барқароршавандаи энергия АБМБЭ-(IRENA) соли 2020 истеҳсоли электроэнергия тавассути манбаҳои барқароршавандаи энергия (МБЭ) ба 2779 ГВт.с расид, ки аз ин ҷумла 1211 ГВт.с ба гидроэнергетикаи анъанавӣ рост меояд. Ин рақам нисбати афзоиши истеҳсоли умумӣ аз ҳамаи МБЭ аз 8% ҳам камтар аст, дар ҳолате, ки истеҳсоли энергияи электрикӣ тавассути нерӯгоҳҳои офтобӣ 22% ва нерӯгоҳҳои бодӣ 18% афзуда, дар маҷмӯъ 91% аз миқдори умумии афзоиши энергияи электрикӣ аз МБЭ-ро ташкил додааст [6].

Ба он нигоҳ накарда, ки энергияи электрикӣ дар НБО-ҳои калон истеҳсолшаванда яке аз ҳама арзонтарин мебошад, дар бисёр мамлакатҳо, хусусан рушдёфта, афзоиши тавоноии гидроэнергетикаи калон дар вақтҳои охир бо сабаҳои объективӣ паст ё ҷилавгирӣ шуда истодааст. Ба ин сабабҳо дар навбати аввал зарурати ҷалби инвестицияҳои калон ва дарозмӯҳлат, хароҷоти баланд барои чорабиниҳои ҷубронкунандаи ҳифзи табиат ва иқтимоӣ, муҳлати дарозӣ сохтмон, сатҳи баланди камшавии гидропотенсиали аз ҷиҳати техникӣ дастрас ва аз ҷиҳати иқтисодӣ асоснокшуда, дохил мешаванд.

Дар маҷмӯъ, афзоиши ояндаи гидроэнергетика дар ҷаҳон аз ҳисоби омилҳои зерин бағоят номуайян арзёбӣ мегардад [6]:

- баланд шудани хароҷоти капиталӣ ба ҳар як киловатт тавоноии ҳисобӣ;

- арзиши баландтар ва муҳлати зиёдтари сохтмони НБО дар муқоиса бо аксарияти МБЭ;

- таъсири бузурги номатлуб ба гуногунавҳои биологӣ ва функцияҳои экосистемавӣ дар миқёси саёравӣ;

- куҳна ва фарсудаҳои сарбандҳо дар тамоми НБО-и ҷаҳон бо ва баландшавии хатари раҳна гаштани сарбандҳо. Барои пешгирии ин ҳолат дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои рушди минбаъдаи соҳаи энергетикаи кишвар 18 лоиҳаи сармоягузори давлатӣ ба маблағи 16,6 миллиард сомонӣ амалӣ гардида истода, дарназар аст, ки дар 7 соли оянда аз ҳисоби бунёди нерӯгоҳи “Роғун” ва таҷдиди нерӯгоҳҳои барқӣ обии “Норак”, “Сабанд” ва “Қайроқум” иқтисодӣ энергетикаи мамлакат иловатан ба 4 ҳазор МВт афзоиш дода шавад;

- ҳиссаи баланди гидроэнергетика дар оилаи МБЭ дар бисёр мамлакатҳои рушдкардаи системаҳои энергетикаи онҳоро аз мувозина берун ва дар назди мушкилоти дар боло зикршуда побаст ва ин давлатҳоро маҷбур месозад, ки истифодабарии васеъӣ дигар манбаҳои БЭ-ро барои баланд бардоштани эътимоднокии системаҳои энергетикӣ ба роҳ монанд.

Ҳамзамон, гидроэнергетика аз рӯи як қатор нуқтаҳои назар ҳанӯз ҳам диққатҷалкунанда мебошад, аз ҷумла:

- мавҷуд будани тавоноии манёврӣ, инчунин эътирофнокии афзоишбанди қимати гидроэнергетика дар бозорҳои энергетикӣ;

- дар баъзе минтақаҳо мисли пештара арзиши пасттари меъёрии энергияи электрикӣ дар НБО истеҳсолшаванда дар муқоиса бо аксарияти МБЭ ва хароҷоти начандон калони ҷорӣ аз рӯи паст будани нархи об;

- имконияти истифодабарии фаромақсади обанборҳо ба болои истеҳсоли энергияи электрикӣ инчунин манфиати иловагии истифодаи оби обанборро фароҳам меорад, агарчӣ аксаран истифода намегардад;

- арзиши баланди рамзии сарбандҳо, ки онҳоро ҳамчун маркази таваҷҷуҳи сиёсати миллии рушд муаррифӣ менамояд;

- дарозумрии лоиҳаҳо: аз оғози бунёдшавӣ-сарбанди калон метавонад то 60-120 сол хизмат кунад;

Имрӯз, ҳатто ҷонибдорони асосии рушди гидроэнергетика, ки бо пешгӯиҳои хушбинонашон машхуранд, пурра эътироф менамоянд, ки рушди гидроэнергетика дар ҷаҳон аз қуллаи афзоишаш гузаштааст ва рӯ ба танназулу сустшавӣ овардааст.

Гидроэнергетикаи хурд бошад аз бисёр камбудии НБО-и калон озод буда, ҳамчун усули аз нуқтаи назари экологӣ беҳатар ва сарфакоронаи истеҳсоли энергияи электрикӣ эътироф гардидааст, хусусан ҳангоми истифодабарии обравҳои начандон калон.

Аз нимаи дууми асри XX сар карда дар аксарияти мамлакатҳои дунё, аз ҷумла Чину собиқ ИҚШС ва давлатҳои Аврупо, ки дар онҳо бунёди НБО-и бузургҳаҷм оғоз шуда буд, дигар ба сохтмони НБОХ дархосту эҳтиёҷ надошанд. Вале дар замони ҳозира татбиқи фаъоли лоиҳаҳои сохтмони гидроэнергетикаи хурд амалан дар ҳамаи минтақаҳои олам, ҷи рушдёфта ва ҷи рушдкунанда, мушоҳида мегардад.

Дар даҳсолаи охир гидроэнергетикаи хурд бо суръати баланд рушд ёфт. Ин ҳолат ба ҷаҳду талоши ҳарчӣ камтар ба табиат расонидани зарари экологӣ алоқаманд мебошад, ки ҳангоми сохтмон ва истифодабарии НБО-и калон онро бартараф кардан номумкин аст. Чунки обанборҳои калони НБО-и калон ландшафти мавзеи сохтмони нерӯгоҳро тағйир медиҳанд, мавҷудоти зиндаи табиатро мавҳ месозанд, роҳҳои мигратсияи моҳиро мебандад ва бо гузашти солҳои муайян ба ботлоқ табдил меёбад. Барои мисол, бунёди обанбори НБО Қайроқум зиёда аз 70 ҳазор гектар қитъаҳои ҳосилхези вилояти Суғдро зери об мондааст [8].

Рушди гидроэнергетика пеш аз ҳама аз нуқтаи назари имконоти диверсификатсияи он, истифодабарии самараноктар ва бисёрмақсадноки иқтидорҳои гидроэнергетикии на танҳо дарёҳои калон, балки дарёҳои хурд, афзалиятҳои дарозмуҳлати иқтисодӣ дорад. Ин самт дар мамлакатҳои рушдёфта ва рушдёфтаиастода, хусусан дар деҳот ва ноҳияҳои аз системаи энергетикӣ дур ҷойдошта, бо суръат ташаккул ёфта истодааст.

Дар ин самт НБОХ афзалиятҳои муайянеро доро мебошанд, ки асосиашон инҳоянд [1, 4, 11]:

-сабуктар гардонидани таъсири тағйирёбии глобалии иқлим ба муҳити атроф аз ҳисоби коҳиш додани партобҳои CO₂ ;

- технологияҳои самаровар;
- шумораи минималии майдонҳо ва иморатҳои зериобмонда;
- рушди маҳаллӣ ва минтақавӣ;
- кӯмакрасонӣ дар хизматрасонии ҳавзаи дарёӣ;
- электрификатсияи ҳудудҳои кишоварзӣ;
- муҳлати начандон калони хароҷотбарорӣ.

Оқибатҳои экологӣ ҳангоми сохтмони НБОХ дар муқоиса бо НБО-и калон хеле сабуктар ва бехатаранд. Афзалияти асосии НБОХ-ин бехатарии пурра аз нигоҳи экологӣ мебошад. Ҳангоми сохтмони НБОХ хусусияти химиявӣ ва физикавии об тағйир намеёбад. Обанборҳоро барои таъмини аҳоли бо оби ошомиданӣ ва моҳипарварӣ истифода бурдан мумкин аст. Вале афзалияти аз ҳама асосии НБОХ дар он аст, ки барои ин нерӯгоҳҳо бунёд кардани обанборҳои бузург, ки ба хисороти калони моддӣ ва зериоб мондани ҳудуди калони қитъаҳои замин оварда мерасонад, ҳатмӣ нест.

Ба ғайри ин, НБОХ боз як қатор афзалиятҳои дигар низ дорад: ин мураккаб набудани таҷҳизоту конструксияҳо ва имконоти пурраи механизатсиякунонӣ, яъне дар раванди истифодабарии нерӯгоҳ иштироки одамон ҳатмӣ нест. Захираи кории НБОХ калон буда, аз 40 сол зиёд аст.

Умуман агар ба хусусиятҳои муқоисавии ба мақсад мувофиқ будани рушди НБОХ таваҷҷуҳ кунем(ҷадвали 4), боз мушаххастар ва равшантар муайян мегардад, ки гидроэнергетикаи хурди ҷаҳонӣ, аз ҷумла гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон дар оянда бештар рушд хоҳад кард [1, 4, 11].

Ҷадвали 4–Хусусиятҳои муқоисавии ба мақсад мувофиқ будани рушди НБОХ

№ т/т	Омило	Афзалиятҳо
1	Иқтисодӣ	-арзиши аслии энергияи электрикии дар НБОХ истеҳсолшуда 2÷2,5 маротиба аз НБО калон паст аст; -сохтмони сарбандҳо ва зериобмонии майдонҳои зиёдро талаб намекунад; -қитъаҳои замини ҳосилхезро барои сохтмон ҷалб наменамояд; -наздиқ будан ба истеъмолкунанда ва набудани зарурати бунёди хатҳои барқи гаронарзиш, аз ҷумла дар ноҳияҳои душворгузару дурдасти кӯҳӣ; - имконияти ҷалби маблағҳои аҳоли, соҳибкорони миёна ва хурд; -барои азхудкунии ҳудудҳои нав имкониятҳои иловагиро мекушояд; -муҳлатҳои нисбатан кӯтоҳи истеҳсоли энергияи электрикӣ.
2	Техникӣ ва технологӣ	-истифодаи нақлиёти калонҳаҷми автомобилӣ, сохтмони роҳҳо барои нақлу ҳамли техника ва маводҳои сохтмони сарбанд талаб карда намешавад; -соддагии танзими режими истифодабарӣ; -имконоти истифодабарии воситаҳои нақлиётии камқуввату тавоноӣ дар сохтмони НБОХ
3	Экологӣ	-мавҷуд набудани мавзёҳои зериобмонда ва нигоҳдорӣ мавзёҳои табиӣ замини ҷангалҳо, флора ва фауна аз шӯршавӣ ва эрозия; -нигоҳдорӣ мувозинату баробарвазнии экологӣ; -нигоҳдорӣ сифати оби барои эҳтиёҷоти коммуналӣ ва обёрӣ таъингардида.
4	Иҷтимоӣ	-электрикунонии маҳаллаҳои аз коммуникатсияи асосӣ дур ҷойгирифта; -ташкили ҷойҳои кории нав ҷалби қувваи корӣ барои азхудкунӣ ва самараноктар истифода бурдани истеҳсолоти амалкунанда ва нав; -бештар гардонидани шароити иҷтимоӣ-маишии аҳоли.

Гидроэнергетикаи хурд аз рӯи имконоти техникӣ-иқтисодии худ аз чунин манбаъҳои энергетикаи хурд чун нерӯгоҳҳое, ки энергияи бодӣ, энергияи офтобӣ ва биоэнергияро истифода мебаранд, баландтар меистад. Дар замони ҳозира гидроэнергетикаи хурд дар ҷаҳон метавонад тахминан 60 млрд. кВт.с энергияи электрикӣ дар як сол истеҳсол кунад, вале мутаасифона ин иқтидор-потенциал аз ҳад кам, ҳамагӣ 1 % истифода мешавад [1, 4].

Аз ҷумла дар Тоҷикистон ҳаҷми энергияи электрикӣ дар НБОХ истеҳсолшаванда нисбати ҳаҷми умумии энергияи электрикӣ дар нерӯгоҳҳои барқӣ обӣ истеҳсолшаванда соли 2020 аз 0,01% ҳам камтар будааст.

Новобаста аз чунин ҳолат, тибқи маълумотҳои тафсири соҳавии № 14 ЕБРР «Современное состояние и перспективы развития малой гидроэнергетики в странах СНГ», бо инобати маҳдудияти гидросарватҳо дар ҷаҳон пешбинӣ мегардад, ки дар давраи то соли 2030 суръати рушди гидроэнергетика ба миқдори назаррас кам мешавад, вале дар чунин ҳолат диверсификатсияи гидроэнергетикаи хурд дастгирӣ меёбад. Бо суръати рушди 4,5÷4,7 %, истеҳсоли энергияи электрикӣ дар НБОХ то соли 2030 аз 770 то 780 ТВт.с мерасад, ки 2,2 %-и ҳамаи истеҳсоли энергияи электрикӣ ҷаҳонро ташкил медиҳад. Ҳамин тавр, мумкин аст бигӯем, ки гидроэнергетикаи хурд дар дурнамои назаррас ҳамчун яке аз манбаъҳои аз ҳама муҳим ва рақобатпазири барқароршавандаи энергия боқӣ мемонад.

Аз ҳамин лиҳоз, Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ба рушди гидроэнергетикаи хурд, аз ҷумла НБОХ, тавачҷуҳи қиддӣ зоҳир менамояд. Дар маҷмӯъ гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон аз давраи сохта ба истифода дода шудани аввалин НБО дар дарёи Ғунди шаҳри Хоруғи Виллояти Мухтори Куҳистони Бадахшон соли 1913 шакл гирифта, солҳои 40-уми асри ХХ дар сурати НБО-и хурди силсиланерӯгоҳҳои дар дарёи Варзоб сохта ба истифода доданд, ташаккул ёфта, (соли 1936-НБО Варзоб-1 бо иқтидори 7, 15 МВт, соли 1949-НБО Варзоб-2 бо тавоноии 2x7,2 МВт ва дар соли 1952 НБО Варзоб-3 бо тавоноии 2x1,73) ба ҳолати муосир расидааст. [2, 7, 8]. Дар оянда бошад бо инобати он, ки дар ҳудуди Тоҷикистон ҳавзаҳои дарёҳои фаромарзӣ ва маҷмӯъан зиёда 1200 дарёҳои калону хурд бо дарозии 14316 км мавҷуданд, инчунин, наздики 1300 қулҳои табиӣ бо масоҳати умумии 705 км² вучуд доранд, ки калотарини онҳо Қаракул, Искандаркул, Сарез, Яшилкул мебошанд ва қулҳо-обанборҳои сунъӣ-Қайроқум, Норақ, Сарбанд, Фарҳод, қариб 200 дарёчаву каналҳои сунъии барои обёрии соҳаи кишоварзӣ таъиншуда низ истифода мешаванд, гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон дурнамои васеъи рушд дорад [2, 7, 8].

Ҷадвали 5 – Маълумот дар бораи каналҳои асосии магистралӣ ва дериватсионии минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон ба ҳолати то 01 ноябри соли 2022

№ т/г	Номгӯи каналҳо	Дарозӣ (км)	Ҳаҷми обгузаронӣ (м ³ /с)
Аз ҳавзаҳои дарёи Вахш			
1	Канали магистралӣ “Данғара”-и н. Данғара	2,5	50
2	Канали магистралӣ “Худҷорӣ”-и ш. Левақанд	8,5	8
3	Канали магистралӣ “Шӯробод”-и н.А.Ҷомӣ	6,7	40
4	Канали магистралӣ “Вахш” (то н. Ҷайхун)	28,3	211,6
5	Канали шоҳаи тарафи рост(аз н. Ёвон то н. А, Ҷомӣ ва Хуросон)	51,8	55
6	Канали шоҳаи тарафи чап(аз н. Ёвон то н. А, Ҷомӣ)	25,5	13
7	Канали пойгоҳи обкашии Гарутӣ-1	16	16
Аз ҳавзаҳои дарёи Панҷ			
8	Канали магистралӣ “Дехқонобод”(аз н. Ҳамадонӣ то н. Фарҳор ва Восеъ)	17,2	150
9	Канали магистралӣ “Ҳалқаёр”(н.Панҷ)	8,5	25
Аз ҳавзаҳои дарёи Кофарниҳон			
10	Канали магистралӣ “Бешкент”(н.Шаҳритус ва Н.Хусрав)	34	60
11	Канали магистралӣ “Кубодиён”	22	46
Водии Ҳисор			
12	Канали қалони магистралӣ “Ҳисор”	49,3	20
13	Канали магистралӣ “Гурет-1”	2,7	1,2
14	Канали магистралӣ “Гурет-2”	9,5	5,3
15	Канали магистралӣ “Янгиобод-1”	2	2

Идомаи ҷадвали 5

16	Канали магистралии “Янгиобод-3”	15,6	8
17	Канали магистралии “Ғозиён”	12,1	6,3
18	Канали магистралии “Чоряккорони нав”	6,9	2
19	Канали магистралии “Навобод”	9,1	2
Ноҳияи Лахш			
20	Канали “Пиёзӣ”	18	1,5
21	Канали “Ҷонкиргиз”	21	8
22	Канали “Ҷилондӣ”	5	0,5
23	Канали “Сартало”	10	1
24	Канали “Ғулома”	35	3,5
25	Канали “Қарағонтала”	5,4	0,5
Ноҳияи Тоҷикобод			
26	Канали “Дараи Нушор”	9,5	1,5
27	Канали “Сари пул”	7,8	2
28	Канали “Фатҳобод”	10,2	1
29	Канали “Капалӣ”	8,5	1
30	Канали “Куклик”	3,5	1,5
31	Канали “Лангари Шоҳ”	2,6	1
32	Канали “Қалъаи лаби об”	3	0,8
Ноҳияи Рашт			
33	Канали “Камчароғ”	22	1,2
34	Канали “Деги сиёҳ”	8	0,5
35	Канали “Ҳисорск-1”	8	0,5
36	Канали “Гамбарӣён”	6	0,5
37	Канали “Шӯрак”	11	0,5
38	Канали “Калонак”	5	1
39	Канали “50-солагии Тоҷикистон”	6	1,5
Ноҳияи Нуробод			
40	Канали “Яҳак”	4,5	1
41	Канали “50-солагии Тоҷикистон”	21	3
Ноҳияи Сангвор			
42	Канали “Шакоб-Разоқ”	12	1
43	Канали “Пушти Шоҳ”	3,5	0,6
44	Канали “Ҳочаи Хулоз”	2	0,5
45	Канали “Сангвор”	3	0,5
46	Канали “Арғамкул”	4	0,5
47	Канали “Шитиён”	5	0,5
Ноҳияҳои ВМКБ			
48	Канали дериватсионии “НБО Помир-1”	3,22	40,4
49	Канали дериватсионии “НБО Хоруғ”	3,3	17,5
50	Канали дериватсионии “НБО Намангун”-и н.Ишқошим	3	7,1
51	Канали дериватсионии “НБО Техарв”-и н. Ванҷ	1,368	0,6
52	Канали дериватсионии “НБО Андарбек”-и н.Ванҷ	0,07	1,8
53	Канали дериватсионии “НБО Шучанд”-и н. Рушон	3,17	10,5
54	Канали дериватсионии “НБО Сипонҷ”-и н. Рушон	0,3	40,4
55	Канали дериватсионии “НБО Савноб”-и н. Рушон	0,2	0,1
55	Канали дериватсионии “НБО Тоҷикистон”-и н. Мурғоб	2,6	12
56	Канали дериватсионии “НБО Қалъаи Хум”	0,3	3,1

ЭЗОҲ: Бо ранги сурх каналҳое нишон дода шудаанд, ки ҳаҷми обгузарониашон аз 1,5 м³ камтар аст.

Омили асосии рушди гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон сарватҳои гидроэнергетикии дарёҳои хурди он мебошад, ки бо миқдори 184,146 млрд.кВт.с дар як сол ва бо тавоноии муқарраршудаи 21057,0 ҳаз.кВт дар миқёси вилоятҳо ба тарзи зерин муаррифӣ мешаванд:

- вилояти Суғд-11,28 млрд. кВт.с/сол;
- вилояти Хатлон ва шаҳру ноҳияҳои тобеъи марказ-140,65 млрд.кВт.с/сол;
- вилояти Мухтори Қуҳистони Бадахшон-32,53 млрд.кВт.с/сол. [2, 8]

Дар қатори дарёҳои калон ва обанборҳои табиӣ, инчунин дар Тоҷикистон миқдори зиёди дарёҳои хурд, каналҳо ва обанборҳои сунъӣ мавҷуданд, ки асосан дар соҳаи кишоварзии мамлакат истифода мешаванд.

Тибқи маводҳои Вазорати энергетика ва захираҳои оби Қумҳурии Тоҷикистон ва Раёсати Иттиҳодияҳои Ҳавзаи хољағҳои об дар минтақаҳои Тоҷикистон, айна ҳол имкониятҳои гидроэнергетикии зиёда аз 117 каналҳои магистралӣ ва дериватсионии минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон, ки зиёда аз 858,9 км дарозӣ доранд, барои сохтмони НБОХ, микроНБО ва миниНБО қариб, ки истифода нашудаанд [3]. Дар сурати мусбат ҳал шудани ин масъала, чунин нерӯгоҳҳо барои бо энергияи электрикӣ таъмин намудани таҷҳизоти сарбандҳо ва маҳаллаҳои аҳолинишини ҳамшафати каналҳои магистралӣ ва дериватсионии амалкунанда ва гирду атрофи сарбандҳо, самаранок хизмат хоҳанд кард. Дар ҷадвали 5 маълумот оид ба каналҳои асосии магистралӣ ва дериватсионии минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон ба ҳолати то 01 ноябри соли 2022, оварда шудааст [3].

Маълумотҳо нишон медиҳанд, ки дар 6 моҳи соли 2022 танҳо аз сарбандҳои иншоотҳои обгирии Раёсати болооби Иттиҳодияи Ҳавзаи хољағии оби “Амударё” тавассути каналҳои магистралӣ зиёда аз 3,7 млрд м³ об равона карда шудааст. Ин иқтидорро мумкин аст барои бунёди миниНБО ва микроНБО истифода намуд, ки маблағҳои зиёдро талаб намекунад ва онҳо дар муҳлати кӯтоҳ сохта мешаванд.

Дар Тоҷикистон барои татбиқи технологияҳои истеҳсоли НБОХ ва миниНБО шумораи муайяни базаи истеҳсолӣ (Корхонаи алюминии тоҷик-ТадАз, корхонаҳои мошинсозӣ дар шаҳри Душанбе ва вилоятҳои Суғд, Хатлон) ва илмӣ (НИИ-ИИТ Гидропроект, институти физико-техникии АМИ Қумҳурии Тоҷикистон ва дигарҳо) вучуд дорад. Таҷрибаи тароҳӣ ва гузаштани чунин дастгоҳҳо низ ҳаст, вале имрӯз истифодаи технологияи муосири самаровар, рушди базаи истеҳсолӣ, баланд бардоштани сатҳи касбии мутахассисон ва ташкили инфрасохторҳои хизматрасонӣ муҳим ва зарур мебошанд.

Имрӯз дар зиёда аз 138 ширкатҳои 30 мамлакатҳои ҷаҳон, аз ҷумла Россия, Чин, ИМА, Англия, Канада, Индонезия ва дигарҳо, таҷҳизот барои гидроэнергетикаи хурд, аз ҷумла мини ва микроНБО-ҳои ҷараёнии нав истеҳсол карда мешаванд. [4, 11].

Мини ва микроНБО-и ҷараёнии конструкция нав, ки дар дарёҳо, каналу дарёҳои хурд ва майда бунёд карда мешаванд, дар ҷаҳон, аз ҷумла дар Тоҷикистон ба зиндагии миллионҳо одамон тағйирот ворид хоҳанд сохт. Дар чунин нерӯгоҳҳо дастгоҳҳои начандон калони тавоноиашон аз 5 то 500 кВт насб мегарданд, ки ба экология таъсир намерасонанд, ба фауна зарар намеоранд ва шабонарӯзӣ 24 соат энергияи электрикӣ истеҳсол мекунанд. Ҳамин тавр, мини ва микроНБО-ҳои ҷараёние, ки аз ҷониби ширкати Vortex Micro Hydropower (Индонезия) [4, 11] коркард ва бароварда шудаанд, метавонанд дар дарёҳои хурд, майда ва каналҳои зиёди барои обёрӣ таъиншудаи соҳаи кишоварзии Тоҷикистон, аз ҷумла вилоятҳои Хатлон, Суғд, ВМКБ ва ноҳияҳои тобеъи марказ, бунёд ва самаранок истифода шаванд.

Рушди технологияи муҳандисӣ имконият дод, ки самаранокии турбинаҳо баланд ва ҳаҷми истеҳсоли энергия зиёд шавад. Ба ғайри ин, чунин мини ва микроНБО-ҳои ҷараёнии нав қобилият доранд, ки ҳатто дар шароити хеле паст будани фишори ҷараёни об ҳам энергияи электрикӣ истеҳсол кунанд. Ҷолиби диққат аст, ки агар чунин мини ва микроНБО-и ҷараёни дар дарёи умқаш 1,5 метр ва суръати ҷараёни обаш 1,5 метри мукабб дар як сония гузашта шаванд (ҷадвали 5), он вақт имкон аст, ки муназзам 15 кВт.с. энергияи электрикӣ ба даст оварда шавад. Ин миқдори энергия барои бо энергияи электрикӣ таъмин намудани 10-15 оила пурра мерасад.

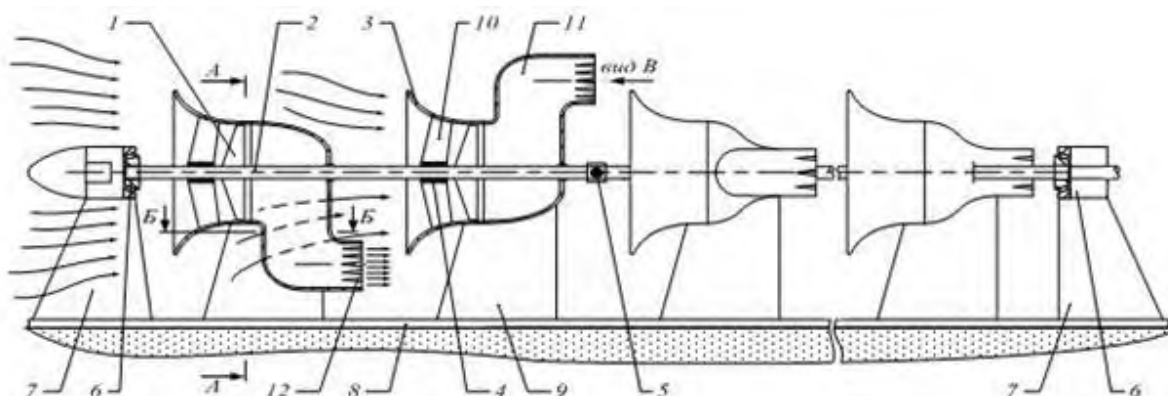
Бо боварӣ зикр кардан мумкин аст, ки дар дарёву каналҳои серобу серҳаракати Тоҷикистон турбинаи Vortex Micro Hydropower метавонад аз 200 кВт.с. зиёдтар энергияи электрикӣ диҳад.

Инчунин, барои сохтмони НБОХ дар дарёҳои хурду каналҳои хурд, ки аз водиҳои ҳамвор мегузаранд, ҷараёни обҳои тозакардашудаи иншооти поксозии обу корез-идораи Водоканали шаҳру ноҳияҳои Тоҷикистон, соҳибкорон метавонанд гидротурбинаи типӣ МГЭС 170–16 ва ё гидротурбинаи бисёрзинаро (ГТБЗ-МНГТ) интихоб кунанд. Дар расми 1 конструкцияи гидротурбинаи бисёрзинаи (ГТБЗ-МНГТ) ба тарзи схемавӣ нишон дода шудааст [1, 4, 10]. Ин намуд гидротурбинаи бисёрзина бо аломатҳои муҳими нави зерин тавсиф меёбад:

-ду ва ё бисёртар чархаҳои корӣ пайдарпай ҷойгир карда шуда, дар як наварди аз чанд қисм тавассути пайвандиҳои шарнирӣ насбгардида;

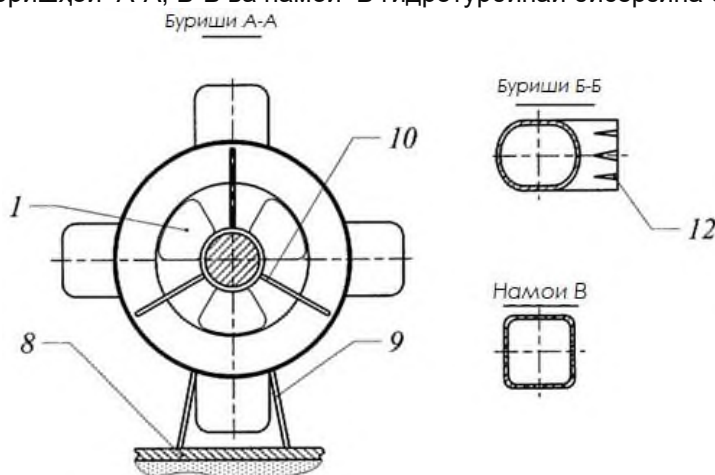
- сели об ҳам бо раванди меҳвар ва ҳам аз берун наздик мешавад;
- чархаҳои кори гидротурбинаи дар навард насбшуда дар олати обшорандаи ҳалқашакл, ки воридкунандаи васеи обро доранд, ҷойгир шудаанд, ба истифодаи максималии энергияи кинетикии об мусоидат менамояд;
- ғулбачаҳои беруншавии об аз олатҳои обшорандаи ҳалқашакли дар шафати онҳо ҷойдошта ба сатҳи даврзани аз 900 то 1800 кушода шудаанд;
- дар ғулбачаҳои беруншавии об сурохиҳои рах-рахи ба сели об самтгардонидашуда мавҷуданд.

Татбиқи ин гуна лоиҳа имконият медиҳад, ки арзиши аслии корҳо оид ба поксозии партобҳо аз ҳисоби қоҳиш додани хароҷот барои энергияи электрикӣ паст карда шуда, мустақилияти таъминшавӣ бо энергияи электрикии иншооти поксозии партобҳо баланд гардад.



Расми 1 - Гидротурбинаи бисёрзина (ГТБЗ-МНГТ): 1- чархаи корӣ, 2- навард, 3- обшорандаи ҳалқашакл, 4- подшипник, 5- пайванди шарнирӣ, 6- подшипники тақягоҳ, 7- тақягоҳ, 8- тахтасанг, 9- қирра, 10- дастгоҳи самтгардонии воридшавии об, 11- ғулбачаҳои хориҷшавӣ, 12- сурохиҳои рах-рах.

Дар расми 2 бошад бурришҳои А-А, Б-Б ва намои В гидротурбинаи бисёрзина оварда шудаанд:



Расми 1 - Гидротурбинаи бисёрзина (ГТБЗ-МНГТ): бурришҳои А-А, Б-Б ва намои В гидротурбинаи бисёрзина

Адабиёт

1. Анкудинов А.А., Коротков В.В., Сараева Г.И. Малая гидроэнергетика – эффективное средство повышения энергетической и экологической безопасности регионов России // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5.
2. Абдулаева Ф.С., Баканин Г.В. и др. Гидроэнергоресурсы Таджикской ССР-Л. 1965 г.
3. Барномаи ислохоти соҳаи оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2016 – 2025

4. В.А. Ясинский, А.П. Мироненков, Т.Т. Сарсембеков Современное состояние и перспективы развития малой гидроэнергетики в странах СНГ. Отраслевой обзор №14 © Евразийский банк развития (2011)
5. Д.Д. Давлатшоев, Л.С. Қасобов, Р.А. Чалилов, Мукаддимаи энергетика. Китоби таълимӣ.-Душанбе, Промэкспо, с.2012, 172 с.
6. Маълумотҳои Агенсии байналмилалӣ манбаҳои барқароршавандаи энергия АБМБЭ-(IRENA), соли 2020Веселовский О.Н., Шнейберг Я.А.Энергетическая техника и ее развитие. М. 1976
7. Нурмаҳмадов Ҷ.Н. Барқи обии Тоҷикистон. Захираҳо ва нақшаҳо-Душанбе, Эҷод, с.2005
8. Петров Г.Н., Ахмедов Х.М., Кабутов К., Каримов Х.С. Общая оценка ситуации в энергетике в мире и Таджикистане. Ресурсы возобновляемых источников энергии в Таджикистане и возможности их использования.-Изв. АН Республики Таджикистан. Отделение физ.-мат, хим., геол. техн.н., 2009, № 2, с. 101-111.
9. Принсипҳои Дастурии Конвенсияи чорчубавии тағйирёбии иқлими СММ (КЧТИ-РКИК ООН) дар баҳши «Энергетика»-2020
10. Симонов Е.А. В сб. Ежегодник «Вода в Центральной Азии и мире», 2020 г." - Ташкент, НИЦ МКВК,
11. Фельдман Б.Н., Марканова Т.К., Серегина М.И. Состояние и тенденции развития малой гидроэнергетики. // Энергетическое строительство за рубежом, 1987, №3, с.23-

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Ализода Аҳмадҷон Абдуқодир м.калон	Ализода Аҳмадҷон Абдуқодир Ст. преподаватель	Alizoda Ahmadjon Abdukodir Senior Lecturer
Донишқадаи энергетикӣ Тоҷикистон	Институт энергетикаи Тоҷикистана	Energy Institute of Tajikistan

ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОМПОНЕНТА АЧР ПУТЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ибрагимов Б.Ф.

ТТУ имени акад. М.С. Осими, г. Душанбе, Таджикистан

В работе рассматривается валидация разработанного автором программного компонента автоматической частотной разгрузки (АЧР) с использованием математического моделирования. Действующая программно-математическая модель настроена по заранее принятым расчетным параметрам с учетом нормативно-технической документации, применяемой при проектировании и эксплуатации энергосистемы.

В модели функция АЧР выполняется не собранными на базе вспомогательными компонентами программы, а применяется разработанный автором новый программный компонент для моделирования функции АЧР при моделировании.

Выполняется сравнение результатов моделирования, полученных с использованием группы встроенных компонентов программы с результатами, полученными с применением нового программного компонента, разработанного автором.

Моделирование по различным сценариям возникновения аварии и реализации функции АЧР при моделировании аварийных процессов обосновывает работоспособность разработанного программного компонента и с уверенностью можно рекомендовать его использование при исследовании процессов, связанных с изменением частоты и аварийного управления нагрузкой в энергосистемах.

Ключевые слова: вычислительный комплекс, моделирование, анализ, проверка, программный компонент, автоматическая частотная разгрузка, PSCAD.

CHECKING THE PERFORMANCE OF THE UFLS SOFTWARE COMPONENT BY MATHEMATICAL MODELING IN THE PSCAD/EMTDC ENVIRONMENT

Ibragimov B.F.

The paper considers the validation of the software component of under frequency load shedding (UFLS) developed by the authors using mathematical modeling. The current software-mathematical model is configured according to previously accepted design parameters, taking into account the regulatory and technical documentation used in the design and operation of the power system.

In the model, the UFLS function is performed not assembled on the basis of the auxiliary components of the program, but a new software component developed by the author is used to simulate the UFLS function in the simulation.

The simulation results obtained using a group of built-in program components are compared with the results obtained using a new software component developed by the author.

Modeling according to various scenarios of the occurrence of an accident and the implementation of the UFLS function in the simulation of emergency processes justifies the operability of the developed software component and we can confidently recommend its use in the study of processes associated with a change in frequency and emergency control of the load in power systems.

Keywords: Computing system, modeling, analysis, verification, component, under frequency load shedding, PSCAD

ТАФТИШИ КОРКУНОНИ КИСМИ ПРОГРАММАХОИ АЧР АЗ РУИ МОДЕЛИ МАТЕМАТИКИ.

Ибрагимов Б.Ф.

Дар мақола тасдиқи чузби нармафзори борфарории автоматики басомад (AFR), ки муаллиф бо истифода аз моделсозии математикӣ таҳия кардааст, баррасӣ мекунад. Модели амалкунандаи нармафзор-математикӣ мувофиқи параметрҳои тарҳрезии қаблан қабулшуда бо назардошти ҳуҷҷатҳои меъёрӣ ва техникӣ, ки дар тарҳрезӣ ва истифодаи системаи энергетикӣ истифода мешаванд, конфигуратсия қарда мешавад.

Дар модел функсияи AFR на дар асоси чузбҳои ёрирасони барнома чамъ қарда мешавад, балки чузби нави нармафзори таҳиякардаи муаллиф барои тақлид қардани функсияи AFR ҳангоми моделсозӣ истифода мешавад.

Натиҷаҳои моделиронӣ, ки бо истифода аз як гурӯҳи чузбҳои дарунсохт ба даст оварда шудаанд, бо натиҷаҳои, ки бо истифода аз чузби нави нармафзори таҳиякардаи муаллиф гирифта шудаанд, муқоиса қарда мешавад.

Моделсозӣ аз рӯи сценарияҳои гуногуни рух додани садама ва татбиқи функсияи AFR дар симулятсияи равандҳои фавқуллода корпазирии чузби нармафзори таҳияшударо асоснок мекунад ва мо метавонем бо итминон истифода аз он дар омӯзиши равандҳои марбут ба тағирёбии басомадро тавсия диҳем. ва назорати фаврии бори системаҳои энергетикӣ.

Калимаҳои калидӣ: Системаи ҳисоббарорӣ, моделиронӣ, таҳлил, санҷиш, чузби нармафзор, рехтани сарбории худкор, PSCAD

Введение

При дефиците активной мощности в энергосистемах частота снижается до тех пор, пока снова не наступит равенство потребляемой и генерируемой мощностей. При длительной работе с пониженной частотой в процессе частотной аварии снижается скорость вращения генераторов, что приводит к снижению вырабатываемой ими мощности и их ЭДС. При этом может возникнуть явление лавины частоты, что, в свою очередь, приведет к полному погашению дефицитной части энергосистемы с остановом всех ее электростанций и перерывом энергоснабжения потребителей [1].

Одним из методов ограничения снижения частоты и образования лавины частоты является автоматическая частотная разгрузка (АЧР). При возникновении в энергосистеме значительного дефицита активной мощности, приводящего к снижению частоты ниже 48,8 Гц, устройство АЧР отключает часть потребителей для восстановления баланса активной мощности [2].

Следует отметить, что характерной особенностью современного этапа развития электроэнергетики является математическое моделирование, имитация и анализ переходных процессов в системах и сетях с последующим отображением результатов пользователю.

Это обуславливается следующими обстоятельствами:

- вычислительные комплексы позволяют наглядно показывать поведение устройств, в том числе устройств АЧР с характером протекания процессов на энергообъектах;
- вычислительные комплексы характеризуются высокой гибкостью и простотой перенастройки;
- вычислительные комплексы обладают большими библиотеками с математическим описанием компонентов, которые позволяют моделировать самые разнообразные энергообъекты.

Одним из наиболее широко применяемых видов упомянутых вычислительных комплексов является программный комплекс PSCAD, предоставляющий широкий набор инструментов и обширную библиотеку компонентов для глубокого анализа работы энергооборудования [3]. Построение модели осуществляется максимально наглядно. Она оформляется в графическом виде как привычная электрическая схема.

Принципы выполнения и методы расчета АЧР

Снижение генерации при постоянной нагрузке ведет к снижению частоты в энергосистеме, переходный процесс в которой описывается уравнением [4]:

$$T_J \rho^2 \delta + D \rho \delta = P_m - P_n, \quad (1)$$

Для турбо- и гидрогенераторов значения постоянной времени T_J находятся в пределах 5-10 с.

Коэффициент демпфирования равен:

$$D = \frac{dP_n}{df} - \frac{dP_m}{df}, \quad (2)$$

где $dP_n/df = k_n$ -регулирующий эффект нагрузки;

$dP_m/df = \Delta f$ - коэффициент, определяющий изменение мощности турбины в зависимости от изменения частоты при постоянном открытии регулирующего органа.

С учетом $\rho \delta = \Delta f$ формулу (1) запишем в виде:

$$T_J \rho \Delta f + \frac{dP_n}{df} \Delta f - \frac{dP_m}{df} \Delta f = P_m - P_n = \Delta P, \quad (3)$$

где Δf и ΔP выражены в о.е.

Для разработки устройства АЧР необходимо учитывать принципы управления энергосистемы при аварийном снижении частоты. Ниже приведена краткая информация о системе АЧР, которая выполняется в виде трех категорий:

АЧР-1 быстродействующая, предназначена для предотвращения глубокого снижения частоты и имеет уставки по частоте 48,8 - 46,5 Гц и выдержку времени 0,15-0,3с [5].

АЧР-2, с единой уставкой по частоте 48,8 Гц для всех очередей этой категории и различными уставками по времени (5-40 секунд, с интервалами не более 5 секунд), предназначена для предотвращения «зависания» и «вытягивания» частоты после действия АЧР-1 до уровня 49,3-49,5 Гц.

После восстановления частоты до значений, близких к f_o , производится АПВ ранее отключенных потребителей. Уставки по частоте устройств АПВ принимаются в интервале от 49,2-50 Гц. Начальная уставка АПВ по времени принимается в интервале 10-20 с.

Поскольку при небольших отклонениях частоты (порядка 10%) зависимость $P_{n,*} = F(f_*)$ можно линеаризовать, то k_n находится как отношение приращений ΔP_n и Δf , приведенных к значениям $P_{n,o}$ и f_o в соответствии с выражением (4):

$$k_n = \frac{\Delta P_n}{P_{n,o}} \cdot \frac{f_o}{\Delta f}, \quad (4)$$

где f_o —номинальное значение частоты; $P_{n,o}$ —мощность нагрузки при f_o

Величина, характеризующая изменение мощности нагрузки P_n при изменении частоты f , называется коэффициентом регулирующего эффекта нагрузки и определяется по формуле (5):

$$k_n = \frac{\Delta P_{n*}}{\Delta f_*}, \quad (5)$$

Таким образом, коэффициент k_n характеризует относительное изменение мощности нагрузки ΔP_{n*} при относительном изменении частоты Δf_* .

Изменение частоты во времени при появлении дефицита мощности $\Delta P_{n,0}$ определяется уравнением (6):

$$f = f_0 - \frac{\Delta P_n \cdot f_0}{P_{n,0} \cdot k_n} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_f}} \right), \quad (6)$$

где $T_f \approx T_j/k_n$ – постоянная времени изменения частоты в системе;

T_j – постоянная времени механической инерции вращающихся масс ЭС.

При изменениях в генерирующей и потребляющей частях ЭС значение T_f определяется из выражения (7):

$$T_f = \frac{T_j}{k_n} \cdot \frac{P_{r,0} - \Delta P_r}{P_{n,0} - \Delta P_n}, \quad (7)$$

Краткое описание разработанного компонента АЧР

Для разработки компонента АЧР были учтены принципы управления энергосистемы при аварийном снижении частоты. В статье [6] была рассмотрена более подробно разработка программного компонента (рис.1), который состоит из АЧР-1, АЧР-2 и частотного АПВ в симуляторе PSCAD [3]. Этот компонент состоит из Description (Описание) и Input Parameters (Входные параметры).

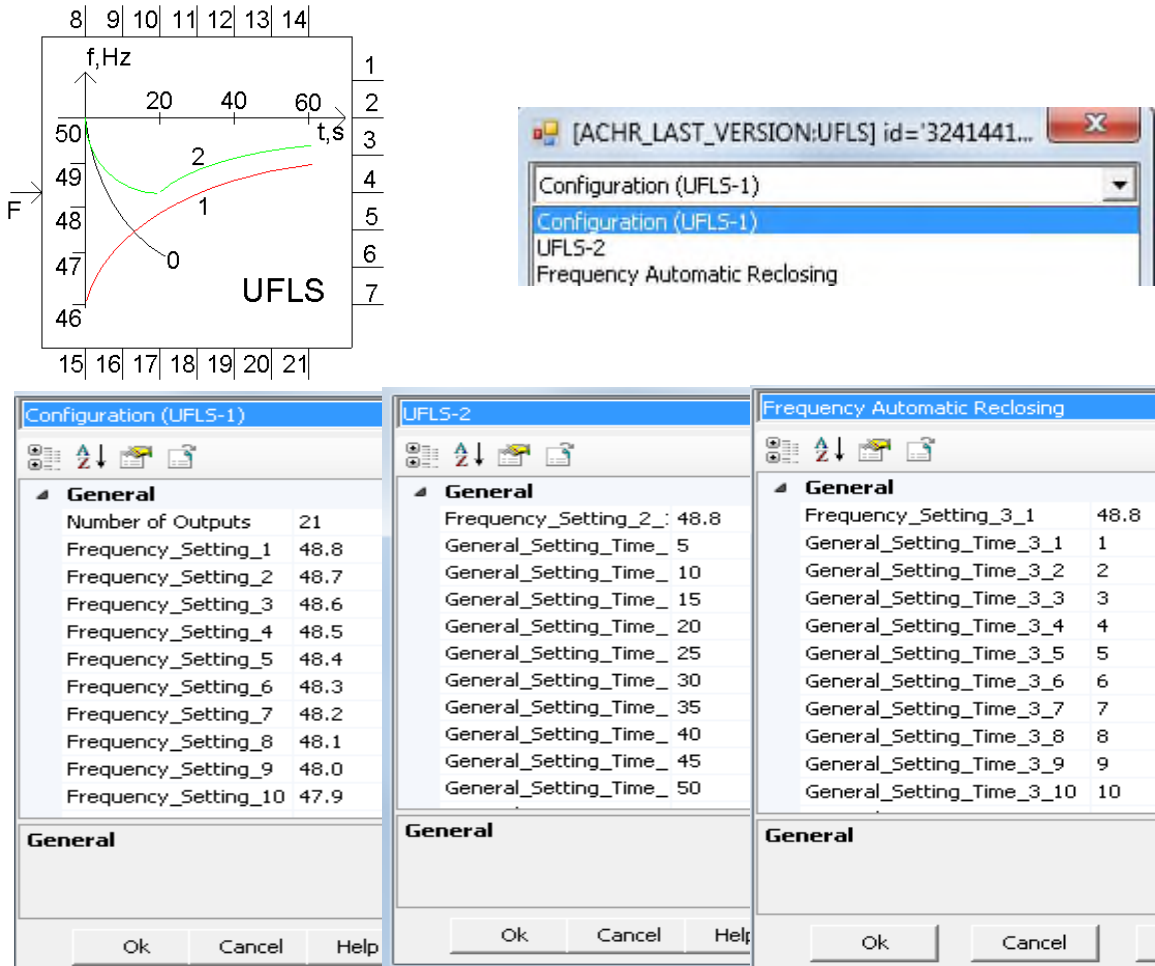


Рисунок 1 - Графический вид и диалоговое окно настройки компонента АЧР

Устройство **UFLS** (АЧР-1), которое имеет различные настройки частоты, постоянно проверяет, меньше ли входной сигнал установленной настройки частоты. Если обработанный вход меньше порогового значения для указанного времени задержки, компонент выдаст 1 [7,8,9,10].

Для большей практичности разработанный компонент имеет возможность использовать от **1** до **21** выходных портов в зависимости от изменяемого пользователем параметра по выбору **Number of Outputs**. Известно, что чем больше

количество очередей АЧР, тем лучше обеспечена адаптивность и гибкость АЧР [11]. Для этого параметра по выбору вслед за заданным значением автоматически будет изменяться внешний вид компонента и количество выходных сигналов.

Алгоритм АЧР, созданный в симуляторе PSCAD

Фрагмент модели устройств АЧР в программном комплексе PSCAD/EMTDC [12] имеет вид, показанный на рисунках 2 и 3. Как видно из рис. 2 и 3, данный алгоритм работы АЧР имеет сложную структуру и при изменении числа уставок необходимо каждый раз удалять оставшуюся часть алгоритма.

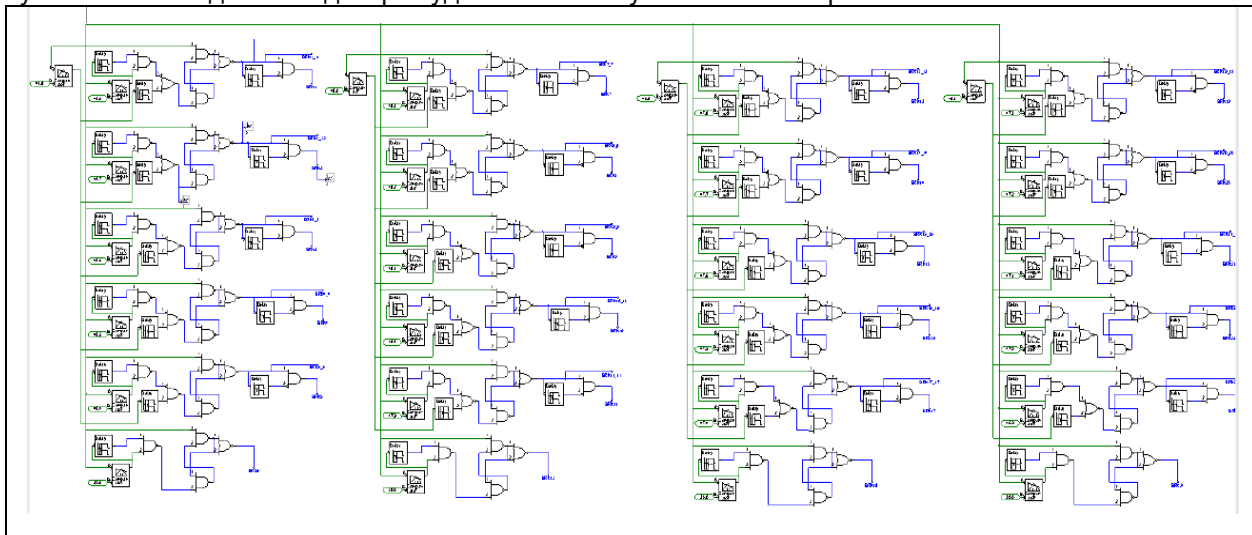


Рисунок 2 - Фрагмент модели АЧР-1 и АЧР-2 (все очереди)

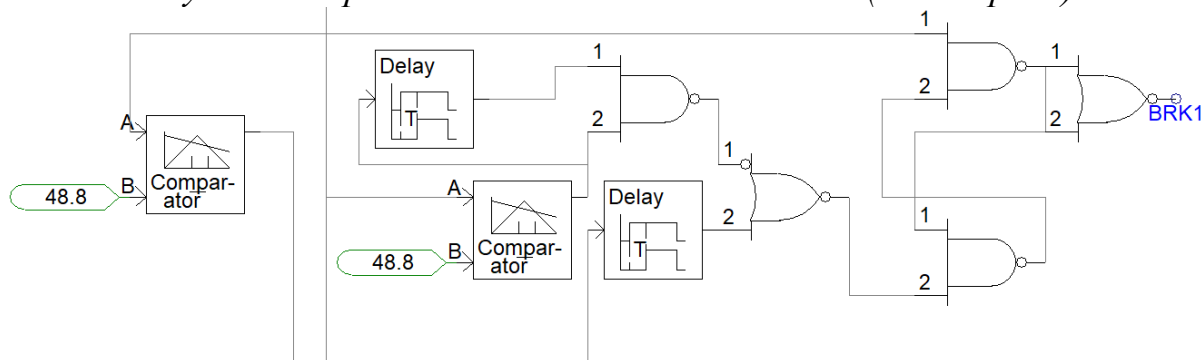


Рисунок 3 - Фрагмент модели АЧР-1 и АЧР-2 (одна очередь)

Проверка работоспособности разработанного устройства АЧР в модели сети, разработанной в среде PSCAD

Исследуемая математическая модель представлена на рисунке 4 и состоит из синхронного генератора и нагрузки в виде 22 присоединений:

- BRK0–BRK15 - подключены к АЧР I;
- BRK16-BRK20 – подключены к АЧР II;
- BRK21 – нагрузка, не подключаемая к АЧР;
- двигательная нагрузка, имитирующая дефицит мощности.

Система представляет собой шину бесконечной мощности с зависимостью по частоте. С помощью блока «Frequency and Incremental Phase Measurement» производится измерение частоты в системе.

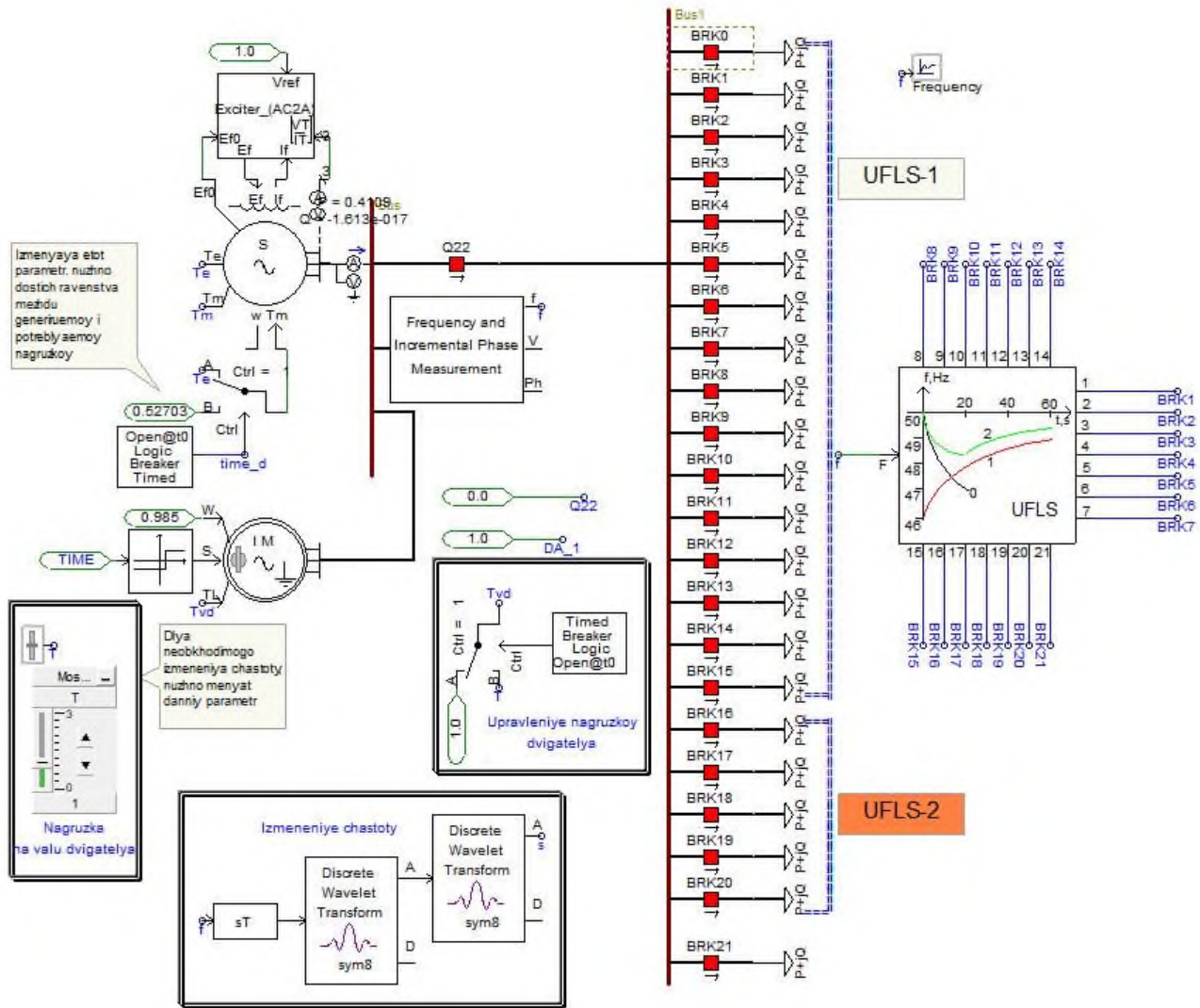


Рисунок 4 - Исследуемая модель в программном комплексе PSCAD

Таблица 1 - Параметры электрооборудования, используемого в расчетной модели

№	Наименование величин	Обозначение	Данные
1	Наибольшее значение мощности нагрузки, %	$P_{н,0}$	100
2	Наибольший начальный дефицит мощности, %	$P_{д,0,max}$	30
3	Верхняя граница уставок очередей АЧР I, Гц	$f_{y,I,max}$	48,8
4	Нижняя граница уставок очередей АЧР I, Гц	$f_{y,I,min}$	46,5
5	Коэффициент регулирующего эффекта нагрузки	k_H	1,5
6	Постоянная инерции вращающихся масс ЭЭС, с	T_J	6
7	Количество очередей АЧР I	N_I	16
8	Количество очередей АЧР II	N_{II}	5
9	Количество очередей с ЧАПВ	N	2

Суммарная мощность энергосистемы в нормальном режиме составляет 126 МВт (100%).

Параметры нагрузки задаются в окне параметров нагрузки «Fixed Load», (рис. 5). В графе «Rated Real Power per phase» указывается значение мощности на одну фазу. Остальные параметры остаются без изменений.

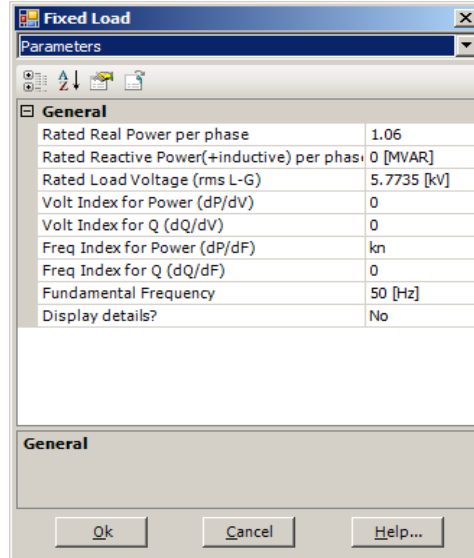


Рисунок 5 - Фрагмент модели нагрузки

С целью получения результата в имитационной модели и проверки ее правильности были выполнены следующие действия:

- 1) Правильно указаны параметры нагрузки: номинальная активная и реактивная мощность, напряжения, указаны соответствующие коэффициенты;
- 2) Правильно заданы постоянная времени генератора, (в зависимости от планируемой серии эксперимента);
- 3) В рассматриваемом случае до возмущения (до 20-й секунды моделирования) тщательно проверены наличие баланса мощностей в генераторе, номинальное значение частоты и потребляемая мощность нагрузки;
- 4) Заданы уставки по частоте и по времени в новом разработанном устройстве АЧР.

Анализ полученных результатов

Как указывалось выше, программный комплекс PSCAD обладает высокой точностью при моделировании динамических процессов. В экспериментах возмущение задается после 20-й секунды моделирования.

На рисунках ниже показаны осциллограммы изменения частоты в зависимости от времени при $\Delta P_{\text{деф}}=30\%$.

При скачкообразном возникновении дефицита и действии АЧР видно, что они приводят к отключениям нагрузки, подъему частоты до 50 Гц. После успешного выполнения указанных действий были получены на модели следующие результаты, показанные ниже на рисунках.

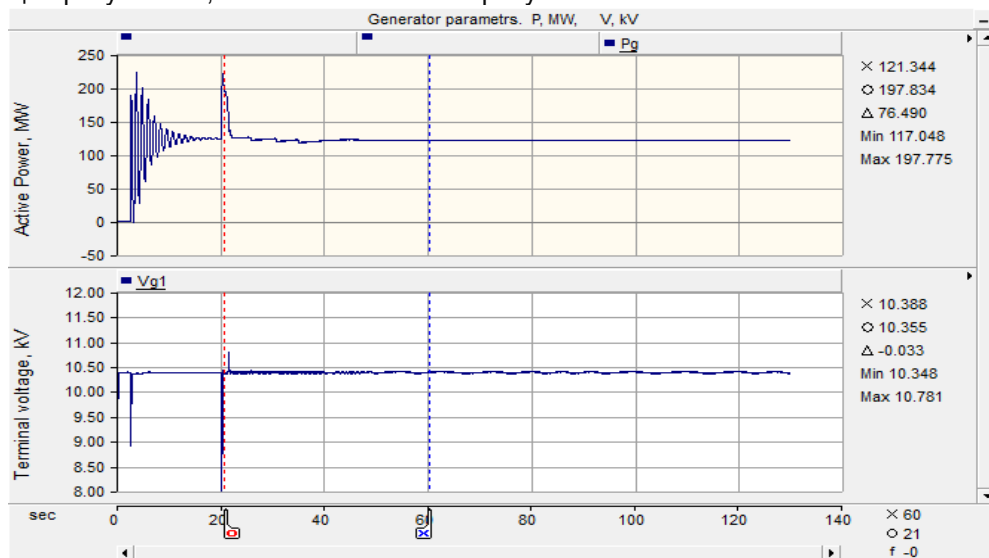


Рисунок 6 - Осциллограммы изменения параметров генератора во времени при $\Delta P=30\%$, $T_j=6$ с, $K_n=1,5$, $\Delta t=0,3$ с

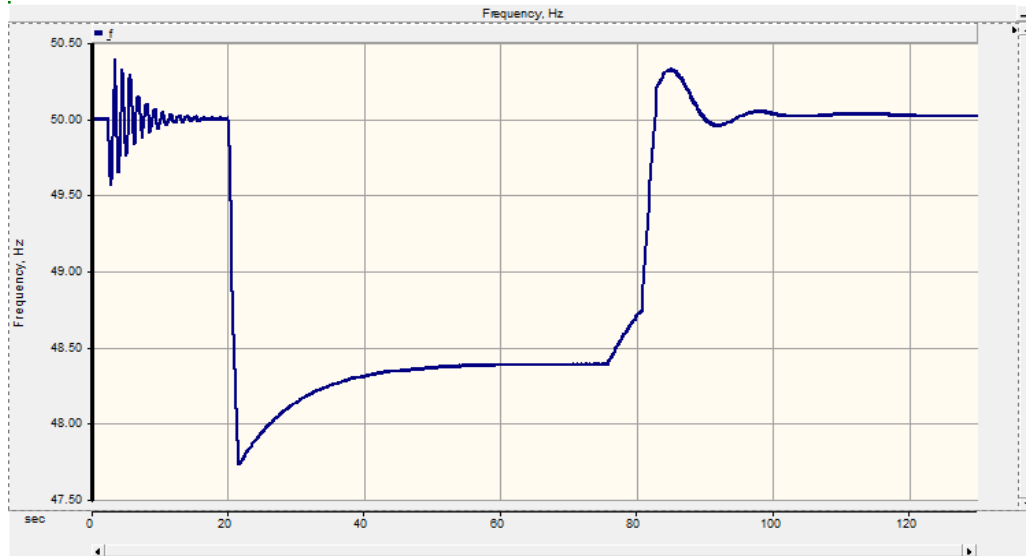


Рисунок 7 - Осциллограммы изменения частоты в разработанном новом устройстве АЧР

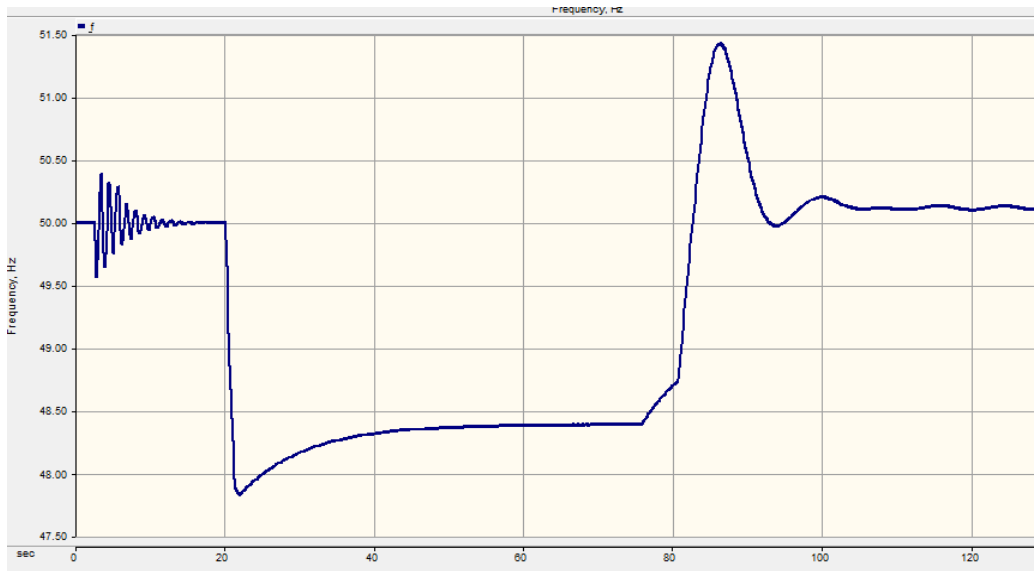


Рисунок 8 - Осциллограммы изменения частоты в созданном алгоритме АЧР

Как видно из рис. 7 по сравнению с рис. 8, в новом компоненте кроме АЧР-1 и АЧР-2 есть ещё ЧАПВ, которое восстанавливает питание отключенных от АЧР потребителей при подъеме частоты, а в алгоритме АЧР отсутствует компонент ЧАПВ, что не сможет восстановить питание отключенных от АЧР потребителей.

Заключение

Разработанный компонент был проверен путем сравнения результатов моделирования в одной модели. Разница замечена лишь в компактности нового компонента, времени создания модели и симуляции.

Следует отметить, что разработанный компонент АЧР в среде PSCAD полностью соответствует требованиям стандарта организации ЕЭС, а также была верифицирована математическая модель и проведены многочисленные сравнительные эксперименты с широкими вариациями влияющих параметров при работе АЧР.

Выявлен положительный эффект в работе АЧР с использованием разработанного компонента в части предотвращения лавины частоты и явления излишнего отключения нагрузки, приводящего к перерегулированию, особенно при больших дефицитах активной мощности и малой постоянной времени энергосистемы.

Литература

1. Арестова, А. Ю. Создание программируемой автоматической частотной разгрузки на базе технологии SMART GRID / А. Ю. Арестова, К. С. Савенкова // Автоматика и программная инженерия. – 2016. – № 2(16). – С. 9-13.
2. Технические правила организации в ЕЭС России автоматического ограничения снижения частоты при аварийном дефиците активной мощности (автоматическая частотная разгрузка). Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС». СТО 59012820.29.240.001-2010
3. PSCAD User's Guide Ver.4.6, Manitoba HVDC Research Centre, 2017. URL: <https://hvdc.ca/>.
4. Павлов Г.М., Меркурьев А.Г. Аварийная частотная разгрузка энергосистем, РАО «ЕЭС России», АО «ГВЦ Энергетики», 1998.
5. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: учебник для вузов / Под ред. А.Ф. Дьякова. - М.: НЦ ЭНАС, 2000. - 504 с.
6. Гиеев, Б. М. Разработка программного компонента АЧР среды вычислительного комплекса PSCAD / Б. М. Гиеев, Б. Ф. Ибрагимов // Релейная защита и автоматизация. – 2022. – № 4(49). – С. 49-53.
7. P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw Hill Inc., 1994.
8. J. T. Thrope, D. C. Jiles and M. Devine, Numerical determination of hysteresis parameters using the theory of ferromagnetic hysteresis, IEEE Transactions on Magnetics, vol. 28, pp. 27-35, 1992.
9. U. D. Annakkage, P. G. McLaren et al, A current transformer model based on the Jiles-Atherton theory of ferromagnetic hysteresis, IEEE transactions on power delivery, Jan. 2000.
10. P. G. McLaren and R. P. Jayasinghe, Transformer core models based on the Jiles - Atherton algorithm, IEEE WESCANEX Communications, Power and Computing, May 1997.
11. Алексеев О.П. Автоматизация электроэнергетических систем: Учебное пособие для вузов по специальности «Автоматическое управление электроэнергетическими системами», «Электроэнергетические системы и сети» / О.П. Алексеев, и др.; Ред. В. П. Морозкин. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 448 с. - ISBN 5-283-01105-4: 6000.00.
12. Арцишевский, Я. Л. Эффективность АЧР с использованием провала напряжения для передачи команд от устройств с 10 кВ на отключение электроприемников 0,4 кВ / Я. Л. Арцишевский, Б. М. Гиеев // Кибернетика энергетических систем: Сборник материалов XXXIX сессии Всероссийского научного семинара по тематике "Электроснабжение", Новочеркасск, 17–18 октября 2017 года. – Новочеркасск: Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 2018. – С. 242-250.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Ибрагимов Бахтиёр Фатхуллоевич	Ибрагимов Бахтиёр Фатхуллоевич	Ibragimov Bakhtiyor Fatkhulloevich
Докторанти PhD	PhD докторант	PhD student
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S.Osimi
ibf-95@mail.ru		
ORCID Id: 0000-0001-6312-2660		

АНАЛИЗ ВКЛЮЧЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННОЙ ЭЭС ПАМИРА НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ РАБОТУ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СЕТЯМИ ОАО «БАРКИ ТОЧИК»

¹Худжасаидов Дж.Х., ¹Киргизов А.К., ²Саидмиров Н.Ч.,

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими¹
ОАО «Барки Точик»²

Объединение потребителей электроэнергии в составе единой электроэнергетической системы способствует выравниванию графика нагрузки, что дает возможность более полно использовать оборудование электроэнергетической системы и установленную мощность электростанций, которая должна быть рассчитана на максимальную мощность нагрузки. Объединение электростанций в единую систему позволяет обеспечить быструю, маневренную передачу мощности между разными станциями при изменении нагрузки системы и аварийных повреждениях ее элементов. Работа электрических станций на общую сеть, а не на отдельных потребителей электроэнергии дает возможность концентрировать производство электроэнергии и применять наиболее экономичные энергетические агрегаты большой мощности. В статье проведен анализ включения сетей «ПАМИР ЭНЕРДЖИ» и ОАО «БАРКИ ТОЧИК» на параллельную работу.

Ключевые слова: электрическая сеть, параллельное включение, синхронизация, напряжение, частота

ТАҲЛИЛИ КОРИ ПАРАЛЛЕЛИИ СИСТЕМАИ ЭНЕРГЕТИКИИ ПОМИР БО ШАБАКАҶОИ ШСК «БАРҶИ ТОҶИК»

Хуҷасаидов Ҷ.Х., Қирғизов А.Қ., Саидмиров Н.Ч.

Дар таркиби системаи ягонаи электрикӣ муттаҳид намудани истеъмолкунандагони кувваи барқ ба баробар кардани ҳаҷми бори электрикӣ ёрӣ мерасонад, ки ин имкон медиҳад таҷҳизоти системаи электрикӣ ва иқтидорҳои муқарраршудаи неругоҳҳо, ки барои иқтидорҳои максималии бори электрикӣ пешбинӣ шудаанд, пурратар истифода шаванд. Дар як система муттаҳид намудани неругоҳҳои электрикӣ имкон медиҳад, ки дар сурати тағйир ёфтани бори электрикӣ система ва ё зарарҳои садамавии элементҳои он, интиқоли зуди таъвоноҳои байни неругоҳҳои гуногун таъмин карда шаванд. Фаъолияти неругоҳҳои электрикӣ дар як шабакаи умумӣ, на барои истеъмолкунандагони алоҳидаи кувваи барқ, имкон медиҳад, ки истеҳсоли энергияи электрикӣ концентратсия шуда, агрегатҳои пуриқтидори энергетикӣ мақсаднок ва сарфанок истифода шаванд. Дар мақола кори параллелии шабакаҳои электрикӣ «ПОМИР ЭНЕРҶИ» ва ШСК «БАРКИ ТОЧИК» таҳлил шудааст.

Калимаҳои калидӣ: шабакаи электрикӣ, кори параллелӣ, синхронизатсия, шиддат, басомад.

ANALYSIS OF INCLUDING AN ISOLATED PAMIR EPS FOR PARALLEL OPERATION WITH THE ELECTRIC NETWORKS OF OJSHC "BARKI TOJK"

Khujasaidov J.Kh., Kyrgyzov A.K., Saidmirov N.Ch.

Combining electricity consumers as part of a single electric power system helps to equalize the load schedule, which makes it possible to more fully use the equipment of the electric power system and the installed capacity of power plants, which should be designed for the maximum load capacity. Combining power plants into a single system makes it possible to ensure fast, maneuverable power transfer between different stations in case of changes in the system load and emergency damage to its elements. The operation of power plants for a common network, and not for individual consumers of electricity, makes it possible to concentrate the production of electricity and use the most economical high-capacity power units. The article analyzes the inclusion of networks "PAMIR ENERGY" and "BARKI TOCHIK" for parallel operation.

Key words: electrical network, parallel connection, synchronization, voltage, frequency

ВВЕДЕНИЕ

В связи с возрастающим потреблением электроэнергии возникла необходимость создания централизованного распределения вырабатываемой электроэнергии. Для реализации данной необходимости было решено синхронизировать малые ГЭС во всех районах области с крупнейшей ГЭС компании «Памир-1».

В 2014 году ГЭС «Намадгут» была присоединена к центральному энергоузлу области. Данное событие знаменует собой первый этап синхронизации малых ГЭС региона с крупнейшими станциями компании.

Такая политика компании оправдана тем, что малые ГЭС, расположенные в районах области, в силу морального и физического износа с годами становятся все более неустойчивыми в эксплуатации. Между тем на их содержание и систематический ремонт тратятся весьма значительные суммы, и они теряют свою рентабельность.

Состоявшаяся синхронизация в Ишкашимском районе ГЭС «Намадгут» с центральным энергоузлом (ЦЭУ) (ГЭС Памир-1 и ГЭС Хорог) стала первым опытом подобного рода, предпринятым ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ». Следующим шагом было подключение в общую сеть МГЭС «Шуджанд» и «Андарбак».

Так как развитие региона не стоит на месте, ежегодное увеличение потребляемой мощности составляет около 1500 кВт. Примером этого является дефицит мощности за 2018 год в размере 7000 кВт.

В связи с этим возникает необходимость строительства новых мощностей в регионе и подключения сети ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ» к электрическим сетям «Барки Точик»

ОЦЕНКА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СЕТЕЙ «ПАМИР ЭНЕРДЖИ» С СЕТЯМИ ОАО «БАРКИ ТОЧИК»

1. Цели, предпосылки и условия объединения на параллельную работу.

Целью объединения на параллельную работу автономной системы энергоснабжения и централизованной электрической сети является обеспечение надежного электроснабжения потребителей, а также повышение экономической эффективности МГЭС за счет выравнивания нагрузки и выдачи избытков мощности во внешнюю сеть. [3,4]

2 Положительные эффекты от объединения для внешней электрической сети:

Снижение потерь за счет разгрузки сети.

Поддержание напряжения на шинах ПС присоединения за счет регуляторов напряжения (нет необходимости в работе РПН) и дополнительной поддержки со стороны внешней энергосистемы.

3. Негативные последствия при постоянстве режима параллельной работы:

Увеличение токов КЗ на ПС присоединения – до 20%, в сети 10 кВ

Риск возникновения недопустимого асинхронного режима, ударных моментов на валах энергоблоков ГЭС, отключения энергоблоков по параметрам обратной последовательности и обратной мощности.

Риск возникновения уравнильных перетоков мощности при шунтировании шин ПС присоединения схемой электрической сети.

4.Способ параллельной работы малой генерации в распределительной электрической сети.

Способ направлен на ограничение токов КЗ, предотвращение нарушений устойчивости параллельной работы с возникновением асинхронных режимов, исключение ударных моментов на валах синхронных машин, исключение необходимости согласования защит внешней сети с защитами и автоматикой присоединяемой сети.

Целью данной работы является оценка параллельного включения ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ» с электрическими сетями ОАО «Барки Точик». Для достижения цели предусматривается предложенный вариант параллельной работы энергосистемы ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ» с электрическими сетями ОАО «Барки Точик», моделированной в программном комплексе DigSILENT Power Factory.

Программный комплекс (ПК) DigSILENT Power Factory является интегрированным инструментарием для анализа электрических систем, который объединяет в себе надежные и гибкие средства математического моделирования, передовые алгоритмы решений и уникальный подход к управлению данными.

Для подключения сетей ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ» с электрическими сетями ОАО «Барки Точик» в модель предусматривается строительство 22 км новой воздушной линии электропередач (ВЛЭП) (см. рисунок 1).

На рисунке 1 приведена однолинейная электрическая схема 35/10-0,4 кВ.

а) электрические сети, питающиеся от Центрального энергоузла (ЦЭУ) ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ», (состоящий из 47 понизительных подстанций 35/0,4кВ и 17 понизительных подстанций 35/10кВ) [2]

б) электрические сети ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ», питающиеся от электрической сети ОАО «Барки Точик», (состоящий из 22 понизительных подстанций 35/0,4кВ и 8 понизительных подстанций 35/10кВ).

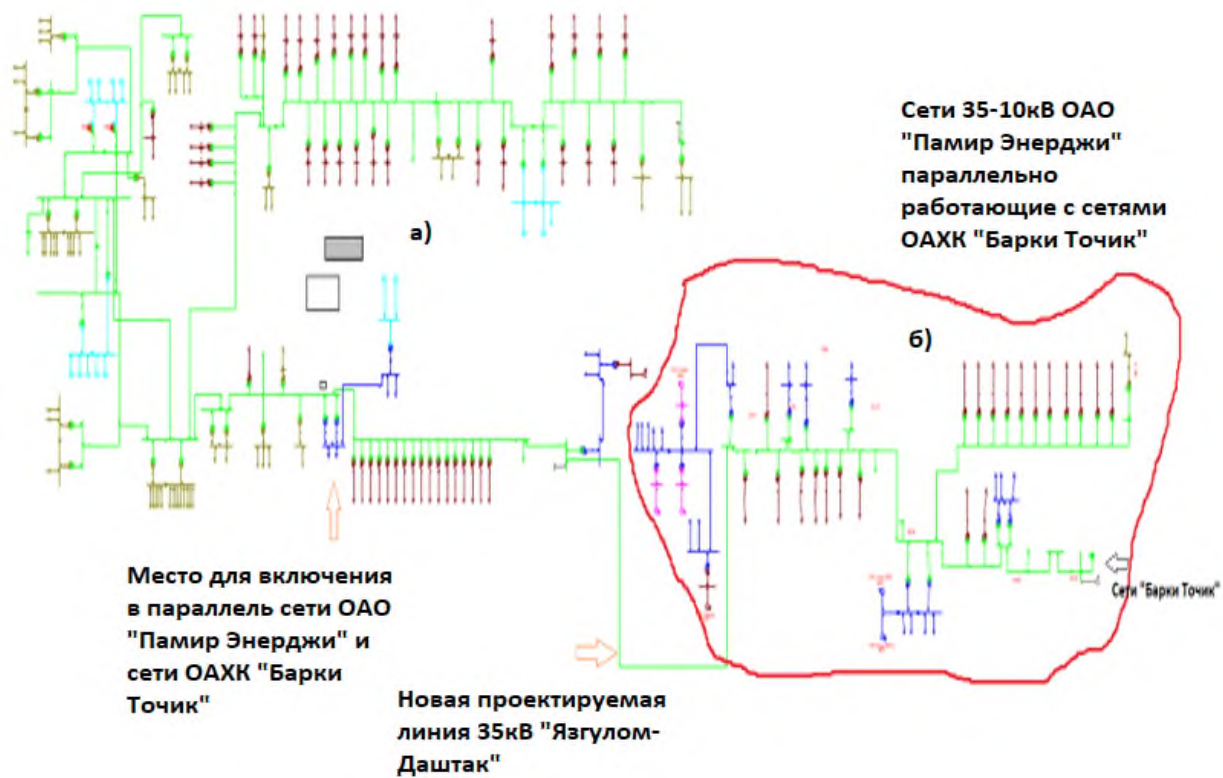


Рисунок 1 - Однолинейная электрическая схема 35/10-0,4 кВ ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ».

Учитывая критерии параллельной работы, в ходе анализа было принято, что оптимальным местом для параллельного включения сети ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ» с электрическими сетями ОАО «Барки Точик» является понизительная подстанция 35/10 кВ Рушан (рис 1,2).

На рис. 2. приведено детальное место включения в параллель энергосистем ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ» и ОАО «Барки Точик».

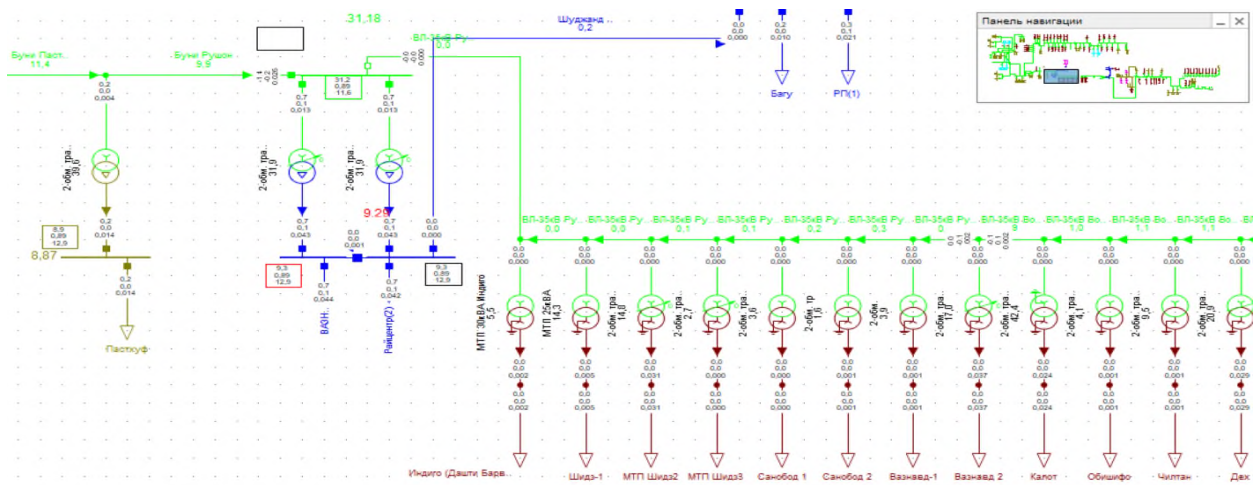


Рисунок 2 - Детальное место включения в параллель энергосистем ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ» и ОАО «Барки Точик».

В связи с этим на практике невозможно полностью выполнить идеальные условия синхронизации; они выполняются приближенно, с некоторыми небольшими отклонениями. При невыполнении одного из указанных выше условий, когда U_2 , на выводах разомкнутого выключателя связи будет действовать разность напряжений:

$$\Delta U = U_1 - U_2; \quad (1)$$

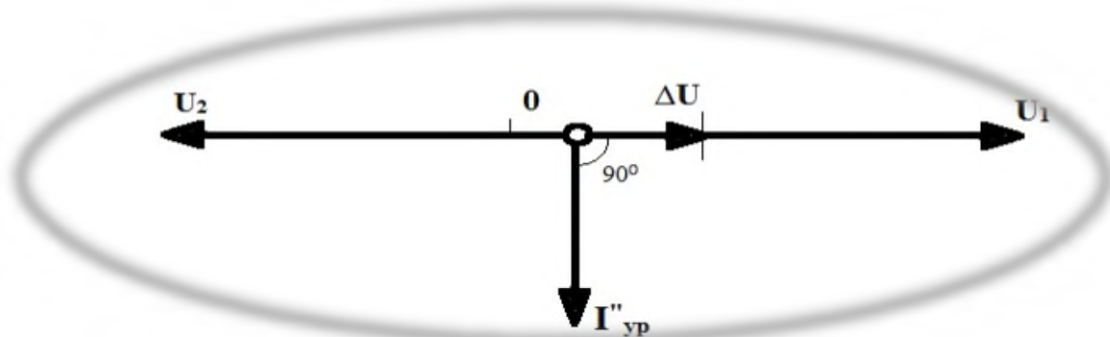


Рисунок 3 - Векторная диаграмма для случая неравенства действующего значения напряжения в сети.

При включении выключателя под действием этой разности потенциалов в цепи потечет уравнивающий ток, периодическая составляющая которого в начальный момент будет

$$I_{yp}^{II} = \frac{\Delta U}{x^{II} \cdot d_1 + x_c + x^{II} + d_2}; A \quad (2)$$

Рассмотрим случай отклонения от условий точной синхронизации, показанной на диаграмме (рис.3).

Действующие напряжения сети U_1 ; и U_2 неравны, остальные условия соблюдаются;

Как видно из диаграммы на рис. 3, неравенство действующих значений напряжений U_1 ; и U_2 обуславливает возникновение уравнивающего тока I_{yp}^{II} , который будет почти чисто индуктивным, так как активные сопротивления генераторов и соединительных проводников сети весьма малы и ими пренебрегают. Этот ток не создает толчков активной мощности, а следовательно, и механических напряжений в деталях генератора и турбины. В связи с этим при включении генераторов на параллельную работу разность напряжений может быть допущена до 5-10%, а в аварийных случаях - до 20%.

Для анализа этих величин в ПК DigSILENT Power Factory было создано событие «Включения выключателя ВЛ 35кВ Рушан Вазназд» на 10-ой секунде.

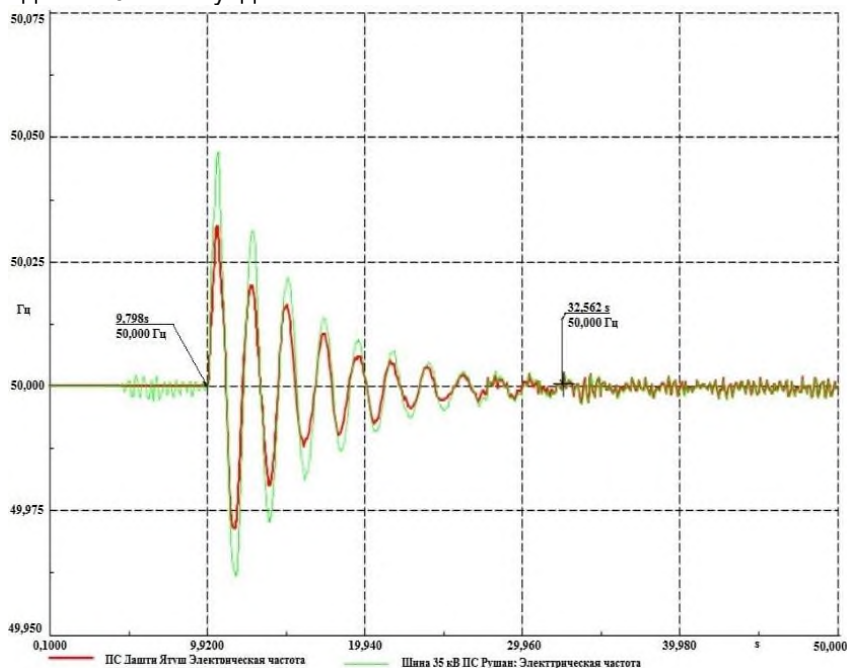


Рисунок 4 - Электрическая частота при параллельном включении энергосистемы «Памир Энерджи» с электрическими сетями «Барки Точик».

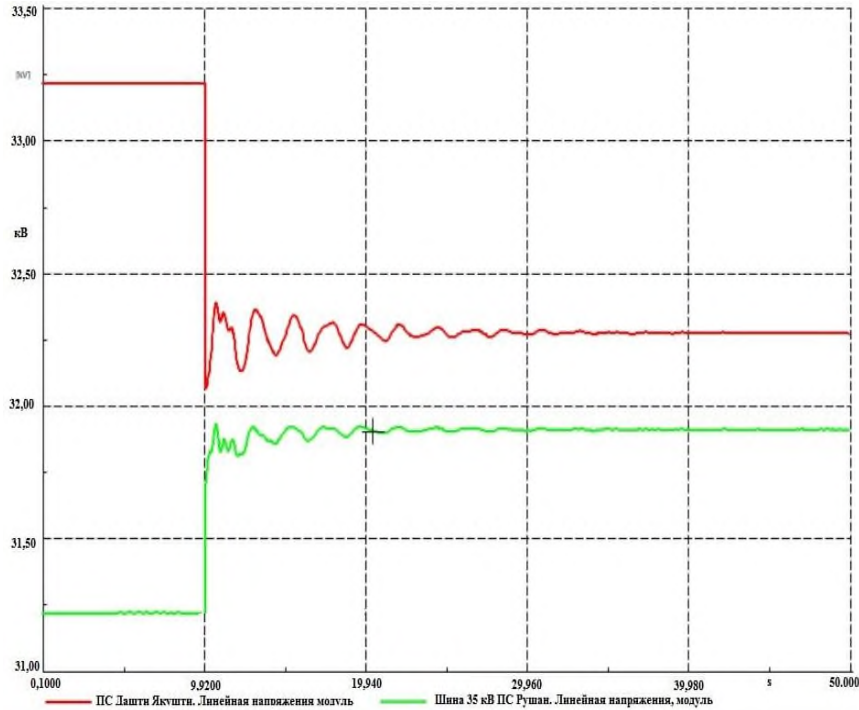


Рисунок 5 - Величина напряжения энергосистемы «Памир Энерджи» с электрическими сетями «Барки Точик»

Из рис. 5 видно, что величина напряжения при параллельном включении хоть и соответствует стандарту ($\Delta U = 6\%$), но длительность переходного процесса составляет около 22,56 секунд. Для стабилизации напряжения в сети было предложено использование батарей статических конденсаторов (БСК). Полученные результаты после установки БСК в модель электрической частоты приведены на (рис. 6 и 7).

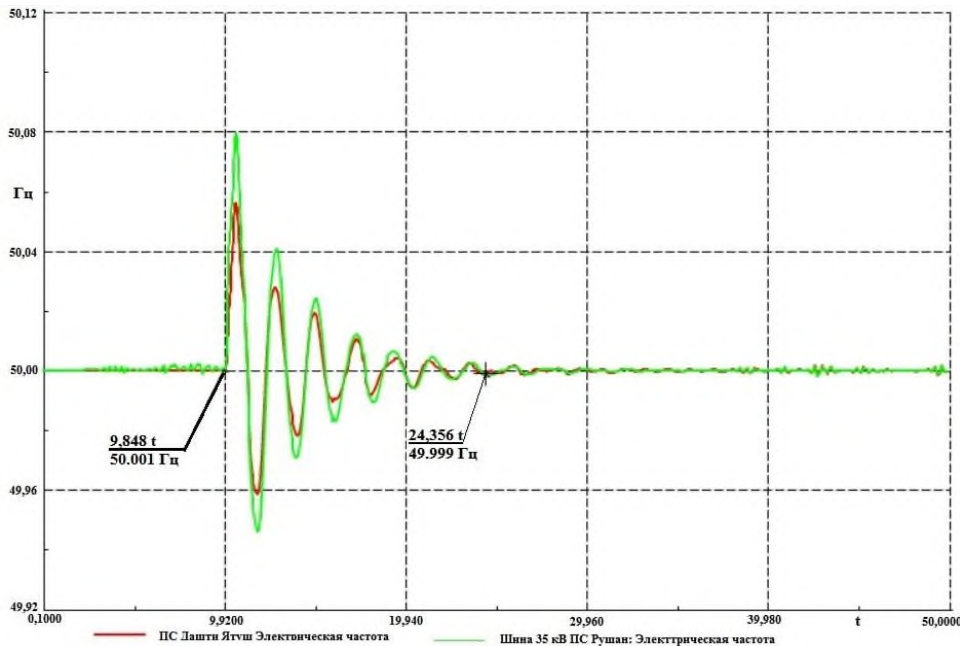


Рисунок 6 - Электрическая частота после установки БСК в энергосистему «Памир Энерджи» с электрическими сетями «Барки Точик»

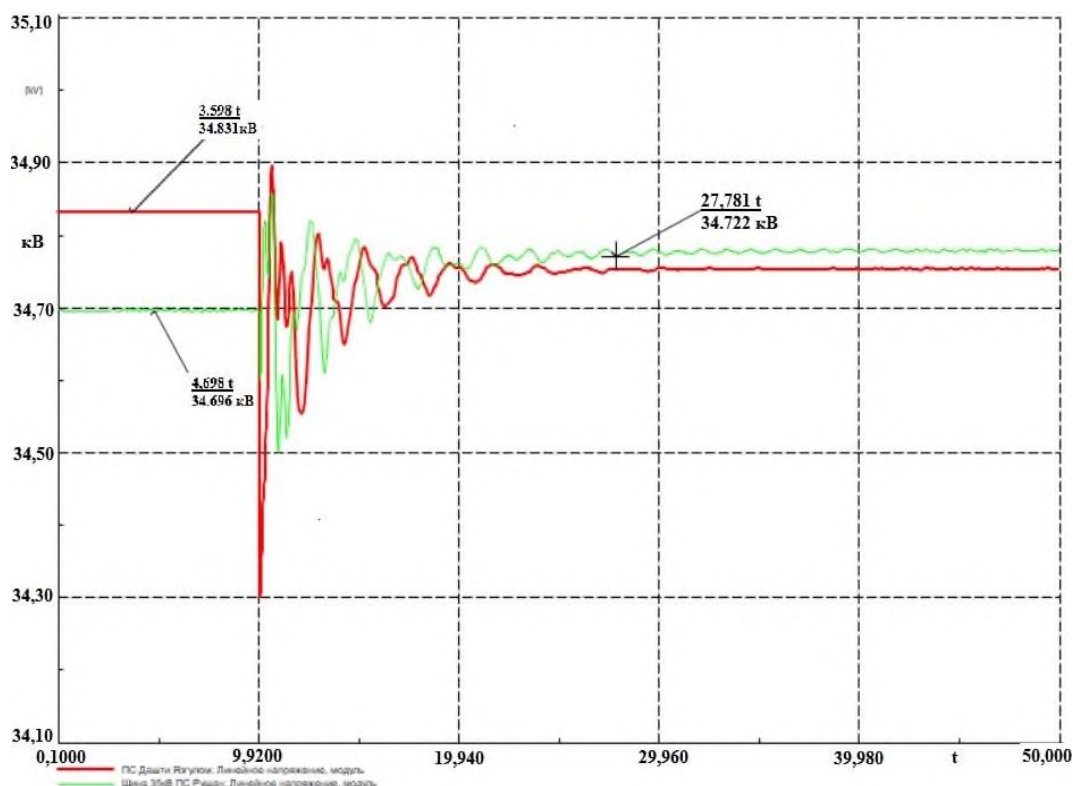


Рисунок 7 - Величина напряжения после установки БСК энергосистемы «Памир Энерджи» с электрическими сетями «Барки Точик»

Из рисунков 6 и 7 видно, что после установки БСК в энергосистемы «Памир Энерджи» и в электрических сетях «Барки Точик» уровень напряжения достигает номинального - 35 кВ и частота нормализуется - 50,001 Гц.

ВЫВОДЫ

В ходе исследований в данной работе были получены следующие результаты, которые имеют практическую значимость:

1. Выявлены проблемы для необходимости параллельной работы энергосистемы ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ» с электрическими сетями ОАО «Барки Точик».
2. Определено оптимальное место для параллельного включения энергосистемы ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ» с электрическими сетями ОАО «Барки Точик».
3. Разработана математическая модель параллельной работы энергосистемы ОАО «ПАМИР ЭНЕРДЖИ» с электрическими сетями ОАО «Барки Точик».
4. При первой стадии расчёта условия синхронизации в модель не соблюдались:
 - разница по напряжению была около 6,5%;
 - длительность переходного процесса составляла около 22,56 секунд;
5. После установки БСК напряжение стало близким к номинальному 34,5 кВ и длительность переходного процесса проходит через 10 секунд.
6. Разработанная математическая модель позволяет рассчитать параметры двух энергосистем при различных вариациях исходных данных.
7. Уставки для режимной автоматики (АЧР) и релейной защиты (РЗ) должны быть отстроены от времени переходного процесса при параллельном включении сети «Памир Энерджи» и «Барки Точик», чтобы защита и автоматика ложно не сработали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководящие указания по РЗ, вып. 7, 9, 11, 12, 13А, 13Б.
2. Руководство пользователя программного комплекса Digsilent Power Factory (версия 2018 SP4 (X64)). Авторские права DigSILENT GmbH (C) 1986-2018

3. Карапетян И. Г., Файбисович Д. Л., Шапиро И. М. Справочник по проектированию электрических сетей. Под редакцией Файбисовича Д. Л. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005 – 320 с. ил.
4. Давыдова Н. К., Желнина М. Н., Николаева О. О., Темкина Р. В. Методическое пособие по курсу «Расчеты релейной защиты электроэнергетических систем». Под редакцией Темкиной Р. В., – М.: Издательство МЭИ, 2016. – 48 с.
5. Федосеев А. М. Релейная защита электроэнергетических систем. Релейная защита сетей: Учебное пособие для вузов. – репр. воспр. изд. 1984 г.М.: Издательство МЭИ, 2004. – XIV, 520 с.: ил.
6. Алексеев О. П., В. Е. Казанский, В.Л. Козис, Н. И. Овчаренко, Е.Л. Сиротинский «Автоматика электроэнергетических систем» - М.: Издательство Энергоиздат,1981г
7. Новые технологии для электрических сетей: сборник статей / под общ.ред. А.Н. Раппопорта, С.В. Серебрянникова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. –218 с.

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

TJ	RU	EN
Хучасаидов Чахонгир Хучасаидович	Худжасаидов Джахонгир Худжасаидович	Khujasaidov Jahongir Khujasaidovich
н.и.т.	к.т.н.	Candidate of technical sciences, associate professor
TJ	RU	EN
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
jahon_nstu@mail.ru		
ORCID Id: 0000-0003-2322-5985		
Қирғизов Алифбек Қирғизович	Киргизов Алифбек Киргизович	Kirgizov Alifbek Kirgizovich
н.и.т.	к.т.н.	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
alifbek@mail.ru		
ORCID Id: 0000-0001-6603-1393		
Саидмиров Наим Чоршанбиевич	Саидмиров Наим Чоршанбиевич	Saidmirov Naim Chorshanbievich
ШСХК «Барқи Тоҷик»	ОАО «Барқи Тоҷик»	OSHC "Barki Tojik"
naim.saidmirov@mail.ru		

УДК 621.31

УСУЛИ КАМ КАРДАНИ ТАЛАФИ НЕРҶИ БАРҚ АЗ РҶИ СХЕМАИ ТАҚСИМОТӢ ДАР ШАБАКАИ 0,4 кВ ДЕҲОТ

Мирзоев Д.Н.

Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд

Дар мақолаи мазкур оид ба кам намудани талафи нерӯи барқ дар шабакаи 0,4 кВ-и деҳот дида баромада шуда, дар ду схемаи таъминоти талаф муайян карда шудааст. Бо истифода аз таҷҳизоти ченкунандаи сифати нерӯи барқ “Энерготестер ПКЭ-А-С4” чараён, шиддат, басомад ва иктидори фаёли истеъмоли шабака муайян карда шудааст. Мувофиқи натиҷаҳои ченкунӣ қимати миёнаи чараёнҳои фазаҳо ҳисоб карда шуда, талафи нерӯи барқ аз рӯи дарозии схемаи тақсимоти шабака ва муқовимати ноқил вобаста аз буриши арзии он муайян карда шудааст. Маркази бори электрикӣ аз рӯи ҷойгиршавии истеъмолкунандагон дар нақшаи генералии маҳал муайян карда шуда, дарозии хати интиқоли барқ дар схемаи асли ва схемаи тақсимоти аз маркази бори электрикӣ сарчашмагиранда тартиб дода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: талафи нерӯи барқ, шабакаи 0,4 кВ, нақшаи генералӣ, энерготестер, чараёни электрикӣ, муқовимат, буриши арзии ноқил, хати интиқоли барқ, дарозии хат, фазаҳо, схемаи тақсимотӣ, маркази бори электрикӣ, муқовимати хос.

METHOD OF REDUCING ELECTRICITY LOSSES ACCORDING TO THE DISTRIBUTION SCHEME IN THE RURAL NETWORK 0.4 KV

Mirzoev D.N.

This article considers the reduction of electricity losses in the 0.4 kV network of agriculture and identifies losses in two power supply schemes. The current, voltage, frequency and active power consumption of the network were determined using the device for measuring the quality of electricity "Energotester PKE-A-S4". Based on the measurement results, the average value of the phase currents was calculated and the power losses along the length of the distribution network and the wire resistance were determined depending on its cross section. The center of the electrical load is determined by the location of consumers on the general plan of the area, and the length of the power line is compiled in the main line and distribution network emanating from the center of the electrical load.

Keywords: loss of electricity, 0.4 kV network, master plan, energy tester, electric current, resistance, wire section, power transmission line, line length, phases, distribution network, electrical load center, resistivity.

МЕТОД СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПО СХЕМЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В СЕЛЬСКОЙ СЕТИ 0,4 КВ

Мирзоев Д.Н.

В данной статье рассмотрено снижение потерь электроэнергии в сети 0,4 кВ сельского хозяйства и выявлены потери в двух схемах электроснабжения. Ток, напряжение, частота и активная потребляемая мощность сети определялись с помощью прибора измерения качества электроэнергии «Энерготестер ПКЭ-А-С4». По результатам измерений рассчитывали среднее значение фазных токов и определяли потери мощности по длине распределительной сети и сопротивление провода в зависимости от его сечения. Центр электрической нагрузки определяется по расположению потребителей на генплане местности, а длина ЛЭП составляется в главной линии и распределительной сети, исходящей из центра электрической нагрузки.

Ключевые слова: потеря электроэнергии, сеть 0,4 кВ, генеральный план, энерготестер, электрический ток, сопротивление, сечение провода, ЛЭП, длина линии, фазы, распределительная сеть, центр электрической нагрузки, удельное сопротивление.

Муқаддима

Талафи нерӯи барқ дар асоси нодуруст тақсим шудани нерӯи барқ ва нодуруст ҷойгир шудани трансформаторҳои пасткунандаи шабакаҳои 10/0,4 кВ ба амал меояд, ки ин ба сифати нерӯи барқ таъсири манфӣ мерасонад. Аксари шабакаҳои тақсимоти 0,4 кВ ва шабакаҳои шиддаташон баланд дар замони шӯравӣ барпо карда шудаанд, ки дар замони мо ноқилҳои хатҳои интиқоли барқ, симҷӯбҳо ва трансформаторҳои табдилдиҳандаи синфҳои шиддатҳои гуногун фарсуда шудаанд. Нозирон ва электрикони нерӯи барқи маҳаллаҳо то инҷониб барои таъмир ва насби қисмҳои таҷҳизоти фарсудаи сохтҳои тақсимоти барқи шабакаи 0,4 кВ заҳматҳо мекашанд. Талафи нерӯи барқ дар қисмҳои фарсудаи шабака зиёд шуда, кори зеристгоҳҳои трансформатории 35/10 кВ-ро ба ташвиш андохтааст, яъне ҳангоми ҳисобот додани шабакаҳои тақсимотӣ ба ШСХК “Барқи тоҷик” ба нотавазони нерӯи барқ бархурдор мешаванд. Дар шабакаҳои 0,4 кВ талафотҳои техникӣ ва тиҷоратӣ ба назар мерасад, ки гуфтаҳои боло асосан ба талафотҳои техникӣ нерӯи барқ вобаста буда, талафотҳо дар хати интиқоли барқ, трансформаторҳо, сохтҳои тақсимотӣ ва ҷойҳои васли истеъмолкунандагони нерӯи барқ ба амал меояд.

Талафи тиҷоратӣ дар асоси нодуруст васлу насб намудани схемаи таъминоти барқи истеъмолкунандагон ва ғайриқонуни беназардошти ҳисобкунак истифодаи нерӯи барқ (яъне бо роҳи дуздӣ) ба амал меояд [3,4]. Талафи тиҷоратӣ ҳангоми гузаронидани энергомониторинг дар шабакаҳои пастшиддат муайян карда мешавад. Ҳангоми энергомониторинг ҳамаи таҷҳизотҳои барқии истифодабарандаи истеъмолкунандаи нерӯи барқ аз ташхиси стандартӣ бо дар назарошти сифати нерӯи барқ мувофиқи ГОСТ 32144-2013 гузаронида мешавад ва хатогиҳо ё нуқсонҳо ошкор карда шуда, схемаи таъминотӣ аз нав васлу насб карда мешавад. Барои ошкор кардани сифат ва талафи нерӯи барқ дар шабакаҳои пастшиддат, дастгоҳҳои ченкунандаи “Энергомониторинг, Энерготестер” истифода мешаванд, ки дар Россия ин намуди дастгоҳҳо ширкати “Марс энерго” исехсол мекунад, инчунин гурӯҳҳои фаврӣ сайёри барои таҳлил ва санҷиши шабакаҳои пастшиддат ташкил карда шудаанд.

Чи тавре, ки дар ҳар як Паёми худ Президенти мамлакатамон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон таъкит месозанд: “Вазорати энергетика ва захираҳои об якҷо бо Ширкати “Барқи Тоҷик” вазифадоранд, ки чиҳати кам кардани талафоти нерӯи барқ чораҳои қатъӣ андешанд” [14]. Вобаста ба ин, кам кардани талафоти нерӯи барқ дар шароити кунунии Ҷумҳурии Тоҷикистон масъалаи муҳим ба ҳисоб рафта, моро лозим меояд, ки барои кам кардани он дар шабакаҳои гуногун чораҳо андешем ё роҳу усули кам кардани онро пешниҳод намоем, инчунин технологияи муосири ченкунандаро барои таҳлили сифати ва талафи нерӯи барқ дар системаҳои гуногуни таъминоти барқ, ҷорӣ намоем.

Дар мақолаи [8] бо истифода аз таҷҳизоти ченкунандаи “Энерготестер ПКЭ-А-С4” сифати электроэнергия дар соҳти тақсимоти шабакаи пастшиддати ТП 6785-160/10/0,4 муайян карда шуда, дар асоси гармоникаҳои олий талафи нерӯи барқ муайян карда шудааст. Инчунин бо ин дастгоҳи ченкунанда бузургҳои чараён, шиддат, басомад, иқтидори фаъл ва ғайрифаъоли фазаҳои шабакаи 0,4 кВ муайян карда шудааст, ки дар асоси ин натиҷаҳо маркази бори электрикиро бо ифодаҳои зерин муайян менамоем [13]:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (1)$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (2)$$

дар ин ҷо X_i, Y_i – координатаҳои маркази бори электрикӣ, м;

P_i – иқтидори ҳисобии истеъмолкунандагони нерӯи барқ, кВт.

Иқтидорҳои ҳар як истеъмолкунандагон дар асоси қимати миёнаи шашмоҳаи нишондоди ҳисобкунакҳои барқии истеъмолкунандагон муайян карда шудааст. Қиматҳои координатаҳо аз рӯи ҷойгиршавии истеъмолкунандагон дар системаи координатаи декартӣ муайян карда шудааст [1,2].

Дар мақолаҳои нашршудаи [6,7,8] оид ба муайян намудани муқовимати ноқилҳо аз рӯи дарозии хати интиқоли барқ оварда шудааст, ки бевосита барои муайян намудани талафи нерӯи барқ дар хати интиқоли барқ аз формулаи зерин истифода мебарем:

$$R = r_0 \cdot l, \quad (3)$$

дар ин ҷо r_0 – муқовимати хоси активии ноқили хат, Ом/км;

l – дарозии хати интиқоли барқ, км.

Мувофиқи ифодаи (3) муқовимати пурраи хати интиқоли барқ муайян карда шуда, аз рӯи нишондодҳои чараёни хатҳои фазаҳои шабакаи тақсимотӣ ва вақти максималии ҳисобӣ, талафи нерӯи барқ бо ифодаи зерин муайян карда мешавад [4,5,6]:

$$\Delta W = I^2 \cdot R \cdot T_m = \Delta P \cdot T_m, \quad (4)$$

$$\Delta W \% = \frac{\Delta W}{W} \cdot 100\%, \quad (5)$$

дар ин ҷо ΔP – талафи иқтидори активӣ, кВт;

T_m – вақти максимуми бори электрӣ, соат;

W – нерӯи барқи истеъмолшуда, кВт·соат;

ΔW – талафи нерӯи барқ, кВт·соат.

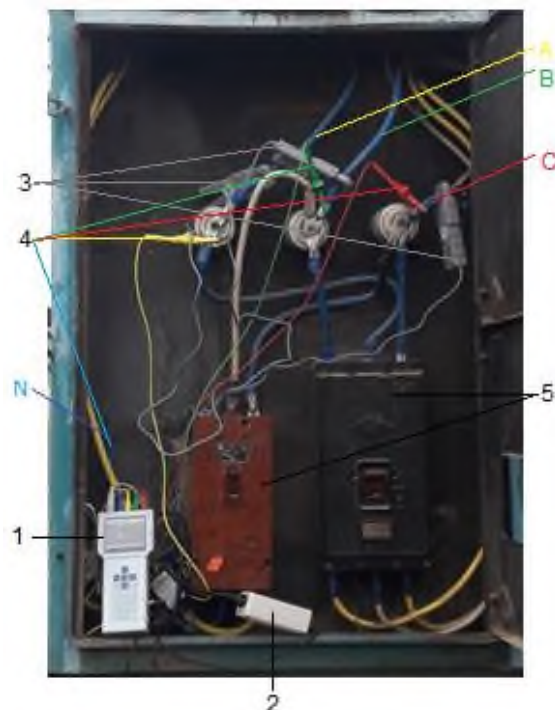
Барои муайян намудани талафи нерӯи барқ бо назардошти маркази бори электрикӣ дар як маҳал тадқиқотхоро аз рӯи нақшаи тақсимоти нерӯи барқ шурӯъ менамоем. Мақсади таҳқиқот кам кардани талафи электроэнергия бо усули мутаносибан тақсим намудани борҳои электрикӣ дар шабакаҳои пастшиддати деҳот мебошад.

Ба сифати таҳқиқот шабакаи 0,4 кВ-и деҳаи Угук ноҳияи Деваштич, ки бо трансформатори ТП 6785-160/10/0,4 интихоб мекунем [9]. Дар трансформатори мазкур 70 хоҷагӣ васл карда шудааст, ки аз соли 1975 то инҷониб хоҷагӣхоро бо барқ таъмин менамояд. Ғайр аз трансформатори зикршуда 2 трансформатори дигар бо иқтидорҳои 160 кВА ҳаст, ки 350 хоҷагии боқимондаи деҳаро бо нерӯи барқ таъмин менамоянд.

Маводҳо ва усулҳо

Санаи 26.02.2020 соати 16:33 ва санаи 27.02.2020 то соати 16:35 (як шабонарӯз 24 соат), дастгоҳи ченкунандаи “Энерготестер ПКЭ-А-С4” ба сохти тақсимоти трансформатори зикршуда васл карда шуда, натиҷаҳо ба хотираи худӣ дастгоҳ сабт карда шуд. Дастгоҳи мазкур барои чен кардан ва қайд намудани нишондодҳои сифати электроэнергия, мувофиқи ГОСТ 32144-2013, инчунин барои чен намудани параметрҳои энергияи электрикии шабакаи яфаза, сефаза яъне шиддат, ҷараён, иқтидорҳои фаъл, ғайрифавол ва пурра, таъин карда шудааст. Ин дастгоҳи ченкунандаро барои таҳқиқи энергетикӣ корхонаҳои истеҳсоли (энергоаудит), назорати технологӣ ва таҳлили (мониторинг) сифати энергияи электрикӣ, инчунин барои санҷиши системаи таъминоти барқ истифода бурда мешавад.

Ноқилҳои ҷараёни ва шиддати Энерготестер ПКЭ-А мувофиқи фазаҳои шабака бо рангҳои зард (фазаи А), сабз (фазаи В), сурх (фазаи С) ва кабуд (ноқили сифрӣ N) васл карда шудаанд. Пеш аз он, ки клешҳои ҷараёнро ба шабака васл намоем бо таҷҳизоти ченкунандаи мултиметр (клеш) ҷараёнҳои ҳар як фазаҳоро чен намудем, ки мувофиқан клешҳои интихобии Энерготестер ПКЭ-А то ҳудуди 100А қабул карда шуд. Бо ҳамин усул дар шабакаи сефазаи баромади трансформатори маҳаллии деҳаи Угук, ТП-160 кВА ИТ-6785 “Энерготестер ПКЭ-А-С4” гузошта шуд, ки намуди умумии сохтро ба намуди расми 1 меорем [9].



Расми 1 – Васли Энерготестер ПКЭ-А-С4 дар шабакаи шиддатаи 0,38 кВ – и ТП 6785

1 – таҷҳизоти ченкунандаи электрикии Энерготестер ПКЭ-А-С4; 2 – манбаи зарядноккунии таҷҳизоти ченкунанда; 3 – клешҳои ҷараёни, ки ба фазаҳои шабака васл карда шудааст; 4 – ноқилҳои шиддатие, ки ба фазаҳои шабака васл карда шудааст; 5 – қатъгардонҳои автоматӣ.

Натиҷаҳои гирифташуда ба компютер ҳамчун шакли файли форматаш .xlsx дар 3 намуд: 3 сония, 1 дақиқа ва 30 дақиқа сабт карда шуд. Дар ҷадвали Excel қиматҳои миёна, максимум ва минимуми ҷараёнҳои фазаҳои шабака муайян карда шуда, минбаъд барои ҳисоб намудани талафи иқтидори фаъол дар хати интиқоли барқ истифода мешаванд.

Натиҷаҳо

Барои муайян намудани талафи нерӯи барқ дар шабакаи 0,4 кВ, бояд маркази бори электрикӣ ва схемаҳои аслии шабакаи таъминоти муайян намоем, инчунин аз рӯи ҷойгиршавии борҳои электрикӣ дар системаҳои координатии декартӣ қимати миёнаи иқтидори активии умумиро муайян менамоем, ки натиҷаҳои ҳисобҳо аз рӯи ифодаҳои (1) ва (2) дар ҷадвали 1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1 – Муайян намудани маркази бори электрикӣ аз рӯи истеъмолкунандагони нерӯи барқ

Рақами истеъмолкунанда	P, кВт	X, м	Y, м	P·X	P·Y	Рақами истеъмолкунанда	P, кВт	X, м	Y, м	P·X	P·Y
1	0,868	42	360	36,45	312,40	36	0,689	420	450	289,57	310,25
2	1,276	42	330	53,59	421,08	37	0,806	378	450	304,71	362,75
3	1,236	45	300	55,63	370,83	38	0,698	348	522	243,02	364,53
4	0,604	48	279	28,99	168,49	39	0,972	324	612	315,00	595,00
5	1,228	51	249	62,62	305,72	40	1,892	360	330	681,00	624,25
6	0,466	51	210	23,74	97,77	41	3,452	330	390	1139,23	1346,37
7	1,478	96	331	141,92	489,27	42	3,413	300	372	1024,00	1269,76
8	2,489	96	324	238,99	806,58	43	2,024	300	438	607,33	886,71
9	1,327	96	300	127,41	398,17	44	1,898	282	480	535,17	910,93

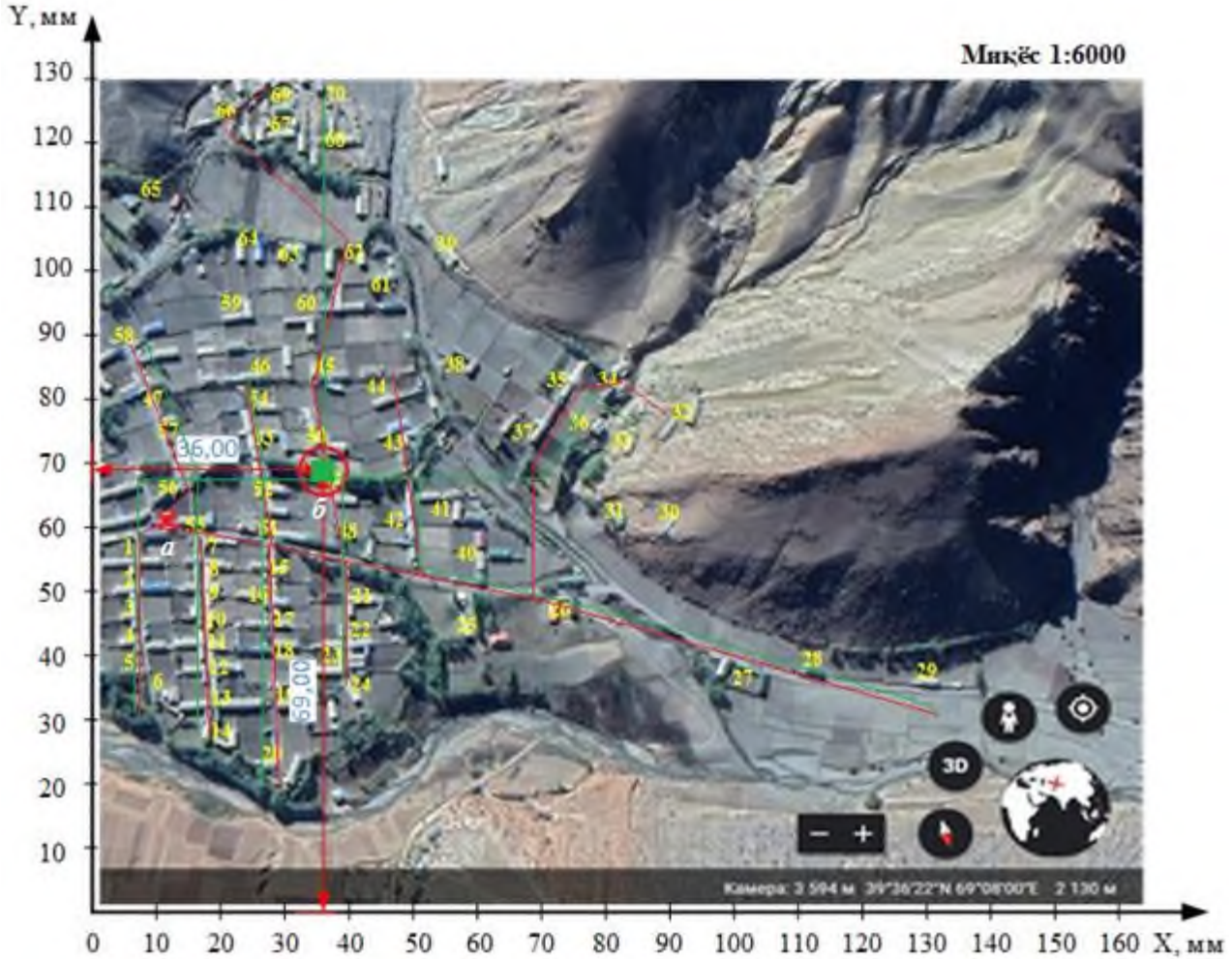
Рақами истеъмолкунанда	Р, кВт	Х, м	Ҳ, м	Р·Х	Р·Ҳ	Рақами истеъмолкунанда	Р, кВт	Х, м	Ҳ, м	Р·Х	Р·Ҳ
10	1,605	102	276	163,71	442,98	45	0,740	210	510	155,40	377,40
11	0,872	102	252	88,97	219,80	46	2,206	150	510	330,92	1125,12
12	1,514	102	222	154,47	336,21	47	1,478	60	480	88,67	709,33
13	0,944	108	192	102,00	181,33	48	1,061	234	360	248,30	382,00
14	1,606	108	168	173,46	269,83	49	1,332	228	348	303,62	463,42
15	4,205	162	324	681,21	1362,4	50	1,311	228	450	298,81	589,75
16	0,712	162	294	115,38	209,39	51	1,151	168	354	193,29	407,30
17	0,907	162	270	146,97	244,95	52	3,678	168	408	617,87	1500,53
18	1,434	162	246	232,29	352,74	53	0,889	156	450	138,75	400,25
19	0,658	162	192	106,56	126,29	54	1,766	150	480	264,83	847,47
20	2,002	162	138	324,36	276,31	55	0,883	96	360	84,75	317,80
21	1,145	240	294	274,80	336,63	56	2,764	48	390	132,69	1078,13
22	1,112	240	252	266,80	280,14	57	1,051	78	462	81,94	485,36
23	1,088	240	222	261,20	241,61	58	0,934	30	540	28,02	504,30
24	1,421	240	210	340,93	298,32	59	1,028	138	570	141,83	585,83
25	1,261	360	276	454,00	348,07	60	0,676	210	570	141,87	385,07
26	1,532	438	288	671,11	441,28	61	2,663	270	588	718,95	1565,71
27	1,668	600	228	1001,0	380,38	62	2,852	246	618	701,65	1762,67
28	0,591	672	222	397,23	131,23	63	0,868	180	618	156,30	536,63
29	0,658	780	216	513,50	142,20	64	0,914	138	624	126,12	570,27
30	0,758	540	360	409,20	272,80	65	0,350	54	678	18,90	237,30
31	0,481	492	366	236,71	176,09	66	2,936	126	750	369,88	2201,67
32	1,343	552	474	741,21	636,48	67	2,837	180	738	510,60	2093,46
33	0,246	492	438	121,09	107,80	68	1,022	234	720	239,20	736,00
34	0,798	486	498	387,99	397,57	69	1,298	168	774	218,03	1004,48
35	0,943	444	498	418,59	469,50	70	1,536	174	780	267,19	1197,73
Сумма							98,54			21271,47	40788,15

Аз рӯи натиҷаҳои қадвали 1 маркази бори электрикиро мувофиқи ифодаҳои (1) ва (2) ҳисоб мекунем:

$$X = \frac{21271,47}{98,57} = 215,86 \text{ м,}$$

$$Y = \frac{40788,15}{98,54} = 413,907 \text{ м.}$$

Қиматҳои миёнаи координатаҳои муайян карда шуд, ки мувофиқи миқёси нақшаи генералии расми 2, ки аз Google Earth ба андозаи 1 мм 6 метр дарози ҷойгир карда шудааст, дар нақша қимати $X=215,86/6=36$ мм ва қимати $Y=413,907/6=69$ мм андоза муайян карда мешавад.



Расми 2 – Нақшаи генералии деҳаи Уғук бо схемаи таъминоти барқии шабакаи 0,4 кВ а-ҷойгиршавии трансформатори ТП6785-160/10/0,4 ва схемаи таъминоти барқ дар асл, б-ҷойгиршавии трансформатор ва схемаи таъминоти барқ дар маркази бори электрикӣ

Маркази бори электрикӣ аниқ карда шуда, схемаи таъминоти барқ аз маркази бори электрикӣ муайян карда шудааст, ки нисбати схемаи ҳозираи шабака аз рӯи дарозии хати таъминоти фарқ мекунад.

Мувофиқи расми 2, дарозии хати интиқоли барқ дар схемаи а) $l = 11,56$ км ва дар схемаи б) $l = 7,87$ км ташкил медиҳад, ки аз рӯи нишондодҳои таҷҳизоти ченкунандаи Энерготестер ПКЭ-А-С4 (нигаред расми 1) параметрҳои энергетикӣ шабакаи 0,4 кВ-ро ба намуди қадвали 2 меорем.

Қадвали 2 – Параметрҳои энергетикӣ шабакаи 0,4 кВ-и деҳот

Параметрҳо	F, Гц	I _A , А	I _B , А	I _C , А	U _A , В	U _B , В	U _C , В
Максимум	50,14	51,34	73,87	69,39	251,7	248,46	251,07
Миёна	50,01	30,69	41,44	42,41	230,3	229,72	225,98
Минимум	49,9	10,33	19,38	10,71	127,1	130,45	124,68

Дар хати интиқоли барқи шабака ноқили навъи А-25 мм² васл карда шудааст, ки муқовимати хоси он $r_0 = 1,14$ Ом/км мебошад. Чараёни миёнаи фазаҳо, мувофиқи натиҷаҳои қадвали 2 ва графики расми 3 ба $I_M = 64,86$ А баробар буда, суммаи иқтидори активӣ ба $P = 320$ кВт баробар аст. Графики тағйирёбии чараёнҳои фазаҳо I_A, I_B, I_C, басомад F, иқтидори активӣ P ва иқтидори пурраро S ба намуди расми 3 меорем.



Расми 3 – Графики тағйирёбии параметрҳои шабакаи 0,4 кВ

Нерӯи барқи дар як шабонарӯз истифодашуда мувофиқи натиҷаи ченкунӣ ба $W = P \cdot T = 320 \cdot 24 = 7681,31$ кВт·соат баробар мебошад. Талафи нерӯи барқро дар ду схемаи таъмини барқи маҳал, ки дар расми 2 оварда шудааст, аз рӯи ҷараёни миёнаи фазаҳои хат ва муқовимати хати интиқол муайян мекунем. Пеш аз ҳисоби талаф муқовиматҳои хатро барои як буриши арзии ноқили алюминии А-25 мм² ва ба дарозииҳои схемаҳои а) ва б) мувофиқи формулаи 3 муайян мекунем:

– барои схемаи аслии шабака а);

$$R_a = 1,14 \cdot 11,56 = 13,18 \text{ Ом.}$$

– барои схемае, ки аз маркази бори электрикӣ муайян карда шудааст б).

$$R_b = 1,14 \cdot 7,87 = 8,97 \text{ Ом.}$$

Талафи нерӯи барқро дар як шабонарӯз мувофиқи формулаҳои 4 ва 5 муайян мекунем:

$$\Delta W_a = I_m^2 \cdot R_a \cdot T_m = 64,86^2 \cdot 13,18 \cdot 24 = 1330,76 \text{ кВт} \cdot \text{соат};$$

$$\Delta W_b = I_m^2 \cdot R_b \cdot T_m = 64,86^2 \cdot 8,97 \cdot 24 = 905,64 \text{ кВт} \cdot \text{соат};$$

$$\Delta W_a \% = \frac{\Delta W_a}{W} \cdot 100 = \frac{1330,76}{7681,31} \cdot 100 = 17,32\%$$

$$\Delta W_b \% = \frac{\Delta W_b}{W} \cdot 100 = \frac{905,64}{7681,31} \cdot 100 = 11,79\%$$

Натиҷаҳоро дар қиматҳои максимум, миёна ва минимуми параметрҳои ҳисобӣ ба намуди ҷадвали 3 меорем.
Ҷадвали 3 – Натиҷаҳои ҳисоби талафи нерӯи барқ дар шабакаи 0,4 кВ-и деҳот

Параметрҳо	I _м , А	R, Ом		ΔW, кВт·соат		ΔW, %	
		а	б	а	б	а	б
Максимум	64,87	13,18	8,97	1330,76	905,64	17,32	11,79
Миёна	38,18	13,18	8,97	461,05	313,88	6,00	4,09
Минимум	13,47	13,18	8,97	57,41	39,09	0,75	0,51

Аз натиҷаҳои ҳисоби ҷадвали 3 маълум мегард, ки дар схемаи б) талафи нерӯи барқ дар ҷараёни максимум ба 11,79% баробар гардид, ки 1,5 маротиба талафи нерӯи барқ нисбат ба схемаи а) кам гардид.

Муҳокима

Талафи нерӯи барқ аз 7681,31 кВт·соат нерӯи истеъмолшуда дар схемаи ҳозираи шабакаи 0,4 кВ-и деҳот ба 1330,76 кВт·соат баробар шуд, ки ба 17,32% баробар аст. Агар мо схемаи таъминоти барқи маҳалларо ба намуди схемаи б) расми 2 иваз намоем, онгоҳ талафи нерӯи барқ ба 11,79% баробар мешавад, ки 5,53% талаф кам карда мешавад. Бояд қайд кард, ки дар васли схемаи б) миқдори ноқилҳо ва симҷубҳо камтар хароҷот мешавад, инчунин трансформатори пасткунанда дар маркази бори электрикӣ ҷойгир карда мешавад, ки ин намуди схемаи тақсимои эътимодияти таъминоти барқро ба амал меорад.

Дар схемаи ҳозираи шабакаи хатҳои якфаза нисбат ба хатҳои сефаза зиёдтар васл карда шудаанд, ки бори электрикӣ нисбатан дар фазаҳои нобаробар тақсим шудаанд, нобаробар тақсим шудани истеъмолкунандаҳо дар фазаҳо ба талафи иловагии нерӯи барқ, аз ҳисоби гармшавии ноқилҳо оварда мерасонад. Чи тавре, ки аз натиҷаҳои ҷадвали 2 маълум гардид, дар ҷараёни максимум ва минимуми фазаҳои номутаносиби ҷой дорад, яъне дар фазаи В нисбатан ҷараён калон аст, ки ин ба талафи зиёди нерӯи барқ оварда мерасонад.

Хулоса

Дар асоси таҳқиқотҳои маълум гардид, ки ҳангоми нақшаи тақсимоти ро дар маркази бори электрикӣ ҷойгир намудан, талафи нерӯи барқ дар як шабонарӯз 425,12 кВт·соат кам гардид, ки ин нишондиҳанда дар як моҳ 12753,6 кВт·соат ташкил медиҳад. Талаф дар ҷараёни минимуми фазаҳо, дар як моҳ ба $\Delta W = 57,41 \cdot 30 = 1722,3$ кВт·соат баробар аст, ки ҳангоми схемаи б) – ро тадбиқ намудан талаф ба $\Delta W = 39,09 \cdot 30 = 1172,7$ кВт·соат баробар мешавад, ки 549,6 кВт·соат талаф кам гардид.

Дарозии хати интиқоли барқи шабакаи пастшиддати деҳот ҳангоми ҷойгир намудани трансформатори пасткунанда дар маркази бори электрикӣ кӯтоҳ гардида, схемаи таъминоти бо назардошти мутаносиби борҳои электрикӣ дар фазаҳои муайян карда шуд, ки эътимодият ва устувории шабакаро ба амал меорад.

Адабиёт

1. Гуков П. О. Анализ влияния распределения нагрузки в воздушных линиях 10 кВ на величину потерь мощности // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – №. 1. – С. 93-97.
2. Дамдинсүрэнгийн Г. Способы нормализации качества и снижения потерь электрической энергии в сельских распределительных сетях 0.38 кВ Монголии // Дисс. на соиск. уч. степени к. т. – 2015. – №. 2015.
3. Емелин А. В., Савенко А. В., Зименский А. С. Методики обработки результатов энергоаудита // Современное развитие науки: вопросы теории и практики. – 2016. – С. 26-27.
4. Железко Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов / Ю.С. Железко. – М.: ЭНАС, 2009. 456 с.
5. Кудряшев Г. С. и др. Потери электрической энергии в сетях 0,38 кВ, питающих сельскохозяйственную нагрузку // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2020. – №. 34. – С. 19.
6. Мирзоев Д. Н. Методы снижения потерь электроэнергии в низковольтных сельских электрических сетях // Современные проблемы электроэнергетики и пути их решения. – 2019. – С. 22-28.
7. Мирзоев Д. Н. Определение потерь электроэнергии при температуре сельских воздушных линий электропередачи 0,4 кВ // Оперативное управление в электроэнергетике: подготовка персонала и поддержание его квалификации. – 2021. – №. 5. – С. 41-45.
8. Рахимов О. С., Мирзоев Д. Н. Определение потерь электроэнергии моделированием низковольтных сельских электрических сетей // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – №. 4. – С. 440-449.
9. Рахимов О. С., Мирзоев Д. Н., Грачева Е. И. Экспериментальное исследование показателей качества и потерь электроэнергии в низковольтных сельских электрических сетях // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. – 2021. – Т. 23. – №. 3. – С. 209-222.
10. Савиных В. В. Определение и снижение потерь электроэнергии в нормальных режимах сетей 0,4 кВ сельских населенных пунктов: дис. – Краснодар: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/ВВ Савиных, 2007.

11. Тимчук С. А., Мирошник А. А. Определение потерь электроэнергии в зависимости от ее качества в нечеткой форме в сельских распределительных сетях //Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – Т. 1. – №. 8 (73). – С. 2.
12. Якупова М. А., Федоринова Э. С., Наумов И. В. К вопросу о дополнительных потерях электрической энергии в сельских распределительных электрических сетях напряжением 0, 38 кВ //Научные исследования и разработки в внедрению в АПК. – 2020. – С. 322-329.
13. Янукович Г. И. Электроснабжение сельского хозяйства. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие / Сост.: Г. И. Янукович, А. И. Зеленкевич, Г. И. Кожарнович. – Минск: БГАТУ, 2018. – 96 с.
14. URL: <http://www.president.tj/> [Электронный ресурс]. (Дата обращения 15.09.2022 г.).

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-ABOUT AUTHOR

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Мирзоев Дабир Назирович	Мирзоев Дабир Назирович	Mirzoev Dabir Nazirovich
Дараҷа ва унвони илмӣ, Академическая степень и должность, Title	Докторант PhD	Докторант PhD	Doctoral PhD
Ташкилот, Организация, Organization	Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд	Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими в городе Худжанд	Polytechnic Institute of Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi to the city of Khujand.
e-mail	mdabir@mail.ru		
ORCID Id	https://orcid.org/0000-0003-1883-4196		

УДК 626/627.001.25

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННОГО РЕЖИМА ОСНОВАНИЯ И ЯДРА ПЛОТИНЫ НУРЕКСКОГО ГИДРОУЗЛА

¹Бобохонов Ф.Ш., ²Обиджони Ш.К., ³Раджабов Б.М.

¹Дангаринский государственный университет

²Институт энергетики Таджикистана

³ОАО “Распределительные электрические сети” в городе Бохтаре

В статье проанализирована работоспособность пьезометрической сети обходной фильтрации и дистанционной контрольной измерительной аппаратуры. Также на основе обработки и оценки имеющихся данных и проведения конкретных работ по разработке поперечного разреза были определены факторы процесса фильтрации и характеристики фильтрационного элемента в основании и ядре Нурекского гидроузла. При этом определялась эффективность существующих элементов систем противофильтрации.

Ключевые слова: гидроузел, фильтрация, плотина, водохранилище, контрольно-измерительные аппаратуры, натурные наблюдения, градиент напора, гидродинамика, поровое давление, ядро плотины

RESEARCH OF THE FILTRATION REGIME OF THE BASE AND CORE OF THE NUREK HYDRAULIC DAM

Bobokhonov F.Sh., Obidjoni Sh.K., Radzhabov B.M.

The article analyzes the performance of the piezometric network of bypass filtration and remote control measuring equipment. Also, based on the processing and evaluation of the available data and the implementation of specific work on the development of the transverse section, the factors of the filtration process and the characteristics of the filtration elements in the base and core of the Nurek hydroelectric complex were determined. At the same time, the effectiveness of existing elements of antifiltration systems was determined.

Key words: waterworks, filtration, dam, reservoirs, instrumentation, field observations, head gradient, hydrodynamics, pore pressure, platinum core

ТАҲҚИҚИ РЕҶАИ ФИЛТРАЦИОНӢ ДАР ПОЯ ВА ЯДРОИ САРБАНДИ ГИДРОТЕХНИКӢИ НОРАК

Бобохонов Ф.Ш., Обидҷони Ш.Қ., Раҷабов Б.М.

Дар мақола кори шабакаи пьезометрии филтратсияи гардиш ва таҷҳизоти ченкунии назорати фосилавӣ таҳлил карда мешавад. Инчунин, дар асоси коркард ва арзёбии маълумоти мавҷуда ва илрои корҳои мушаххас оид ба коркарди қитъаи кундаланг омилҳои ҷараёни филтратсионӣ ва хусусиятҳои элементҳои филтратӣ дар поя ва мағзи комплекси обии Норақ муайян карда шуданд. Муайян кард. Дар баробари ин самарани элементҳои мавҷудаи системаҳои зиддифилтратсия муайян карда шуд.

Калимаҳо калиди: иншооти обӣ, филтратсия, сарбанд, обанборҳо, асбобсозӣ, мушоҳидаҳои сахрой, градиенти сар, гидродинамика, фишори сӯрохиҳо, ядрои платина

Методам и технике проведения натурных наблюдений за фильтрационным режимом в теле и основании плотины посвящено множество литературы [1,5,6], согласно которой ведутся натурные наблюдения за фильтрационным режимом в теле и основании Нурекской плотины.

Анализ режима фильтрации в теле плотины выполнен согласно сведениям замеров порового давления в датчиках преобразователя давления струнного (ПДС) для 5 фронтов контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), а также сведениям замеров общего фильтрационного расхода.

В таблице 1 приведено количество контрольной измерительной аппаратуры, результаты замеров в которых применены для анализа режима фильтрации.

Таблица 1 - Количество контрольной измерительной аппаратуры [2]

Створ КИА	ПДС		Двухтрубные пьезометры		Пьезометры в основании плотины	
	всего	действую- щих	всего	действующих	всего	действующих
Створ 0	38	21	0	-	9	2
Створ 4	14	9	7	-	6	2
Створ 5	14	10	10	-	13	2
Створ 8	13	7	0	-	10	2

Створ 11	8	7	4	-	6	2
-------------	---	---	---	---	---	---

Методы исследования. Для анализа режима фильтрации в теле ядра плотины выполнены: [1]

- фильтрационные расчеты на математических моделях фильтрации при установившемся режиме;
- фильтрационные расчеты при установившейся фильтрации с учетом данных замеров порового давления при НПУ на 1987 и 2003 годы;
- расчеты градиентов напора в ядре плотины и в районе цементационной завесы;
- очертания пьезометрических изменений уровня водной поверхности;
- анализ суммарных фильтрационных расходов.

В расчетах рассматривалось ламинарное движение фильтрационного потока, удовлетворяющего линейному закону Дарси (Darcy):

$$V = -k \frac{\delta h}{\delta s} \quad (1)$$

Расчеты выполнены на математических моделях решением уравнения жесткого установившегося режима фильтрации профильного потока численным методом вида:

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0 \quad (2)$$

при компонентах скоростей:

$$V_x = -K_x \frac{\delta H}{\delta x}; \quad V_z = -K_z \frac{\delta H}{\delta z} \quad (3)$$

где K_x и K_z величины коэффициентов фильтрации в направлениях «X» и «Z»

При однородно-изотропном грунте уравнение неразрывности (3) переходит в уравнение Лапласа и имеет вид:

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = 0 \quad (4)$$

Как известно, аналитического решения данная задача не имеет. В связи с тем, что фильтрационные расчеты выполнены приближенным методом конечных разностей, когда уравнение Лапласа преобразуется к виду:

$$H_{x,z} = (H_{x+1,z} + H_{x-1,z} + H_{x,z+1} + H_{x,z-1})/4 \quad (5)$$

где: $H_{x,z}$ – величина напора фильтрационного потока в центре расчетного;

$H_{x+1,z}$, $H_{x-1,z}$, $H_{x,z+1}$ и $H_{x,z-1}$ - величины напоров в вершинах квадратов сетки.

Для решения уравнения (5) в конечных разностях область фильтрации делится на ряд элементов потока построением квадратной сетки с шагом 1x1 метр. Решения для особых областей были получены на моделях фильтрации с шагом сетки 0,1м. [1]

Всего расчет выполнялся примерно для 80-100 тыс. узлов, т.е. решалось около 80-100 тыс. алгебраических уравнений со столькими же неизвестными.

Устойчивость решения обеспечивалась явной схемой центральной конечноразностной аппроксимации дифференциального уравнения (4).

Итерационный процесс продолжался до достижения заданной точности расчетов:

$$\Delta H_{x,z}^{n+1,n-1} \leq 0.000001 \quad (6)$$

Потенциальные течения были представлены построением гидродинамической сетки движения, состоящие из системы линий равного напора (эквипотенциален) и ряда линий тока, касательные к которым определяют направление течения в каждой точке.

Линии тока строились с учетом выполнения условий Коши-Римана (Даламбера-Эйлера):

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} = \frac{\partial H}{\partial z} \quad \frac{\partial \psi}{\partial z} = -\frac{\partial H}{\partial x} \quad (7)$$

на которых $\psi = const$. Линии равного потенциала строились аппроксимацией полученных решений в узлах сетки.

Напор воды в водохранилище задавался по линиям очертания ложа и плотины, равной постоянной величине - отметке НПУ 910.00 м, при соблюдении гидростатического закона распределения давления

$$H_{увб} = H_6 + Z_k = const \quad (8)$$

т.е. контур ложа водохранилища и верхового откоса ядра плотины задавался как линия равного напора. При этом верховая призма упора плотины из-за малого фильтрационного сопротивления в расчетах не учитывалась.

Непроницаемые пределы считаются контурами тока, по этой причине в длину их назначение тока обладает систематической значимостью, а градиент напора согласно нормали к данному пределу равен нулю:

$$\psi = const \quad (9)$$

В основании ядра плотины устроена пробка из бетона и площадная цементация. На моделях принято, что пробка и площадная цементация водонепроницаемы. На границе бетонной пробки с ядром и с основанием плотины функция пробки имела постоянное значение. Фильтрационные расчеты для ядра плотины выполнены без учета гидравлической связи ядра с основанием.

Одной из важнейших задач теории движения грунтовых вод является отыскание вида депрессионной кривой, уравнение которой заранее неизвестно.

Из уравнения Бернулли [1]

$$H = \frac{P_a}{\rho_a} + Z \quad (10)$$

Следует, что в случае если не принять во внимание воздействие капиллярного влияния, свободный уровень воды на тело плотины сходится с кривой депрессии, на которой давление в мере атмосферному P_a . При плотности воды $\rho_a=1$, установив $P_a=0$, приобретаем то, что на свободной поверхности напор одинаков ее ординате сравнительно плоскости, сопоставив линию Z , тогда уравнение (10) преобразуется к виду

$$\varphi + KY = const \quad (11)$$

Депрессия является также линией тока, на которой должно выполняться условие (9) - $\varphi = const$.

На модели производился подбор кривой свободной поверхности фильтрационного потока, как линии тока, исключением из расчетной области узлов, не удовлетворяющих условиям (9) и (11). После чего итерационный процесс выполнялся снова до достижения на свободной поверхности необходимых условий. При высачивании фильтрационного потока на низовой грани ядра плотины давление в фильтрационном потоке равно атмосферному P_a . Считая $P_a = 0$, по низовой грани ядра плотины, где необходимо определить область высачивания, выполнялось условие (11). В узлах сетки, попадающих на линию низовой грани ядра, задавались абсолютные отметки земли. После выполнения цикла итерации отметка высачивания корректировалась удалением либо добавлением узлов сетки, на которых не выполнялось условие (11). Процесс итерации возобновлялся. И так, до тех пор, пока не выполнялось граничное условие в области высачивания фильтрационного потока. [1]

Результаты исследования режима фильтрации в ядре требуют тщательной проверки работоспособности специальными опытно-фильтрационными работами на месте. Собственно анализ выполнен на основе сравнения расчетных картин фильтрации с фактическими.

При расчетах фильтрации принималось однородное изотропное строение грунта ядра плотины [2].

Для анализа режима фильтрации выполнены следующие расчеты для поперечных сечений плотины:

- фильтрационные расчеты при установившейся фильтрации;
- фильтрационные расчеты с учетом данных за 1987 и 2003 годы;
- построение поля разницы напоров 1987-2003 гг;
- построение полей градиентов напора;
- определение эффективности цементационной завесы. [1]

Разность напоров была получена путем вычитания значения водяных напоров в ядре плотины для расчетной схемы фильтрации и фактической схемы фильтрации для 1987 и 2003 годов. Разности напоров символически прозваны «остаточными» напорами из-за теории, что процесс фильтрации в естестве устремляется по направлению к вычисленному, при котором остаточные напоры приближены к нулю.

В результате расчетов створа КИА 0 получено следующее:

- максимальное значение выходящих градиентов напора в нижнем пределе ядра в 1987 г. составило почти 3,5;

- максимальное значение выходящих градиентов напора в нижнем пределе ядра в 2003 г. составило почти 7,6;

- максимальные «остаточные» напоры относительно к расчётным в период 1987 г. составили порядка 60м водяного столба;

- максимальные «остаточные» напоры относительно к расчётным в период 2003 г. составили порядка 30м водяного столба;

- максимальные участки «остаточных» напоров сосредоточены в основе ядра, в его средней составляющей. В результате расчетов створа КИА 4 получено следующее:

- максимальное значение выходящих градиентов напора в нижнем пределе ядра в 1987 г. составило почти 1,2;

- максимальное значение выходящих градиентов напора в нижнем пределе ядра в 2003 г. составило почти 2;

- максимальные «остаточные» напоры относительно к расчётным в период 1987 г. составили порядка 40м водяного столба;

- максимальные «остаточные» напоры относительно к расчётным в период 2003 г. составили порядка 20м водяного столба;

- максимальные участки «остаточных» напоров сосредоточены в основе ядра, в его средней составляющей. В результате расчетов створа КИА 5 получено следующее:

- максимальное значение выходящих градиентов напора в нижнем пределе ядра в 1987 г. составило почти 3,8;

- максимальное значение выходящих градиентов напора в нижнем пределе ядра в 2003 г. составило почти 3,5; [4]

Выполненные расчеты разницы напоров фактических и расчетных показали, что величины «остаточных» напоров отрицательные. Можно предположить, что к 2003 году в створе КИА 5 режим фильтрации стал близок к расчетному.

В результате расчетов створа КИА 8 получено следующее:

- максимальное значение выходящих градиентов напора в нижнем пределе ядра в 1987 г. составило почти 1,9;

- максимальное значение выходящих градиентов напора в нижнем пределе ядра в 2003 г. составило почти 1,9; [1]

- максимальные «остаточные» напоры относительно к расчётным в период 1987 г. составили порядка 20 м водяного столба;

- максимальные «остаточные» напоры относительно к расчётным в период 2003 г. составили порядка 10 м водяного столба;

- максимальные участки «остаточных» напоров сосредоточены в основе ядра, в его средней составляющей. В результате расчетов створа КИА 11 получено следующее:

- максимальное значение выходящих градиентов напора в нижнем пределе ядра в 1987 г. составило почти 2;

- максимальное значение выходящих градиентов напора в нижнем пределе ядра в 2003 г. составило почти 2;

- максимальные «остаточные» напоры относительно к расчётным в период 1987 г. составили порядка 30 м водяного столба;

- максимальные «остаточные» напоры относительно к расчётным в период 2003 г. составили порядка 10 м водяного столба;

- максимальные участки «остаточных» напоров в 1987 г. сосредоточены в основе ядра, в его средней составляющей.

Для сечения плотины в створе КИА 0 выполнены расчеты полей градиентов на 1987 и 2003 годы. За 16-летний период эксплуатации наблюдается тенденция к «упрощению» полей градиентов напора, картина фильтрации приближается к расчетной. Произошло «сглаживание» линий равного градиента. Уменьшилась хаотичность распределения линий равного градиента.

Сопоставительный анализ полей градиентов фильтрационного потока в ядре плотины показывает, что за 16-летний период эксплуатации водохранилища произошло уменьшение площадей с повышенными градиентами напора. Так, площадь поля градиентов напора с величиной более 2 (допустимой) в 1987 году составила 6025 м², а в 2003 году 5535 м². Или, в процентах от площади фильтрации в ядре 30% и 25% соответственно. Что указывает на улучшение фильтрационной обстановки в 2003 году по сравнению с 1987 годом. В 2003 году наблюдается практически стабильный режим фильтрации.

Однако наличие зон повышенного градиента напора вызывает опасение за суффозионную целостность грунтов ядра плотины, так как величина допустимого градиента напора составляет - 2 [79]. Имеются локальные зоны больших выходных градиентов напора на низовой грани ядра, что может привести к внутренней суффозии грунтов - образованию пустот. Обнаружить такие пустоты в нижней части ядра при помощи имеющейся (установленной) КИА не представляется возможным. Итог выполненных расчетов представлен в таблице 2 [1].

Для оценки эффективности цементационной завесы построены графики колебания уровней воды в пьезометрах и графики колебания градиентов напора в цементационной завесе. [1]

Таблица 2 - Итог выполненных расчетов [2]

Створ КИА	Выходной градиент напора в 1987 г	Выходной градиент напора в 2003 г	Остаточный напор в ядре в 1987г [м вод. столб]	Остаточный напор в ядре в 2003 г [м вод. столб]	Площадь и наибольшая величина градиента напора в 1987 г [м ²]	Площадь и наибольшая величина градиента напора в 2003 г [м ²]
Створ 0	3,5	7,6	60	30	6025/4	5335/4,5
Створ 4	1,2	2,0	40	20		
Створ 5	3,8	3,5	0	0		
Створ 8	1,9	1,9	20	10		
Створ 11	2	2	30	10		
Примечание: расчеты полей градиентов напора выполнены для створа КИА 0						

Графики позволяют дать как качественную, так и количественную оценку эффективности цементационной завесы в понижении напоров. Тренды для графиков уровней воды в пьезометрах позволяют дать прогноз уровней воды в пьезометрах.

На рис. 1 приведены графики колебания уровней воды в пьезометрах 4-4-1, 4-1 и 4-6-2 створа КИА 4 и на рис. 2 приведены графики градиентов напора в цементационной завесе. [1,2]

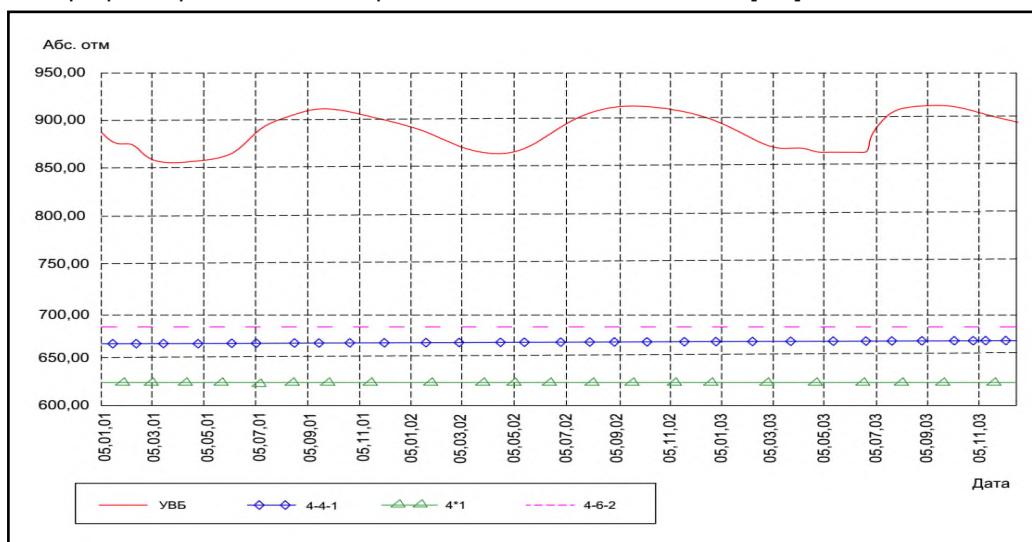


Рисунок 1 - График УВБ и уровней воды в пьезометрах створа КИА 4. [1]

Расчет градиентов напора и падения напора воды на завесе выполнен на основе данных замеров в пьезометрах 4-4-1 и 4-6-2.

Анализ графиков показывает, что:

- уровни воды в пьезометре 4-6-2 выше, хотя он и расположен ближе к нижнему бьефу, чем два других пьезометра 4-4-1 и 4-1. Этот факт указывает на то, что имеются два независимых фильтрационных потока: в теле плотины и в основании - площадная цементация «делит» фильтрационный поток на два;

- практически отсутствует какая-либо связь уровней воды в пьезометрах с колебаниями уровней воды в верхнем бьефе;

- выполненные расчеты трендов данных показаний пьезометров указывают на стабильность графиков, отсутствует тенденция к понижению либо к повышению уровней воды (рис. 1);

- величина градиента напора на цементационной завесе за период наблюдений 2001-2003 гг. колеблется от 4,8 до 3,8. Амплитуда максимума и минимума градиентов напора составляет $(4,8 - 3,8) = 1$;

- наибольшее падение уровня воды на завесе 24,4 м (при расчете падения напоров между пьезометрами 4-4-1 и 4-1), что составляет около 8% от действующего напора;

- наибольшее падение напора на площадной цементации 221,7 м, что составляет около 72% действующего напора. [3]

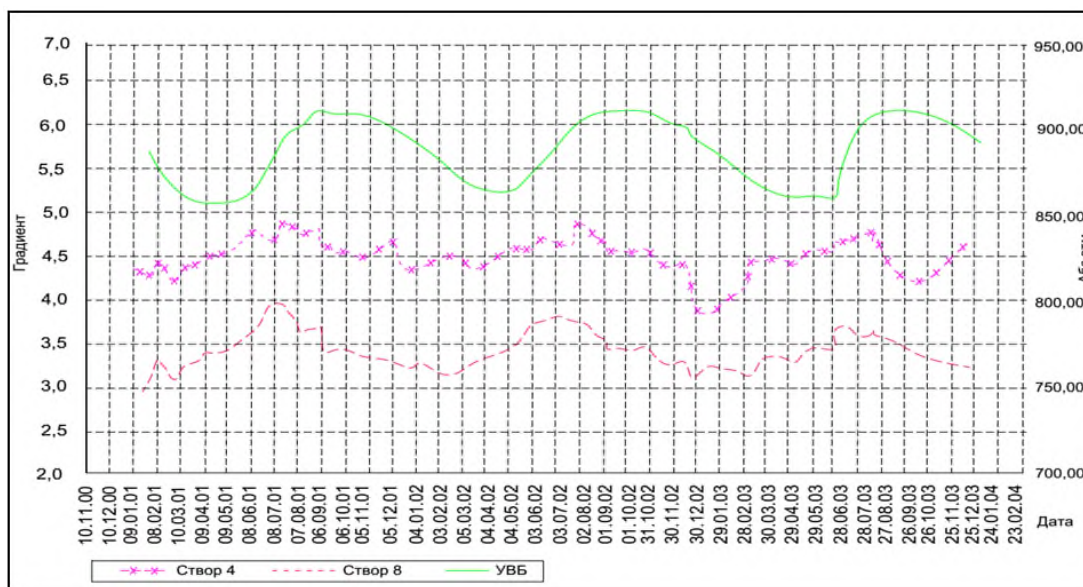


Рисунок 2 - График УВБ и градиентов напора на цементационной завесе. [2]

На рис. 3 приведены графики колебания уровней воды в пьезометрах 5-4- и 5-4-2 створа КИА 5. [1]

Пьезометр 5-4-1 расположен до цементационной завесы и пьезометра 5-4-2 после. Расчет градиентов напора и падения напора воды на завесе выполнен на основе данных замеров в пьезометрах 5-4-1 и 5-4-2.

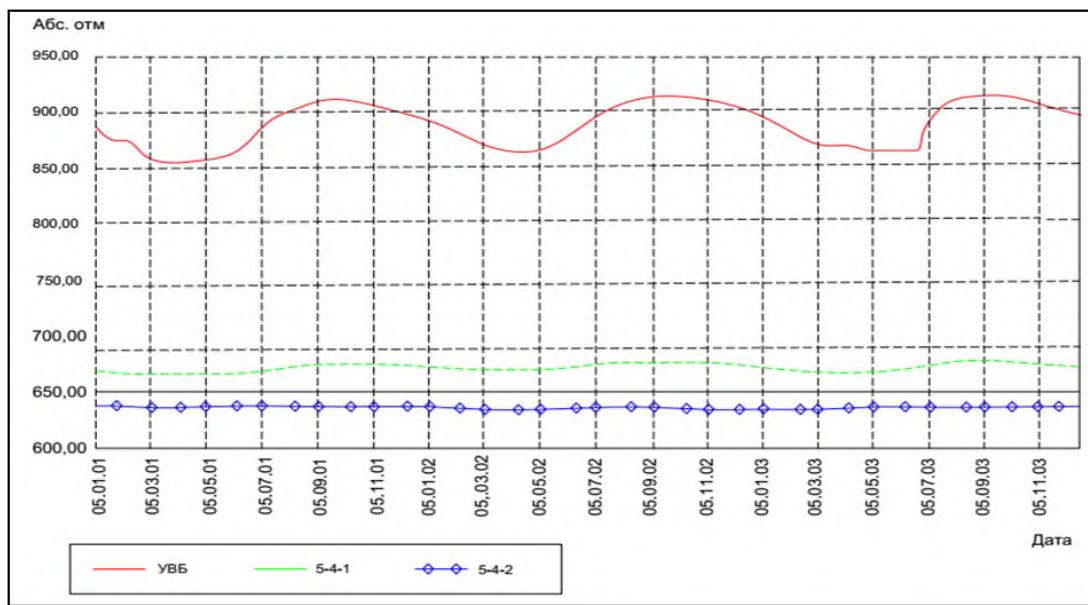


Рисунок 3 - График УВБ и уровней воды в пьезометрах створа КИА 5. [1]

Анализ графиков показывает, что:

- имеется плотная связь между колебаниями уровней воды в пьезометре 5-4-1 и уровнем воды в водохранилище. Коэффициент корреляции равен 0,92. Практически связь отсутствует между колебаниями уровней воды в пьезометре 5-4-2 и уровнем воды в водохранилище;

- выполненные расчеты трендов данных показаний пьезометров указывают на стабильность графиков, отсутствует тенденция к понижению либо к повышению уровней воды (рис. 3);

- величина градиента напора на цементационной завесе за период наблюдений 2001-2003 гг. колеблется от 3,8 до 4,8. Амплитуда максимума и минимума градиентов напора составляет $(4,8-3,8)=1$;

- имеется взаимосвязь величин градиента напора с колебаниями уровня воды в водохранилище (рис. 2). Коэффициент корреляции составил 0,9. Расчеты трендов не выявили тенденции к увеличению или к уменьшению величин градиентов напора;

- наибольшее падение уровня воды в завесе 50 м (при расчете падения напоров между пьезометрами 5-4-1 и 5-4-2), что составляет около 16% от действующего напора;

- наибольшее падение напора на площадной цементации 217,4 м, что составляет около 70% действующего напора. [1]

На рис. 4 приведены графики колебания уровней воды в пьезометрах 8-1-1, 8-2-2 и 8-2-1 створа КИА 8, а на рис. 5 приведены графики градиентов напора в цементационной завесе.

Пьезометр 8-1-1 расположен до цементационной завесы, пьезометры 8-2-2 и 8-1-2-после. Расчет градиентов напора и падения напора воды на завесе выполнен на основе данных замеров в пьезометрах 8-1-1 и 8-2-2.

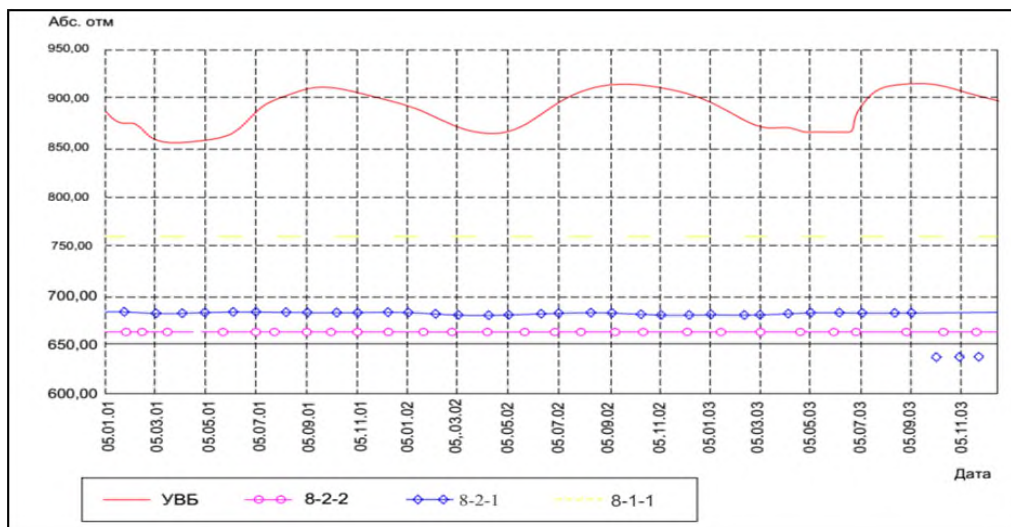


Рисунок 4 - График УВБ и уровней воды в пьезометрах створа КИА 8. [1]

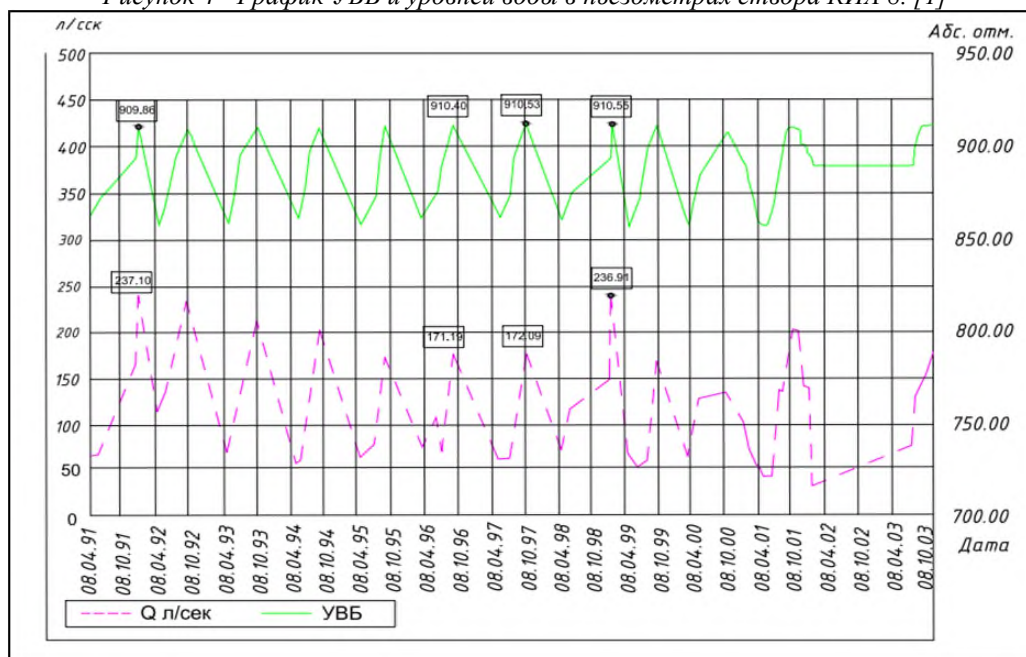


Рисунок 5 - Графики УВБ и суммарных фильтрационных расходов из дренажных сооружений. [1]

Анализ графиков показывает, что:

- отсутствует связь между колебаниями уровней воды во всех пьезометрах и уровнем воды в водохранилище;
- выполненные расчеты трендов данных показаний пьезометров указывают на стабильность графиков, отсутствует тенденция к понижению либо к повышению уровней воды (рис.4);
- величина градиента напора на цементационной завесе за период наблюдений 2001-2003 гг. колеблется от 2,4 до 3,1. Амплитуда максимума и минимума градиентов напора составляет $(3,1-2,4)=0,8$;
- имеется очень слабая взаимосвязь величин градиента напора с колебаниями уровня воды в водохранилище (рис. 5). Расчеты трендов не выявили тенденции к увеличению или к уменьшению величин градиентов напора.
- наибольшее падение уровня воды на завесе около 16 м (при расчете падения напоров между пьезометрами 8-1-1 и 8-2-2), что составляет около 5% от действующего напора;

- наибольшее падение напора на площадной цементации 214,5 м, что составляет около 69% действующего напора.

На рис. 6. приведены графики колебания уровней воды в пьезометрах 11-5-1, 11-5-2 и 11-5-3 створа КИА 11, а на рис. 2 приведены графики градиентов напора в цементационной завесе. [1,2]

Пьезометры 11-5-1 и 11-5-3 расположены до цементационной завесы, пьезометр 11-5-2 после. Расчет градиентов напора и падения напора воды на завесе выполнен на основе данных замеров в пьезометрах 11-5-1 и 11-5-2.

Рис.6. Графики УВБ и уровней воды в пьезометрах створа КИА 11. [1]

Анализ графиков показывает, что:

- имеется тесная связь между колебаниями уровней воды в пьезометре 11-5-3 и уровнем воды в водохранилище. Коэффициент корреляции составляет 0,93;
- выполненные расчеты трендов данных показаний пьезометров указывают на стабильность графиков, отсутствует тенденция к понижению либо к повышению уровней воды (рис. 6);
- величина градиента напора на цементационной завесе за период наблюдений 2001-2003 гг. колеблется от 0,8 до 2,6. Амплитуда максимума и минимума градиентов напора составляет $(2,6 - 0,8) = 1,8$;
- имеется тесная взаимосвязь величин градиента напора с колебаниями уровня воды в водохранилище (рис. 2). Коэффициент корреляции составил 0,9. Расчеты трендов не выявили тенденции к увеличению или к уменьшению величин градиентов напора;
- наибольшее падение уровня воды на завесе около 15,6м (при расчете падения напоров между пьезометрами 11-5-1 и 11-5-2), что составляет около 5% от действующего напора;
- наибольшее падение напора на площадной цементации 203,8 м, что составляет около 66% действующего напора. Итог выполненных расчетов представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Итог выполненных расчетов [2,3]

Створ КИА	Наибольший градиент напора на завесе	Падение напора до завесы	Падение напора на завесе	Примечание
	безразмерно	% от действующего напора	% от действующего напора	
0	8,6	69	17	Величина действующего напора принята равной $\Delta H=910-600=310$ м.
4	4,8	72	8	
5	4,8	70	16	
8	3,1	69	5	
11	2,6	66	5	

Анализ дренажных расходов. Анализ расходов воды из дренажных сооружений выполнен по данным замеров суммарного расхода. Ниже приведена таблица 4, где указано местоположение водомерного поста.

Результаты расчетов представлены в виде графика на рис.5. Анализ графика показывает, что имеется тенденция к уменьшению суммарных фильтрационных расходов. Более подробный анализ фильтрационных расходов по отдельным участкам можно выполнить при наличии полной информации, после детального обследования состояния КИА. [1]

Таблица 4 - Местоположение водомерных постов [2]

Водомерный пост	Место установки	Водомерный пост	Место установки
В-I	Цемпотерна левый берег	В-6	4-ТЦ
В-III		В-8	2-ТЦ
В-V		В-10	2-ТЦ

В-II В-IV В-VI	Цементерна правый берег	В-7 В-9 В-11	10-ТЦ 11-ТЦ 11-ТЦ
В-4	КВ с ГВ	Д-1	Бет. проб
В-2	КВ с ГВ	Д-2	Бет. Проб
В-3	КВ с ГВ	Д-3	Бет. Проб
В-1	КВ с ГВ	Д-4	Бет. Проб
В-VII	6-ТЦ	Д-5	Бет. Проб
В-VIII	Дрен. тоннель	Д-6	Бет. Проб
В-IX	промпл. площ	Лоток L=10 м 5ТЦ	5 ТЦ
В-X	Т-4	Лоток L=10 м 2ТЦ	2 ТЦ
В-3	ПАН	Насос-1	Бет. Проб
В-4	ПАН	Насос-2	Бет. Проб
В-5	ПАН		

Выводы

Анализ натуральных наблюдений за период 1987-2003 гг. и результаты расчетов выявили следующее: в 2003 году имеются зоны ядра плотины, где градиент напора превышает допустимую величину - 2; в два и более раз уменьшилась величина «остаточных» напоров в ядре плотины, которые требуют уточнения вероятностными методами; увеличилась градиенты напора в ядре плотины, при этом площадь повышенных градиентов напора за 16 лет уменьшилась всего на 5%; приблизительно в два раза увеличились выходные градиенты напора на нижней грани ядра в створах КИА 0 и 4; за период 1991-2003 гг. выявлена тенденция к уменьшению суммарных фильтрационных расходов из дренажных сооружений.

Список литературы

1. Бобохонов Ф. Ш. Динамика изменения технических параметров эксплуатации основных сооружений Нурекского гидроузла и зона их сопряжений с водохранилищем: дис. ... канд. техн. наук. Душанбе, 2019. – 107с.
2. Бобохонов Ф. Ш. Динамика изменения технических параметров эксплуатации основных сооружений Нурекского гидроузла и зона их сопряжений с водохранилищем: автореферат канд. техн. наук. Душанбе, 2019. 13 с.
3. Электронный ресурс <http://imoge.tj> (дата обращения: 02.04.2019).
4. Арифов Х.О. Вопросы обеспечения технико-экономической безопасности каскада ГЭС на реке Вахш // Монография. – Душанбе, 2022.
5. О.Н. Носова. Рекомендации по натурным наблюдениям и исследованиям фильтрации в подземных гидротехнических сооружениях. П10-83/ВНИИГ. Ленинград. 1983. – 141с.
6. Нурекская ГЭС. Инструкция по эксплуатации плотины и контроль за ее состоянием. Арх. номер 922-10-Т 112. Средазгидропроект. Ташкент. 1983.
7. Отчет по теме: «Наблюдения за деформациями суглинистого ядра и упорных призм плотины Нурекской ГЭС». Научно-исследовательский сектор института Гидропроект. Москва. 1976. – 56с
8. Отчет по научно-исследовательской работе: «Анализ и обобщение результатов исследований материалов, укладываемых в Нурекскую плотину, по данным лабораторных исследований». Научно-исследовательский сектор института Гидропроект. Москва. 1978. – 88с
9. Отчет по работе «Обобщение расчетных и проектных обоснований по Нурекской плотине в сопоставлении с данными натуральных наблюдений и модельных исследований». Раздел 2. Часть 1. «Материалы тела плотины». Часть 2. «Фильтрация подземного контура плотины». Записка № 922-10-т. 113. Средазгидропроект. Ташкент. 1983.
10. Отчет по работе: «Обоснование ширины ядер высоких каменно-земляных плотин по результатам строительства и эксплуатации Нурекской плотины». Арх. № 922-10-т.120. Проектно-изыскательский институт «Ташгидропроект». Ташкент. 1993.

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

TJ	RU	EN
Обидҷони Шаҳобиддини Куватзода	Обиджони Шахобиддини Куватзода	Obidjoni Shakhobiddini Kuvatzoda
н.и.т.	к.т.н.	Candidate of technical sciences, associate professor
Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон	Институт энергетикаи Тоҷикистона	Institute of Energy of Tajikistan
	Тел: (+992) 985303010;	
e-mail: obidjon.sh@mail.ru		
ORCID Id: 0000-0003-2322-5985		
TJ	RU	EN
Бобохонов Фирдавс Шамсиддинович	Бобохонов Фирдавс Шамсиддинович	Bobohonov Firdavs Shamsiddinovich
н.и.т.	к.т.н.	Candidate of technical sciences, associate professor
Донигоҳи давлатии Данғара	Дангаринский государственный университет	Dangara state university
тел. (+992) 985497274,		
e-mail: firdavsi-1988@mail.ru.		
TJ	RU	EN
Раҷабов Баҳтиёр Маҳмадзарифович	Раджабов Бахтиёр Махмадзарифович	Rajabov Bahtiyor Mahmadzarifovihc
ардори шӯъбаи хизматрасонии истеҳсолию техникии ЧШС «Шабакаҳои электрии тақсимкунанда» дар шаҳри Бохтар	начальник производственно-технических служб ОАО «Распределительные электрические сети» в городе Бохтаре	Head of production and technical services of the branch of JSC "Distribution Electric Networks" in Bokhtar city

МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАВОДШИНОСӢ - МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ - METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

УДК:541.49.538.214

ВЛИЯНИЕ СОЛЬВАТАЦИИ РЕАГЕНТОВ НА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕАКЦИИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ КАДМИЯ(II) С 2- МЕТИЛИМИДАЗОЛОМ И 1-МЕТИЛ-2-МЕРКАПТОИМИДАЗОЛОМ

Мирзохонов Д.Ч.

Таджикский национальный университет

На основании сольватационно-термодинамического подхода проведён анализ сольватационных вкладов участников равновесия комплексообразования в изменение энергии Гиббса переноса реакции образования комплексов кадмия(II) с 2-метилимидазолом и 1-метил-2-меркаптоимидазолом из воды в водно-этанольные растворители.

Ключевые слова: 2-метилимидазол, 1-метил-2-меркаптоимидазол, сольватация, термодинамика, энергия Гиббса переноса, этанол.

ТАЪСИРИ СОЛВАТАТСИЯШАВИИ РЕАГЕНТҲО БА ХАРАКТЕРИСТИКАҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ РЕАКСИЯИ КОМПЛЕКСҲОСИЛКУНИИ КАДМИЙ(II) БО 2-МЕТИЛИМИДАЗОЛ ВА 1-МЕТИЛ-2- МЕРКАПТОИМИДАЗОЛ

Мирзохонов Д.Ч.

Бо истифода аз усули солвататсионӣ-термодинамикӣ ҳиссаи солвататсияшавии моддаҳои дар реаксияи комплексҳосилшавӣ иштироккунанда ба энергияи Гиббси ҳосилшавии комплексҳои кадмий(II) бо 2-метилимидазол ва 1-метил-2-меркаптоимидазол муайян карда шуд.

Калидвожаҳо: 2-метилимидазол, 1-метил-2-меркаптоимидазол, солвататсия, термодинамика, энергияи Гиббси гузариш, этанол.

THE EFFECT OF REAGENT SOLVATION ON THERMODYNAMIC PROPERTIES OF CADMIUM(II) WITH 2-METHYLIMIDAZOLE AND 1-METHYL-2-MERCAPTOIMIDAZOLE COMPLEXATION REACTIONS

Mirzokhanov D.Ch.

An analysis was carried out on the solvation contributions of equilibrium participants in the change of Gibbs free energy of reaction of the formation of complexes of cadmium(II) with 2-methylimidazole and 1-methyl-2-mercaptoimidazole from water to aqueous-ethanol solvents based on a solvation thermodynamic approach.

Keywords: 2-methylimidazole, 1-methyl-2-mercaptoimidazole, solvation, thermodynamics, Gibbs' free energy of transfer, ethanol.

Введение

Реакционная способность реагентов, энергетика и скорость реакции зависят от сольватного состояния участников химических взаимодействий, происходящих в растворах. Установление взаимосвязи между термодинамическими характеристиками химических реакций и сольватации реагентов представляет интерес для создания научных основ подбора растворителя как средства управления жидкофазными процессами [1]. Авторы работы [2], исследуя комплексообразование серебра и кадмия с пиридином приходят к выводу, что устойчивость пиридинатов при переходе от воды к водно-этанольному растворителю в целом уменьшается. Так для AgPy_2^+ устойчивость изменяется таким образом: вода ($\lg K 4,19$) > 25%-ный этиловый спирт ($\lg K 4,06$) > 50%-ный этиловый спирт ($\lg K 3,86$) ~ 75%-ный этиловый спирт ($\lg K 3,88$). На основании собственных и литературных данных авторы работы предполагают, что для комплексных соединений, имеющих связь металл-азот, добавление неводного растворителя приводит к понижению устойчивости.

В работе [3] исследован процесс смешаннолигандного комплексообразования кадмия(II) с тиомочевинной и роданид ионом в водно-спиртовых растворах переменного состава. Методами Дефорда и Юма, Шаапа и Мак-Мастерса установлен состав и рассчитаны константы устойчивости тиомочевинных, роданидных и роданидно-тиомочевинных комплексов кадмия. При анализе полученных данных авторы работы приходят к выводу о том, что при одном и том же координационном числе смешанные комплексы всегда устойчивее однородных, и увеличение количества молекул тиомочевины в составе смешанного комплекса приводит к возрастанию его устойчивости. Установлено, что с увеличением мольной доли растворителя в смеси устойчивость всех форм комплексов возрастает. Повышение стабильности комплексных ионов в водно-органических средах по

сравнению с водным авторы работы связывают с уменьшением диэлектрической проницаемости, изменением структуры раствора, процессом пересольватации. Все эти факторы, несомненно, дают вклад в общее влияние растворителя. Очень сложно выявить основной фактор. С этой целью пытаются находить различные корреляции для устойчивости. Для решения вопроса о вкладе электростатического фактора широко используется зависимость между логарифмом константы устойчивости (β_{ij}) и обратной величиной диэлектрической проницаемости ($1/\epsilon$). Изменение устойчивости комплексов с изменением состава растворителя можно представить зависимостями логарифмов констант устойчивости от мольной доли растворителя. При отсутствии изменения в первой сольватной оболочке ионов-комплексобразователей должна выполняться линейная зависимость $\lg\beta_{ij}-X$. Любое изменение в оболочке должно повлечь за собой нарушение такой закономерности. Отсутствие линейных зависимостей позволяет высказать предположение, что для смешанных тиомочевинно-роданидных комплексов кадмия сольватационный эффект дает преимущественный вклад во влияние растворителя (спирта) на устойчивость. Подтверждает это и тот факт, что кривые зависимостей $\lg\beta_{ij} - X$ наиболее резкие изломы претерпевают в области концентраций метанола и этанола 80–90 масс. %, а именно в этой области проявляется эффект пересольватации иона кадмия.

Авторы [4], исследуя комплексобразование кадмия(II) с аллилтиомочевинной полярографическим методом в водно-метанольных растворителях, установили, что резкого изменения устойчивости аллилтиомочевинных комплексов в пределах изученных концентраций метилового спирта не наблюдается, как и в водно-этанольных растворах, что можно объяснить малоизменяющимся окружением иона кадмия при изменении концентрации спирта до 80% по массе.

Влияние водно-спиртового растворителя на устойчивость моноэтанольаминных комплексов кадмия изучено в работе [5]. Состав и $K_{уст}$ соответствующих комплексов кадмия с МЭА в водно-метанольных и водно-этанольных растворах до 40 %-ных спиртов одинаковые и мало отличаются от комплексов в воде. Когда же в сольвате происходит почти полная замена воды на молекулы спирта, то уже изменяется и устойчивость, и состав комплексных частиц: в C_2H_5OH комплексы значительно прочнее, комплекс $[Cd(МЭА)_2]^{2+}$ не выявляется, но в 94 и 100%-ном этаноле обнаруживается комплекс с $p = 5$, а в метаноле только в 100%-ном CH_3OH нет частицы $[Cd(МЭА)_2]$ и появляется $[Cd(МЭА)_5]^{2+}$. Хотя изменение устойчивости комплексов Cd – МЭА в смесях метилового спирта не происходит резко, однако зависимость x от концентрации CH_3OH , где x – статическая молярная доля комплекса показывает, что образование комплексов за счет вытеснения молекул спирта аддендом происходит в основном с 80% метанола.

В работе [6] методом потенциометрического титрования исследован комплексобразование кадмия и серебра с гексаметилентетраамином в воде и смешанных водно-органических растворителях переменного состава. Для расчета констант устойчивости образующихся комплексов в тех же условиях изучены кислотно-основные свойства гексаметилентетраамина. При сопоставлении данных по устойчивости комплексов кадмия и серебра с гексаметилентетраамином в водно-органических растворителях переменного состава показано, что при добавлении к воде органического растворителя устойчивость комплексных соединений серебра и кадмия возрастает, наиболее заметный рост устойчивости наблюдается при переходе от раствора, содержащего 50% органического растворителя, к 75%-ному раствору. Для водно-этанольных и водно-пропанольных растворов получены практически одинаковые значения констант устойчивости. Более сильное влияние на устойчивость комплексных соединений оказывает ацетон. Если же сопоставить величины диэлектрических постоянных растворителей, то они наиболее близки у пропанола и ацетона. Следовательно, на устойчивость комплексов большее влияние оказывает химическая природа растворителя, а не величина его диэлектрической постоянной. Значение константы кислотной диссоциации гексаметилентетраамина незначительно понижается с увеличением концентрации органического растворителя.

Влияние растворителя на устойчивость координационных соединений серебра с производными пиридина изучали в работе [7] Г.В. Буду и Л.В. Назарова. Авторы работы также большое внимание уделяли определению значения pK_a лигандов. На основании приведенных исследований установлено, что устойчивость протонированных форм лигандов во всех случаях падает при переходе от водных к 50%-ному водно-органическому раствору. Причем это изменение устойчивости сравнительно мало зависит от природы органического растворителя. В случае аминопиридинов наблюдается меньшее понижение константы устойчивости протонированных форм лигандов по сравнению с пиридином и 4-метилпиридином, с чем, вероятно, и связано наблюдаемое повышение устойчивости комплексных соединений серебра с аминопиридинами при переходе от водных к водно-органическим растворам.

В работах [8-11] приведены результаты синтеза новых координационных соединений и процесса образования комплексов кадмия(II) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом. Определены состав комплексных соединений, и изучены некоторые физико-химические свойства. При изучении молярной электрической

проводимости установлено, что двухзамещенные комплексы относятся к неэлектролитам, а четырёхзамещенные комплексы к электролитам типа 1:2. Для установления способа координации 1-метил-2-меркаптоимидазола к кадмию(II) применяли ИК-спектроскопический метод. В результате анализа ИК-спектров некоординированного 1-метил-2-меркаптоимидазола и комплексов кадмия авторы пришли к выводу, что в координации с кадмием(II) участвует атом серы 1-М-2-МИ. Таким образом указано, что в зависимости от pH среды, в которой протекает комплексообразование в координации с кадмием участвуют как атом серы, так и атом азота органического лиганда. При комплексообразовании кадмия(II) с 1-М-2-МИ в сильноокислых средах (5 моль/л и 6 моль/л) методом Бьеррума последовательно образуются четыре комплексные формы. Для всех комплексных форм рассчитаны константы устойчивости и установили, что изменение концентрации кислоты мало влияет на устойчивость комплексов.

В работах [12-13] приведены результаты комплексообразования серебра с 1-метил-2-меркаптоимидазолом в широком интервале температур. Установили, что серебро с 1-М-2-МИ образует три комплексные формы. Выявили, что с возрастанием температуры констант устойчивости уменьшаются. Величина энтальпии отрицательна при образовании всех комплексных форм и свидетельствует о самопроизвольном протекании реакции комплексообразования. Авторы работы [14] исследовали процесс комплексообразования серебра(I) с 2-МИ в водном растворе при 298-318К методом потенциометрического титрования. Показано, что серебро с 2-МИ в интервале 288-318К образует четыре комплексные формы, для которых рассчитаны константы устойчивости. Установлено, что при повышении температуры числа координирующих молекул 2-МИ устойчивость комплексных частиц уменьшается.

В работе [15] нами исследован процесс комплексообразования кадмия(II) с 2-метилимидазолом (2-МИ) в воде и водно-спиртовых растворителях переменного состава. Показано, что при переходе от воды к водно-спиртовым растворителям устойчивость комплексов возрастает. Однако из-за отсутствия данных о сольватации 2-метилимидазола в водно-спиртовых растворителях не было дано теоретическое объяснение этому процессу.

Целью настоящей работы явился анализ сольватационных вкладов участников равновесия комплексообразования в изменение энергии Гиббса переноса реакции образования комплексов кадмия(II) с 2-метилимидазолом и 1-метил-2-меркаптоимидазолом из воды в водно-этанольные растворители.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В таблице 1,2 приведены значения общих констант устойчивости комплексов кадмия(II) с 2-МИ и 1-М-2-МИ в водно-этанольных растворителях переменного состава, взятые из наших работ [15,16].

Таблица 1 - Величины общих констант устойчивости 2-метилимидазольных комплексов кадмия(II) в водных и водно-этанольных растворителях при 298К, I=0,1 моль/л (NaClO₄)

Общая константа устойчивости	H ₂ O	C ₂ H ₅ OH				
		15%	35%	55%	75%	96%
$\lg\beta_1[\text{Cd}(2\text{-МИ})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$	3,52±0,02	2,89±0,09	2,99±0,08	3,10±0,02	3,14±0,09	3,60±0,03
$\lg\beta_2[\text{Cd}(2\text{-МИ})_2(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$	5,23±0,09	4,64±0,12	4,87±0,11	4,90±0,09	4,99±0,02	5,85±0,16
$\lg\beta_3[\text{Cd}(2\text{-МИ})_3(\text{H}_2\text{O})_3]^{2+}$	6,54±0,08	6,41±0,15	6,59±0,12	6,66±0,01	6,73±0,18	7,53±0,10
$\lg\beta_4[\text{Cd}(2\text{-МИ})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$	7,66±0,16	7,84±0,13	8,10±0,19	8,13±0,07	8,32±0,12	9,01±0,02

Таблица 2 - Величины общих констант устойчивости 1-метил-2- меркаптоимидазольных комплексов кадмия(II) в водных и водно-этанольных растворителях при 298К, I=0,1 моль/л (NaClO₄)

Общая константа устойчивости	H ₂ O	C ₂ H ₅ OH				
		15%	35%	55%	75%	96%
$\lg\beta_1[\text{Cd}(1\text{-М-2-МИ})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$	2,9±0,05	3,17±0,02	3,42±0,16	3,59±0,04	3,80±0,09	4,18±0,10
$\lg\beta_2[\text{Cd}(1\text{-М-2-МИ})_2(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$	5,21±0,03	5,49±0,02	5,77±0,03	5,89±0,08	6,19±0,02	6,53±0,10
$\lg\beta_3[\text{Cd}(1\text{-М-2-МИ})_3(\text{H}_2\text{O})_3]^{2+}$	7,16±0,05	7,49±0,02	7,65±0,02	7,89±0,02	8,00±0,01	8,82±0,06
$\lg\beta_4[\text{Cd}(1\text{-М-2-МИ})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$	8,89±0,1	8,91±0,06	8,98±0,09	9,16±0,13	9,48±0,04	10,9±0,13

Энергия Гиббса переноса ионов кадмия(II) из воды в водно-этанольные растворители переменного состава заимствована из работы [17]. В работах [18,19] определена энергия Гиббса переноса 2-метилимидазола и 1-метил-2-меркаптоимидазола из воды в водно-этанольные растворители переменного состава.

Константы устойчивости комплексов кадмия(II) с 2-МИ и 1-М-2-МИ, определенные в воде и водно-этанольных растворителях, были использованы для определения энергии Гиббса реакции (ΔG_r^0) и энергии Гиббса переноса реакции из воды в водно-этанольные растворители ($\Delta_{tr}G_r^0$), а имеющиеся литературные данные переноса $\Delta_{tr}G_{Cd^{2+}}^0$ и $\Delta_{tr}G_{2-ми}^0$ использованы для расчета энергии Гиббса переноса комплексных частиц по уравнениям:

$$\begin{aligned} \Delta G_r^0 &= -2,303 RT \lg \beta^0 \\ \Delta_{tr}G_r^0 &= \Delta_{tr}G_s^0 - \Delta_{tr}G_w^0 \\ \Delta_{tr}G_{r1}^0 &= \Delta_{tr}G_{[CdL]^{2+}}^0 - \Delta_{tr}G_{Cd^{2+}}^0 - \Delta_{tr}G_L^0 \\ \Delta_{tr}G_{r2}^0 &= \Delta_{tr}G_{[CdL_2]^{2+}}^0 - \Delta_{tr}G_{Cd^{2+}}^0 - 2\Delta_{tr}G_L^0 \\ \Delta_{tr}G_{r3}^0 &= \Delta_{tr}G_{[CdL_3]^{2+}}^0 - \Delta_{tr}G_{Cd^{2+}}^0 - 3\Delta_{tr}G_L^0 \\ \Delta_{tr}G_{r4}^0 &= \Delta_{tr}G_{[CdL_4]^{2+}}^0 - \Delta_{tr}G_{Cd^{2+}}^0 - 4\Delta_{tr}G_L^0 \end{aligned}$$

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

В таблице 3 приведены данные по изменению значений энергии Гиббса переноса 2-МИ, иона кадмия(II), реакций комплексообразования и комплексных частиц при разных соотношениях вода-этанол.

Таблица 3 - Изменения энергии Гиббса переноса 2-МИ, иона кадмия, ступенчатых реакций комплексообразования и образования комплексных частиц при разных соотношениях водно-этанольного растворителя при 298 К

$\Delta_{tr}G^0$	χ_{EtOH} , мол.доли			
	0,1	0,15	0,25	0,5
$\Delta_{tr}G_{2-МИ}^0$ [18]	2,16	-1,05	-1,53	-3,87
$\Delta_{tr}G_{Cd^{2+}}^0$ [17]	0,26	0,42	0,47	0,77
$\Delta_{tr}G_{r1}^0$	3,57	3,02	2,4	2,17
$\Delta_{tr}G_{r2}^0$	3,37	2,06	1,89	1,38
$\Delta_{tr}G_{r3}^0$	0,74	-0,28	-0,68	-1,08
$\Delta_{tr}G_{r4}^0$	-1,02	-2,51	-2,68	-3,76
$\Delta_{tr}G^0[Cd(2-МИ)(H_2O)_5]^{2+}$	5,99	2,39	1,34	-0,93
$\Delta_{tr}G^0[Cd(2-МИ)_2(H_2O)_4]^{2+}$	7,95	0,38	-0,7	-5,59
$\Delta_{tr}G^0[Cd(2-МИ)_3(H_2O)_3]^{2+}$	7,48	-3,01	-4,8	-11,92
$\Delta_{tr}G^0[Cd(2-МИ)_4(H_2O)_2]^{2+}$	7,88	-6,29	-8,33	-18,47

Как видно из данных таблицы 3, ступенчатые реакции комплексообразования кадмия(II) с 2-МИ при переносе из воды в водно-этанольные растворители характеризуются экстремумом при содержании в растворе 0,1 мол. доли спирта. То есть, при переходе от воды к водно-этанольному растворителю, содержащему 0,1 мол. доли спирта, величины $\Delta_{tr}G_r^0$ возрастают, а затем начинают плавно уменьшаться.

В соответствии с сольватационно-термодинамическим подходом рассмотрим влияние каждого из участников равновесий комплексообразования в изменение энергии Гиббса реакции при переносе из воды в водно-этанольный растворитель на примере монозамещенного комплекса кадмия(II) состава $[Cd(2-МИ)(H_2O)_5]^{2+}$. На рисунке 1 показано, как влияет состав водно-этанольного растворителя на изменение $\Delta_{tr}G_r^0$ и энергию Гиббса переноса исходных веществ и продукта реакции.

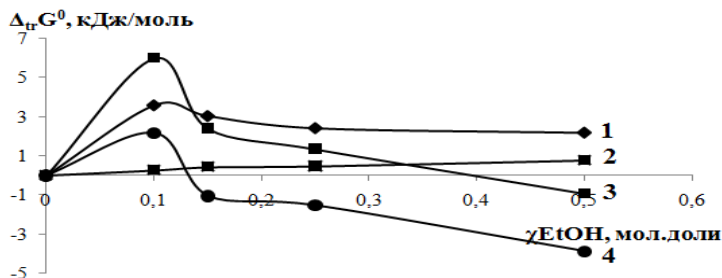


Рисунок 1 - Влияние водно-этанольного растворителя на энергию Гиббса переноса реакции образования монокомплекса кадмия(II) с 2-МИ, реагентов и продукта реакции: 1- $\Delta_{tr}G_{r1}^0$; 2- $\Delta_{tr}G_{Cd^{2+}}^0$; 3- $\Delta_{tr}G^0[Cd(2-МИ)(H_2O)_5]^{2+}$; 4- $\Delta_{tr}G_{2-ми}^0$

Из данных рисунка видно, что при переносе реакции из воды в водно-этанольный растворитель наблюдается дестабилизация иона Cd^{2+} , что вносит положительный вклад в протекание реакции комплексообразования. Сольватация молекулы 2-МИ в водно-этанольном растворителе усиливается при возрастании содержания неводного растворителя и вносит отрицательный вклад в протекание реакции комплексообразования. Сольватация комплексной частицы при переносе из воды в водно-этанольный растворитель имеет сложный характер. При малых содержаниях неводного растворителя наблюдается ослабление, а затем постепенное возрастание её сольватации. Скорее всего, десольватация иона Cd^{2+} при возрастании в смешанном растворителе неводного компонента и усиление сольватации комплексной частицы определяют характер протекания реакции образования $[Cd(2-МИ)(H_2O)_5]^{2+}$.

На рисунках [2-5] представлен анализ влияния водно-этанольного растворителя на изменение энергии Гиббса переноса реакции образования комплексов кадмия(II) с 1-М-2-МИ и на изменение энергии Гиббса сольватации участников комплексообразования.

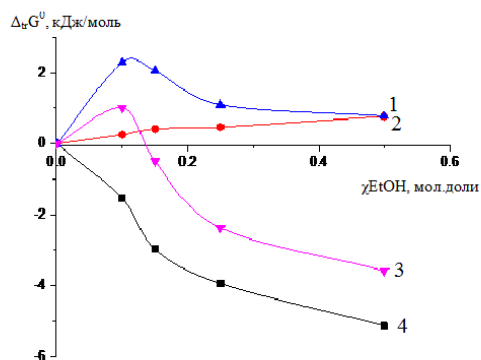


Рисунок 2 - Влияние водно-этанольного растворителя на энергию Гиббса переноса реакции образования монокомплекса кадмия(II) с 1-М-2-МИ, реагентов и продукта реакции: 1- $\Delta_{tr}G_{01-M-2-МИ}$; 2- $\Delta_{tr}G_{0Cd^{2+}}$; 3- $\Delta_{tr}G_{0}[Cd(1-М-2-МИ)]_2^{2+}$; 4- $\Delta_{tr}G_{0}$ реакция

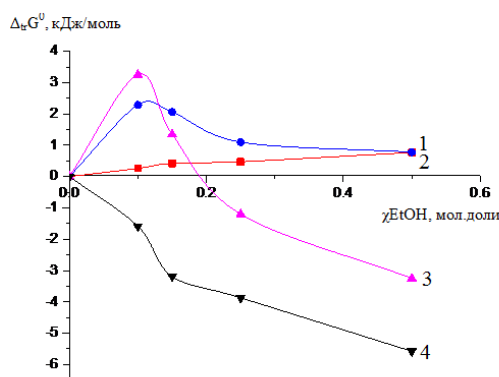


Рисунок 3 - Влияние водно-этанольного растворителя на энергию Гиббса переноса реакции образования бисамещенного комплекса кадмия(II) с 1-М-2-МИ, реагентов и продукта реакции: 1- $\Delta_{tr}G_{01-M-2-МИ}$; 2- $\Delta_{tr}G_{0Cd^{2+}}$; 3- $\Delta_{tr}G_{0}[Cd(1-М-2-МИ)]_2^{2+}$; 4- $\Delta_{tr}G_{0}$ реакция

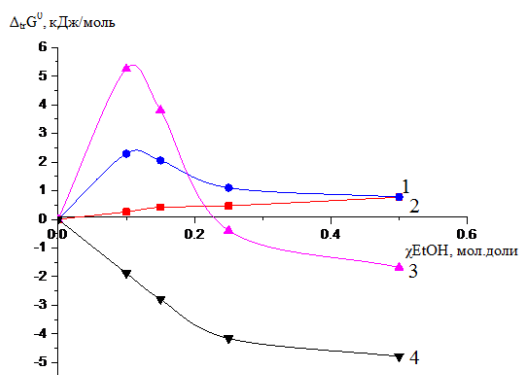


Рисунок 4 - Влияние водно-этанольного растворителя на энергию Гиббса переноса реакции образования трёхзамещенного комплекса кадмия(II) с 1-М-2-МИ, реагентов и продукта реакции: 1- $\Delta_{tr}G_{01-M-2-МИ}$; 2- $\Delta_{tr}G_{0Cd^{2+}}$; 3- $\Delta_{tr}G_{0}[Cd(1-М-2-МИ)]_3^{2+}$; 4- $\Delta_{tr}G_{0}$ реакция

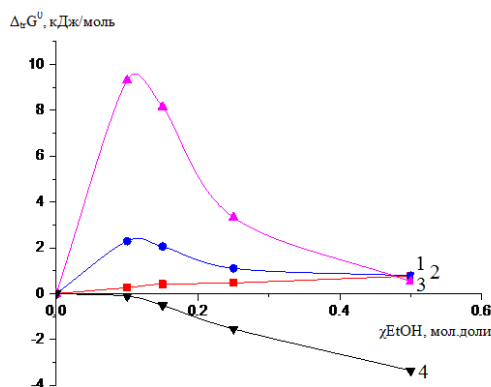


Рисунок 5 - Влияние водно-этанольного растворителя на энергию Гиббса переноса реакции образования четырёхзамещенного комплекса кадмия(II) с 1-М-2-МИ, реагентов и продукта реакции: 1- $\Delta_{tr}G_{01-M-2-МИ}$; 2- $\Delta_{tr}G_{0Cd^{2+}}$; 3- $\Delta_{tr}G_{0}[Cd(1-М-2-МИ)]_4^{2+}$; 4- $\Delta_{tr}G_{0}$ реакция

Как видно из рисунка 2, рост содержания этанола в водно-этанольном растворителе приводит к ослаблению сольватации как лиганда, так и ионов Cd^{2+} . Однако для ионов Cd^{2+} изменения в сольватном состоянии незначительны во всех исследуемых составах растворителя, а для 1-метил-2-меркаптоимидазола наблюдается максимум изменения энергии Гиббса пересольватации при содержании $\approx 0,1$ мол.доли этанола. В растворителях состава 0,25 - 0,5 мол.долей этанола практически не происходит изменений в сольватном состоянии Cd^{2+} и лиганда, и при $X_{\text{EtOH}}=0.5$ значения $\Delta_{\text{tr}}G(\text{Cd}^{2+}) \approx \Delta_{\text{tr}}G(\text{L})$. Десольватация реагентов способствует увеличению устойчивости комплекса при переходе от воды к ее смесям с этанолом.

При начальных добавках этанола наблюдается ослабление сольватации комплексной частицы, что соответствует изменениям в сольватном состоянии лиганда. С ростом концентрации этанола сольватная оболочка комплекса упрочняется и значения $\Delta_{\text{tr}}G[\text{CdL}]^{2+}$ все больше отличаются от $\Delta_{\text{tr}}G(\text{L})$, при этом величины $\Delta_{\text{tr}}G[\text{CdL}]^{2+}$ изменяются симбатно $\Delta_{\text{tr}}G_{\text{r1}}$. Анализ сольватационных характеристик реагентов позволяет сделать вывод о том, что рост отрицательных значений $\Delta_{\text{tr}}G_{\text{r1}}$ определяется преимущественно разницей сольватационных вкладов комплексной частицы и лиганда.

Сравнительный анализ сольватационных характеристик реагентов и реакций ступенчатого комплексообразования выявил сходные соотношения сольватационных вкладов реагентов в изменение энергии Гиббса ступенчатого комплексообразования. Можно отметить, что при присоединении второй и последующих молекул лиганда к иону Cd^{2+} наблюдается ослабление сольватации комплексных частиц, что не способствует росту устойчивости комплексов.

ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований установлено, что при переносе реакции из воды в водно-этанольный растворитель наблюдается дестабилизация иона Cd^{2+} , что вносит положительный вклад в протекание реакции комплексообразования между Cd^{2+} и 2-МИ. Сольватация молекулы 2-МИ в водно-этанольном растворителе усиливается при возрастании содержания неводного растворителя и вносит отрицательный вклад в протекание реакции комплексообразования. Сольватация комплексной частицы при переносе из воды в водно-этанольный растворитель имеет сложный характер. При малых содержаниях неводного растворителя наблюдается ослабление, а затем постепенное возрастание её сольватации. Скорее всего, десольватация иона Cd^{2+} при возрастании в смешанном растворителе неводного компонента и усиление сольватации комплексной частицы определяют характер протекания реакции образования $[\text{Cd}(2\text{-МИ})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$.

При сравнительном анализе сольватационных характеристик реагентов и реакций ступенчатого комплексообразования установлено сходное соотношение сольватационных вкладов реагентов в изменение энергии Гиббса ступенчатого комплексообразования между Cd^{2+} и 1-М-2-МИ. Показано, что при присоединении второй и последующих молекул лиганда к иону Cd^{2+} наблюдается ослабление сольватации комплексных частиц, что не способствует росту устойчивости комплексов.

Литература

1. Усачева Т.Р. Сольватация малеиновой кислоты в смешанных растворителях вода-этанол / Т.Р. Усачева, И.А. Кузьмина, В.А. Шарнин, И.Р. Тукумова // Журн. физ. химии. 2012. Т.86. вып.4. – С.656-658.
2. Назарова Л.В. Пиридинаты серебра и кадмия в водно-этанольных растворах // Журн. неорганической химии. 1965. Т.10. вып.11. С. 2509-2511.
3. Циплякова В.А. Смешанно-лигандные комплексы кадмия с тиомочевинной и роданид-ионами в водно-спиртовых растворах / В.А. Циплякова, Чан Тхи Тхань Фыонг, Нгуен Тхань Бат // Журн. неорганической химии. 1982. Т.27. вып.7. – С.1701-1706.
4. Циплякова В.А. Изучение комплексообразования кадмия с аллилтиомочевинной в водно-метанольных растворах / В.А. Циплякова, П.К. Мигаль, Е.В. Йорга // Журн. неорганической химии. – 1973. – Т. 28. вып.5. – С.1191-1193.
5. Мигаль П.К. Комплексообразование кадмия с моноэтаноломином в водно-метанольных и метанольном растворах / П.К. Мигаль, Г.Ф. Серова // Журн. неорганической химии. 1965. Т.10. вып.11. – С.2513-2516.
6. Буду Г.В. Комплексообразование серебра и кадмия с гексаметилентетрамином в водных и водно-органических растворах / Г.В. Буду, Л.В. Назарова, А.П. Тхорак // Журн. неорганической химии. 1975. Т.20. №11. – С.2094-2097.
7. Буду Г.В. Влияние природы растворителя на устойчивость комплексных соединений серебра с производными пиридина / Г. В. Буду, Л. В. Назарова // Журн. неорганической химии. 1973. Т.28. №6. – С.1531 – 1535.
8. Аминджанов А.А., Сафармаматов С.М., Мабаткадамова К.С. Комплексные соединения $\text{Cd}(\text{II})$ с 1-метил-2-меркаптоимидазолом. // Материалы Международной конференции «Наука и современное образование: проблемы и перспективы», посвященной 60-летию ТГНУ. – Душанбе 2008. С. 179-180.

9. Аминджанов А.А., Сафармамадов С.М., Мабаткадамова К.С. Синтез и ИК-спектроскопические исследования комплексных соединений Cd(II) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом. // Материалы Международной конференции «Координационные соединения и аспекты их применения», посвященной 50-летию химического факультета. – Душанбе 2009. С. 30.
10. Аминджанов А.А., Сафармамадов С.М., Мабаткадамова К.С. ИК-спектроскопические исследования комплексов кадмия(II) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом. // Материалы республиканской научной конференции «Проблемы современной координационной химии». – Душанбе 2011. С. 17-18.
11. Аминджанов А.А. Комплексообразования комплексов кадмия(II) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом в среде 5 моль/л HCl при 298K / Аминджанов А.А. Сафармамадов С.М., Мабаткадамова К.С. // Материалы республиканской научной конференции «Проблемы современной координационной химии». – Душанбе 2011. С. 118.
12. Содатдинова А.С. Комплексные соединения серебра с 1-метил-2-меркаптоимидазолом: устойчивость, термодинамические свойства, практическое приложение / А.С. Содатдинова, С.М. Сафармамадзода, М.М. Сангов, Б.Ф. Абдурахмонов, М.З. Ёдалиева // Известия НАНТ. Отделения физико-математических, химических, геологических и технических наук. №1 (182), 2021г. УДК: 541.4:(4546.74.2+548.736). С.90-99.
13. Содатдинова А.С. Термодинамика комплексообразования Ag(I) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом / А.С. Содатдинова, Б.Ф. Абдурахмонов // Паёми ДМТ. Баҳши илмҳои табиӣ. №4. УДК: 536.77. 2020г. С.302-311.
14. Содатдинова А.С. Потенциометрический метод исследования комплексообразования серебра(I) с 2-метилимидазолом при 288-318K / Содатдинова А.С., Сафармамадов С.М., Бахридин Абдурасул // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. №2. УДК: 546. ISSN: 2413-452X. С. 210-218.
15. Сафармамадов С.М. Комплексообразование кадмия(II) с 2-метилимидазолом в водных и водно-спиртовых растворах/ Сафармамадов С.М., Мирзохонов Д.Ч., Мабаткадамова К.С. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология Т.63 Вып.10. 2020. С.36-45.
16. Мирзохонов Д.Ч., Мабаткадамова К.С., Сафармамадов С.М. Комплексообразование кадмия(II) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом в водно-спиртовых растворах // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета), 2018. №2. С.3-6.
17. С. Kalidas / Gibbs Energies of Cations from Water to Mixed Aqueous Organic Solvents // С. Kalidas, Glenn Hefter, Yizhak Marcus. CHEMICAL REVIEWS. Volume 100, Number 3. March 2000. P.
18. Содатдинова А.С. Влияние состава растворителя на термодинамику сольватации 2-метилимидазола / Содатдинова А.С. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3 (59). 2022. С.62-66.
19. Содатдинова А. С., Усачева Т.Р., Сафармамадзода С.М. Комплексообразование серебра(I) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом в растворителе вода-этанол // Изв. Вузов. Химия и хим. технология. 2022. Т. 65. Вып. 8 С.22-31.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Мирзохонов Диловар Чупонович	Мирзохонов Диловар Чупонович	Mirzokhonov Dilovar Chuponovich
Муаллими калони кафедраи Технология ва экологияи химиявӣ	Старший преподаватель кафедры химических технологий и экологии	Senior lecturer of the Department of Chemical technology and ecology
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik national university
E-mail: dilovarmirzohonov@mail.ru		
ORCID https://orcid.org/0009-0005-6340-5587		

ПОСТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЛИКВИДУСА СИСТЕМЫ Au-Si-Sb МЕТОДОМ СИМПЛЕКСНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Мирзоева Б.М.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье изучена и построена поверхность ликвидуса диаграммы состояния трёхкомпонентной системы золото-кремний-сурьма методом симплексного планирования экспериментов. Возможность применения методов планирования эксперимента для решения задач по определению свойств сплавов, зависящих только от концентрации компонентов, была показана одним из авторов данной работы. Этот метод, получивший название метода симплексных решёток, учитывает принципы соответствия и непрерывности. Согласно положению принципа соответствия о том, что каждому комплексу фаз, находящихся в данной системе в равновесии, соответствует на диаграмме определенному геометрическому образу.

Эксперименты по тройным сплавам проводили согласно развернутой диаграмме состояния и на её основе с составленной матрицей планирования. Она содержит контрольные точки, которые в принципе можно выбирать произвольно.

Ключевые слова: золото, кремний, сурьма, сплав, симплекс, ликвидус, матрица.

СОХТАНИ САТҲИ ЛИКВИДУСИ СИСТЕМАИ Au-Si-Sb БО УСУЛИ БАНАҚШАГИРИИ СИМПЛЕКСӢ

Мирзоева Б.М.

Дар мақолаи мазкур сатҳи ликвидусии диаграммаи ҳолати системаи секомпоненти тилло-кремний-сурма бо усули банақшагирии симплексии экспериментали омухта ва сохта шудааст. Имконияти истифода бурдани усулҳои банақшагирии экспериментали барои ҳалли масъалаҳои муайян намудани ҳосиятҳои ҳулаҳое, ки танҳо ба консентратсияи компонентҳо вобастаанд, яке аз муаллифони ин кор нишон дода шудааст. Ин усул, ки усули панҷараи симплексӣ номида мешавад, принсипҳои мувофиқат ва муттаасилро ба назар мегирад. Мувофиқи мавқеи принципи мувофиқат, ки ҳар як комплекси фазаҳое, ки дар системаи дода мувозинат доранд, ба тасвири муайяни геометрии дар диаграмма мувофиқ омада, иҷро мешавад.

Таҷрибаҳо оид ба ҳулаҳои секомпонента аз рӯи диаграммаи ҳолати дукомпонента ва дар асоси он бо матритсаи тартибодашудаи банақшагирии гузаронида шуданд. Он дорои нуктаҳои назоратӣ мебошад, ки онҳоро аслан худсарона интихоб кардан мумкин аст.

Калимаҳои калидӣ: тилло, кремний, сурма, ҳула, симплекс, ликвидус, матритса.

CONSTRUCTION OF THE LIQUIDUS SURFACE OF THE Au-Si-Sb SYSTEM BY THE SIMPLEX PLANNING METHOD

Mirzoeva B.M.

In the article, the liquidus surface of the state diagram of the three-component gold-silicon-antimony system is studied and constructed by the method of simplex planning of experiments. The possibility of using experiment planning methods for solving problems of determining the properties of alloys that depend only on the concentration of components was shown by one of the authors of this work. This method, called the method of simplex lattices, takes into account the principles of correspondence and continuity. According to the position of the correspondence principle that each complex of phases that are in equilibrium in a given system corresponds to a certain geometric image on the diagram, it is fulfilled.

The experiments on ternary alloys were carried out according to the expanded state diagram and based on it with the compiled planning matrix. It contains control points, which in principle can be chosen arbitrarily.

Key words: gold, silicon, antimony, alloy, simplex, liquidus, matrix.

Введение

Эвтектические сплавы золота с кремнием имеют невысокую температуру плавления, хорошую жидкотекучесть и способность смачивания, а также незначительное время нагрева до температуры пайки, в паяном соединении не создаются большие остаточные напряжения, образующиеся вследствие разницы соединяемых материалов [1].

Эвтектический сплав Au-Si широко используется в ИМС (интегральные микросхемы). В микроэлектронике контактно-реактивная пайка кремниевого кристалла к основанию корпуса осуществляется с помощью фольги из золота. Для монтажа кристаллов и плат корпуса используют эвтектические сплавы золото-кремний (ПЗлКр 980). Сплавы вводятся в качестве припоя между соединяемыми поверхностями кристалла и корпуса. Они выпускаются в виде фольги припоев [1].

Для создания новых легкоплавких составов сплавов на основе золота с кремнием используется дополнительное микролегирование.

Таким легирующим компонентом в данном случае является сурьма, которая образует как с золотом, так и с кремнием легкоплавкие эвтектические сплавы [1].

Анализ показывает [2] что двойные диаграммы состояния систем Au-Si, Au-Sb и Si-Sb построены. В системе золото – кремний наблюдается эвтектическое превращение при температуре 370°C и содержании

69% (ат.) золота (см. рис.1). Максимальная растворимость золота в твердом кремнии при температуре 1280°C составляет 2·10⁻⁴% (ат.).

Установлено, что золото с сурьмой образует диаграмму состояния с эвтектикой, которая плавится при 360°C и содержании 34,8% (ат.) сурьмы [2]. При кристаллизации в системе наблюдается образование по перитектической реакции при температуре 460°C соединения AuSb₂, имеющего узкую область гомогенности (см. рис. 1). Растворимость Sb в твердом состоянии Au при различных температурах составляет в % (ат.): 1.12, 1.10, 0.91, 0.64 и 0.34, соответственно, при температурах 600, 500, 400, 360 и 300°C [2].

Диаграмма состояния системы Si-Sb характеризуется отсутствием соединений и наличием эвтектического превращения. В системе имеется небольшая растворимость сурьмы в кремнии в твердом состоянии. Максимальная растворимость Sb в твердом Si имеет место при 850°C и составляет 0.22% (ат.). Согласно другим экспериментальным работам максимальная растворимость Sb в твердом Si составляет 0.14% (ат.) при температуре 1325°C [2].

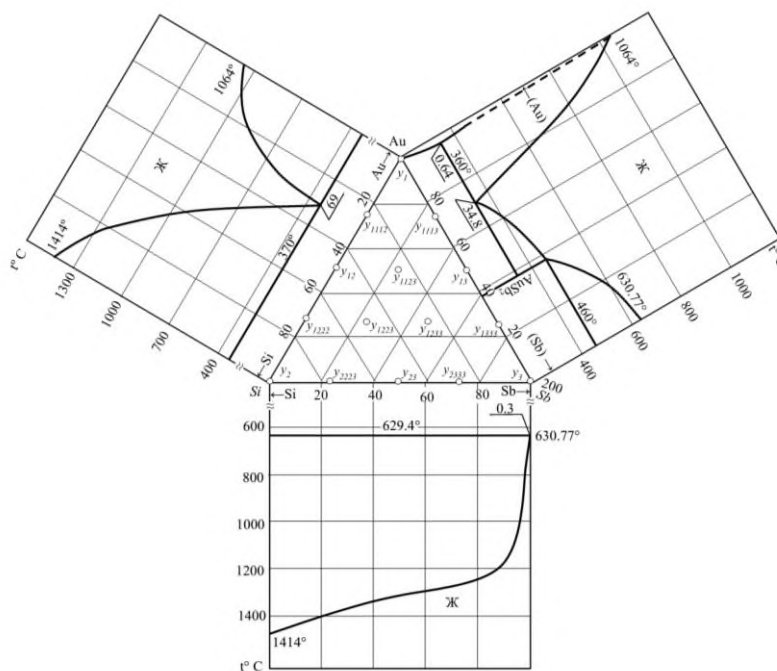


Рисунок 1 - Развёртка тройной системы Au-Si- Sb

Методика и обработка результатов

Исследования выполнялись с применением дифференциально-термического анализа (ДТА). Для приготовления сплавов нами были использованы: золото 999 пробы (99.9%) кремний металлический чистотой 99,999%, сурьма СУ000 с содержанием основного компонента 99.9% (по массе), (ГОСТ 1089-82).

Сплавление шихты производилось в электрической печи сопротивления под слоем флюса (технического буры). Серией опытов было установлено, что потери от угаров составили 0.1-0.3% от исходной шихты. В последующем состав шихты корректировался добавками кремния и сурьмы для компенсации потерь от испарения. Химический состав полученных сплавов контролировался на рентгеновском флуоресцентном микроспектрометре «Спектромидекс», а также взвешиванием шихты до и после сплавления.

Для определения температур плавления сплавов и фазовых превращений проводили ДТА сплавов на установке по методике [5].

Результаты исследования представлены в таблице (y₁₁₂₃, y₁₂₂₃, y₁₂₃₃)

В настоящее время представляют интерес математические методы планирования экспериментов, позволяющие уменьшить материальные затраты и получить требуемые результаты [3,4]. Сущность одного из таких методов предложена Шеффе [3].

Нами для построения поверхности ликвидуса системы **Au-Ge-Tl** математическая модель и формулы для расчета коэффициентов вывелись аналогично работе [4].

Была выбрана модель четвертой степени для трехкомпонентной системы:

$$y = \sum_{1 \leq i \leq q} \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i < j \leq q} \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{1 \leq i < j < k \leq q} \gamma_{ijk} x_i x_j (x_i - x_j) + \sum_{1 \leq i < j < k \leq q} \delta_{ij} x_i x_j (x_i - x_j)^2 + \sum_{1 \leq i < j < k \leq q} \beta_{ijk} x_i^2 x_j x_k + \sum_{1 \leq i < j < k \leq q} \beta_{ijk} x_i x_j^2 x_k + \sum_{1 \leq i < j < k \leq q} \beta_{ijk} x_i x_j x_k^2 + \sum_{1 \leq i < j < k < l \leq q} \beta_{ijkl} x_i x_j x_k x_l \quad (1)$$

где y – свойство системы, т.е. температура плавления; $\beta_i, \beta_{ij}, \gamma_{ij}, \delta_{ij}$ и β_{ijk} – коэффициенты регрессии и x_i, x_j и x_k – число компонентов.

Матрица планирования и результаты экспериментальных данных (см. табл.) по двойным диаграммам состояния, составляющие систему **Au-Ge-Sb**, брались из данных рис. 1. Температура плавления сплавов, лежащих в центре концентрационного треугольника (см. рис.1), определены по данным термического анализа [5].

По результатам определения температуры плавления сплавов рассчитаны коэффициенты уравнения регрессии из следующих соотношений:

$$\begin{aligned} \beta_1 &= y_1 = 1064; \\ \beta_2 &= y_2 = 1414; \\ \beta_3 &= y_3 = 630; \\ \beta_{12} &= 4y_{12} - 2y_1 - 2y_2 = -2216; \\ \beta_{13} &= 4y_{13} - 2y_1 - 2y_3 = -1628; \\ \beta_{23} &= 4y_{23} - 2y_2 - 2y_3 = 1352; \\ \gamma_{12} &= 8/3 (-y_1 + 2y_{1112} - 2y_{1222} + y_2) = -640; \\ \gamma_{13} &= 8/3 (-y_1 + 2y_{1113} - 2y_{1333} + y_3) = -2037.33 \\ \gamma_{23} &= 8/3 (-y_2 + 2y_{2223} - 2y_{2333} + y_3) = -1344; \\ \delta_{12} &= 8/3 (-y_1 + 4y_{1112} - 6y_{12} + 4y_{1222} - y_2) = 3605.333; \\ \delta_{13} &= 8/3 (-y_1 + 4y_{1113} - 6y_{13} + 4y_{1333} - y_3) = -1584; \\ \delta_{23} &= 8/3 (-y_2 + 4y_{2223} - 6y_{23} + 4y_{2333} - y_3) = 1883; \\ \beta_{1123} &= 32 (3y_{1123} - y_{1223} - y_{1233}) + 8/3 (6y_1 - y_2 - y_3) - 16 (y_{12} + y_{13}) - 16/3 (5y_{1112} + 5y_{1113} - 3y_{1222} - 3y_{1333} - y_{2223} - y_{2333}) = 16966; \\ \beta_{1223} &= 32 (3y_{1223} - y_{1123} - y_{1233}) + 8/3 (6y_2 - y_1 - y_3) - 16 (y_{12} + y_{23}) - 16/3 (5y_{1222} + 5y_{2223} - 3y_{1112} - 3y_{2333} - y_{1113} - y_{1333}) = -3798; \\ \beta_{1233} &= 32 (3y_{1233} - y_{1123} - y_{1233}) + 8/3 (6y_3 - y_1 - y_2) - 16 (y_{13} + y_{23}) - 16/3 (5y_{1333} + 5y_{2333} - 3y_{1113} - 3y_{2223} - y_{1112} - y_{1222}) = -9926. \end{aligned}$$

Таблица 1 – Матрица планирования и результаты эксперимента системы **Au-Si-Sb**

№/№ п/п	Код сплава	Состав сплавов						Температура ликвидуса, °C
		в кодовом масштабе, доли единиц			в натуральном выражении ат.%			
		x ₁	x ₂	x ₃	Au	Si	Sb	
1.	y ₁	1.0	0.0	0.0	100	0	0	1064
2.	y ₂	0.0	1.0	0.0	0	100	0	1414
3.	y ₃	0.0	0.0	1.0	0	0	100	630
4.	y ₁₂	0.5	0.5	0.0	50	50	0	685
5.	y ₁₃	0.5	0.0	0.5	50	0	50	440
6.	y ₂₃	0.0	0.5	0.5	0	50	50	1360
7.	y ₁₁₁₂	0.75	0.25	0.00	75	25	0	845
8.	y ₁₂₂₂	0.25	0.75	0.00	25	75	0	1140
9.	y ₁₁₁₃	0.75	0.00	0.25	75	0	25	385
10.	y ₁₃₃₃	0.25	0.00	0.75	25	0	75	550
11.	y ₂₂₂₃	0.00	0.75	0.25	0	75	25	1390
12.	y ₂₃₃₃	0.00	0.25	0.75	0	25	75	1250
13.	y ₁₁₂₃	0.50	0.25	0.25	50	25	25	737
14.	y ₁₂₂₃	0.25	0.50	0.25	25	50	25	930
15.	y ₁₂₃₃	0.25	0.25	0.50	25	25	50	810

Таким образом, модель четвертой степени поверхности ликвидуса системы золото-кремний-сурьма по данным таблицы имеет вид:

$$y = 1064x_1 + 1414x_2 + 630x_3 - 2216x_1x_2 - 1628x_1x_3 + 1352x_2x_3 - 640x_1x_2(x_1 - x_2) - 2037.33x_1x_3(x_1 - x_3) - 1344x_2x_3(x_2 - x_3) + 3605.33x_1x_2(x_1 - x_2)^2 - 1584x_1x_3(x_1 - x_3)^2 + 1883x_2x_3(x_2 - x_3)^2 + 16966x_1^2x_2x_3 - 3798x_1x_2^2x_3 - 9926x_1x_2x_3^2. \quad (3)$$

где x_1 , x_2 и x_3 – содержание в сплавах Au, Si и Sb в атомных долях.

Полученное уравнение регрессии (3) позволяет не только предсказывать температуру начала кристаллизации сплавов данной системы без дополнительных экспериментов, но и определять области, линии и точки фазовых равновесий.

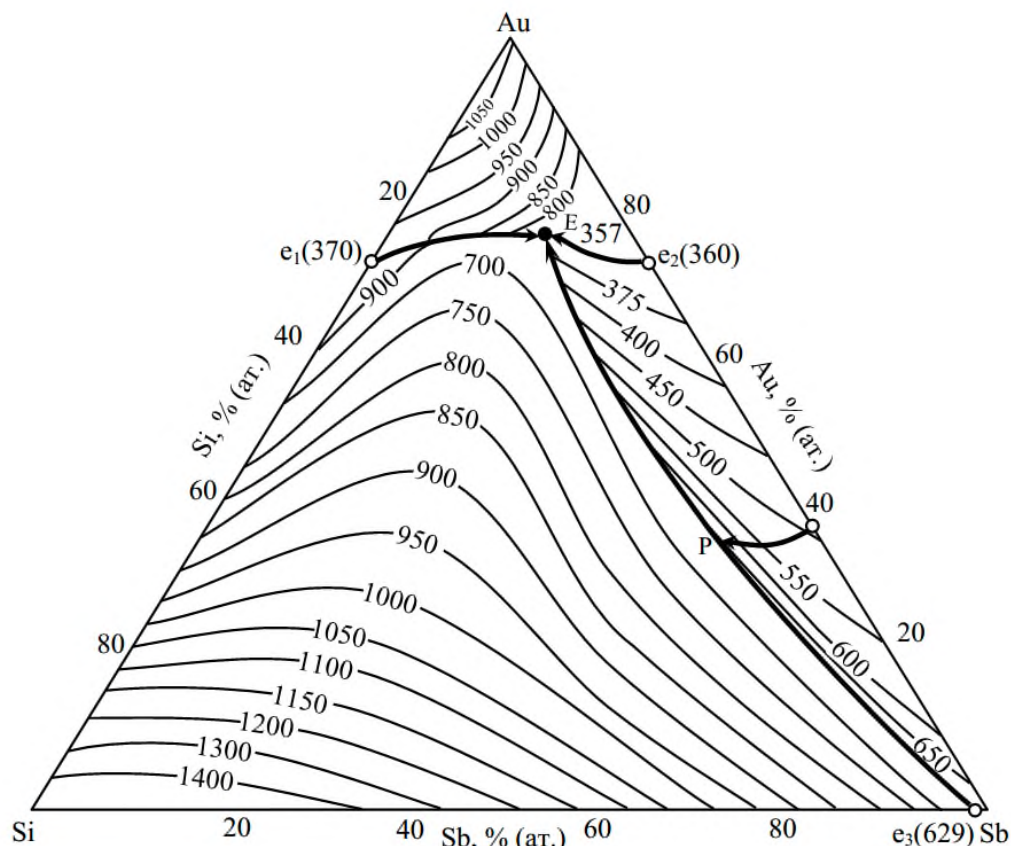
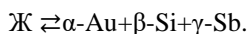


Рисунок 2 - Проекция поверхности ликвидуса тройной системы Au-Si-Sb

Для геометрического представления полученной поверхности ликвидуса строили изотермы ликвидуса через каждые 50°C (две линии ликвидуса через 25°C, см. рис. 2). Все вычисления проводили на ЭВМ.

Выводы

Полученная проекция системы (рис. 2) значительно лучше передаёт геометрический образ поверхности ликвидуса тройной системы с эвтектической из твёрдых растворов, хорошо выявляются три области первичной кристаллизации твёрдых растворов, можно заметить три кривые кристаллизации двойных эвтектик и точку тройной эвтектики. Равновесие наступает при температуре 357°C и содержании 44.7% ат. Au, 43.5% ат. Si и 11.7% ат. Sb, по реакции



Литература

1. По сайту <https://mzss.ru/sistema-zoloto-kremnij-pripoj-pz1kr-980/>

2. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Под ред. акад. РАН Н.П. Лякишева. М.: Машиностроение, 1996, 1997, т. 1,2, 992, 1024 с.
3. Новик Ф.С. Математические методы планирования экспериментов в металловедении. Раздел IV М., 1970, 149 с.
4. Джураев Т.Д., Вахобов А.В., Эшонов К.К. Изучение диаграммы состояния системы Sr-Ba-Al методом симплексных решеток. Журн. Заводская лаборатория. 1975, 41, №3, с. 335-337.
5. Джураев, Т.Д. Разработка универсальной установки для определения теплофизических свойств веществ / Т.Д. Джураев, М.Б. Акрамов, Ф. Мирзоев, Ф.К. Рахимов // Материалы VI-ой международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования», посвящённой 20-летию XVI сессии Верховного совета Республики Таджикистан. Душанбе: ТТУ им. М.С. Осими 2012.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-INFORMATION ABOUT AUTHOR

	TJ	Ru	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Мирзоева Бибисоро Музаффаровна	Мирзоева Бибисоро Музаффаровна	Mirzoeva Bibisoro Muzaffarovna
Дараҷа ва унвони илмӣ, Академическая степень и должность, Title	докторанти PhD	докторант PhD	PhD
Ташкилот, Организация, Organization	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад М.С.Осимӣ	<i>Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими</i>	Tajik Technical University named after Academician M. S. Osimi
e-mail	mirzoeva.bibisoro@mail.ru		
ORCID Id	0000-0002-0615-6167		

ТЕХНОЛОГИЯИ КИМИЌВӢ - ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ - CHEMICAL TECHNOLOGY

УДК 541.64:543.422.2

ИССЛЕДОВАНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ТРИПЛЕТНЫХ МЕТОК В СТРУКТУРЕ ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН

¹Султонов Р.А., ¹Раджабов У.Р., ²Юсуфи С.Дж., ³Раҳими Ф., ¹Наврӯззода Г.Ф., ³Юсупов И.Х.

¹ГОУ «Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибни Сино»

²ГУ «Научно-исследовательский фармацевтический центр Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан»

³Физико-технический институт им. С.У.Умарова НАН Таджикистана

Использование метода триплетных (фосфоресцентных) меток открывает новые возможности изучения микроструктуры вследствие большой продолжительности жизни возбуждённого триплетного состояния хромофоров. Такой подход на несколько порядков более чувствителен к динамическим процессам по сравнению с аналогичными методами спиновых и флуоресцентных меток. В настоящей работе метод определения глубины залегания триплетной (фосфоресцирующей) метки в молекулярном объекте был применён впервые на примере хлопкового волокна.

Ключевые слова: триплетная метка, нитроксильный радикал, тушение флуоресценции или фосфоресценции, молекулярная динамика, хлопковое волокно.

LOCALIZATION OF TRIPLETE LABELS IN THE STRUCTURE OF COTTON FIBERS

Sultonov R.A., Rajabov U.R., Ysufi S.J., Rahimi F., Navruzuzoda G.F., Yusupov I.KH.

The special advantage of the method of triplet (phosphorescent) labels over fluorescent and regular spin labeling is high life time of the excited triplet state and, therefore, higher several order of magnitude sensitivity to molecular dynamic properties. In the present work, the method of quantitative measurement of depth of immersion of triplet label in a molecular object was first employed on an example of the cotton fiber. The method was based on the quantitative investigation of the dynamic quenching of the fluorescence (phosphorescence) of a chromophore incorporated in an object of interest, by a quencher stable nitroxide radical freely diffused in solution.

Keywords: Triplet label, nitroxyl radical, fluorescence or phosphorescence quenching, molecular dynamics, cotton fiber.

ТАҲҚИҚОТ ВА МАҲАЛЛИ КАРДАНИ НИШОНҲОИ СЕГОНА ДАР СТРУКТУРАИ НАҲҲОИ ПАХТА

Султонов Р.А., Раҷабов У.Р., Юсуфӣ С.Ҷ., Раҳимӣ Ф., Наврӯззода Г.Ф., Юсупов И.Х.

Истифодаи усули нишонаҳои сегона (фосфоресцент) барои омӯзиши микросохтор имкониятҳои нав фароҳам меорад, бинобар умри дароз доштани ҳолати ҳаяҷонангези сегонаи хромофорҳо. Ин равиш дар муқоиса бо усулҳои шабеҳи нишонаҳои спина ва люминесцентҳо ба яқин фармонҳои миқёс нисбат ба равандҳои динамикии ҳассос аст. Дар ин қор усули муайян кардани умқи пайдоиши нишонаи сегона (фосфоресцент) дар объекти молекулавӣ бори аввал бо мисоли нахи пахта истифода шудааст.

Калидвожаҳо: Нишони сегона, радикали нитроксил, ҳомӯш кардани флуоресценсия ё фосфоресценсия, динамикаи молекулавӣ, нахи пахта.

Введение

Эритрозиновые триплетные метки в хлопковом волокне с последующим измерением эффективности тушения фосфоресценции меток и температурной зависимости времени фосфоресценции позволили впервые измерить глубину залегания хромофорного фрагмента меток и изучить их молекулярную динамику волокон в миллисекундном диапазоне времён корреляции. При этом были выявлены тонкие различия в микроструктуре и молекулярной динамике исследуемых образцов. Предложенный подход может быть использован для исследования широкого круга биологических и химических объектов.

Целью исследования работы является изучение физико-химических полимеров исследования и локализация триплетных меток в структуре хлопковых волокон.

Материал и методы исследования

Физико-химические свойства полимеров в значительной степени зависят от динамики макромолекулярных цепей. Эффективным методом изучения конформационной подвижности макромолекул является метод спиновых меток. Методы спиновых, флуоресцентных и мессбауэровских меток широко используются для исследования биологических и небиологических объектов [1-2]. Специфическая модификация избранных участков молекулярного объекта метками с последующим применением соответствующего физического метода позволяет определить количественные параметры микроструктуры, микрополяриности и динамики в непосредственной близости от меченного участка. Особый интерес представляет молекулярная динамика

исследуемых объектов, которая, в конечном счёте, определяет их фундаментальные, функциональные свойства, а также стабильность.

Для эффективного применения метода физических меток необходимо расширить его возможности. Обычно применяемые версии указанных выше методов физических меток позволяют определить динамические параметры только в наносекундном диапазоне времён корреляции. Кроме того, во многих случаях нужно знать, из каких участков молекулярного объекта (поверхностных или глубинных) поступает информация, то есть необходимо определить глубину погружения меток. Для решения первой задачи используются флуоресцентные хромофоры, люминесцентные параметры которых чувствительны к динамическим процессам в миллисекундном и субмилли секундном диапазонах времён корреляции [1]. Вторая задача была решена путём разработки теории глубины погружения на основе процесса динамического тушения флуоресценции хромофора внешними тушителями, например, нитроксильным радикалом или йодидом [2-6].

Хлопковые и целлюлозные волокна представляют значительный интерес как технологические материалы. Высока структурная и молекулярно - динамическая роль целлюлозных образований в биологических клетках. Хлопковые волокна благодаря своей относительной простоте и высокой стабильности могут служить удобной моделью для разработки методов изучения более сложных и нестабильных биологических и небиологических полимеров с четвертичной структурой. В настоящей работе на примере меченого хлопкового волокна разработан и применён метод определения погружения флуоресцентной метки в полимер с четвертичной структурой. Полученные данные существенно дополняют и детализируют динамическую структуру этого волокна, полученную ранее с помощью спиновых, флуоресцентных, фосфоресцентных и мессбауэровских меток [1, 7].

Экспериментальная часть. Для измерения времени жизни триплетного состояния использовалась регистрация кинетики затухания фосфоресценции. Интенсивность фосфоресценции после импульсного возбуждения затухает по закону первого порядка:

$$J \sim J_0 \exp(-t/\tau_{\text{фосф}}) \quad (1)$$

где $\tau_{\text{фосф}}$ – эффективное время затухания фосфоресценции, равное времени жизни триплетного состояния. Согласно закону Штерна-Фольмера.

$$\tau_{\text{фосф}}(0)/\tau_{\text{фосф}}(Q) = 1 + k_q \tau_{\text{фосф}} [Q] \quad (2)$$

где $[Q]$ - концентрация тушителя, $\tau_{\text{фосф}}(0)$ и $\tau_{\text{фосф}}(Q)$ – времена жизни фосфоресценции при отсутствии и присутствии тушителя, соответственно; k_q - бимолекулярная константа скорости тушения. Измерение эффекта концентрации тушителя на время жизни триплетного состояния метки позволяет определить константу скорости бимолекулярного тушения.

Экспериментальные значения $\tau_{\text{фосф}}$ получали путём спрямления наблюдаемой зависимости $J_{\text{фосф}}(t)$ в координатах $\log J_{\text{фосф}}$ от t . Из тангенса угла наклона полученной таким образом прямолинейной зависимости определяли $\tau_{\text{фосф}}$. Затем в координатах Штерна-Фольмера строилась зависимость $1/\tau_{\text{фосф}}$ от Q – концентрации тушителя, и из тангенса наклона прямой определялась константа тушения k_q ($\text{M}^{-1}\text{c}^{-1}$).

В гетерогенном распределении триплетных зондов (меток): часть зондов погружена в объект исследования или находится в растворе, часть неспецифический связана с поверхностью. В этом случае кинетика затухания существенно не экспоненциальная и в общем виде ее можно представить в следующем виде:

$$J_{\text{фосф}} = \lambda \cdot J_0 \sum_i \rho_i \exp[-t/\tau_{i0}] \quad (3)$$

где ρ_i – вес каждого сорта зондов с различными τ_{i0} . При титровании тушителя для каждого сорта меток справедлив закон Штерна-Фольмера.

В качестве люминесцентных меток и зондов в работе использовались ксантеновые красители: эритрозин (I) фирмы «Serva», обладающие относительной интенсивной фосфоресценцией ($\lambda_{\text{фосф}}^{\text{max}} = 650\text{nm}$) в водных растворах при комнатной температуре и эозинизотиоцианат (ЭИТЦ) (II) с химически активной изотиоцианатной группой.

Метки присоединили к волокнам хлопчатника следующим образом. Навески волокна (30 мг) помещали в 5 мл водного раствора эритрозина или ЭИТЦ с концентрацией 10^{-4}M . Реакционную смесь инкубировали в течение двух суток при комнатной температуре. Избыток меток отмывали водой. Образцы сушили при

комнатной температуре и затем выдерживали в течение 5 суток в специальной камере, атмосфера которой сообщалась с раствором H_2SO_4 определённой концентрации.

В качестве эффективных тушителей триплетных состояний могут выступать различные акцепторы энергии, такие как ароматические соединения, комплексы переходных металлов и нитроксильные радикалы, или доноры. В работе в качестве тушителя использовали нитроксильный радикал $R-O\cdot$.

Кинетику затухания фосфоресценции исследовали на импульсной лазерной установке, блок схема которой представлена на рис. 1.

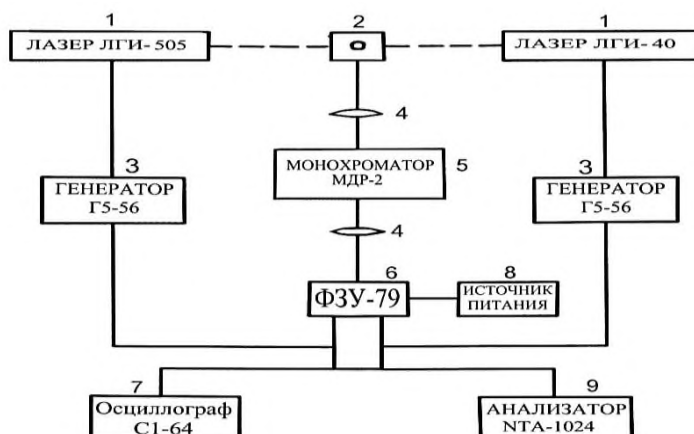


Рисунок 1 - Блок схема установки для измерения кинетики фосфоресценции.

Установка состояла из импульсного источника света (1), в качестве которого использовались лазеры ЛГИ - 501 (длина волны излучения $\lambda=337$ нм, длительность импульса $\tau \sim 10$ нс, энергия в импульсе $E = 0,3$ мДж) или ЛГИ-40 ($\lambda=525$ нм, $\tau=0,3$ мкс, $E=0,2$ мДж); термостатируемого кюветного отделения (2); генератора внешнего запуска лазера Г5-56 ($\nu=10 - 100$ Гц) (3); системы фокусирующих линз (4); монохроматора МДР-2 (5); фото умножителя ФЭУ-79 (6); осциллографа С1-64 (полоса пропускания $0 - 10$ МГц) (7); блока источника питания фото умножителя Б5-21А (8). Система регистрации имела различные значения постоянной времени: от 10^{-4} до 10^{-7} с. В отдельных экспериментах сигнал с ФЭУ подавался на вход многоканального анализатора NTA-1024 (в режиме цифрового осциллографа) с постоянной времени 10 мс. на канал.

Экспериментальное наблюдение кинетики затухания фосфоресценции проводилось следующим образом. Исследуемый образец помещался в круглую тонкостенную кварцевую ампулу диаметром 4 мм и возбуждался световыми импульсами лазера с необходимой частотой в пределах $0 \div 100$ Гц. Излучение образца, прошедшее через систему линз и монохроматор (или светофильтры), регистрировалось фото умножителем, расположенным под углом 90° к лучу лазера. Сигнал с нагрузочного сопротивления ФЭУ подавался на вход осциллографа С1-64. Наблюдаемая на экране осциллографа зависимость амплитуды сигнала от времени считывалась визуально по точкам, а при использовании многоканального анализатора NTA-1024 кривая затухания фосфоресценции регистрировалась на самописце.

Установка позволяла регистрировать кинетику затухания фосфоресценции в широком спектральном диапазоне ($300 \div 800$ нм) и временном интервале $10^1 \div 10^{-6}$ с. Кинетика затухания фосфоресценции ЭИТЦ, присоединённого к хлопковым волокнам, во всех случаях была неэкспоненциальной. Для анализа возможностей метода было проведено сравнительное исследование тушения триплетной метки ЭИТЦ, ковалентно присоединённой к хлопковым волокнам, полученным из здорового («Ташкент-1А») (1) и заражённого вилом (2) растения средневолокнистого хлопчатника «Ташкент-1Б» низкомолекулярными тушителями – нитроксильными радикалами. Полученные результаты позволили определить глубины залегания метки в исследуемых объектах.

Результаты и их обсуждение. На рис.2 представлены кинетические кривые зависимости интенсивности затухания фосфоресценции ЭИТЦ меток, введённых в хлопковые волокна.

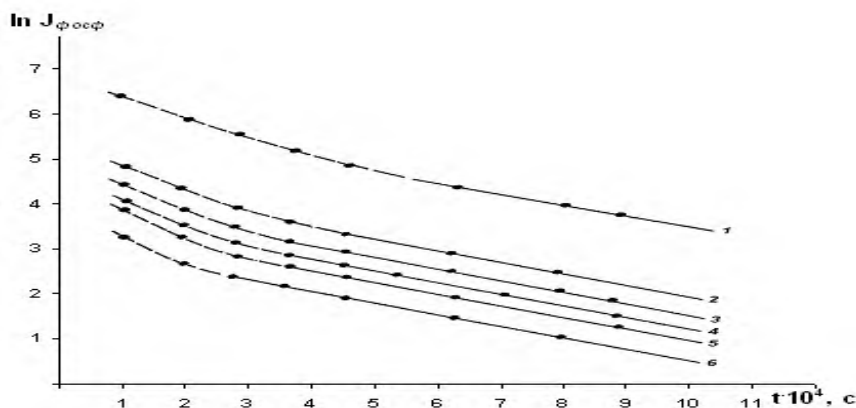


Рисунок 2 - Зависимость интенсивности фосфоресценции ЭИТЦ, ковалентно присоединённого к структуре хлопкового волокна сорта «Ташкент-1А», от времени в присутствии радикала с концентрацией: 1 - 0; 2 - $2 \cdot 10^{-3}$; 3 - $4 \cdot 10^{-3}$; 4 - $6 \cdot 10^{-3}$; 5 - $8 \cdot 10^{-3}$; 6 - 10^{-2} М. Пунктиром показан начальный участок зависимости $J_{\text{фосф}}(t)$.

На основе анализа неэкспоненциальной кинетики затухания фосфоресценции сделан вывод о наличии, по крайней мере, двух центров локализации хромофоров в структуре хлопковых волокон (наблюдаемая кинетика затухания описывается суммой двух экспонент):

$$J_{\text{фосф}} \approx \alpha_1 \exp[-t/\tau_1] + \alpha_2 \exp[-t/\tau_2] \quad (4).$$

Тушение каждого из этих двух центров хромофоров описывается Штерн-Фальмеровской зависимостью (рис.2). На этом же рисунке изображены данные по тушению фосфоресценции свободного зозина. Константы скорости тушения (k_q), определённые из наклонов этих зависимостей и рассчитанные с использованием экспериментального времени жизни фосфоресценции свободного зозина и ЭИТЦ в хлопковом волокне в отсутствие тушителя (рис.3), представлены в табл. 1.

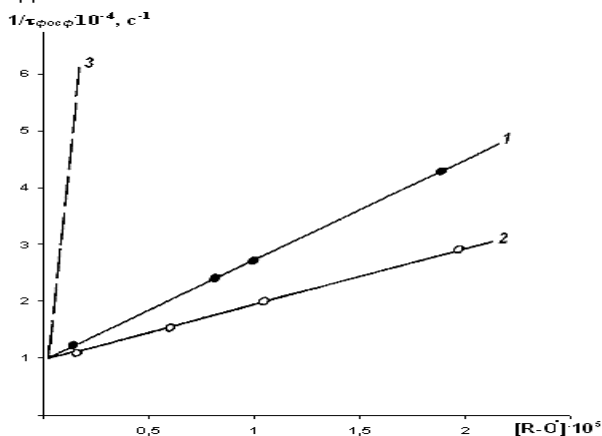


Рисунок 3 - Зависимость $1/\tau_{\text{фосф}}$ ЭИТЦ, ковалентно присоединённого к структуре хлопкового волокна, от концентрации $R-O^{\cdot}$ в растворе при 293 К. 1 - «Ташкент-1А»; 2 - «Ташкент-1Б»; 3 - тушение свободного зозина в 75 % водном растворе глицерина (рН~7).

Таблица 1 - Константы скорости тушения фосфоресценции ЭИТЦ (k_q), присоединённого к хлопковым волокнам, внешними тушителями (в М-1 с-1).

№	Метка – волокно	Нитроксильный радикал	
		$k_q [R-O^{\cdot}]$	$\tau_{\text{фосф}} (0) \text{ с} \times 10^{-4}$
1	Эозин в растворе	$5,9 \cdot 10^9$	0,1
2	ЭИТЦ-Ташкент-1А	$2,2 \cdot 10^6$	0,8
3	ЭИТЦ – Ташкент-1Б	$5,3 \cdot 10^5$	1,1

Как видно из таблицы, при тушении фосфоресценции ЭИТЦ, введённые в матрицу хлопковых волокон значения k_q в 10^3 - 10^4 раз меньше, чем k_q свободного эозина в растворе, что указывает на относительно глубокое

расположение метки ЭИТЦ в структуре хлопковых волокон. Это согласуется с данными о доступности спиновой метки, присоединённой к хлопковым волокнам, полученным методом ЭПР.

Подход к определению глубины залегания хромофора в исследуемом молекулярном объекте, разработанный в [2-6], основан на количественном исследовании тушения флуоресценции или фосфоресценции хромофора тушителями, например, стабильными нитроксильными радикалами.

Используя концепцию динамического тушения люминесценции в растворах и эмпирические зависимости параметров статического тушения между центрами с фиксированным расстоянием, авторы предложили теорию определения глубины залегания. Теория была использована для исследования биологических мембран и поверхностных антител меченых стильбеновым флуорофором [4,5].

Теория устанавливает связь между отношением экспериментальных констант динамического тушения люминофора в растворе (k_{qd} , диффузионный режим) до и после его погружения в исследуемый объект (k_{qk} , кинетический режим) и расстоянием максимального сближения люминофора и тушителя в исследуемом объекте. Разность между расстоянием Ван-дер-Ваальса R_0 и расстоянием в столкновительном комплексе r_v , фактически равна глубине погружения люминофора. Согласно теории

$$k_{qk}/k_{qd} = \tau_c^2 10a \exp(2[-\beta(R_0-r_v)]) \quad (5)$$

и, следовательно,

$$(R_0-r_v) = 0.5 \times \beta^{-1} [\ln(k_{qk}/k_{qd}) + \ln(\tau_c^2 10^9)], \quad (6)$$

где $\beta = 2$ и 1.3 \AA^{-1} и $a = 28$ и 26 – значения эмпирических параметров для тушения по механизму межсистемного пересечения (theintersys temcrossing, ICNA) и электронного переноса (ET), соответственно, а τ_c – время жизни столкновительного комплекса, которое в водном растворе оценивается как 10^{-10} с.

Результаты расчета глубины залегания флуорофора ЭИТЦ с использованием экспериментальных данных (табл. 1.) приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Величины глубины погружения эритрозинового фрагмента ЭИТЦ в хлопковое волокно R_0-r_v (в Å), рассчитанные по формуле (6) для различных механизмов тушения.

№	Метка – волокно	Механизм тушения		
		ICNA	ET	Среднее
1	ЭИТЦ-Ташкент-1А	6.6	8.3	7.4
2	ЭИТЦ – Ташкент-1Б	7.1	8.8	7.9

Как видно из таблицы 2, в случае образца ЭИТЦ-Ташкент-1Б эритрозиновый фрагмент метки погружен на несколько большую глубину, чем в образце ЭИТЦ-Ташкент-1А, что указывает на большую рыхлость микроструктуры второго образца.

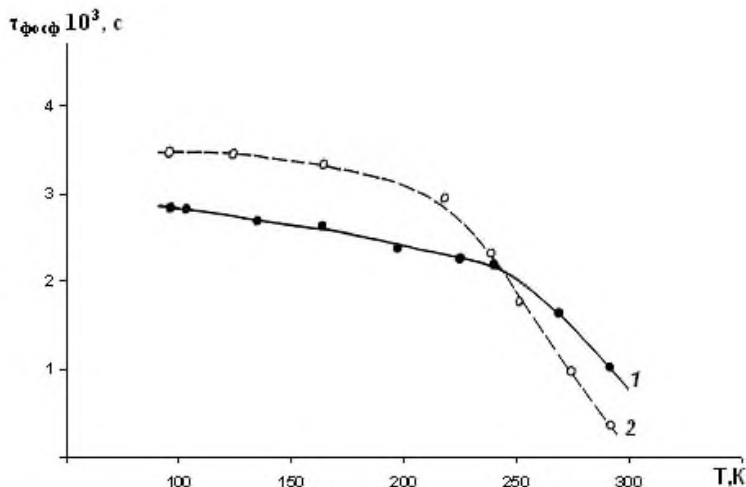


Рисунок 4 - Зависимость времени жизни фосфоресценции $\tau_{\text{фосф}}$ эритрозина, присоединённого к хлопковому волокну, от температуры. 1 – ЭИТЦ-Ташкент-1А, 2 – ЭИТЦ-Ташкент-1Б, $P/P_s = 0,96$.

Этот вывод подтверждается экспериментальной зависимостью времени жизни фосфоресценции $\tau_{\text{фосф}}$ ЭИТЦ, присоединённого к хлопковому волокну, от температуры (рис. 4). Резкое уменьшение $\tau_{\text{фосф}}$, вызванное интенсификацией молекулярного движения полимерного окружения триплетной метки в миллисекундной области, для образца ЭИТЦ-Ташкент-1Б начинается при температурах примерно на 20 градусов ниже, чем для

образца ЭИТЦ-Ташкент-1А. Эти данные согласуются с результатами температурных зависимостей релаксационных сдвигов в спектрах триплетных меток, введённых в хлопковые волокна.

Вывод. Таким образом, введение триплетных меток в хлопковое волокно с последующим измерением эффективности тушения фосфоресценции меток и температурной зависимости времени фосфоресценции позволило впервые измерить глубину залегания хромофорного фрагмента меток и изучить их молекулярную динамику в миллисекундном диапазоне времен корреляции. При этом были выявлены тонкие различия в микроструктуре и молекулярной динамике исследуемых образцов. Предложенный подход может быть использован для исследования широкого круга как биологических, так и небологических объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марупов Р., Юсупов И.Х., Бободжанов П.Х., Лихтенштейн Г.И. Исследование молекулярной динамики хлопкового волокна методом спиновой метки. - ДАН СССР, 1981, т. 256, № 2, с. 414-417.
2. Бободжонов П.Х., Юсупов И.Х., Марупов Р. и др. Молекулярные свойства волокон хлопчатника различного происхождения. - ДАН Тадж ССР, 1983, т. 26, с. 594-597.
3. Велюгина Е.Т. Лекарственные растения России. - СПб.: Издатель, 1997. 284с.
4. Лекарственные растения. Каталог. - М.: Медицина, 1985, 256с.
5. Бободжонов П.Х., Юсупов И.Х., Марупов Р. и др. Молекулярные свойства волокон хлопчатника различного происхождения. - ДАН Тадж ССР, 1983, т. 26, с. 594-597.
6. Лихтенштейн Г.И., Котельников А.И. Молекулярная биология. 1983. т.17, №3, с. 505-507.
7. Юсупов И.Х., Бободжонов П.Х., Марупов Р., Анцифирова Л.И. и др. Исследование молекулярной динамики хлопкового волокна методом спиновой метки. - Высокомолекулярные соединения, 1984, т.26, № 2, с. 369-373.

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

TJ	RU	EN
Султонов Рауфҷон Азизқуллович	Султонов Рауфджон Азизкуллович	Sultonov Raufjon Azizkulovich
аспирант кафедраи химияи фарматсевтӣ ва заҳршиносии	аспирант кафедри фармацевтической и токсикологической химии	graduate student of the Department of Pharmaceutical and Toxicological Chemistry
Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуали ибн Сино	Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибн Сино	Tajik State Medical University. Abuali ibn Sino
	93-919-07-44. E-mail: raufsultonov@mail.ru	
TJ	RU	EN
Раҷабов Умарали Раҷабович	Раджабов Умарали Раджабович	Radzhabov Umarali Radzhabovich
доктори илмҳои химия, профессор, мудири кафедраи химияи фарматсевтӣ ва заҳршиносии	заведующий кафедрой фармацевтической и токсикологической химии, доктор химических наук, профессор	- Tajik State, Head of the Department of Pharmaceutical and Toxicological Chemistry, Doctor of Chemical Sciences, Professor.
Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуали ибн Сино	Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибн Сино,	Medical University named after. Abuali ibn Sino
	(+992) 907-46-48-29. E-mail: umarali55@mail.ru	
TJ	RU	EN
Наврӯззода Ганҷина Фуқрат	Наврӯзова Ганджина Фуқрат	Navruzzoda Gandjina Furkat
номзади илмҳои фарматсевтӣ, дотсентӣ кафедраи химияи фарматсевтӣ ва заҳршиносии	кандидат фармацевтических наук, доцент	Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate
Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуали ибн Сино	Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибн Сино	Tajik State Medical University named after. Abuali ibn Sino
TJ	RU	EN

Юсуфӣ Саломиддин Чаббор	Юсуфи Саломиддин Джаббор	Ysufi Salomiddin Djaborovich-
доктори илмҳои фарматсевтӣ, профессор, академик АМИТ	доктор фармацевтических наук, профессор, академик НАНТ	Doctor of pharماسii Sciences, Professor.academic NAST
Донишгоҳи давлатии тибби Тоҷикистон ба номи Абуали ибн Сино	Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибн Сино	Tajik State Medical University named after. Abuali ibn Sino
TJ	RU	EN
Фарҳод Раҳимӣ –	Фарҳод Раҳими	Farhod Rahimi
доктори илмҳои физ-мат, профессор, академик АМИТ	доктор физ-мат наук, профессор, академик НАНТ	Doctor of phiz- mat sciences, Professor academic NAST
Президенти Академияи Миллии Илмҳои Тоҷикистон,	Президент Национальной академии наук Таджикистана	Prezidend Nacional Academi Sciences Tajikistan
TJ	RU	EN
Юсупов Изатулло Хочаевич	Юсупов Изатулло Ходжаевич	Ysupov Izatullo Hodjaevich
номзади илмҳои физикаю математика, дотсент	кандидат физ.-мат. наук, доцент	Candidate of phiz- mat sciences,
Институти физикю техника ба номи С.У. Умаров АМИТ,	Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАНТ	Phizico Tethnic institut named after S. U. Umarova NAST

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЛЮМОГИДРИДОВ ЛАНТАНОИДОВ

Исозода Д.Т.

По уравнению А.Ф. Капустинского рассчитаны значения энергии кристаллической решетки бора - и алюмогидридов лантаноидов. На их основе полуэмпирическим и сравнительным методами рассчитана энтальпия образования комплексных гидридов лантаноидов. Установлено, что закономерность изменения термодинамических свойств комплексных гидридов от порядкового номера лантаноидов имеет сложный характер с проявлением тетрад-эффекта. Свойство гидридов европия и иттербия выпадают из общей закономерности, которое обусловлено их электронным строением.

Ключевые слова: боро- и алюмогидриды лантаноидов, энергия кристаллической решетки, энтальпия образования, закономерности изменения.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THERMODYNAMIC CHARACTERISTICS OF LANTHANIDE ALUMINUM HYDRIDES

Isozoda D.T.

According to the equation of A.F. Kapustinsky calculated the values of the energy of the crystal lattice of boron and aluminum hydrides of lanthanides. Based on them, the enthalpy of formation of complex lanthanide hydrides was calculated by semi-empirical and comparative methods. It has been established that the pattern of change in the thermodynamic properties of complex hydrides depending on the serial number of lanthanides has a complex character with the manifestation of the tetrad effect. The property of europium and ytterbium hydrides fall out of the general pattern, which is due to their electronic structure.

Key words: lanthanide boron and aluminum hydrides, crystal lattice energy, formation enthalpy, regularities of change.

ТАҲЛИЛИ ҚИСОСАИ ХАРСИЯТҲОИ ТЕРМОДИНАМИИ АЛЮМОҲИДРИДҲОИ ЛАНТАНОИД.

Исозода Д.Т.

Ба воситаи муодилаи Капустинский энергияи панчараи кристалли алюмогидриди лантаноидҳо ҳисоб карда шудааст. Дар асоси онҳо бо усулҳои муқоисавӣ ва нимэмпирикӣ энталпияи ҳосилшавии гидридҳои комплекси лантаноидҳо ҳисоб карда шудааст. Муайян карда шуд, ки қонуниятҳои тағирёбии ҳосиятҳои термодинамикии гидридҳои комплекси лантаноидҳо аз рақами тартибии онҳо хусусияти мураккаб дошта, ҳосилшавии «тетрад-эффект»-ро нишон медиҳад. Ҳосиятҳои гидридҳои европийи ва иттербийи вобаста ба сохтори электрониашон ба ин қонуниятҳо мутобиқат намекунанд.

Калид вожаҳо: алюмогидридҳо, лантаноидҳо, энергияи панчараи кристалли, энталпияи ҳосилшавӣ, қонуниятҳои тағирёбӣ.

ВВЕДЕНИЕ

В литературе очень мало работ, посвященных синтезу и изучению свойств алюмогидридов лантаноидов. Так, в единичных работах [1,2] приведены сведения о способах получения алюмогидрида церия $\text{Ce}[\text{AlH}_4]_3$, который устойчив при низких температурах ниже -40°C . Авторами работы [2] получено алюмогидрид иттрия взаимодействием бромида иттрия с алюмогидридом лития в среде диэтилового эфира.

Авторами работ [3,4] получены алюмогидриды некоторых лантаноидов и приведены их свойства. В работах [4-7] приведены сведения о синтезе сольватированных алюмогидридов неодима и гадолиния в среде диглима.

Автором работы [6] по уравнению А.Ф. Капустинского рассчитаны величины энергии кристаллической решетки ($U_{\text{кр.}}$) алюмогидридов лантаноидов (Р-1, см. таблица). Нами для сравнения проведен расчёт $U_{\text{кр.}}$ алюмогидридов лантаноидов полуэмпирическим методом Полуэктова Н.С. [8,9] (Р-2). Расчёт $U_{\text{кр.}}$ алюмогидридов лантаноидов произведён по корреляционному уравнению

$$U_{\text{кр.}(\text{Ln}[\text{AlH}_4]_3)} = A_{(\text{La}[\text{AlH}_4]_3)} + \alpha N_f + \beta S + \gamma' L_{(\text{Ce} - \text{Eu})} \gamma'' L_{(\text{Tb} - \text{Yb})}$$

Значения коэффициентов уравнения равны $\alpha=9,786$; $\beta=0,706$;

$$\gamma' = -0,672 \text{ и } \gamma'' = -0,674.$$

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные взаимосогласованные данные по $U_{\text{кр.}}$ и, впервые, полученные данные по энтальпии образования (ΔfH) алюмогидридов лантаноидов приведены в таблице.

Таблица 1 – Вычисленные значения $U_{\text{кр.}}$ (кДж/моль) и ΔfH (кДж/моль) алюмогидридов лантаноидов - $\text{Ln}(\text{AlH}_4)_3$

Ln	$U_{\text{кр.}}$		$\Delta(U'_{\text{кр.}} - U''_{\text{кр.}})^*$	$-\Delta fH'$	Ln	$U_{\text{кр.}}$		$\Delta(U'_{\text{кр.}} - U''_{\text{кр.}})^*$	$-\Delta fH'$
	P-1	P-2				P-1	P-2		
Лантаноиды цериевой подгруппы					Лантаноиды иттриевой подгруппы				
La	3406	3406	258	248	Gd	3477	3477	334	219
Ce	3422	3424	330	239	Tb	3493	3494	389	182

Pr	3438	3433	381	223	Dy	3501	3502	422	156
Nd	3445	3442	403	212	Ho	3510	3511	447	138
Pm	3453	3452	415	217	Er	3518	3520	465	133
Sm	3461	3463	409	223	Tm	3526	3531	473	60
Eu	3469	3469	433	115	Yb	3438	3488	569	-36
					Lu	3543	3543	456	166

Для оценки энтальпии образования алюмогидридов лантаноидов нами использованы методы сравнительного расчёта и разностей [8,9,10]. Расчёт произведён следующим образом. Рассчитано разность между энергиями кристаллической решетки боро – ($U'_{кр}$) и алюмогидридов ($U''_{кр}$) по формуле $\Delta(U'_{кр} - U_{кр})^*$. Допущена, что разность сохраняется и для энтальпии образования этих соединений. Тогда энтальпию образования алюмогидрида лантаноидов можно оценить по формуле $\Delta fH' = \Delta fH_{(БГ)} - \Delta(U'_{кр} - U_{кр})^*$.

Рассчитанные, таким образом, энергия кристаллической решетки и энтальпия образования алюмогидридов лантаноидов позволили установить закономерность их изменения в зависимости от природы металла для всего ряда лантаноидов (рисунки 1, 2).

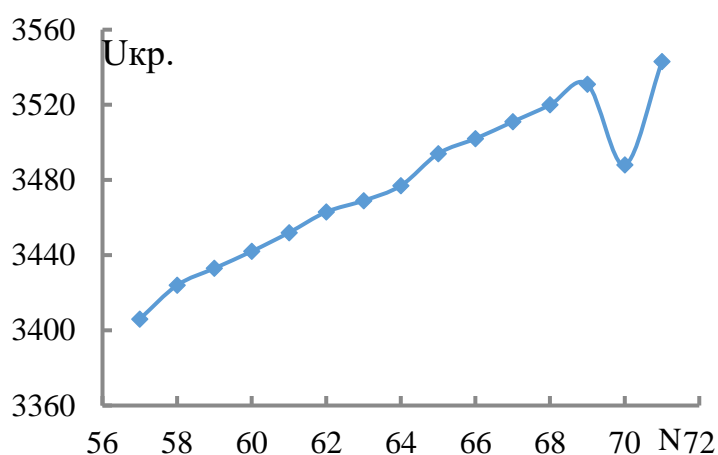


Рисунок 1. График закономерности изменения $U_{кр}$ алюмогидридов от порядкового номера (N) лантаноидов.

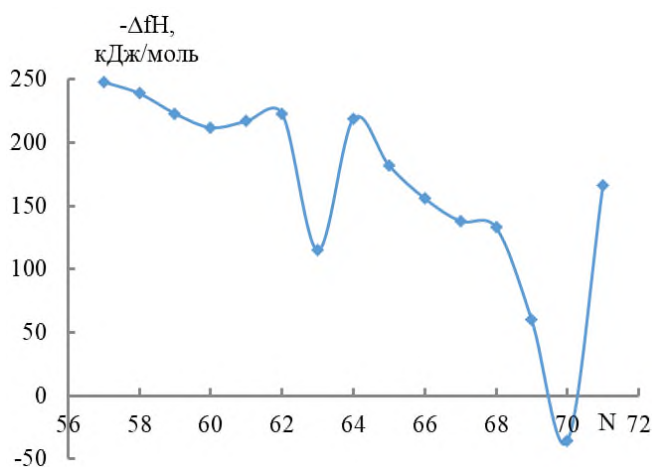


Рисунок 2. График закономерности изменения энтальпии образования алюмогидридов от порядкового номера (N) лантаноидов.

Из рисунка 1 видно, что с увеличением порядкового номера лантаноидов наблюдается почти линейное возрастание энергии кристаллической решётки алюмогидридов, за исключением алюмогидридов европия и иттербия.

Из рисунка 2 видно, что закономерность имеет сложный характер, с разделением графика по подгруппам лантаноидов и проявлением «тетрад-эффект»-а. С ростом порядкового номера лантаноидов наблюдается уменьшение величины энтальпии образования алюмогидридов в пределах подгрупп и всего ряда лантаноидов. Алюмогидрида иттербия, по своим характеристикам, термодинамически нестабильное соединение при обычных условиях.

ВЫВОДЫ

По определена их разность для всего ряда лантаноидов определённым нами значениям энергии кристаллической решетки боро- и алюмогидридов всего ряда лантаноидов.

По известным значениям энтальпии образования борогидридов с вычетом определённой разностей оценена энтальпия образования алюмогидридов лантаноидов.

Установлено, что с ростом порядкового номера лантаноидов увеличивается энергия кристаллической решетки и уменьшается энтальпия образования алюмогидридов.

Отклонение характеристики алюмогидридов европия и иттербия от общей закономерности обусловлено частичным или полным заполнением их орбиталей электронами.

Литература

- Aubry, J. Sur la l'hydride double d'aluminium et de cerium / J. Aubry, G. Monnier // J. Bull. Soc. Chim. – France. - 1954. - F. 9. – P. 1037.
- Михеева, В.И. О гидридах церия / В.И. Михеева, М.Е. Кост // Журнал неорганической химии. - 1958. – Т. 3. – С. 260-262.
- Кост, М.Е. Получение гидридоалюмината иттрия / М.Е. Кост, А.И. Голованова // Журнал неорганической химии. - 1977. – Т. 22. - №3. – С. 832-833.
- Получение алюмогидридов редкоземельных металлов / М.С. Пулатов, В.К. Маруфи, Т.Х. Алиханова, А. Бадалов // Доклады АН ТаджССР. - 1990. – Т. 33. - №7. – С. 457-460.
- Хакёров, И.З. Технологические основы механохимического синтеза боро- и алюмогидридов редкоземельных металлов иттриевой подгруппы и их термодинамические свойства: автореф. дис. ... канд. техн. наук / И.З. Хакёров. – Душанбе, 2018. – 27 с.
- Гафуров Б.А. Синтез, термическая устойчивость и термодинамические характеристики боро- и алюмогидридов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. Дисс. док. хим. наук, Душанбе, 2018.- 253 с.
- Насруллоева Д.Х. Модельный синтез и термодинамические характеристики боро- и алюмогидридов металлов. Дисс.канд. тех. наук, Душанбе, 2015,- 117 с.
- Мешков, З.Б., Полуэктов Н.С., Топилова З.М., и др. Гадолиниевый излом в ряду трёхвалентных лантаноидов // Координационная химия. 1986. Т.12. Вып.4. С.481- 484.
- Полуэктов Н.С., Мешкова С.Б., Коровин Ю.В. Корреляционный анализ в физикохимии соединений трехвалентных ионов лантаноидов. // Докл. АН СССР. 1982. Т. 266. № 5. С. 1157-1160.
- Мирсаидов У.М., Азизов О.А., Исозода Д.Т.,Бадалов. А. Моделированный, механохимический синтез гидридных соединений бора и алюминия и их энергетические, термодинамические характеристики. Душанбе: Дониш, 2021, 96с.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
<i>Исозода Диловаршох Тарик</i>	<i>Исозода Диловаршох Тарик</i>	Isosoda Dilovarshoh Tariq
Ректори Институти энергетикаи Тоҷикистон	Ректор Института энергетики Таджикистана	Rector of the Energy Institute of Tajikistan
Институти энергетикаи Тоҷикистон	Институт энергетики Таджикистан	Energy Institute of Tajikistan

НАҚЛИЁТ - ТРАНСПОРТ - TRANSPORT

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ДВИЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В БОХТАРСКОЙ ЗОНЕ ПО МАРШРУТУ УЛ. НОРИНОВА Г. БОХТАР (ТОЧКА А) ДО ОСТАНОВКИ РЕСТОРАНА Г. ЛЕВАКАНТ (ТОЧКА В).

Фохаков А.С., Джалолзода Д.С.

¹Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

²Бохтарский государственный университет им. Носири Хусрава.

В статье рассматриваются исследование и разработка схемы движения общественного транспорта в Бохтарской зоне по маршруту улицы Норинова города Бохтар (точка А) до остановки ресторана г. Левакант (точка В).

На основе исследования выявлен перечень факторов, влияющих на спрос транспортно-технологической инфраструктуры и качество транспортного обслуживания в Бохтарской зоне. Исследована транспортно-технологическая инфраструктура маршрута. Разработана схема движения общественного транспорта, расстояний между пунктами остановки, определен тариф проезда и багажа в пунктах между остановками, а также расписание движения общественного транспорта по маршруту улицы Норинова г. Бохтар (точка А) до остановки ресторана г. Левакант (точка В).

Ключевые слова: общественный транспорт, транспортное обслуживание, схема движений, пассажирский транспорт, транспортная инфраструктура, транспортный комплекс.

ТАҲҚИҚ ВА ТАҲИЯИ НАҚШАИ НАҚЛИЁТИ ЧАМЪИЯТӢ ДАР МИНТАҚАИ БОХТАР ДАР САЙРХАТИ КУЧАИ НОРИНОВА, Ш. БОХТАР (НУҚТАИ А) ТО ИСТГОҶИ ТАРАБХОНАИ Ш. ЛЕВАКАНТ (НУҚТАИ В).

Фохаков А.С., Чалолзода Д.С.

Дар мақола омӯзиш таҳияи нақшаи нақлиёти чамъиятӣ дар минтақаи Бохтар аз кучаи Норинова, ш. Бохтар (нуқтаи А) то истоғи тарабхонаи ш. Левакант (нуқтаи В) баррасӣ шудааст.

Дар асоси тадқиқот номгӯи омилҳои муайян карда шудааст, ки ба талабот ба инфрасохтори нақлиёти технология ва сифати хизматрасонии нақлиётӣ дар минтақаи Бохтар таъсир мерасонанд. Инфрасохтори нақлиёти технологияи сайрхат омӯхта шудааст. Схемаи ҳаракати нақлиёти чамъиятӣ, масофаҳои байни истоғҳо тартиб дода шуда, дар нуқтҳои байни истоғҳо нарх ва тарифи бағоч, инчунин, графикаи ҳаракати нақлиёти чамъиятӣ аз кучаи Норинова, ш. Бохтар (нуқтаи А) то истоғи тарабхонаи ш. Левакант (нуқтаи В) дида баромада шудааст.

Вожаҳои калидӣ: нақлиёти чамъиятӣ, хизматрасонии нақлиётӣ, схемаи ҳаракати нақлиёт, нақлиёти мусофирбар, инфрасохтори нақлиётӣ, комплекси нақлиётӣ.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF PUBLIC TRANSPORT SCHEME IN THE BOKHTAR ZONE ON THE ROUTE STR. NORINOVA, G. BOKHTARA (POINT A) TO THE STOP OF THE RESTAURANT G. LEVAKANT (POINT B)

Fohakov A.S., Dzhalolzoda D.S.

The article discusses the study and development of a public transport scheme in the Bokhtar zone along the route of Norinova Street, the city of Bokhtara (point A) to the stop of the restaurant in Levakant (point B).

Based on the study, a list of factors affecting the demand for transport and technological infrastructure and the quality of transport services in the Bokhtar zone has been identified. The transport and technological infrastructure of the route has been studied. A scheme of public transport movement, distances between stops has been developed, fare and luggage rates have been determined at points between stops, as well as a schedule for public transport along the route of Norinova Street, Bokhtar (point A) to the restaurant stop in Levakant (point B).

Keywords: public transport, transport services, traffic scheme, passenger transport, transport infrastructure, transport complex.

Введение

Способ передвижения пассажира определяется характеристикой - сообщением, которое отражает особенности перевозки [1, 2, 3, 8, 9]:

- объект перевозки;
- используемый при перевозке вид (виды) транспорта;
- класс дальности;
- режим движения подвижного состава (только для маршрутных перевозок).

В зависимости от режима движения подвижного состава, влияющего на скорость прохождения маршрута, различают следующие виды сообщения [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]:

- поостановочное (обычное), при котором пассажирообмен производят на всех остановочных пунктах маршрута;
- с остановками по требованию пассажиров. Данный вид сообщения характерен для автобусов особо малой пассажироместности;
- скоростное, при котором автобусы останавливаются только на некоторых остановочных пунктах маршрута;

- полуэкспрессное, при котором автобус в начале маршрута собирает пассажиров на нескольких остановочных пунктах, а потом без остановок доставляет их на конечный пункт (сборный маршрут), либо, наоборот, пассажиры, севшие в автобус в начальном пункте маршрута, доставляются в микрорайон назначения, в котором их затем развозят по нескольким остановочным пунктам (развозочный маршрут);

- экспрессное, при котором движение по маршруту от начального до конечного пункта осуществляется без промежуточных остановок. На междугородных автобусных маршрутах под экспрессным понимают сообщение, осуществляющееся с высокой скоростью.

Для формирования оптимальной маршрутной сети необходимым является определение технико-экономических показателей для автобусных перевозок.

При разработке необходимо обеспечить:

- ввод и данные обследования пассажиропотока для автобусных перевозок пассажиров;
- обработку данных обследования пассажиропотока;
- ввод справочной информации по маршрутам, маркам подвижного состава, остановочным пунктам и ОПП;
- ввод расписания маршрутов;
- построение эпюр и расчёт сводных и качественных показателей;
- сравнение данных обследования и отчётных данных маршрутов.

Цель и задачи: Исследование и разработка схемы маршрутов.

Для разработки схемы движения общественного транспорта по Бохтарской зоне по каждому маршруту исследована длина маршрута между промежуточными остановками.

Результаты исследования

Маршрут от улицы Норинова города Бохтар (точка А) до остановки ресторан г. Левакант (точка В).

Общая протяженность расстояния между остановками маршрута от улицы Норинова г. Бохтар до ресторанной остановки г. Левакант измерялась на автомобиле марки «MERCEDES-BENZ 180», регистрационный номер TJ 75-00 CC 03, год выпуска 1998., водитель Тохтаров Саидкул Туракулович, на стандартных шинах R15.



Рисунок 1 - Начало конечного пункта маршрута улицы Норинова города Бохтар (точка А) до остановки ресторана г. Левакант (точка В)

Сведения о маршруте:

- наименование маршрута: из пункта - А (ул. Норинова, г. Бохтар) в пункт-Б (Ресторанный вокзал, г. Левакант) - на расстоянии 14,8 км, и наоборот, т.е. из пункта «Б» в пункт «А» на протяженности 14,8 километров и отнесен к типу маршрута «пригородный».

- ширина дороги от 12 до 18 м, ширина проезжей части дороги 12 м, обочина от 1 до 1,5 м, категория дороги -4, покрытие дороги теплый асфальт.

- по пути 3 моста на расстоянии -10,1 км. 11,8 км. 15,3 км, изготовленные из бетона и железобетона с шириной от 8 до 10 метров, длиной от 6 до 30 метров, грузоподъемностью от 30 до 60 тонн.

- на расстоянии 1,7, 1,9, 2,3, 2,4, 3,26, 3,45, 4,10, 5,81 и 13,8 на 1-м километре находится регулируемый светофором перекресток.

А	улица Норинов г. Бохтар
2	Остановка “Бозори Ҳочи Шариф”
3	Остановка “Озодии меҳнат”
4	Остановка “Сабзавот”
5	Остановка поворот “Фурудгоҳ”
6	Остановка “СВС”
7	Остановка “МТМУ № 35”
8	Остановка поворота “ч/д Гулистон”
9	Остановка ЗАО “НУРИҶОИ ОСИЁ”
10	Остановка “ЗАВОДИ ХИШТ”
11	Остановка “КОЛЕДЖИ ТЕХНИКӢ”
12	Остановка “МТМУ № 1”
13	Остановка “КОХИ ФАРҲАНГ”
Б	Остановка ресторан г. Леваконт

Схема движения общественного транспорта

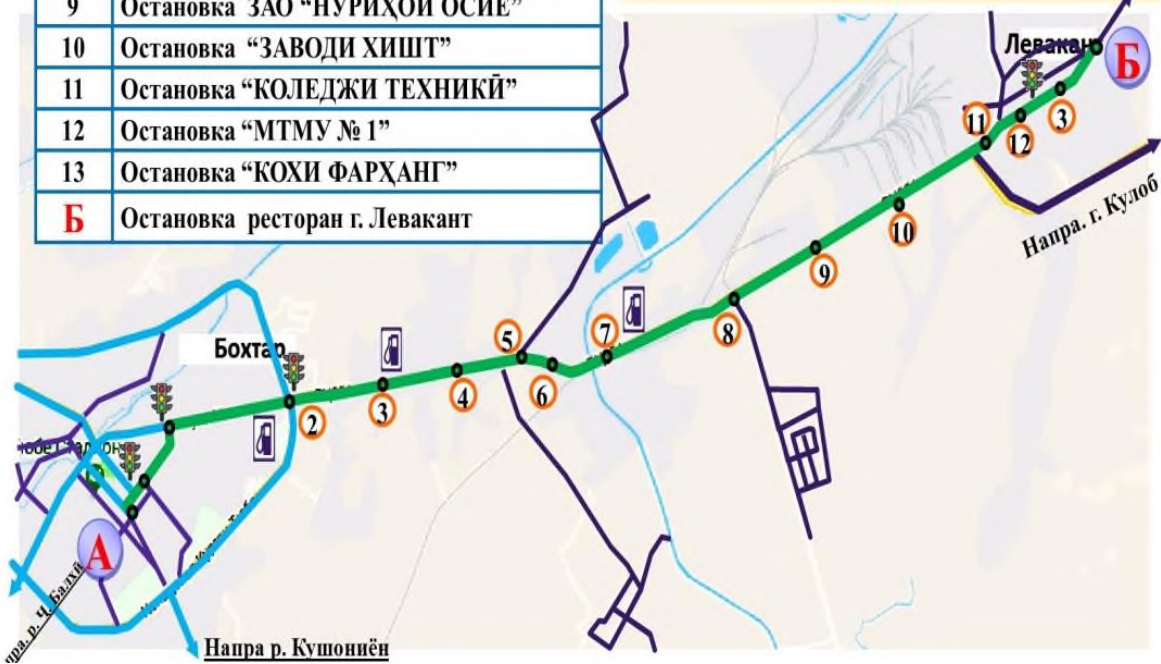


Рисунок 2 - Схема движения общественного транспорта по маршруту пассажирского терминала ООО "Нурафкан" г. Бохтар (точка А) до остановки ресторан г. Леваконт (точка В)

Таблица расстояний между пунктами остановки, определение тарифа проезда и багажа в пунктах между остановками, на основе приказа Минтранса РТ под № 19 от 16.01.18 г., преysкурант № 13-02-12-92/33 и устава Минтранс РТ, который утвержден Правительством Республики Таджикистан.

Таблица 1 - Расстояние между пунктами остановки, определение тарифа проезда и багажа в пунктах между остановками.

Для автобусов с бензиновым двигателем, для одного пассажира

	км.	тари	улица Норинов г. Бохтар													
	0	ф														
1	2,90	0,29	0,84	Остановка "Бозори Хочи Шариф"												
2	3,80	0,29	1,10	0,26	Остановка "Озодии мехнат"											
3	5,00	0,29	1,45	0,61	0,35	Остановка "Сабзавот"										
4	5,90	0,29	1,71	0,87	0,61	0,26	Остановка поворота "Фврудгох"									
5	6,60	0,29	1,91	1,07	0,81	0,46	0,20	Остановка "СВС"								
6	7,10	0,29	2,06	1,22	0,96	0,61	0,35	0,15	Остановка "МТМУ № 35"							
7	9,00	0,29	2,61	1,77	1,51	1,16	0,90	0,70	0,55	Остановка поворота "ч/д Гулистон"						
8	9,80	0,29	2,84	2,00	1,74	1,39	1,13	0,93	0,78	0,23	Остановка ЗАО "НУРИХОИ ОСИЁ"					
9	11,20	0,29	3,25	2,41	2,15	1,80	1,54	1,33	1,19	0,64	0,41	Остановка "ЗАВОДИ ХИШТ"				
10	12,80	0,29	3,71	2,87	2,61	2,26	2,00	1,80	1,65	1,10	0,87	0,46	Остановка "КОЛЕЧИ ТЕХНИКӢ"			
11	13,60	0,29	3,94	3,10	2,84	2,49	2,23	2,03	1,89	1,33	1,10	0,70	0,23	Остановка "МТМУ № 1"		
12	14,10	0,29	4,09	3,25	2,99	2,64	2,38	2,18	2,03	1,48	1,25	0,84	0,38	0,15	Остановка "КОХИ ФАРХАНГ"	
13	14,80	0,29	4,29	3,45	3,19	2,84	2,58	2,38	2,23	1,68	1,45	1,04	0,58	0,35	0,20	Остановка ресторана г. Левакант

Для автобусов с дизельным двигателем, для одного пассажира

	км.	тари	улица Норинов г. Бохтар													
	0	ф														
1	2,90	0,28	0,81	Остановка "Бозори Хочи Шариф"												
2	3,80	0,28	1,06	0,25	Остановка "Озодии мехнат"											
3	5,00	0,28	1,40	0,59	0,34	Остановка "Сабзавот"										
4	5,90	0,28	1,65	0,84	0,59	0,25	Остановка поворота "Фврудгох"									
5	6,60	0,28	1,85	1,04	0,78	0,45	0,20	Остановка "СВС"								
6	7,10	0,28	1,99	1,18	0,92	0,59	0,34	0,14	Остановка "МТМУ № 35"							
7	9,00	0,28	2,52	1,71	1,46	1,12	0,87	0,67	0,53	Остановка поворота "ч/д Гулистон"						
8	9,80	0,28	2,74	1,93	1,68	1,34	1,09	0,90	0,76	0,22	Остановка ЗАО "НУРИХОИ ОСИЁ"					
9	11,20	0,28	3,14	2,32	2,07	1,74	1,48	1,29	1,15	0,62	0,39	Остановка "ЗАВОДИ ХИШТ"				
10	12,80	0,28	3,58	2,77	2,52	2,18	1,93	1,74	1,60	1,06	0,84	0,45	Остановка "КОЛЕЧИ ТЕХНИКӢ"			
11	13,60	0,28	3,81	3,00	2,74	2,41	2,16	1,96	1,82	1,29	1,06	0,67	0,22	Остановка "МТМУ № 1"		
12	14,10	0,28	3,95	3,14	2,88	2,55	2,30	2,10	1,96	1,43	1,20	0,81	0,36	0,14	Остановка "КОХИ ФАРХАНГ"	
13	14,80	0,28	4,14	3,33	3,08	2,74	2,49	2,30	2,16	1,62	1,40	1,01	0,56	0,34	0,20	Остановка ресторана г. Левакант

Для микроавтобусов с бензиновым двигателем, для одного пассажира

	км.	тари	улица Норинов г. Бохтар													
	0	ф														
1	2,90	0,32	0,93	Остановка "Бозори Хочи Шариф"												
2	3,80	0,32	1,22	0,29	Остановка "Озодии мехнат"											
3	5,00	0,32	1,60	0,67	0,38	Остановка "Сабзавот"										
4	5,90	0,32	1,89	0,96	0,67	0,29	Остановка поворота "Фврудгох"									
5	6,60	0,32	2,11	1,18	0,90	0,51	0,22	Остановка "СВС"								
6	7,10	0,32	2,27	1,34	1,06	0,67	0,38	0,16	Остановка "МТМУ № 35"							
7	9,00	0,32	2,88	1,95	1,66	1,28	0,99	0,77	0,61	Остановка поворота "ч/д Гулистон"						
8	9,80	0,32	3,14	2,21	1,92	1,54	1,25	1,02	0,86	0,26	Остановка ЗАО "НУРИХОИ ОСИЁ"					
9	11,20	0,32	3,58	2,66	2,37	1,98	1,70	1,47	1,31	0,70	0,45	Остановка "ЗАВОДИ ХИШТ"				
10	12,80	0,32	4,10	3,17	2,88	2,50	2,21	1,98	1,82	1,22	0,96	0,51	Остановка "КОЛЕЧИ ТЕХНИКӢ"			
11	13,60	0,32	4,35	3,42	3,14	2,75	2,46	2,24	2,08	1,47	1,22	0,77	0,26	Остановка "МТМУ № 1"		
12	14,10	0,32	4,51	3,58	3,30	2,91	2,62	2,40	2,24	1,63	1,38	0,93	0,42	0,16	Остановка "КОХИ ФАРХАНГ"	
13	14,80	0,32	4,74	3,81	3,52	3,14	2,85	2,62	2,46	1,86	1,60	1,15	0,64	0,38	0,22	Остановка ресторана г. Левакант

Продолжение таблицы 1 - Расстояния между пунктами остановки, определение тарифа проезда и багажа в пунктах между остановками.

Для микроавтобусов с дизельным двигателем, для одного пассажира

	км.	тари														
	0	Ф	улица Норинов г. Бохтар													
1	2,90	0,25	0,73	Остановка "Бозори Хочи Шариф"												
2	3,80	0,25	0,95	0,23	Остановка "Озодии мехнат"											
3	5,00	0,25	1,25	0,53	0,30	Остановка "Сабзавот"										
4	5,90	0,25	1,48	0,75	0,53	0,23	Остановка поворота "Фуруд									
5	6,60	0,25	1,65	0,93	0,70	0,40	0,18	Остановка "СВС"								
6	7,10	0,25	1,78	1,05	0,83	0,53	0,30	0,13	Остановка "МТМУ № 35"							
7	9,00	0,25	2,25	1,53	1,30	1,00	0,78	0,60	0,48	Остановка поворота "ч/д Гулистон"						
8	9,80	0,25	2,45	1,73	1,50	1,20	0,98	0,80	0,68	0,20	Остановка ЗАО "НУРИХОИ ОСИЁ"					
9	11,20	0,25	2,80	2,08	1,85	1,55	1,33	1,15	1,03	0,55	0,35	Остановка "ЗАВОДИ ХИШТ"				
10	12,80	0,25	3,20	2,48	2,25	1,95	1,73	1,55	1,43	0,95	0,75	0,40	Остановка "КОЛЕЧИ ТЕХНИКӢ"			
11	13,60	0,25	3,40	2,68	2,45	2,15	1,93	1,75	1,63	1,15	0,95	0,60	0,20	Остановка "МТМУ № 1"		
12	14,10	0,25	3,53	2,80	2,58	2,28	2,05	1,88	1,75	1,28	1,08	0,73	0,33	0,13	Остановка "КОХИ ФАРХАНГ"	
13	14,80	0,25	3,70	2,98	2,75	2,45	2,23	2,05	1,93	1,45	1,25	0,90	0,50	0,30	0,18	Остановка ресторана г. Левакант

Для легковых автомобилей с бензиновым двигателем, для одного пассажира

	км.	тари														
	0	Ф	улица Норинов г. Бохтар													
1	2,90	2,26	1,64	Остановка "Бозори Хочи Шариф"												
2	3,80	2,26	2,15	0,51	Остановка "Озодии мехнат"											
3	5,00	2,26	2,83	4,75	0,68	Остановка "Сабзавот"										
4	5,90	2,26	3,33	1,70	1,19	0,51	Остановка поворота "Фуруд									
5	6,60	2,26	3,73	2,09	1,58	0,90	0,40	Остановка "СВС"								
6	7,10	2,26	4,01	2,37	1,86	1,19	0,68	0,28	Остановка "МТМУ № 35"							
7	9,00	2,26	5,09	3,45	2,94	2,26	1,75	1,36	1,07	Остановка поворота "ч/д Гулистон"						
8	9,80	2,26	5,54	3,90	3,39	2,71	2,20	1,81	1,53	0,45	Остановка ЗАО "НУРИХОИ ОСИЁ"					
9	11,20	2,26	6,33	4,69	4,18	3,50	2,99	2,60	2,32	1,24	0,79	Остановка "ЗАВОДИ ХИШТ"				
10	12,80	2,26	7,23	5,59	5,09	4,41	3,90	3,50	3,22	2,15	1,70	0,90	Остановка "КОЛЕЧИ ТЕХНИКӢ"			
11	13,60	2,26	7,68	6,05	5,54	4,86	4,35	3,96	3,67	2,60	2,15	1,36	0,45	Остановка "МТМУ № 1"		
12	14,10	2,26	7,97	6,33	5,82	5,14	4,63	4,24	3,96	2,88	2,43	1,64	0,73	0,28	Остановка "КОХИ ФАРХАНГ"	
13	14,80	2,26	8,36	6,72	6,22	5,54	5,03	4,63	4,35	3,28	2,83	2,03	1,13	0,68	0,40	Остановка ресторана г. Левакант

Для легковых автомобилей с газовым двигателем, для одного пассажира

	км.	тари														
	0	Ф	улица Норинов г. Бохтар													
1	2,90	1,55	1,12	Остановка "Бозори Хочи Шариф"												
2	3,80	1,55	1,47	0,35	Остановка "Озодии мехнат"											
3	5,00	1,55	1,94	3,26	0,47	Остановка "Сабзавот"										
4	5,90	1,55	2,29	1,16	0,81	0,35	Остановка поворота "Фуруд									
5	6,60	1,55	2,56	1,43	1,09	0,62	0,27	Остановка "СВС"								
6	7,10	1,55	2,75	1,63	1,28	0,81	0,47	0,19	Остановка "МТМУ № 35"							
7	9,00	1,55	3,49	2,36	2,02	1,55	1,20	0,93	0,74	Остановка поворота "ч/д Гулистон"						
8	9,80	1,55	3,80	2,67	2,33	1,86	1,51	1,24	1,05	0,31	Остановка ЗАО "НУРИХОИ ОСИЁ"					
9	11,20	1,55	4,34	3,22	2,87	2,40	2,05	1,78	1,59	0,85	0,54	Остановка "ЗАВОДИ ХИШТ"				
10	12,80	1,55	4,96	3,84	3,49	3,02	2,67	2,40	2,21	1,47	1,16	0,62	Остановка "КОЛЕЧИ ТЕХНИКӢ"			
11	13,60	1,55	5,27	4,15	3,80	3,33	2,98	2,71	2,52	1,78	1,47	0,93	0,31	Остановка "МТМУ № 1"		
12	14,10	1,55	5,46	4,34	3,99	3,53	3,18	2,91	2,71	1,98	1,67	1,12	0,50	0,19	Остановка "КОХИ ФАРХАНГ"	
13	14,80	1,55	5,74	4,61	4,26	3,80	3,45	3,18	2,98	2,25	1,94	1,40	0,78	0,47	0,27	Остановка ресторана г. Левакант

Расписание движения общественного транспорта по маршруту от остановки улица Норинова г. Бохтар (точка А) до остановки ресторана г. Левакант (точка Б), интервал движения в течение дня, в течение недели, субботы и воскресенья.

Таблица 2 - Расписание движения общественного транспорта по маршруту от остановки улица Норинова г. Бохтар (точка А) до остановки ресторана г. Леваконт (точка Б)

Расписание движения		Очередь 1-го водителя				Очередь 2-го водителя		
		1	2	3		4	5	6
1	Выезд из пункта А	06-00	08-20	10,40	Перерыв 1 час	12,50	15,10	17,30
	Прибытие в пункт Б	07-00	09-20	11,40		13,50	16,10	18,30
	Выезд из пункта Б	07-10	09,30	11,50		14,00	16,20	18,40
	Прибытие в пункт А	08-10	10,30	12,50		15,00	17,20	19,40
2	Выезд из пункта А	06,20	08,40	11,00		13,10	15,30	17,50
	Прибытие в пункт Б	07,20	09,40	12,00		14,10	16,30	18,50
	Выезд из пункта Б	07,30	09,50	12,10		14,20	16,40	19,00
	Прибытие в пункт А	08,30	10,50	13,00		15,20	17,40	20,00
3	Выезд из пункта А	06,40	09,00	11,20		13,40	16,00	18,20
	Прибытие в пункт Б	07,40	10,00	12,20		14,40	17,00	19,20
	Выезд из пункта Б	07,50	10,10	12,30		14,50	17,10	19,30
	Прибытие в пункт А	08,50	11,10	13,30		15,50	18,10	20,30
4	Выезд из пункта А	07,00	09,20			12,40	15,00	17,20
	Прибытие в пункт Б	08,00	10,20			13,40	16,00	18,20
	Выезд из пункта Б	08,10	11,30			13,50	16,10	18,30
	Прибытие в пункт А	09,10	12,30			14,50	17,10	19,30

Выводы

Разработана схема движения общественного транспорта по маршруту улицы Норинова города Бохтар (точка А) до остановки ресторана г. Леваконт (точка В).

Выявлено расстояние между пунктами остановки, определен тариф проезда и багажа в пунктах между остановками.

Разработано расписание движения общественного транспорта по маршруту улицы Норинова города Бохтар (точка А) до остановки ресторана г. Леваконт (точка В).

Литература

- Петров В.К., Сосянц В. Г., Городской транспорт. Уч. пособие, М. — Л., 1949.
- Страментов А. Е., Фишельсон М. С., Городское движение, 2 изд., М., 1965.
- Городской транспорт № 4 (Организация движения), в сборнике: Научные труды Академии коммунального хозяйства им. К.Д.Памфилова, в. 45, М., 1967.
- Проблемы перевозок, «Труды Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике», 1968, т. 56, в. 4.
- Галонен Ю. М., Науменко В. С., Современное состояние и тенденции развития общественного транспорта в крупных городах. Обзоры по городскому хозяйству, М., 1970.
- Фохаков А.С., Ашууров К.Р. Влияние факторов и выбор критериев автомобилей, работающих в условиях горных регионов Республики Таджикистан. // Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/7, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 121-127.
- Фохаков А.С., Ашууров К.Р., Ашууров А.М. Влияние потенциала транспортной инфраструктуры на развитие горных регионов Республики Таджикистан. // Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/7, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 142-149.
- Фохаков А.С., Ашууров К.Р., Абдуллоев Х.К. Проблема выбора населения горного региона способ передвижений. // Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/8, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 93-97.
- Фохаков А.С., Каримов А.А. Особенности и проблемы повышения эффективности транспортно-технологической системы обслуживания горных регионов Таджикистана. // Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими, №1 (41)– 2018г. стр.198-208.

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

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Фохаков Абдурауф Сайдалиевич	Фохаков Абдурауф Сайдалиевич	Fokhakov Abdurauf Saydalievich
Дараҷа ва унвони илмӣ, Академическая степень и должность,	д.и.т., дотсент, аъзо-кор. Академияи муҳандисии Ҷумҳурии Тоҷикистон, сардори Раёсати	д.т.н., доцент, член-кор. Инженерной академии Республики Таджикистан, начальник	Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Corresponding Member Engineering Academy of the

	таълими ДТТ ба номи акад. М.С. Осими	Учебного управления ТТУ им. акад. М.С. Осими	Republic of Tajikistan, Head of the Educational Department of the TTU named after acad. M.S. Osimi
Ташкилот, Организация, Organization	Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осими	Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими	Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi
e-mail	fohakov68@mail.ru		
ORCID	0000-0002-8451-6463		
	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Дилшодҷони Сайкабири Ҷалолзода	Дилшодҷони Сайкабири Джалолзода	Dilshojoni Saikabiri Jalolzoda
Дараҷа ва унвони илмӣ, Академическая степень и должность,	Муаллими калони кафедраи “Нақлиёти автомобилӣ”-и Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав	преподаватель кафедры «Автомобильный транспорт» Бохтарского государственного университета им. Носири Хусрава	Senior Lecturer of the Department of Automobile Transport, Bokhtar State University named after Nosiri Khusrawa
Ташкилот, Организация, Organization		Бохтарского государственного университета им. Носири Хусрава	Bokhtar State University named after Nosiri Khusrawa
e-mail	jalolzoda@mail.ru		
ORCID	0000-0001-5414-1851		

УДК 656.01

ТАЪСИРИ ХУСУСИЯТҲОИ ТАБИЙ-ИҚЛИМИИ МИНТАҚАИ КЌҲӢ БА КОРИ ИДОРАКУНИИ РОНАНДАҲОИ МОШИНҲОИ СОХТМОНИЮ РОҲСОЗӢ

Бобобеков О.Қ.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

Дар ин мақола таъсири хусусиятҳои табиӣ ва иқлимӣ релефи кӯхистон ба кори ронандагони воситаҳои нақлиёти технологияи заминӣ-нақлиёти автомобилӣ баррасӣ шудааст. Омилҳои асосии ташаккулёбандаи вазъи роҳ ва таъсири табиӣ ва иқлимӣ ба ронандагони мошинҳои технологияи нақлиёти заминӣ дар шароити кӯхистони Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳлил карда мешаванд. Робитаҳои мустақим ва бозгашти системаи "одам-мошин" нишон дода шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: кор, шароити кори ронандагон, мошинҳои сохтмонию роҳсозӣ, омилҳои иқлимӣ.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ НА РАБОТУ МАШИНИСТОВ НАЗЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Бобобеков О.К.

В этой статье рассматривается воздействие природно-климатических особенностей горной местности на работу машинистов строительно-дорожных машин автотранспорта. Проанализированы основные факторы, формирующие дорожную обстановку и природно-климатическое воздействие на машинистов строительно-дорожных машин в горных условиях Республики Таджикистан. Показаны прямые и обратные связи в системе «человек–машина».

Ключевые слова: эксплуатация, условия работы машинистов, строительно-дорожные машины, климатические факторы.

IMPACT OF NATURAL AND CLIMATIC FEATURES OF MOUNTAINS ON THE WORK OF LAND-TRANSPORT TECHNOLOGICAL MACHINES

Bobobekov O. K.

This article examines the impact of natural and climatic features of mountainous terrain on the work of drivers of ground-transport technological vehicles of motor transport. The main factors that form the road situation and the natural and climatic impact on the drivers of ground transport technological machines in the mountainous conditions of the Republic of Tajikistan are analyzed. Shown are direct and feedback links in the "man-machine" system.

Key words: operation, working conditions of drivers, ground transport technological machines, climatic factors.

МУҚАДДИМА

Омилҳои асосии муайянкунандаи табиӣ-иқлимӣ муҳити зист ҳарорати ҳаво ва сатҳи боришот мебошанд. Дар байни муҳимтарин омилҳои иловагии тавсифкунандаи иқлим метавон баландии минтақаро аз сатҳи баҳр ҷудо кард.

Дар натиҷаи паст шудани ҳарорати ҳаво бо баланд шудани баландии релеф аз сатҳи баҳр, инчунин аз ҳисоби боришот асосан дар баландиҳои на он қадар зиёд, дар Ҷумҳурии Тоҷикистон гузариш аз иқлими тропикӣ ба иқлими кутбӣ метавонан роҳи баромадан ба нишебии кӯҳҳои баланд ва аз ҷануб ба шимол ҳаракат карданро мушоҳида намуд.

Нақшаи омилҳои асосии муҳити беруна, ки ба кори ронандагони мошинҳои сохтмонию роҳсозӣ ҳангоми истифодабарии онҳо дар шароити маҳали кӯҳӣ таъсир доранд, дар расми 1 нишон дода шудааст.

Ҷумҳурии Тоҷикистон (ҶТ) дар байни 36°38'–41° арзҳои шимол ва 67°31'–75°14' тули шарқӣ ҷойгир аст. Минтақаи баррасишаванда дар як арз бо Юнон, ҷануби Италия ва ҷазираҳои Хондо (Ҷопон) ҷойгир аст, аммо тобистонҳо дар ин ҷо хеле гарм ва зимистонҳо хеле хунуканд.

ГУЗОШТАНИ ҲАДАҲО

Идоракунии самаранокии парки мошинҳои сохтмонию роҳсозӣ бо ду роҳ амалӣ карда мешавад:

1. Аз таъсир расонидан ба параметрҳо ва равандҳои истифодабарӣ бо мақсади коҳиш додани суръати ҳурдашавӣ иборат аст.
2. Барқарор намудани ҳолати техникии мошинҳо бо роҳи баргузории хизматрасонии техникӣ ва таъмир.

МУҲОКИМАИ НАТИҶАҲО

Континенталӣ будани иқлими Ҷумҳурии Тоҷикистон дар фарқияти шадиди ҳарорати байни фаслҳои тобистон ва зимистон, шабу рӯз, дар ҳавои хушк, абрии пасти тобистон, фаровонии нури офтоб ва миқдори ками боришот зоҳир мешавад.

Тағйирёбии ҳарорат дар давоми рӯз аз рӯйи моҳҳо фарқ мекунад: бузургтарин амплитудаи онҳо дар тобистон ва хурдтарин дар зимистон мушоҳида мешавад (расми 2, а) [1]. Сардтарин моҳи сол моҳи январ аст ва ҳарорати нисбатан баландтари ҳавои берун дар моҳи июл мушоҳида мешавад. Боришот асосан дар фасли зимистон ва баҳор ба амал меояд (расми 2, б).

Дар ҳар як 100 метри баландтар аз сатҳи баҳр ҳарорати ҳаво ба ҳисоби миёна ба на 0,5 °С кам мешавад.

Баромадан ба кӯҳҳо ба баландии 1000 метр вобаста ба тағйирёбии ҳарорат ба ҳаракати 1000 км ба шимол баробар аст. Намнокии ҳаво дар баландии 2000 м нисбат ба ҳамворӣ ду маротиба ва дар баландии 4000 м чор маротиба камтар аст.

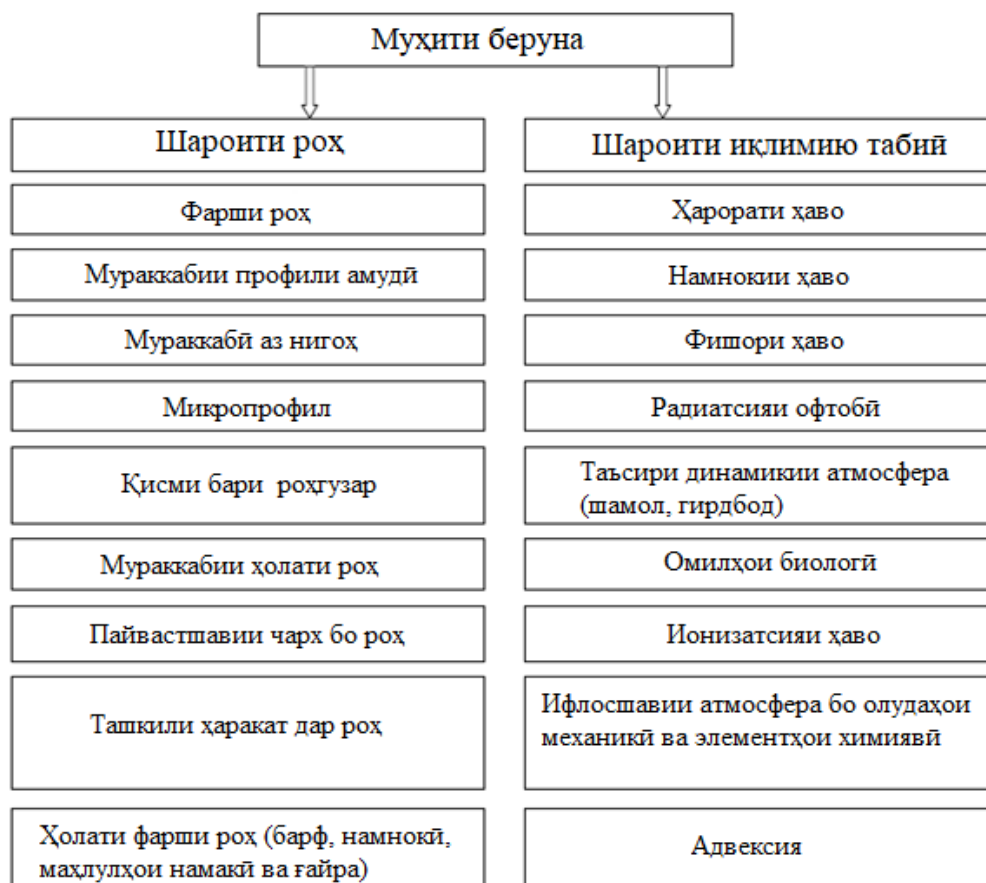
Турсунов А.А. дар монографияи худ [1] қайд мекунад, ки ба минтақаҳои баландкӯҳ иқлими континенталӣ хос аст: дар ин ҷо зимистони сарду тӯлониро тобистони кӯтоҳу салқин иваз мекунад. Ҳамин тариқ, ҳарорати миёнаи моҳи июл дар нақби Истиқлол +9,7 °С ва дар пирах +3,6 °С (дар моҳи январ мутаносибан -12,1 ва -17,1 °С) аст. Миқдори боришот ба таври васеъ фарқ мекунад: дар нақби Истиқлол - 379 мм/сол, дар пирах - 1186 мм/сол [2].

Баландии назарраси офтоб, давомнокии дурахши офтоб ва абрнокӣ миёнаи солна ба омадани миқдори зиёди гармии офтобӣ дар шакли радиатсияи мустақими пароканда мусоидат мекунад. Давомнокии умумии дурахши офтоб (расми 3) дар як сол дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон ба ҳисоби миёна 2500–3000 соатро ташкил медиҳад [2]. Қобили қайд аст, ки таносуби воқеии дурахши офтоб нисбат ба нишондоди имконпазир хеле баланд аст: дар фасли зимистон ин нишондод - 40-45%; ва дар фасли баҳор ва тирамоҳ - 50-65%; дар тобистон - то 90%-ро ташкил медиҳад.

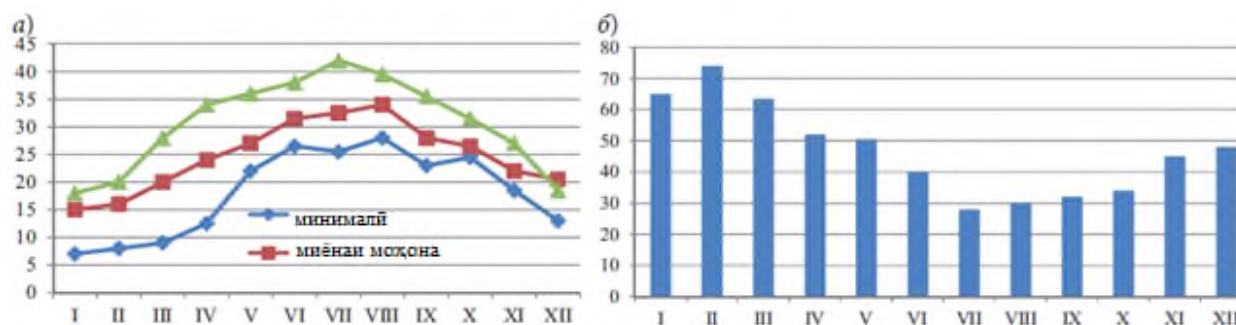
Ҷадвали 1 - Шумораи рӯзҳои беофтоб дар як сол (Душанбе)

Моҳҳо	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Рӯзҳои бидуни офтоб	8	6	8	2	2	0	0	0	0	2	5	6

Маълумоти Агенсии обуҳавошиносии Ҷумҳурии Тоҷикистон (пойтахти Ҷумҳурии Тоҷикистон), ки дар ҷадвали 1 ва дар расми 4 оварда шудааст, метавонад гувоҳи ин гуфтаҳо бошад [6].



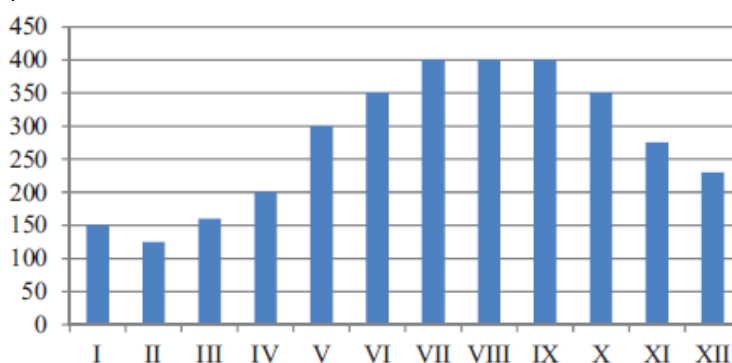
Расми 1 - Омилҳои муҳити берунаи ташкилдихандаи ҳаракати нақлиёт ва таъсири табиӣю иқлимӣ ба ронандагони мошинҳои соҳтмонию роҳсозӣ дар маҳалҳои кӯҳӣ



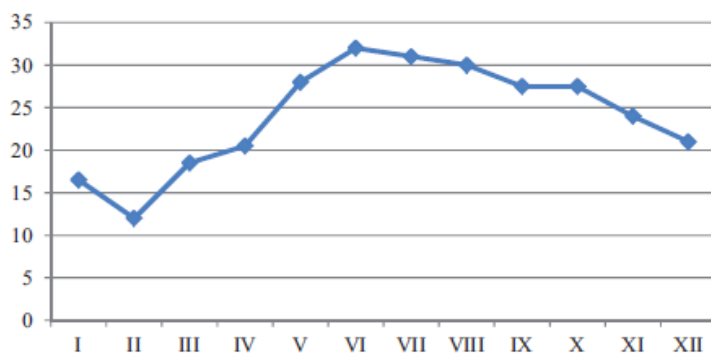
Расми 2 - Тағйирёбии параметрҳои иқлимии солонаи Ҷумҳурии Тоҷикистон (аз рӯйи моҳ): а — ҳарорати ҳаво, °С; б – миқдор боршиот, мм

Аз сабаби хушк шудани замин радиатсияи офтоб барои гарм кардани сатҳи он сарф мешавад ва дар навбати худ аз ҳисоби он ҳаво низ гарм мешавад.

Дар натиҷаи таъсири якҷояи ин омилҳо қариб дар тамоми ҳудуди ҷумҳури ҳарорати хеле баланди тобистон мушоҳида карда мешавад.



Расми 3 - Давомнокии дурахшии офтоб дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон (аз рӯйи моҳҳо) бо соат



Расми 4 - Шумораи рӯзҳои офтобӣ дар як сол бо моҳҳо (Душанбе)

Гуногунии рельеф тавсифоти речаи шамолро дар Ҷумҳурии Тоҷикистон муайян мекунад. Суръати миёнаи солонаи шамол дар минтақаҳои кӯҳӣ ба 5—6 м/с баробар аст; дар даштҳои кушод ва водиҳои васеъ -3—4 м/с (Хучанд) ва дар доманакӯҳҳо - то 3 м/с. Дар ҳавзаҳои пӯшида (Душанбе) ва минтақаҳои пасткӯҳ суръати шамол аз 1—2 м/с зиёд нест. Самти шамол дар Ҷумҳурии Тоҷикистон аз рӯйи гардиши ҳавои кӯҳӣ ва водӣ муайян карда мешавад: шабона аз кӯҳҳо шамоли хунук ва рӯзона бошад, шамоли гарм ба самти муқобил мезавад [3].

Дар водиҳои Ҳисору Вахш, инчунин дар поёноби Кофарниҳон тағйирёбии нисбатан зиёди солонаи ҳарорат мушоҳида карда мешавад.

Дар ташаккули иқлими ҶТ нақши муҳимро минтақабандии амудӣ мебозад: рельефи ҷудокардашуда дар шароити табию иқлимии минтақаҳои ҳамсоя тафовути калон ба вуҷуд меорад.

Дар майдони нисбатан хурде, ки ҷумҳури онро ишғол кардааст, якчанд навъҳои иқлим мавҷуданд, ки ҳам барои мамлакатҳои гарм ва ҳам барои минтақаҳои шимоли ИДМ хос мебошанд (масалан, ҳарорати миёнаи солона дар ҳудуди қули Қароқул - 4,7 °С) [2,4].

Дар маҷмуи омилҳои табиӣ ва иқлимӣ минтақаҳои баландкӯҳ зиёд шудани радиатсияи умумӣ офтоб ва ионизатсияи баланди ҳаво (назар ба ҳамвори ду баробар баланд) низ аҳамияти калон дорад.

Бояд гуфт, ки бо зиёд шудани баландӣ аз сатҳи баҳр таъсири ионизатсияи радиатсияи воридшаванда низ меафзояд.

Ҳамин тариқ, хусусияти иқлими Ҷумҳурии Тоҷикистон омӯзиши муфассали таъсири омилҳои иқлимиро ба эътимоднокии системаи «ронанда-автомобил-роҳ-муҳит» (ВАДС) тақозо мекунад.

Аз рӯи натиҷаҳои пурсиши ронандагони касбӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон омилҳои зерини муҳити дохилӣ баҳои манфӣ гирифтанд [6, 7]:

- речаи ҳарорат дар кабинаи мошин (дар тобистон гарм, дар зимистон хунук) — 49% пурсидашудагон;
- мавҷудияти моддаҳои захролуд (ифлосшавии ҳаво аз ҳисоби газҳои ихроҷшуда) - 60%;
- ларзиши кабина — 45 %;
- садои баланд — 56 %.

Эътимоднокии унсурҳои муҳити дохилӣ бо коршоямии воситаҳои таъминоти иттилоотӣ (панели асбобҳо ва дигар манбаҳои иттилоот) ва нишондиҳандаҳои санитарии гигиенӣ муайян карда мешавад.

Шароити санитарии гигиенӣ кори ронандагони мошинҳои роҳсозӣ бо омилҳои зерин тавсиф карда мешавад: иқлими дохили кабина, садои баланд ва инфрасадо, ларзиш, равшанӣ, мавҷуд будани моддаҳои захрнок.

Дар шароити кӯҳсори Ҷумҳурии Тоҷикистон ронандагон ба чунин омилҳои номатлуб, монанди ҳарорати ҳавои беруна (дар тобистон баланд ва дар зимистон паст), радиатсияи пуршиддати офтоб, ларзиш, садои баланд, ифлосшавии назаррас аз ҳисоби чанг ва намнокии пасти ҳаво дучор мешаванд [3].

Натиҷаи тадқиқот нишон дод, ки ҳолати санитарии гигиенӣ дохили кабинаҳои ронандагони автомобилҳо ва ронандагони мошинҳои сохтмонӣ роҳсозӣ аз меъёри муқарраршуда хеле паст аст (Ҷадвали 2).

Дар фасли гармо ҳарорати ҳавои кабина, ки бо конвексия ва гармии радиатсионӣ аз сатҳи механизмҳои, ки бо шуоъҳои офтоб гарм карда мешаванд, аз 46—50 °С зиёд мешавад. Девори пеши кабинаи машинист (ронанда) аз ҳисоби ба воситаи муҳаррик то 60—70°С ва фарш бошад, то 50—60°С гарм мешавад. Манбаи иловагии радиатсияи гармӣ сатҳи хокест, ки тақрибан то 70 °С гарм мешавад [4].

Ҷадвали 2 - Шароитҳои ҳароратӣ дар кабинаҳои мошинаҳо ҳангоми истифодабарӣ дар минтақаҳои Осиёи Миёна

Минтақаи истифодабарӣ	Навъи мошин	Ҳарорат, °С	
		Ҳаво дар кабина	Девори кабина
Канали Қароқум	Экскаваторҳо, Мошинҳои борбардор, булдозерҳо	48-55	60-85
НБО-и Норак	Худборфарорҳо	51-52	65-75
Кони Анзоб	Худборфарорҳо	45-48	70-75

Дар шароити кӯҳистони Ҷумҳурии Тоҷикистон ронандагон маҷбур мешаванд, ки речаи кори муҳаррикро иваз кунанд, ки ин ба зиёд шудани партови моддаҳои зараровар ва ба ифлосшавии ҳавои кабина мусоидат мекунад.

Бо зиёд шудани баландии минтақа аз сатҳи баҳр фишори парсиалии оксиген ба таври назаррас паст шуда, норасоии он ба амал меояд. Дар натиҷа хастагӣ ва асабонии ронандагони мошинаҳои сохтмонӣ роҳсозӣ зиёд шуда, суръати аксуламали онҳо ба самаранокӣ суст мешавад.

Бояд гуфт, ки хусусияти шароити кӯҳсор ва иқлими гарми Ҷумҳурии Тоҷикистон маҳз ба таъсири комплекси наминокии паст, ҳарорати баланд ва чанги баланди ҳаво, ки ба организми ронанда бештар зарар мерасонад, тавсиф мешавад [2].

Дар баробари зиёд шудани баландии релеф дар Ҷумҳурии Тоҷикистон қувваи шамол, шиддати радиатсияи офтоб ва ионизатсияи атмосфера зиёд шуда, ҳарорат ва наминокии ҳаво паст мешавад.

Минтақаҳои кӯҳӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон вобаста ба таъсири муҳити атроф ба инсон ба чанд гурӯҳ ҷудо мешаванд: роҳатнокию истироҳатӣ (1000–2000 метр); минтақаҳои ҷуброншаванда (2500–4200 м) ва ҷуброннашаванда (зиёда аз 5000 м).

Дар марҳилаи фаъолият ду самти асосии баланд бардоштани самаранокӣ мошинҳои сохтмонӣ роҳсозӣ вучуд дорад:

- 1) беҳдошти истифодаи иқтидори техникии мошинҳои сохтмонию роҳсозӣ;
- 2) такмили техникии мошинҳо.

1. Беҳдошти истифодаи иқтидори техникии мошинҳои сохтмонию роҳсозӣ.

Самти мазкур фарогири амалҳои зерин мебошад:

- истифодаи оқилонаи сари вақт истифода бурдани мошинаҳо дар воҳиди вақт, яъне коҳиш додани вақти бекористӣ;
- беҳдошти истифодаи иқтидори мошинаҳо;

2. Такмили техникии мошинҳо.

Ба ин самт дохил мешавад:

- азнавқунии парки мошинҳои сохтмонию роҳсозӣ аз ҷониби ташкилоти истифодабаранда;
- иваз кардани мошинҳои муҳлати хизматиашон гузашта.

ХУЛОСА

1. Шароити иқлимии Ҷумҳурии Тоҷикистон бо тағйирёбии якбораи ҳарорати шабонарӯзӣ хос аст; дар водиҳо ҳарорати баланд ва дар кӯҳҳо паст; радиатсияи офтобии шадид.

2. Таъсири иқлимии беруна сарбории нақлиёти автомобилӣ ва техникаи роҳсозиро ташкил дода, ҳамчунин ҳолати муҳити қори дохилии онҳо ва ҳосиятҳои физикию химиявии масолеҳи конструкторияро муайян мекунад.

3. Натиҷаҳои таъсири манфии хусусиятҳои табию иқлимии минтақаи кӯҳистон ба эътимоднокии системаи "ронанда-автомобил-роҳ-муҳит":

- хеле паст шудани шароити санитарияи гигиении қори ронандагони мошинҳои роҳсозӣ, тағйироти физиологияи организм (зиёдшавии хастагӣ, асабоният, сустшавии ақсуламал ва ғайра);
- бад шудани ҳосиятҳои масолеҳи конструкторияи, махсусан маснуоти пластикӣ;
- шиддатнокии фарсудашавии автомобилҳо ва мошинҳои сохтмонию роҳсозӣ.

АДАБИЁТ

1. *Бобобеков О. К.* Факторы, влияющие на производительность дорожно-строительных и коммунальных машин // Вестник гражданских инженеров: научно-технический журн. –2015. – №6(53). С. 180-184.
10. *Бобобеков О. К.* Влияние природно-климатических особенностей горных регионов Таджикистана на работу водителей // Вестник гражданских инженеров: научно-технический журн. –2015. №5(52). С. 206-210.
11. *Евтюков, С.А., Бобобеков О. К., Хасанов Н. М.* Основные принципы управления дорожно-строительных и коммунальных машин (ДСиКМ). Вестник Таджикского национального университета. №1/1(192),2016.–167 с.
12. *Махмадалиева Б. У.* Национальный план действий РТ по смягчению последствий изменения климата / [и др.]. Душанбе, 2003. 264 с.
13. *Сафаров Х.* Методика организации и развитие машинно-технологических станций в Республике Таджикистан // Вестник ТГНУ. 2006. С. 197–201.
14. *Турсунов А. А.* Управление работоспособностью автомобилей в горных условиях эксплуатации. Монография. Душанбе, 2003. 356 с.
15. *Турсунов А. А., Абдуллоев М. А.* Влияние термодинамических параметров горной среды на выходные показатели автотракторных двигателей внутреннего сгорания. Душанбе, 2010. 122 с.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Бобобеков Орифҷон Қобилович	Бобобеков Орифджон Кобилович	Bobobekov Orifjon Kobilovich
н.и.т.	к.т.н.	Ph.d
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
orifjon-1986@mail.ru		

УПРОЩЕНИЕ СИСТЕМЫ ВАДС

Умирзоков А.М.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Статья посвящена обоснованию сложности системы водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС). Рассмотрены пути упрощения большой и сложной системы ВАДС и преобразования в менее сложную систему беспилотный автомобиль-дорога-среда (БАДС) с целью повышения эффективности ее функционирования в горных карьерных условиях при строительстве гидротехнических сооружений. Представлены результаты сравнительной оценки эффективности функционирования систем ВАДС и БАДС в горных карьерных условиях при строительстве Рогунской ГЭС и для равнинных условий эксплуатации, а также обоснованы пути и этапы снижения сложности системы ВАДС.

Ключевые слова: сложная система, система ВАДС, система БАДС, упрощение системы, беспилотный автомобиль, эффективность, горные условия, карьер.

СОДДАКУНИИ СИСТЕМАИ РАРМ

Умирзоқов А.М.

Мақола барои асоснок намудани мураккабии системаи ронанда-автомобил-роҳ-муҳит (РАРМ) равона шудааст. Роҳҳои соддакунии системаи бузург ва мураккаби ВАДС ва табдил додани он ба системаи мураккабиаш начандон зиёд дар шакли автомобили бепилот –роҳ-муҳит (АБРМ) бо мақсади баланд бардоштани самаранокии он дар шароити карьерҳои куҳӣ ҳангоми сохтмони иншоотҳои гидротехники баррасӣ шудааст. Натиҷаҳои баҳодиҳии муқоисавии самаранокии системаҳои ВАДС ва АБРМ барои шароитҳои карьерҳои куҳӣ ҳангоми сохтмони НОБ-и Роғун ва шароитҳои истифодабарӣ дар ҳамворихо пешниҳод шудааст, ва инчунин роҳҳои паст кардани мураккабии системаи РАРМ асоснок шудааст.

Вожаҳои калидӣ: системаи мураккаб, системаи РАРМ, системаи АБРМ, соддакунии система, автомобили бепилот, самаранокӣ, шароитҳои куҳсор, карьер.

SIMPLIFICATION OF THE DCRE SYSTEM

Umirzokov A.M.

The article is devoted to the substantiation of the complexity of the driver-car-road-environment (DCRE) system. The ways of simplifying a large and complex DCRE system and transforming it into a less complex system of unmanned vehicle-road-environment (UVRE) are considered in order to increase the efficiency of its functioning in mountain quarry conditions during the construction of hydraulic structures. The results of a comparative assessment of the effectiveness of the functioning of the DCRE and UVRE systems in mountainous quarry conditions during the construction of the Rogun HES and for flat operating conditions are presented, and the ways and stages of reducing the complexity of the DCRE system are substantiated.

Key words: complex system, DCRE system, UVRE system, system simplification, unmanned vehicle, efficiency, mountain conditions, quarry.

Введение

Системы делятся на простые, сложные и сверхсложные. Особое место среди всех видов систем занимают сложные. К ним относятся системы самой различной природы, начиная от космических и микроскопических объектов, завершая животными, людьми и обществом [1]. Система ВАДС относится к числу больших и сложных. По отношению к сложным системам в обществе приходится решать три группы проблем:

- анализ свойств и поведения системы в зависимости от ее структуры и значения параметров;
- выбор структуры и значений параметров исходя из свойств системы;
- конструирование сложных систем.

Система ВАДС – большая и сложная система, которая состоит из естественных, естественно-искусственных социально-биологических элементов, относящихся к разным типам, обладающим разнородными связями между собой. Сложность понимается как объективное, так и субъективное явление. Объективная сложность присуща системам независимо от познающего их субъекта, субъективная обусловлена характером восприятия системы субъектом, зависит от недостаточности знаний и интеллекта. Эти два типа сложности тесно взаимодействуют друг с другом, особенно тогда, когда та или иная система только включается в познавательный процесс. При этом базисной основой выступает объективная сложность системы [1].

Система ВАДС – система, одновременно, большая и сложная. Сложность системы ВАДС заключается в том, что она содержит неоднозначные отношения и закономерности взаимосвязи между ее элементами, система многокритериальная и процессы, протекающие в ней, имеют стохастический характер, сложно моделировать систему ВАДС. Систему ВАДС можно отнести к категории сложной из-за ее многомерности, многообразия природы элементов, связей, разнородности структуры, а также из-за того, что система функционирует в условиях существенной неопределенности воздействия среды. Ее сложность усугубляется случайным характером изменения ее показателей [2].

Сложность системы ВАДС обусловлена также тем, что она состоит из сложных подсистем:

- водитель – это само по себе сложная система, которая состоит из таких сложных элементов, как человеческий мозг, нервная система, система кровообращения и т.п.;

– автомобиль – тоже сложная система, в свою очередь, состоящая из ряда не менее сложных элементов, таких как двигатель внутреннего сгорания со сложной энергосистемой, электронная система и др.

– автомобильная дорога, объединяющая в себя такие сложные элементы, как дорожные коммуникационные системы, дорожная инфраструктура, транспортные или коммуникационные системы;

– среда, включающая с себя такие сложные элементы как климат, экосистема и живые организмы.

Следовательно, система ВАДС – это, однозначно, сложная система, состоящая из множества сложных компонентов, которые могут взаимодействовать друг с другом.

Это обстоятельство является лишним доказательством несомненной сложности системы ВАДС.

Сложные системы - это такие системы, поведение которых сложно моделировать из-за зависимостей, конкуренции, взаимоотношений или других типов взаимодействий между их частями или между данной системой и ее окружением.

Установление уровня сложности системы ВАДС имеет важное значение для оценки и управления эффективностью ее функционирования.

Материалы и методы исследования

Оценка эффективности сложной системы ВАДС обусловлена тем, что сложно моделировать ее функционирование, особенно в горных условиях. Это обстоятельство связано разнообразием зависимостей и взаимодействием между элементами системы и их непостоянством. Следовательно, поведение системы не может быть легко выведено из ее свойств. Любой подход к моделированию, который игнорирует такие трудности или характеризует их как шум, обязательно приведет к созданию моделей, которые не являются ни точными, ни полезными. До сих пор не разработана полностью общая теория сложных систем для решения проблем, связанная с оценкой и управлением эффективностью функционирования системы ВАДС, поэтому исследователи должны решать их в контексте конкретной предметной области. Исследователи сложных систем, в том числе системы ВАДС подходят к решению данных проблем, рассматривая главную задачу моделирования как захват, а не уменьшение сложности или упрощение соответствующих систем, представляющих интерес. В связи с вышеизложенными аргументами, вопросы оценки и управления эффективностью сложных систем путем их упрощения является актуальными и важными в решении подобных задач.

Эффективность системы ВАДС определяется из выражения

$$Э_{ВАДС} = Э_В \cdot Э_А \cdot Э_Д \cdot Э_С, \quad (1)$$

где $Э_В, Э_А, Э_Д, Э_С$ – соответственно, эффективность водителя, автомобиля, дороги и среды.

Значения названных элементов системы ВАДС, установленные для условий эксплуатации автомобилей – самосвалов в горных карьерах при строительстве Рогунской ГЭС, существенно отличаются от данных для равнинных условий эксплуатации (табл.1).

Таблица 1 – Сравнительные значения эффективности элементов системы ВАДС

Элемент системы ВАДС	Обозначение эффективности элемента системы ВАДС	Значение эффективности элемента системы ВАДС	
		для горных карьерных условий при строительстве Рогунской ГЭС	для равнинных условий
Водитель	$Э_В$	0,85 ... 0,90	0,90 ... 0,95
Автомобиль	$Э_А$	0,35 ... 0,37	0,38 ... 0,39
Дорога	$Э_Д$	0,87 ... 0,88	0,95 ... 0,97
Среда	$Э_С$	0,82 ... 0,85	0,94 ... 0,96
$Э_{ВАДС}$		0,21 ... 0,25	0,30 ... 0,35

Приведенные в таблице значения эффективности управления автомобилем $Э_В$ связаны со снижением уровня надежности автомобиля и повышением расхода топлива при бережливом и агрессивном стиле вождения. Уровни бережливости и агрессивности стиля вождения установлены в зависимости от стажа работы водителя [3].

Эффективность автомобиля установлена на основе концептуальной модели оценки эффективности системы ВАДС [4] и разработанных в ней математических моделей с учетом энергетических затрат на функционирование системы в горных условиях.

Доля участия автомобильной дороги в формировании эффективности системы ВАДС установлена на основе значения обобщенного динамического коэффициента дороги, определяемого из выражения

$$k_D = 1 - k_{di}, \quad (2)$$

где k_{di} – динамический коэффициент дороги, значение которого для горных карьерных дорог варьирует в пределах 0,12 ... 0,13 [5,6].

Эффективность среды установлена с учетом зависимости эффективной мощности двигателя от высоты над уровнем моря, обуславливающего производительность грузоперевозок, а также с учетом снижения надежности элементов системы в суровых горных условиях эксплуатации.

Снижение сложности системы ВАДС предполагается произвести путем исключения водителя из системы, преобразуя подсистему водитель–автомобиль в беспилотный автомобиль. При этом функционирование беспилотных автомобилей основывается на Байесовском методе синхронной локализации и создании карт (SLAM). Суть действия этих алгоритмов заключается в совмещении данных с карт и датчиков автомобиля. Эффективность функционирования беспилотных автомобилей, основанная на SLAM и методе нахождения и отслеживания передвигающихся объектов (DATMO), была создана компанией Google, и область их применения расширяется высокими темпами [7]. В результате исключения водителя из системы ВАДС последняя преобразуется в систему БАДС – беспилотный автомобиль, дорога, среда. Следует отметить, что преобразованная система БАДС по функциональному назначению остается адекватной более сложной системе ВАДС.

Результаты исследования и их обсуждения

Оценка функционирования преобразованной системы БАДС применением ряда вспомогательных систем контроля и измерения, которые опираются на наличие целого комплекса сенсоров, камер, систем спутниковой навигации и т.д. Как правило, устанавливаются следующие датчики: система стереозрения, дальномер оптического распознавания, гироскоп или гиросtabilизатор, система глобального позиционирования (например, Глонасс или GPS), а в некоторых случаях даже нейросети и машинное зрение. Таким образом, применение беспилотного автомобиля устраняет недостатки человеческого фактора и повышает надёжность транспортного средства [8,9], тем самым повышая эффективность функционирования системы.

Следующий этап снижения сложности системы ВАДС, точнее вновь полученной или преобразованной системы БАДС, предполагается путем упрощения остальных элементов: беспилотного автомобиля, автомобильной дороги и среды, т.е. снижением их влияния на формирование эффективности системы.

Упрощение традиционного автомобиля и преобразование ее менее сложной и менее большой предполагается путем замены ДВС на электродвигатель, вследствие чего достигается значительное увеличение эффективности функционирования системы (более чем в 3 раза).

Эффективность автомобильной дороги может быть достигнута путем своевременного и качественного проведения обслуживания дороги, обеспечения надлежащей ровности ее поверхности, а также выбором рационального маршрута передвижения.

Снижение влияния среды на эффективность функционирования системы достигается путем разработки и внедрения различных мероприятий:

Эффективность элементов упрощенной системы БАДС, сниженной сложности в результате перечисленных мероприятий представлена в табл. 2.

Таблица 2 – Сравнительные значения эффективности элементов системы ВАДС после преобразования в систему БАДС и снижения ее сложности

Элемент системы ВАДС	Обозначение эффективности элемента системы ВАДС	Значение эффективности элемента системы ВАДС	
		для горных карьерных условий при строительстве Рогунской ГЭС	для равнинных условий
Беспилотный автомобиль	$Э_{ба}$	0,88 ... 0,90	0,88 ... 0,90
Дорога	$Э_{д}$	0,92 ... 0,94	0,95 ... 0,97
Среда	$Э_{с}$	0,96 ... 0,98	0,97 ... 0,98
$Э_{БАДС}$		0,78 ... 0,83	0,81 ... 0,86

Как следует из сравнения данных, приведенных в табл.1 и 2, повышение эффективности функционирования упрощенной системы БАДС по сравнению с более сложной системой ВАДС составляет 3,3 ... 3,7 раза при перевозке горной массы в горных карьерных условиях при строительстве Рогунской ГЭС, а при выполнении аналогичных транспортных процессов в равнинных условиях превышение эффективности функционирования системы БАДС по сравнению с системой ВАД 2,5 ... 2,7 раза. Сравнительная эффективность элементов большой и сложной системы ВАДС и упрощенной системы БАДС в горных карьерных условиях наглядно продемонстрирована на рис.1.

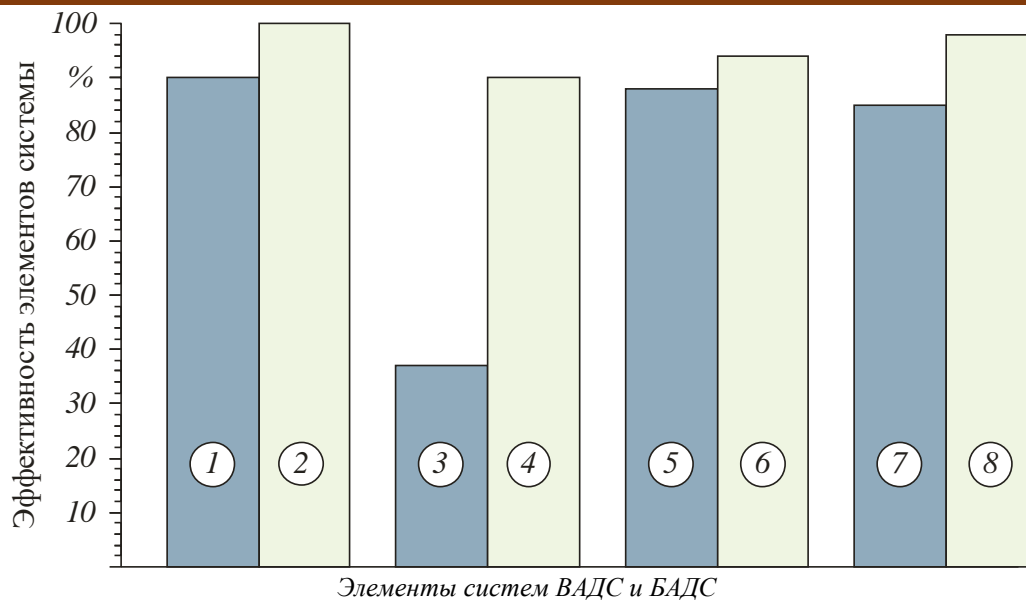


Рисунок 1 – Эффективность элементов системы ВАДС в горных карьерных условиях:

1,3,5 и 7 – соответственно, эффективность водителя (управление автомобилем), автомобиля, дороги и среды для большой и сложной системы ВАДС, %; 2,4,6 и 8 – соответственно, эффективность водителя (управления автомобилем), автомобиля, дороги и среды для упрощенной системы БАДС, %

Выводы

1. Установлено, что наиболее эффективным способом снижения сложности системы ВАДС является исключение водителя из данной системы преобразования ее в менее сложную систему БАДС.
2. Повышение эффективности функционирования упрощенной системы БАДС по сравнению с более сложной системой ВАДС составляет 3,3 ... 3,7 раза при перевозке горной массы в карьерных условиях при строительстве Рогунской ГЭС.
3. Результаты исследования позволяют изыскать пути и разработать практические рекомендации по повышению эффективности функционирования системы ВАДС.

Список литературы

1. Сурмин, Ю.П. Теория систем и системный анализ: Учеб. пособие. / Ю.П. Сурмин.— М.: Межрегиональная Академия управления персоналом (МАУП), 2003. – 368 с.
2. Умирзоков, А.М. Классификация системы ВАДС / А.М.Умирзоков, К.Т. Мамбеталин, С.С. Сайдуллозода, А.А. Саибов, А.Х. Абаев, А. Л Бердиев // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №1 (45) – 2019. – С. 171-176.
3. Умирзоков, А. М. К оценке эффективности управления большегрузными автомобилями-самосвалами в горных условиях / А.М. Умирзоков, К.Т. Мамбеталин, С.С. Сайдуллозода, У.М. Маллабоев // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. № 3 (130). – С. 141-148. DOI: 10.46960/1816-210X_2020_3_141.
4. Умирзоков, А.М. Концептуальная модель оценки эффективности системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» / А.М. Умирзоков, К.Т. Мамбеталин, С.С. Сайдуллозода, А.А. Саибов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 37–46. DOI: 10.14529/engin190104.
5. Сайдуллозода, С.С. Оценка энергетических затрат автомобилей-самосвалов на основе модели их функционирования в горных условиях Республики Таджикистан. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / С.С. Сайдуллозода, Издательский центр ЮУрГУ. – г. Челябинск, 2022. -23с.
6. Умирзоков, А.М. Особенности механизма изнашивания автомобильных шин в условиях горных карьеров / А.М. Умирзоков, И.П. Трояновская, А.Л Бердиев, С.С. Сайдуллозода // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2022. – Т. 19, № 1. – С. 37–46. DOI: 10.14529/engin190104.
7. Komarov, V.V. Arhitektura i standartizaciya telematicheskikh i intellektual'nyh transportnyh sistem. Zarubezhnyj opyt i otechestvennaya praktika. [Architecture and standardization of telematics and intelligent transport systems. Foreign experience and domestic practice] / V.V.Komarov, S.A. Garagan. – Moscow: NTB «Energy», 2012 – 158 p.
8. Autonomous car development company Waymo [Elektronnyj resurs] [Electronic resource] URL: <https://waymo.com>, dostup svobodnyj [free access] (accessed: 12.01.2022).
9. Гусев, С. И. Взаимосвязь системы «водитель-автомобиль-дорога-среда» (ВАДС) с системой «функционирования беспилотного автотранспортного средства» (СФБАС) / С.И. Гусев, В.В. Епифанов // Вестник Ульяновского государственного технического университета. №1 – 2022. – С.20 – 23.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ – СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ – INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Умирзоков Аҳмад Маллабоевич	Умирзоков Ахмад Маллабоевич	Umirzokov Ahmad Mallaboevich
н.и.т., дотсенти	к.т.н., доцент	candidate of engineering sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
ahmad.umirzokov@mail.ru		
ORCID: 0000-0002-9966-2359		

РОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ ТАДЖИКИСТАНА

Мирзозода С.Б., Мирзоев Ф.С.

В данной статье приведены сведения о классификации сети автомобильных дорог Таджикистана по категориям в соответствии с их техническими характеристиками, разработка стратегии и программы развития системы управления дорожным активом с целью создания эффективной системы финансирования и взаимодействия организаций, ответственных за содержание и эксплуатацию автомобильных дорог.

Ключевые слова: классификация, категория, технические характеристики и протяженность сети автомобильных дорог; стратегия и программа реформирования текущего содержания и финансирования автомобильных дорог.

АҲАМИЯТИ РОҶҶО ДАР СОҶАИ ИҚТИСОДӢ КИШВАР

Мирзозода С.Б., Мирзоев Ф.С.

Дар мақолаи мазкур оид ба таснифоти шабакаи роҳҳои автомобилгарди Тоҷикистон ва категорияҳои техникӣ мувофиқи хусусиятҳои онҳо, таҳияи стратегия ва барномаи рушди системаи идоракуни дороҳои роҳ бо мақсади ташкили системаи самараноки маблағгузорӣ ва ҳамкориҳои байни ташкилотҳои, ки барои нигоҳдори ва истифодабарии роҳҳо масъулан.

Калимаҳои калидӣ: Тасниф, категория, характеристикаҳои техникӣ ва масофаи шабакаи роҳҳо; Стратегия ва барномаи ислоҳоти нигоҳдорӣ ва маблағгузори дар роҳҳои автомобилгард.

THE ROLE OF ROADS IN THE ECONOMIC SECTOR OF THE COUNTRY

Mirzozoda S.B., Mirzoev F.S.

This article provides information on the classification of the road network of Tajikistan into categories in accordance with their technical characteristics, the development of a strategy and program for the development of a road asset management system in order to create an effective system of financing and interaction between organizations responsible for the maintenance and operation of roads.

Keywords: Classification, category, technical characteristics and length of the road network; Strategy and program for reforming the current maintenance and financing of highways.

Автомобильные дороги являются единым государственным социально-экономическим комплексом, выполняющим объединяющую роль многих отраслей экономики, поэтому страны считают создание единой транспортной системы страны приоритетной государственной задачей, как, к примеру, обеспечение обороноспособности и правопорядка.

Сеть автомобильных дорог обеспечивает непрерывное и безопасное движение автомобилей с установленными скоростями, нагрузками, габаритами.

Автомобильные дороги Таджикистана различаются по функциям и характеристикам. Содержанием, реконструкцией и строительством дорог занимаются различные организации. Главным ответственным органом, отвечающим за развитие автомобильных дорог в стране, является Министерство транспорта Республики Таджикистан.

Дороги делятся по функциональным значениям и подходам к регулированию дорожного движения, но при этом каждая дорога является неотъемлемой частью сети автомобильных дорог общего пользования.

Иерархическое разделение дорог может сформировать основу для непрерывного планирования содержания дорог и системы управления, целью которых является устранение сочетания несовместимых функций.

Смысл такого деления по функциональным значениям состоит в создании эффективной системы автомобильных дорог, а также в увеличении степени взаимодействия между организациями, ответственными за эксплуатацию этих дорог.

В данном случае под иерархией автомобильных дорог страны подразумеваются все автомобильные дороги, поделенные по техническим характеристикам и по важности со стратегической, социальной, экономической и политической точки зрения.

Республиканские дороги являются основными артериями, формирующими сеть дорог. Эти дороги проиндексированы (пронумерованы) и включают 17 международных и 86 остальных республиканских (подъездных) дорог.

Большая часть сети дорог Таджикистана построена до 1970 года. Из-за несвоевременного содержания, нестабильной общественно-политической обстановки в стране в 1992-1997 годах, влияния стихийных бедствий значительная часть дорожного полотна получила дефекты и разрушения.

Общая протяженность сети автомобильных дорог страны составляет 26376 км, из них более 14300 км дорог общего пользования, находящихся под юрисдикцией Министерства транспорта, и более 12000 км, находящихся на балансе местных, городских и частных организаций (Таблица 1).

Таблица 1 - Сеть автомобильных дорог общего пользования на балансе Министерства транспорта Республики Таджикистан (на 01.01.2022)

Классификация дорог	Протяженность автомобильных дорог по регионам (км)						
	Общая протяженность	Гиссар	Хатлон	Куляб	Согд	ГБАО	Рашт
ВСЕГО:	14307	1849	2754	2453	3570	2739	942
1. Республиканские дороги	5444	650	770	747	1148	1660	469
в том числе:							
1.1. Международные дороги	3333	275	435	318	735	1276	294
1.2. Другие республиканские дороги	2111	375	335	429	413	384	175
2. Местные дороги	8863	1199	1984	1706	2422	1079	473

Источник: Министерство транспорта

В основном все республиканские дороги имеют внутрирегиональное и внутрирайонное значение.

Распространение автомобильных дорог по длине и количеству районов, которые они пересекают, показано в Таблице 2.

Таблица 2 - Межрегиональные (межобластные) дороги

Протяженность дорог (км)	Общее количество дорог (шт.)	в том числе пересекающие	
		1 район	более 1 района
Менее 10 км	38	38	-
10 - 49	41	41	-
50 -100	4	2	2
Более 100 км	3	2	1
Итого:	86	83	3

Среди других республиканских дорог 44% имеют протяженность менее 10км и 48% менее 50км. Более 96,5% дорог являются внутрирайонными (т.е. начинаются и заканчиваются в пределах одного района), остальные 3,5% - межрайонные, обслуживающие более одного района. В соответствии с техническими характеристиками эти дороги относятся к II-IV категориям на более чем 43% протяженности.

Протяженность всех международных, республиканских и местных дорог с разбивкой по категориям показана в Таблице 3.

Около 42% республиканских дорог имеют асфальтобетонное покрытие, 8% - гравийное, а 50% имеют другие низшие типы покрытия. Более 70% автомобильных дорог в стране находятся в плохом или очень плохом состоянии.

Анализируя сеть автомобильных дорог, находящихся под юрисдикцией Министерства Транспорта с учетом их разбивки по категориям (см.Табл.3), можно отметить, что в Таджикистане нет дорог I категории и всего лишь 1,5% относятся ко II категории, 41,8% республиканских дорог относятся к III и IV категориям и 56,7% местных дорог относятся к V категории.

Таблица 3 – Категории автомобильных дорог по техническим характеристикам

Категории дорог	Гиссар	Хатлон	Куляб	Соғд	ГБАО	Рашт	Итого по МТ (км)
1	2	3	4	5	6	7	8
Международные дороги							
I							
II	70			126			196
III	145	287	250	263	311		1256
IV	60	148	68	238	873	294	1681
V				108	92		200
Итого (км)	275	435	318	735	1276	294	3333
Республиканские дороги							
I							
II				21			21
III	126	268	86	334	6		820
IV	187	40	323	58	73	175	856
V	62	27	20		305		414
Итого (км)	375	335	429	413	384	175	2111
Местные дороги							
I							
II				4			4
III	20	67		144			231
IV	286	327	98	420			1131
V	893	1590	1608	1854	1079	473	7497
Итого (км)	1199	1984	1706	2422	1079	473	8863
Всего по категориям							
I							-
II							221
III							2307
IV							3668
V							8111
Всего (км)	1849	2754	2453	3570	2739	942	14307

Источник: Министерство Транспорта

Кроме того, насчитывается 1250 местных дорог общей протяженностью 8863 км. Большинство этих дорог маловажные. Более 85% этих дорог относятся к категории V и связывают между собой населенные пункты в сельской местности, а также ведут к главным дорогам. Протяженность большинства этих дорог (около 60%) составляет менее 5 км, а протяженность 80% дорог – менее 10 км. Из всей сети местных дорог лишь 3% имеют протяженность более 25 км, как показано в Таблице 4.

Таблица 4 - Местные дороги и их протяженность

Административные значения	Протяженность					
	Всего	>5 км	>10 км	>15 км	>25 км	<25 км
Местные дороги						
Кол-во дорог	1250	741	263	122	86	38
%	100,0	59,3	21,0	9,8	6,9	3,0

Протяженность ведомственных (частных) дорог составляет 12189 км. Это в основном промышленные, технологические и подъездные дороги на различных объектах и сельхозугодиях. То есть, большинство этих дорог не является дорогами общего пользования, за исключением нескольких. Их распространение по регионам страны показано в Таблице 5.

Таблица 5 - Ведомственные дороги

Регионы	Согдийская область	Хатлонская область	ГБАО	РПП	Всего по Республике
Протяженность дорог (км)	5070,6	5009,7	877,6	1231,1	12189,0
% часть	41,6	41,1	7,2	10,1	100,0

Источник: Министерство транспорта.

Эти дороги находятся на балансе и на финансовом содержании различных министерств, комитетов и местных властей.

Недостатки существующей системы автомобильных дорог

Существует множество классификаций автомобильных дорог и разграничений ведомственных дорог по праву собственности. В результате система управления дорог является неорганизованной и создает проблемы при планировании, строительстве, финансировании и содержании дорог. Отмечено, что из-за отсутствия капитального ремонта большое количество местных (85%) и внутрирегиональных (95%) дорог находится в неудовлетворительном состоянии, в то время как содержание дорог, ведущих к большим магистралям, проводится крайне редко.

Также абсолютно не уделяется внимание содержанию дорог, ведущих к магистралям, из-за нехватки средств.

Несмотря на важность дорог в дорожной сети Таджикистана управление и содержание этих автомобильных дорог находится в неудовлетворительном состоянии. Ответственность за управление автомобильными дорогами возложена на Министерство транспорта, которое владеет автомобильными дорогами, управляет ими, проектирует их и одновременно занимается их содержанием (выполняя роль подрядчика при выполнении работ), что является одной из причин неэффективности существующей дорожной системы.

На данном этапе не существует разделения функциональных обязанностей на разных географических уровнях (областной, районный, местный уровень). Необходимо разделять строительство и содержание, планирование и проектирование, техническую поддержку, администрирование и финансирование.

Недостаток такой излишне централизованной системы заключается в том, что недостаточное внимание уделяется местным дорогам, являющимся в этом случае неприоритетными. Особое внимание Министерства транспорта должно уделяться управлению артериальными автомобильными дорогами. В то же время, чем менее централизованным будет финансирование, тем лучше будет для местных органов. Местные органы будут иметь возможность уделять больше внимания местным дорогам.

Финансовые потери из-за неудовлетворительного содержания дорог понесут в первую очередь пользователи автомобильных дорог. Когда дорога в результате недостаточного содержания становится хуже, то каждый доллар, сэкономленный на таком содержании, будет стоить пользователям дороже 5\$ (источник информации: Всемирный Банк).

Также можно добавить, что различные классы дорог (международные, республиканские, местные) дополняют друг друга, выполняя свои функции и, таким образом, содействуют социально-экономическому росту. Неудовлетворительное содержание местных дорог не только препятствует передвижению по ним пассажирского и грузового транспорта (например, транспортировка продуктов от сельхозпроизводителей до рынков сбыта), но и влияет на интенсивность движения по всей сети дорог. В дальнейшем это может привести к приостановке процесса экономического роста.

Всё вышеперечисленное приводит к ненадлежащей политике содержания, что можно объяснить неправильным устройством учреждений, занимающихся организацией, управлением, администрированием и финансированием системы автомобильных дорог Таджикистана. Все эти вопросы связаны с иерархией и классификацией дорог. На данный момент в системах управления существуют две тенденции, которые следует принять во внимание в Таджикистане. Первая – это тенденция к децентрализации и приватизации в управлении системой дорог. Главной целью является увеличение эффективности программы автомобильных дорог путем вовлечения частного сектора в процесс принятия решений на уровне оценки нужд. Другая важная цель - сделать использование системы дорог более эффективным при одновременном финансировании строительства и содержания путем вовлечения частного сектора.

В настоящий момент в Таджикистане, как и во многих развивающихся странах, пока нет четко установленной цены за пользование дорог. Автомобильные дороги финансируются за счет доходов от собранных налогов, а органы дорожного управления не практикуют рыночный подход. Дороги считаются общественным благом. Трудности возникают в результате нечетко сформулированных обязанностей, неэффективной и слабой структуры управления, отсутствия подотчетности.

На основании описанного выше можно сделать следующие выводы и дать рекомендации:

1. Первая задача заключается в установке ясных целей, что должно быть сделано и для кого? Для выполнения данной задачи Министерство транспорта должно установить конкретные задачи, которые дорожные организации, занимающиеся содержанием и эксплуатацией автомобильных дорог, должны выполнить.

2. Необходимо провести инвентаризацию и паспортизацию элементов всех дорог и дорожных сооружений. Все элементы должны отражаться в подробном отчете.

3. Необходимо постоянно осуществлять контроль за качеством выполненных работ в период строительства и эксплуатации автомобильных дорог.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проект ТП4294 ТАДЖ «Укрепление реализации системы финансирования содержания дорог».
2. Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования №3(51)2020г. «Состояние автомобильных дорог в Республике Таджикистан с покрытиями нежесткого типа».
3. Справочник «Ремонт и содержание автомобильных дорог», Москва, Транспорт, 1989г.
4. Министерство транспорта Республики Таджикистан - Источник информации и показателей, отраженных в Таблицах.
5. «Управление и финансирование автомобильных дорог в рыночных условиях», Всемирный Банк, Технический документ № 409, 1999г.

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

TJ	RU	EN
Сухроб Мирзозода номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсент	Сухроб Мирзозода кандидат технических наук, и.о. доцента	Sukhrob Mirzozoda candidate of technical sciences, acting assistant professor
Донишгоҳи Техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ.	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.
TJ	RU	EN
Мирзоев Фариддун Сухробович Корхонаи воҳиди давлатии «Институти тадқиқоти илмӣ ва лоихақашӣ-чустуҷӯӣ»	Мирзоев Фариддун Сухробович ГУП «Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт»	Mirzoev Fariddun Suhrovovich State Unitary Enterprise “Scientific Research and Design and Survey Institute”
sukhrob63@mail.ru		
(+992) 93-03-03-999		
ORCID 0000-0002-9817-3633		

УДК 629.114.005

ПРИМЕНЕНИЕ SADT–МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕСУРСА ШИН АВТОСАМОСВАЛОВ В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ КАРЬЕРОВ

Бердиев А.Л.

Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими

В статье рассматривается применение SADT-моделирования для оценки реализации ресурса шин автосамосвалов в условиях горных карьеров. Разработана модель оценки влияния элементов системы ВАДС на долговечность шины в горных условиях эксплуатации. Сформулированы вопросы, цель и точка зрения SADT-моделирования по обеспечению адекватности оценки и эффективности системы управления ресурсом шин автосамосвалов в условиях горных карьеров. Цель применения -SADT моделирования для оценки реализации ресурса шин автосамосвалов в условиях горных карьеров заключается в том, что в горных карьерах шины автосамосвалов функционируют в сложных условиях при воздействии большого многообразия различных факторов. При этом на реализацию её ресурса оказывают существенное влияние все элементы системы ВАДС. Исходя из этого учитывать всего многообразия факторов является сложной задачей, связанной с оценкой ресурса пневматической шины. Следовательно, в данном случае применение SADT-моделирования для оценки влияния элементов системы ВАДС и их различных сочетаний является оправданным и вполне способствует решению вопросов, связанных с повышением эффективности транспортного процесса, в том числе для оценки реализации ресурса шин автосамосвалов в условиях горных карьеров.

Ключевые слова: система ВАДС, SADT-моделирование, методология SADT, автосамосвалы, ресурс шины, карьерные условия.

ИСТИФОДАБАРИИ SADT –МОДЕЛСОЗӢ БАРОИ БАҶОДИҶИИ АМАЛИГАРДИИ РЕСУРСИ ШИНАҶОИ АВТОМОБИЛҶОИ ХУДБОРФАРОР ДАР ШАРОИТҶОИ КАРӢЕРҶОИ КУҶӢ

Бердиев А.Л.

Дар мақола истифодабарии SADT–моделсозӣ барои баҳодихии амалигардии ресурси шинаҳои автомобилҳои худборфарор дар шароитҳои карьерҳои кӯҳӣ баррасӣ шудааст. Модели баҳодихии таъсири элементҳои системаи PARM ба дарозмуддати шинаҳо дар шароитҳои истифодабарӣ дар қуҳсор қорқард шудааст. Мақсад, масъалаҳо, нуқтаи назари SADT–моделсозӣ оид ба таъмин намудани адекватнокии баҳодихӣ ва самаранокии системаи идоракунии ресурси шинаҳои автомобилҳои худборфарор дар шароитҳои карьерҳои кӯҳӣ муайян шудааст.

Мақсади истифодабарии SADT–моделсозӣ барои баҳодихии амалигардии ресурси шинаҳои автомобилҳои худборфарор. Дар шароитҳои карьерҳои кӯҳӣ иборат аз он мебошад, ки дар чунин шароитҳо шинаҳои автомобилҳои худборфарор дар шароитҳои вазнин хангоми таъсири омилҳои гуногун истифода мешавад. Ба амалӣ гаштани ресурси шинаҳо ҳамаи элементҳои системаи PARM таъсири назаррас мерасонад. Аз ин лиҳоз, ба назар гирифтани таъсири ҳамаи омилҳои гуногун масъалаи душвор мебошад, ки бо баҳодихии ресурси шинаҳо вобаста аст. Бинобар ин гуфтаҳо, дар айни ҳол, истифодабарии SADT–моделсозӣ барои баҳодихии таъсири элементҳои системаи PARM ва таъсири муштаракӣ онҳо асоснок буда, барои ҳалли масъалаҳо оид ба баланд бардоштани равандҳои нақлиётӣ, аз қумла барои баҳодихии ресурси шинаҳои автомобилҳои худборфарор дар шароитҳои карьерҳои кӯҳӣ мусоидат мекунад.

Вожаҳои калидӣ: системаи PARM, SADT-моделсозӣ, методологияи SADT, автомобилҳои худборфарор, ресурси шина, шароитҳои карьерӣ.

APPLICATION OF SADT-MODELING TO ASSESS THE REALIZATION OF THE RESOURCE OF TIRES OF DUMP TRUCKS IN THE CONDITIONS OF MINING QUARRY

Berdiev A.L.

The article discusses the use of SADT-modeling to assess the implementation of the resource of dump truck tires in the conditions of mountain quarries. A model for assessing the influence of the elements of the driver-car-road-environment (DCRE) system on the durability of a tire in mountainous operating conditions has been developed. The questions, purpose and point of view of SADT-modeling are formulated to ensure the adequacy of the assessment and efficiency of the dump truck tire resource management system in mountain quarries. The purpose of using -SADT modeling to assess the life of dump truck tires in mining conditions is that in mining dump truck tires operate in difficult conditions under the influence of a wide variety of different factors. At the same time, all elements of the DCRE system have a significant impact on the implementation of its resource. Based on this, taking into account the whole variety of factors is a difficult task associated with assessing the resource of a pneumatic tire. Therefore, in this case, the use of SADT modeling to assess the influence of the elements of the DCRE system and their various combinations is justified and fully contributes to solving issues related to improving the efficiency of the transport process, including assessing the life of dump truck tires in mining conditions.

Keywords: DCRE system, SADT modeling, SADT methodologies, dump trucks, tire life, career conditions.

Введение

В горных карьерных условиях шины автосамосвалов функционируют в сложных условиях при воздействии большого многообразия различных факторов, наиболее значимыми из которых являются неровность дороги, высокая степень абразивности за счет обломков горных пород, засыпанных на поверхности дороги и обладающих высокой твердостью, геометрия дороги в плане и профиле, агрессивный стиль езды, обусловленной характером и частотностью маневров, техническое состояние

автомобиля, стохастический характер внешних воздействий и др. Исходя из этого необходимо учитывать большое число факторов, влияющих на реализацию ресурса пневматической шины в горных карьерах. При оценке ресурса шин автосамосвалов в горных карьерах целесообразным является применение системного подхода, так как данная задача относится к области информационной системы знаний и закономерностей.

Для решения данной задачи использована методология структурного анализа SADT (**Structured Analysis & Design Technique**) [1,3]. При моделировании процесса реализации ресурса шин в горных карьерных условиях целесообразным считается совместное использование стандартов IDEF0 и IDEF3. При этом результатом применения стандартов является модель, которая состоит из диаграмм, текстов и глоссария, имеющих ссылки друг на друга [2, 3].

Подходы и методы исследования

В рамках функционирования системы ВАДС процесс реализации ресурса автомобильной шины можно рассматривать как ее реакция на входные воздействия или условия эксплуатации $X(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)]$, в результате которой образуется m -мерная вектор-функция $Y(t) = [y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t)]$, характеризующая ресурс и эксплуатационную эффективность автомобильной шины при оценке и управлении ее функционирования $U(t) = [u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)]$ при возмущающем воздействии отдельных элементов системы ВАДС и их сочетаний в горных условиях $\Xi(t) = [\xi_1(t), \xi_2(t), \dots, \xi_m(t)]$ при фиксированных значениях конструктивных параметров элементов системы $K = (k_1, k_2, \dots, k_s)$ (рис. 1).

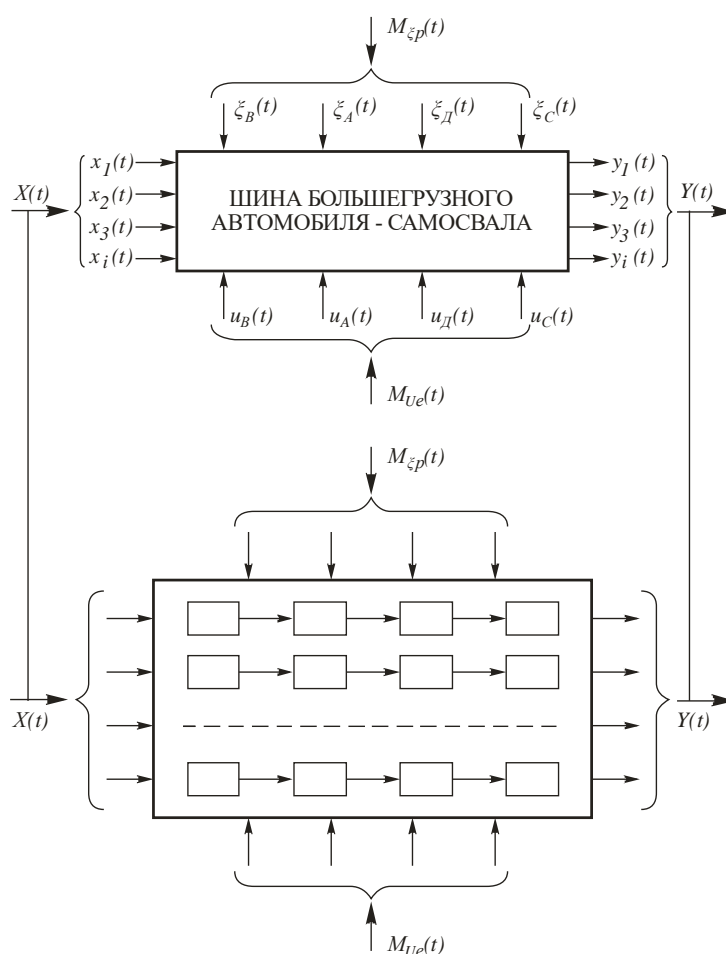


Рисунок 1 – Модель оценки влиянием элементов системы ВАДС на долговечность шины в горных условиях эксплуатации

В основу решения задач, связанных с оценкой и управлением ресурса автомобильной шины, как элемента подсистемы системы ВАДС, положена модель влияния элементов данной системы при ее функционировании в горных условиях, связанная с преобразованием входных воздействий, характеризующих элементы системы $X(t)$ и выходной параметр $Y(t)$, определяющий ресурс шины, коррелированного с эффективностью системы ВАДС. При этом подсистемы моделируемой системы соединены последовательно в надежном смысле [4, 5].

Входные переменные $x_i(t)$, обусловленные условиями взаимодействия автомобильной шины с дорожным полотном, и результаты функционирования автомобильной шины $y_i(t)$, представляющие

собой ресурс, срок службы, долговечность или надежность шины, имеют сложную стохастическую природу.

Таким образом, для оценки и управления ресурсом шин большегрузных автомобилей-самосвалов, эксплуатируемых в условиях горных карьеров, с учетом вероятностно-статистического характера взаимодействия между шиной и дорожным покрытием, необходимо установить законы распределения входных $x_i(t)$ и выходных $y_i(t)$ переменных, а также функции связи $f(x)$.

Такая постановка и формализация задачи, связанной с оценкой и управлением ресурса шин автосамосвалов, эксплуатируемых в условиях горных карьеров, предполагает разработку частных моделей влияния элементов и подсистем системы ВАДС на реализацию ресурса шин, которые с достаточной адекватностью для решения поставленной задачи могут быть представлены в виде совокупностей элементарных функций с последующим их анализом и синтезом путем построения математических моделей для оценки ресурса шины.

В данном случае целевая функция задачи, направленная на оценку и управление ресурсом автомобильных шин, сводится к выполнению условия

$$R(t) = Y(t) - Y_0(t) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $R(t) = Y(t) - Y_0(t)$ – функция потерь ресурса шины, которая характеризует отклонение фактического значения ресурса шины от базового или номинального (установленного заводом изготовителем).

В соответствии с моделью функционирования шины под влиянием элементов системы ВАДС (рис.1) процессы реализации, оценки и управления ресурсом шин с учётом влияния элементов системы ВАДС тесно связаны с осуществлением следующих групп мероприятий [7]:

$M_{xi}(t)$ – мероприятия, направленные на обеспечение оптимальных условий функционирования системы ВАДС при благоприятных параметрах окружающей среды.

$M_{kj}(t)$ – мероприятия, направленные на обеспечение оптимальных конструктивных параметров и технического состояния автомобиля, а также его шины.

$M_{\xi p}(t)$ – мероприятия, направленные на компенсацию негативных, возмущающих воздействий, дестабилизирующих факторов горных карьерных условий, имеющих вероятностную природу и, в основном, связанную с неровностью дорожного покрытия.

$M_{ue}(t)$ – мероприятия, связанные с оптимальными режимами управления автомобилем в горных карьерных условиях.

Реализация ресурса шин в горных карьерных условиях связана взаимовлиянием элементов и подсистем большой и сложной системы ВАДС. Следовательно, для решения вопросов, связанных с реализацией и управлением ресурса шин в горных карьерных условиях, целесообразно применять SADT- моделирование.

SADT-модель дает полное, точное и адекватное описание системы, имеющее конкретное назначение. Это назначение, называемое целью модели, вытекает из формального определения модели в SADT: М есть модель системы S, если М может быть использована для получения ответов на вопросы относительно S с точностью А [6]. Таким образом, целью модели является получение ответов на некоторую совокупность вопросов, решение которых должна давать модель:

Как обеспечить адекватную оценку реализации и эффективность управления ресурсом шины автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях?

Адекватная оценка реализации ресурса шины автосамосвалов в горных карьерных условиях достигается изучением конкретных условий эксплуатации, классификацией и систематизацией факторов, влияющих на реализацию ресурса шин в данных условиях, определением уровня значимости факторов, участвующих в реализации ресурса шин, применением современных методов, приборов и оборудования, использованием мультимедийного программного обеспечения, сбором, созданием, хранением и обработкой информации о ресурсах шин, реализуемых в рамках влияния системы ВАДС.

Эффективность управления ресурсом шины автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях достигается обеспечением требуемого уровня работоспособности автомобильной шины, достижением рациональных затрат на обеспечение работоспособности, соблюдением нормативно-технических эксплуатационных требований, предъявляемых к шинам, качеству дорожного покрытия, повышением уровня мастерства управления автомобилем и качества ремонтно-обслуживающих работ.

Какие подсистемы и элементы системы ВАДС значимо влияют на реализацию ресурса шин автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях?

Реализация ресурса шин автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях осуществляется под влиянием большого числа факторов, немногие из которых значимо влияют на интенсивность износа и частотность механических повреждений шины. В горных карьерных условиях к факторам, значимо влияющим к формированию ресурса шин автомобилей-самосвалов, относятся превышение

радиальной нагрузки (до 15%), температура поверхности шины (до 80 °С и выше), обобщенный динамический коэффициент k_D , характеризующий качество дорожного покрытия, значения которого для горных карьерных условий варьирует в пределах от 0,12 до 0,13 [7].

Каковы критерии оценки эффективности элементов системы ВАДС, участвующих в реализации ресурса шин автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях?

Критериями оценки эффективности элементов системы ВАДС, участвующих в реализации ресурса шин автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях, являются уровень безотказности (работоспособности) водителя, автомобиля и дороги, затраты на поддержание работоспособности водителя, автомобиля и дороги, производительность транспортных процессов, уровень обеспечения безопасности дорожного движения [6].

Как управлять системой ВАДС в горных карьерных условиях с целью повышения ресурса шин автомобилей-самосвалов?

Рекомендуется применять систему управления с обратной связью, построенную на современных информационных технологиях на базе компьютерного программного обеспечения (рис. 2).

Согласно поставленным вопросам при формировании намеченной цели представлен первичный функциональный блок SADT-модели «Оценка и управление ресурсом автомобильной шины».

Вопросы:

1. Как обеспечить адекватную оценку формирования и эффективность управления ресурсом шины автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях?
2. Какие подсистемы и элементы системы ВАДС значимо влияют на формирование ресурса шин автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях?
3. Каковы критерии оценки эффективности элементов системы ВАДС, участвующих в формировании ресурса автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях?
4. Как управлять системой ВАДС в горных карьерных условиях с целью повышения ресурса шин автомобилей-самосвалов?

Цель:

Установить функции, описывающие процесс формирования ресурса шин под влиянием элементов системы ВАДС, и анализировать взаимосвязь между этими функциями для того, чтобы построить систему управления безотказности и долговечности автомобильной шины в условиях горных карьеров.

Точка зрения:

начальник управления наземного транспорта Министерства транспорта Республики Таджикистан

Рисунок 2 – Вопросы, цель и точка зрения SADT- моделирования по обеспечению адекватности оценки и эффективности системы управления ресурсом шин автомобилей-самосвалов в условиях горных карьеров

Управляющим входом блока данной модели является информационное обеспечение системы управления работоспособностью шины большегрузного автомобиля-самосвала в горных карьерных условиях, которое включает в себя информацию об эффективности функционирования системы ВАДС (рис.3).

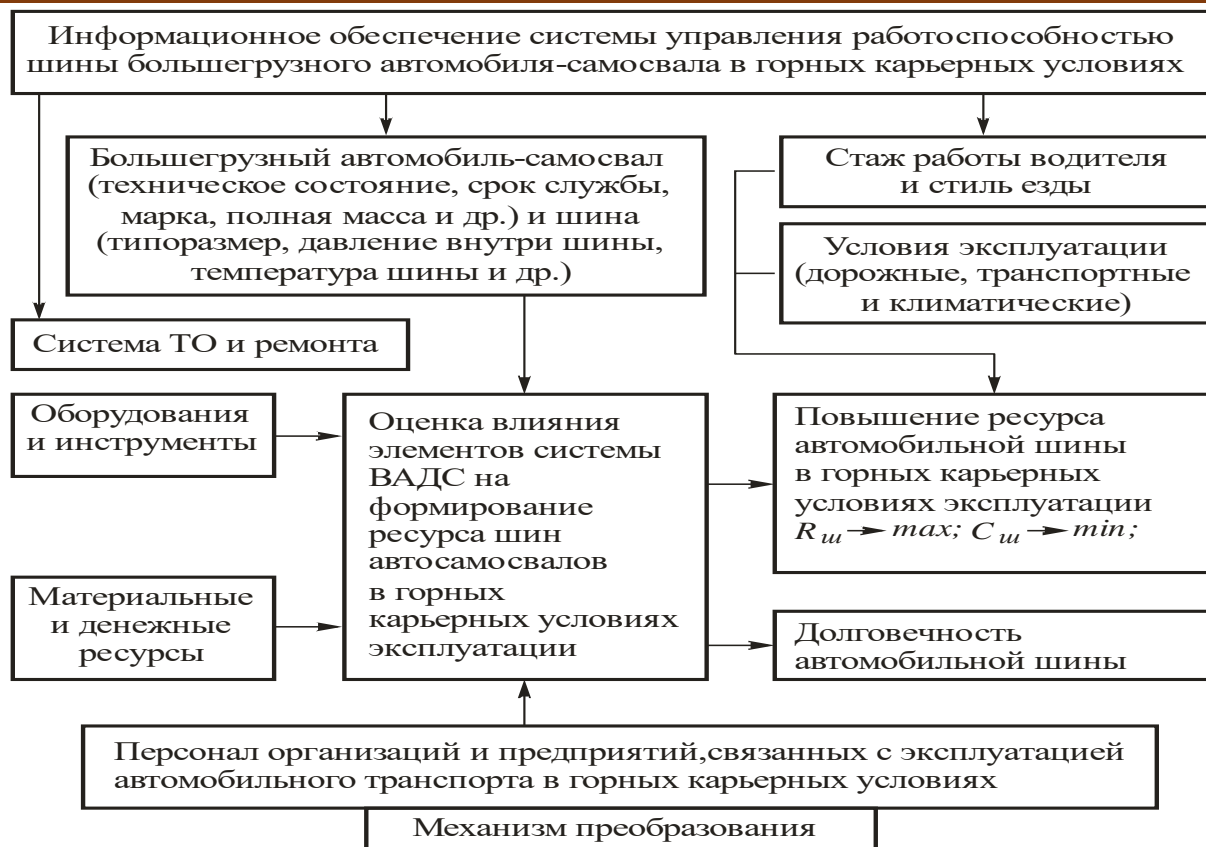


Рисунок 3 – Функциональный причинный блок модели «Обеспечение адекватности оценки и эффективности управления ресурсом шин автомобилей-самосвалов в условиях горных карьеров»: $R_{ш}$ - ресурс шины; $C_{ш}$ - эксплуатационные затраты на поддержание шины в работоспособном состоянии

В качестве механизма преобразования выступает персонал предприятия, выходным показателем является оценка и управление ресурсом шин автомобилей-самосвалов в условиях горных карьеров. Детализация данного блока SADT – модели представлена на рис. 4.

В предложенной структурной модели «Оценка и управление ресурсом шин автосамосвалов в горных карьерных условиях» является функцией высшего порядка, контекстная (родительская) диаграмма или диаграмма, предок которой представлен на рис. 4. Определены и описаны основные взаимодействия (стрелки), которые активируют основную функцию:

1. В качестве входных приняты параметры новых шин.

2. Выходом является модель оценки и управления ресурсом шин автомобилей-самосвалов в условиях горных карьеров.

3. В качестве управляющих воздействий приняты нормативно-технические документы и контроль со стороны обслуживающего персонала через ТО и Р (контроль давления в шинах, износ протектора и т.д.).

4. В качестве механизма исполнения функции принят персонал организаций и предприятий, связанных с эксплуатацией автомобильного транспорта (пневматической шины) в горных карьерных условиях.

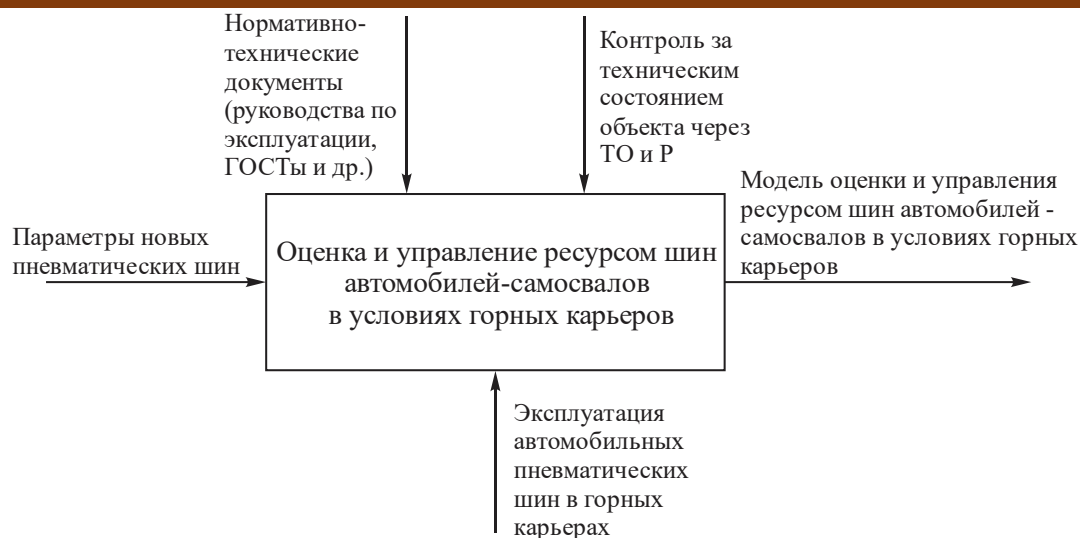


Рисунок 4 – Структурная модель оценки и управления ресурсом шин автомобилей-самосвалов в условиях горных карьеров

В процессе обеспечения адекватности оценки и управления ресурсом шины автомобилей-самосвалов в условиях горных карьеров использованы функции, состоящие из двух блоков диаграмм: «Изучить влияние элементов системы ВАДС и их сочетаний на реализацию ресурса шин автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях» (позиция 1) и «Разработать и реализовать комплекс мероприятий по оценке и управлению ресурсом шин автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях» (позиция 2).

Реализация комплекса задач по повышению эффективности функционирования системы ВАДС и обеспечению безотказности шин в условиях горных карьеров возложена на персонал организации или предприятия при рациональном использовании технологического оборудования и инструмента, а также предназначенного для этой цели материальных и денежных ресурсов. При этом целесообразным является рассматривать процессы оценки и управления ресурсом шин автомобилей-самосвалов, эксплуатируемых в условиях горных карьеров, как две взаимосвязанные функции, давшие названия блокам, содержание которых представлено на рис. 5.



Рисунок 5 – Обеспечение адекватности оценки и эффективности системы управления ресурсом шин автомобилей-самосвалов в условиях горных карьеров

Следующим этапом SADT-модели «Оценка и управление ресурсом шины» является детализация блока «Изучить влияние элементов системы ВАДС и их сочетаний на реализацию ресурса шин автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях» (позиция 1 рис. 5), которая представлена на рис. 6 [7]. Детализированный блок состоит из трех взаимосвязанных блоков (позиции 3,4 и 5).

Блок «Собирать и передавать информацию» (рис.5, поз. 3) обеспечивает процесс управления эффективностью системы ВАДС, а также процессы оценки и управления ресурсом шин автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях, т.е. систематизирует информацию [8]. Входом данного блока является коммуникационная сеть и ее элементы, а механизмом выступает оператор ПЭВМ.

Блок «Хранить информацию» (рис.6, поз. 4) представляет собой функцию хранения и выдачи информации об отказах и ресурсе шины и выдачи их по мере необходимости. Кроме того, данный блок описывает функцию хранения накопленной информации о прошлых состояниях элементов системы ВАДС, в том числе и автомобильной шины. В данном случае инструментом является распределенная база данных. Хранящаяся информация, необходимая для оценки ресурса шин, не является статичной. Данные и нормативы периодически обновляются, о чем свидетельствуют соответствующие выходы на диаграмме.

Блок «Обработать информацию» (рис.6, поз. 5) реализует свою функцию при помощи пакета прикладных программ. При этом входными переменными блока являются: обновленные данные, поступающие на хранение, а также прогнозы и рекомендации, необходимые для осуществления управляющего воздействия. Выход блока реализует функцию интеллектуальной поддержки принятия решения.

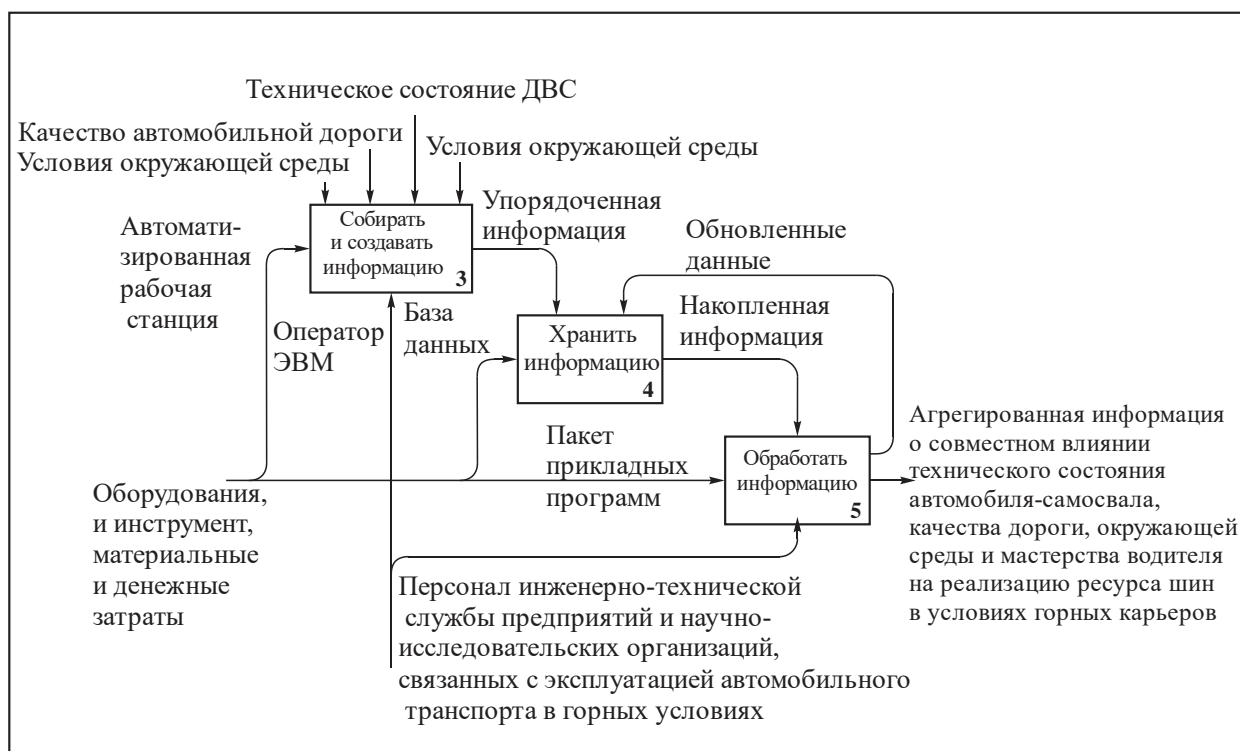


Рисунок 6 – Изучение совместного влияния технического состояния автомобиля-самосвала, качества дороги, окружающей среды и мастерства водителя на реализацию ресурсом шин автомобилей-самосвалов в условиях горных карьеров

Декомпозиция блока «Разработать и реализовать комплекс мероприятий по оценке и управлению ресурсом шин автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях» (рис.5, поз. 2) представлена на рис. 7.

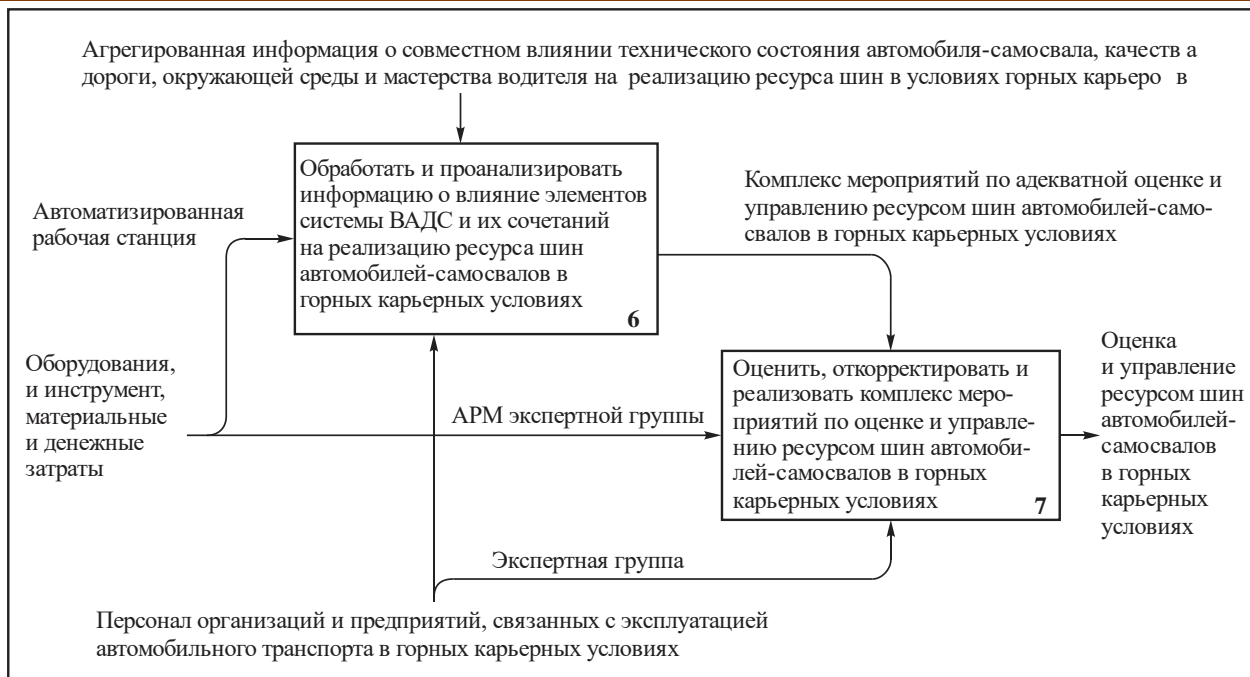


Рисунок 7 – Разработка комплекса мероприятий по обеспечению адекватности оценки и эффективности системы управления ресурсом шин автомобилей-самосвалов в условиях горных карьеров

Проведя литературный обзор, были определены основные подфункции (структурные блоки), оказывающие существенное влияние на ресурс шин автомобилей-самосвалов. Указанные структурные блоки представлены на развернутой модели (рис. 8).



Рисунок 8 – Декомпозиция структурной модели «Оценка и управление ресурсом шин автомобилей-самосвалов в условиях горных карьеров»

Анализ статистических данных результатов многолетних исследований, проведенных сотрудниками технологического парка ТТУ имени академика М. С. Осими совместно с инженерно-техническим персоналом основного строительства ООО «Рогунской ГЭС» о ресурсах шин автосамосвалов в

условиях горных карьеров и учитывающие основные подгруппы причин их списания, представлен на рис. 9.

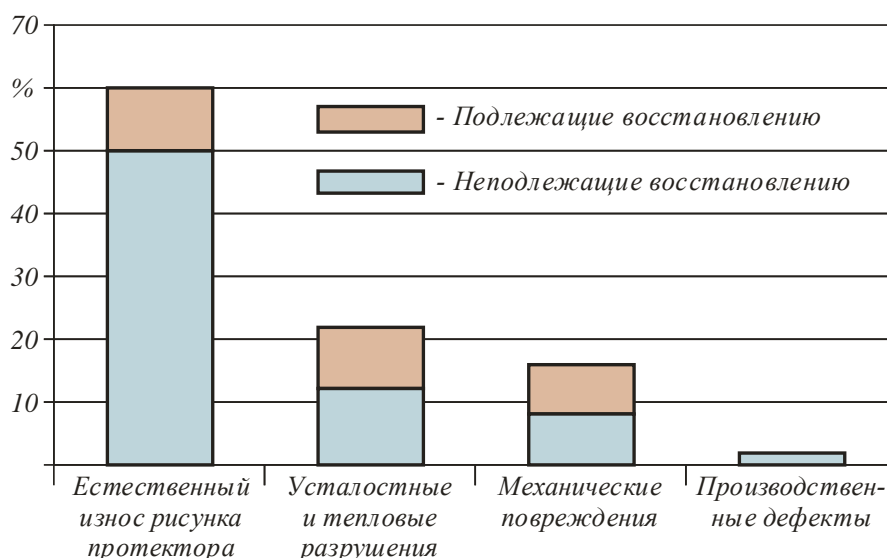


Рисунок 9 – Распределение причин снятия с эксплуатации шин автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях

Шины автосамосвалов в горных карьерных условиях работают в тяжёлых условиях, обусловленных, в частности, тепловым состоянием шины, зависимость которого от эксплуатационных факторов представлена на рис. 10.

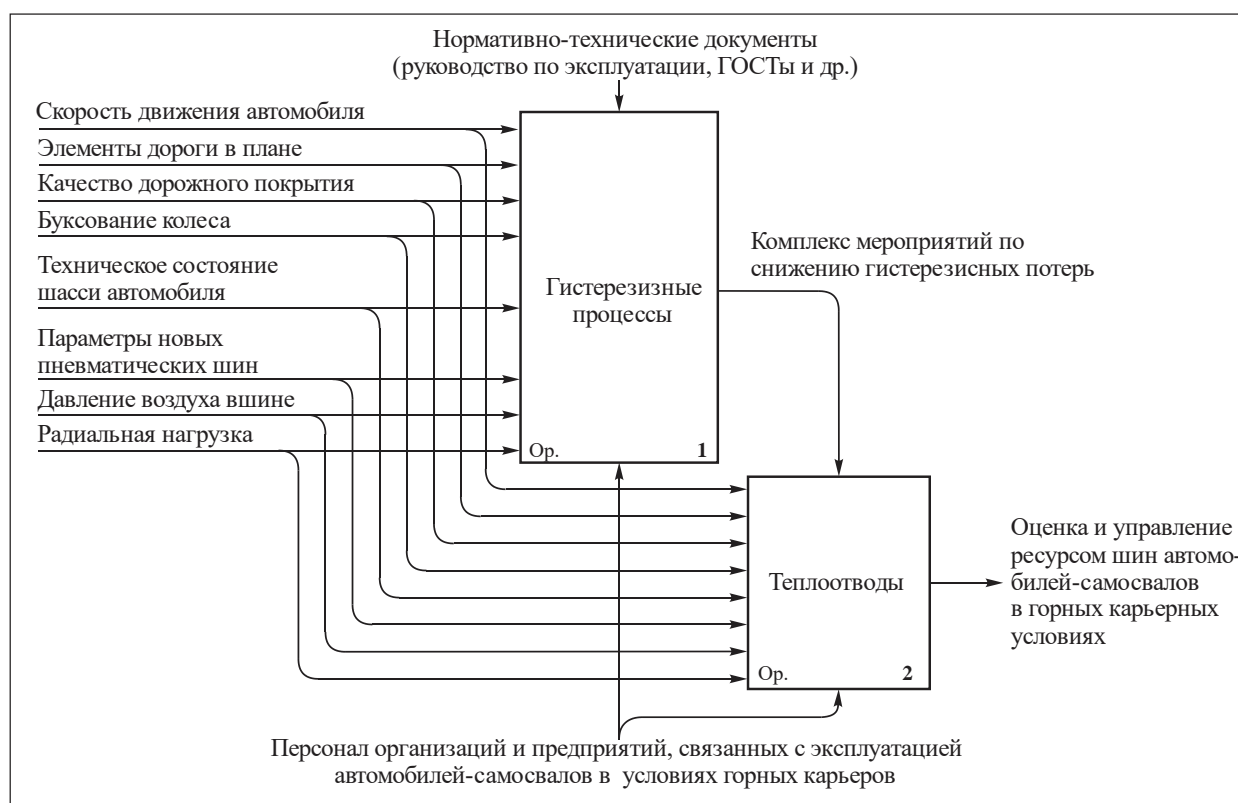


Рисунок 10 – Декомпозиция диаграммы уровня структурной модели «Тепловое состояние шины»

Результаты исследования

На основе анализа принципов функционирования SADT-модели можно сделать вывод о том, что они наилучшим образом отвечают требованиям, предъявляемым к структурным моделям, описывающим процессы грузоперевозок автомобильным транспортом. В процессе структурного моделирования функционирования системы возникает ряд вопросов, связанных с определением

границ системы (табл. 2.1), выявлением перечня необходимых элементов и установлением их функциональных зависимостей, которые могут быть решены при SADT-моделировании.

Таблица 1 – Границы варьирования параметров системы ВАДС при транспортировании гравия в горных карьерных условиях при строительстве ГТС

Элементы системы и параметры, характеризующие ее границы	Единица измерения	Пределы изменения	Примечания
Водитель: - стаж работы - удельное число маневров	лет шт/км	до 25 лет 105-115	в горных условиях строительства ГТС в горных карьерах строительства Рогунской ГЭС
Автомобиль: - полная масса автомобиля - БелАЗ7540В - SHACMANSX3258DR384 -средняя скорость движения, V_{cp} - БелАЗ7540В - SHACMANSX3258DR384 -срок службы автомобиля -буксование колеса автомобиля	т т км/ч км/ч лет %	45 ... 59 33... 45 12...20 15...25 6...8 2...6	при плотности грунта $\gamma_t = 1,2 \dots 1,3 \text{ т/м}^3$ в карьерных дорогах строительства Рогунской ГЭС в карьерных дорогах строительства Рогунской ГЭС
Дорога: - обобщенный динамический коэффициент дороги, k_D - засоренность поверхности дорожного полотна обломками горных пород	% шт/м ²	12,0 ... 13,0 70... 90	в карьерных дорогах строительства Рогунской ГЭС в карьерных дорогах строительства Рогунской ГЭС
Среда: - высота над уровнем моря - температура воздуха	м °С	1050...1350 -15 ... + 40	в карьерных дорогах строительства Рогунской ГЭС на высотах 1050 ... 1350 м н.у.м.

Моделируемая система должна состоять из ограниченного числа подсистем, оказывающих значимое влияние на формирование ресурса шины в условиях горных карьеров.

Разработанная модель оценки и управления ресурсом шин автомобилей-самосвалов в горных карьерных условиях, описывая производственный процесс грузоперевозок, устанавливает функции, входящие в процесс оценки и управления ресурсом шин и позволяет оценить принципы взаимной связи между этими функциями.

Выводы

Для оценки формирования ресурса шин использована методология структурного анализа SADT (Structured Analysis & Design Technique) и разработаны соответствующие SADT модели. При моделировании процесса формирования ресурса шин в горных карьерных условиях целесообразным считается совместное использование стандартов IDEF0 и IDEF3, результатом применения стандартов является модель, которая состоит из диаграмм, текстов и глоссария, имеющих ссылки друг на друга.

Созданная методика на основе SADT-моделирования позволяет адекватно оценить и управлять ресурсом шин автомобилей-самосвалов, эксплуатируемых в условиях горных карьеров.

Литература

1. Турсунов, А.А. Применение SADT-моделирования в решении задач технической эксплуатации транспортных средств в горных условиях / А.А. Турсунов, А.М. Умирзоков // Научный вестник МГТУ ГА. Серия «Эксплуатация воздушного транспорта». – 2009. №147 – С. 65–71.
2. Турсунов, А.А. Управление работоспособностью автомобилей в горных условиях эксплуатации. Монография / А.А. Турсунов. – Душанбе: Ирфон, 2003 г. – 356 с.
3. Горюнов С.В. Разработка методики прогнозирования долговечности крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов: дисс... кандидата технических наук: 05.05.06. / С.В. Горюнов. – Кемерово, 2021. – 124 с.

4. Сайдуллозода, С.С. Оценка надежности системы водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС) в горных условиях / С.С. Сайдуллозода, К.Т. Мамбеталин, А.М. Умирзоков, У.М. Маллабоев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2020. – Т. 20. – №1. – С. 38–46.
5. Умирзоков, А.М. Классификация системы ВАДС / А.М. Умирзоков, К.Т. Мамбеталин, С.С. Сайдуллозода, А.А. Саилов, А.Х. Абаев, А.Л. Бердиев // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2019. – №1 (45). – С. 171–176.
6. Сайдуллозода, С.С. Оценка надежности системы водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС) в горных условиях / С.С. Сайдуллозода, К.Т. Мамбеталин, А.М. Умирзоков, У.М. Маллабоев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2020. – Т. 20. – №1. – С. 38–46.
7. Умирзоков А.М. Особенности механизма изнашивания автомобильных шин в условиях горных карьеров/А.М. Умирзоков, И.П. Трояновская, А.Л. Бердиев, С.С. Сайдуллозода // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2022. – № 3(138). – С. 114-123.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Бердиев Алишер Лугмонович Уновчӯ	Бердиев Алишер Лугмонович Соискатель	Berdiev Alisher Lugmonovich Graduate student
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
alik8405@inbox.ru		
ORCID: 0000-0002-8013-4716		

УДК 621.892.28

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ МЕТОДОМ КОАГУЛЯЦИИ

Юнусов М.Ю.

Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими

В связи с динамичным развитием автомобилестроения повысились требования к эксплуатационным свойствам моторных масел. Ужесточаются также требования двигателестроителей к противозносным и высокотемпературным свойствам моторных масел. Для улучшения сертификационных показателей современных моторных масел применяют присадки различного функционального значения. В то же время возрастает проблема утилизации и вторичного использования данных масел.

Для Таджикистана на этапе мирового нефтяного кризиса повторное использование отработанных смазочных масел после их регенерации является актуальным направлением. С точки зрения простоты технологического процесса, наряду с адсорбционной очисткой, эффективным способом восстановления качества отработанных нефтепродуктов видится применение метода коагуляции.

Коагуляцию отработанного продукта производили 40%-ным аммиачным раствором карбамида. Оптическую плотность исходного, отработанного и очищенного масла снимали на фотоэлектрocolориметре ФЭК-56М на длине волны 540 нм.

Результаты очистки синтетического моторного масла марки SAE 5W-40 нефтяной компании Лукойл методом коагуляции показали, что при применении карбамида в качестве коагулянта можно получить масла, близкие по своим физико-химическим свойствам свежему моторному маслу.

Ключевые слова: отработанное синтетическое моторное масло, коагуляция, карбамид.

BARҚARORSOZII SIFATI RAVҒАНҲОИ СИНТЕТИКИИ МУҲАРРИКӢ БО УСУЛИ КОАГУЛЯТСИЯ

Юнусов М.Ю.

Бо сабаби рушди босуръати саноати автомобилсозӣ талабот ба ҳосиятҳои истифодабарии равшанҳои муҳаррикӣ рӯз аз рӯз меафзояд. Талаботи муҳарриксонон низ ба ҳосиятҳои зидди хӯрдашавӣ ва ба ҳарорати баланд тобоварии равшанҳои муҳаррикӣ катъитар шуда истодаанд. Барои беҳтар намудани нишондиҳандаҳои сертификатсионии равшанҳои муҳаррикӣ муосир, иловаҳои кимиёвӣ таъиноташон гуногун истифода бурда мешаванд. Дар баробари ин, мушкилии безарар намудан ва истифодаи дубораи ин равшанҳо меафзояд.

Барои Тоҷикистон дар марҳилаи бӯҳрони ҷаҳонии нафтӣ истифодаи дубораи равшанҳои молиданӣ пас аз барқароркунии ҳосиятҳои онҳо, як самти муҳим аст. Аз нуктаи назари оддӣ будани процесси технологӣ дар баробари коркарди адсорбсионӣ, истифодаи усули коагулясионӣ воситаи самарабахши барқарор намудани сифати маводи партовии нафтӣ мебошад.

Коагулятсияи маводи коркардашударо бо маҳдули 40%-и аммиаки карбамид гузаронида шуд. Зичии оптикӣ равшанҳои аслӣ, партовӣ ва тозакардашуда бо ёрии колориметри фотоэлектрикӣ ФЭК-56М дар дарозии мавҷи 540 нм чен карда шуд.

Натиҷаҳои поксозии равшанӣ муҳаррикӣ синтетикӣ навъи SAE 5W-40-и ширкати нафтӣ «Лукойл» бо усули коагулятсия нишон дод, ки хангоми ба сифати коагулянт истифода бурдани карбамид равшанҳое гирифташуда мумкин аст, ки бо ҳосиятҳои физикию химиявӣ худ ба равшанӣ муҳаррикӣ аслӣ наздиканд.

Калимаҳои калидӣ: равшанӣ муҳаррикӣ синтетикӣ партовӣ, коагулятсия, карбамид.

RESTORATION OF THE QUALITY OF SYNTHETIC OF ENGINE OILS BY THE COAGULATION METHOD

Yunusov M.Yu.

In connection with the dynamic development of the automotive industry, the requirements for the performance properties of motor oils have increased. The requirements of engine builders for antiwear and high-temperature properties of motor oils are also becoming more stringent. To improve the certification performance of modern motor oils, additives of various functional values are used. At the same time, the problem of utilization and reuse of these oils is growing.

For Tajikistan, at the stage of the global oil crisis, the reuse of used lubricating oils, after their regeneration, is an important direction. From the point of view of the simplicity of the technological process, along with adsorption treatment, the use of the coagulation method seems to be an effective way to restore the quality of waste oil products.

The waste product was coagulated with a 40% ammonia solution of urea. The optical density of the original, used and purified oils was measured on a FEK-56M photoelectric colorimeter at a wavelength of 540 nm.

The results of refining synthetic motor oil grade SAE 5W-40 of the Lukoil oil company by the coagulation method showed that when using carbamide as a coagulant, it is possible to obtain oils that are similar in their physical and chemical properties to fresh motor oil.

Key words: used synthetic motor oil, coagulation, urea.

Введение

Для современной эпохи характерно не только ускорение темпов роста объемов производства автомобилей, но и повышение форсированности двигателей внутреннего сгорания, особенно легковых автомобилей. Из года в год повышаются требования к эксплуатационным свойствам моторных масел. Ужесточаются требования двигателестроителей к противоизносным и высокотемпературным свойствам моторных масел.

Многие проблемы, связанные с надежностью и долговечностью моторных масел, удалось решить за счет применения синтетических масел, отличительной особенностью которых является сравнительно низкая скорость окисления, чем минеральные масла. Как известно, в минеральных маслах продукты глубокого окисления вместе с медными и железными мылами нафтеновых и карбоновых кислот образуют низкотемпературный шлам, последующее преобразование и негативное влияние которого на механизмы и машины показаны в [1].

Несмотря на более стабильные системы, характерные для синтетических смазочных материалов, определенная проблема экологического характера связана с утилизацией данных масел после срабатывания их в картере двигателей внутреннего сгорания. Очевидно, что наиболее рациональным, с точки зрения экологии и экономики, способом утилизации отработанных синтетических моторных масел является отдельная их регенерация, ввиду несовместимости масел различного происхождения, т.е. масел на минеральной и синтетической основе. Причем выбор метода регенерации во многом зависит от химического состава как свежих, так и отработанных синтетических масел. В зарубежных странах до сих пор очистка серной кислотой остается основным звеном технологического процесса регенерации отработанных масел. Образование кислого гудрона после данного вида очистки представляет серьезную проблему окружающей среде.

Известны способы регенерации отработанных синтетических турбинных, авиационных и других масел [2-5]. Проблема вторичной переработки смесей отработанных синтетических и нефтяных масел является актуальной. Такие бинарные смеси образуются из-за отсутствия профессиональной этики эксплуатации машин и механизмов и организации раздельного сбора отработанных нефтепродуктов. Весьма эффективное решение данной проблемы предложено в [2]. Регенерация подобного продукта, т.е. отработанного полусинтетического масла компрессоров, представляющего смесь нефтяных компонентов и сложных эфиров пентаэритрита, производится по схеме, включающей стадии удаления основной части хладоагентов, адсорбционной очистки асканитом, фильтрования и осушки цеолитом.

Научный и практический интерес представляют также способы очистки отработанных нефтепродуктов методом коагуляции. Как правило, данный метод является предварительной стадией обработки отработанного нефтепродукта, предшествующей адсорбционной очистке ОММ.

Материалы и методы исследования

Нашими исследованиями установлено, что применение адсорбционной очистки природными сорбентами – бентонитами и бентонитоподобными глинами отработанных моторных синтетических масел на первичной стадии регенерации неэффективно. Основным критерием оценки адсорбционных свойств природных сорбентов служила оптическая плотность исходного и очищенного масел. В качестве сорбентов испытывались бентонитовые глины месторождений Шаршар, Даштибед и Истинтаун, а также Топкокский полыгорскит. Оптическая плотность отработанного синтетического моторного масла, независимо от указанного ряда применяемых сорбентов, до и после адсорбционной очистки через неподвижный слой сорбента (метод перколяции), не претерпевала особого изменения. Вероятно, это связано с полярностью адсорбционного агента.

Были проведены испытания по выявлению эффективности очистки отработанного синтетического моторного масла методом коагуляции.

Согласно классической классификации коагулянты подразделяются на четыре типа [3]:

- Электролиты – кальцинированная сода, тринатрийфосфат и т.п.: их действие основано на создании двойного электрического слоя на поверхности частиц;
- Ионогенные ПАВ с активным органическим катионом или анионом (органические электролиты);
- Неионогенные ПАВ (неэлектролиты);
- Поверхностно – активные коллоиды и гидрофильные высокомолекулярные соединения.

Коагулянты способствуют удалению из состава отработанного нефтепродукта примеси механического характера, образовавшихся в результате старения масла и воды, которые не растворяются в масле. Они способствуют некоторому снижению кислотного числа, а также показателей зольности, коксуемости и содержания смолистых соединений в масле.

Известны способы, основанные на применении специфических коагулянтов: раствора канифоли в изопропиловом спирте, также для устранения проблем экономического характера предложено применение в качестве коагулянтов для очистки полусинтетических масел спирты жирного ряда

(этанол, изопропанол) и аминоспирты (моноэтаноламин, триэтаноламин). Согласно [6-11] коагулянт должен быть доступным, недорогим, хорошо растворяться в масле и обладать возможностью извлекаемости его избытка из масла. Наиболее доступным в сырьевом значении является способ [12], который был использован нами для очистки отработанного синтетического моторного масла марки SAE 5W-40 нефтяной компании Лукойл после 9 345 км пробега автомобиля марки Toyota Land Cruiser Prado 2,7i.

Коагуляцию отработанного продукта производили 40%-ным аммиачным раствором карбамида. Оптическую плотность исходного, отработанного и очищенного масел снимали на фотоэлектроколориметре ФЭК-56М на длине волны 540 нм (зеленый светофильтр), результаты которых представлены в таблице 1. Процесс коагуляции зависит от количества вводимого коагулянта, продолжительности его контакта с маслом, температуры процесса и эффективности перемешивания. Продолжительность осаждения частиц загрязнений в отработанном масле составляет 20–30 мин., после которого можно подвергнуть масла дальнейшей очистке, применив отстаивание, центробежную очистку или фильтрование [13]. В нашем случае очистку проводили с помощью центрофуги с числом оборотов 16 000 мин⁻¹.

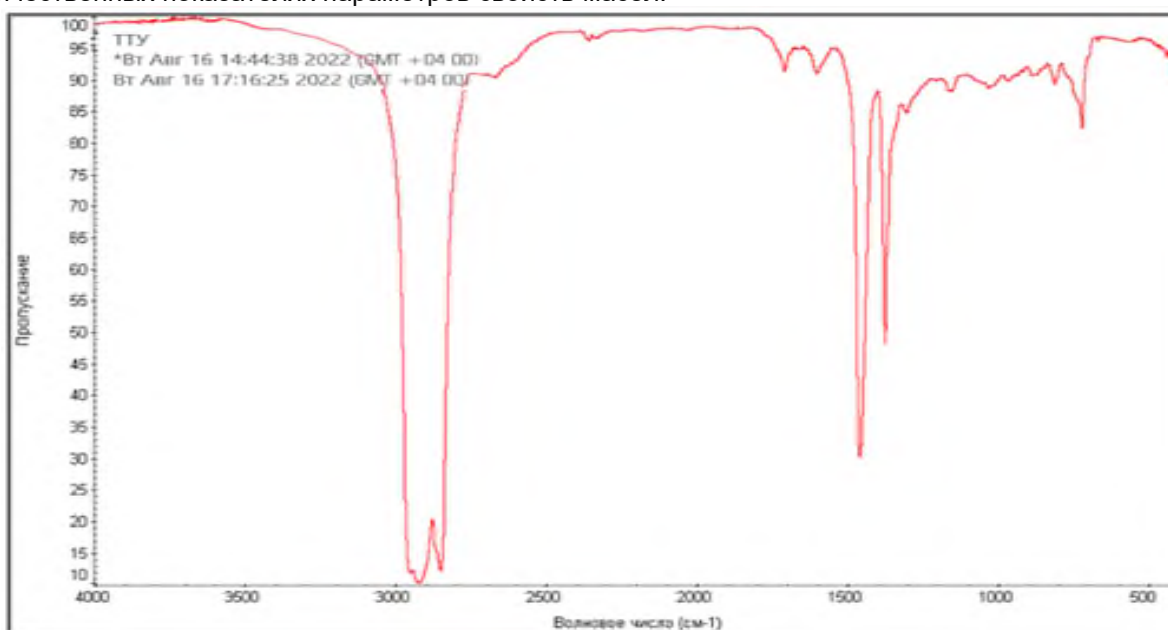
Таблица 1 - Результаты сравнительных анализов синтетического моторного масла методом коагуляции

Показатели	Свежее масло	Отработанное масло после пробега 9 345 км	Очищенное масло методом коагуляции
Плотность при 15 ⁰ С, кг/м ³	848	896	882
Вязкость кинематическая при 100 ⁰ С, мм ² /с	13,4	14,2	13,6
Щелочное число, мг КОН на 1 г масла	8,3	7,3	8,2
Кислотное число, мг КОН	2,22	4,88	2,59
Температура вспышки, ⁰ С	235	226	224
Оптическая плотность, ед.	0,17	2,65	2,20

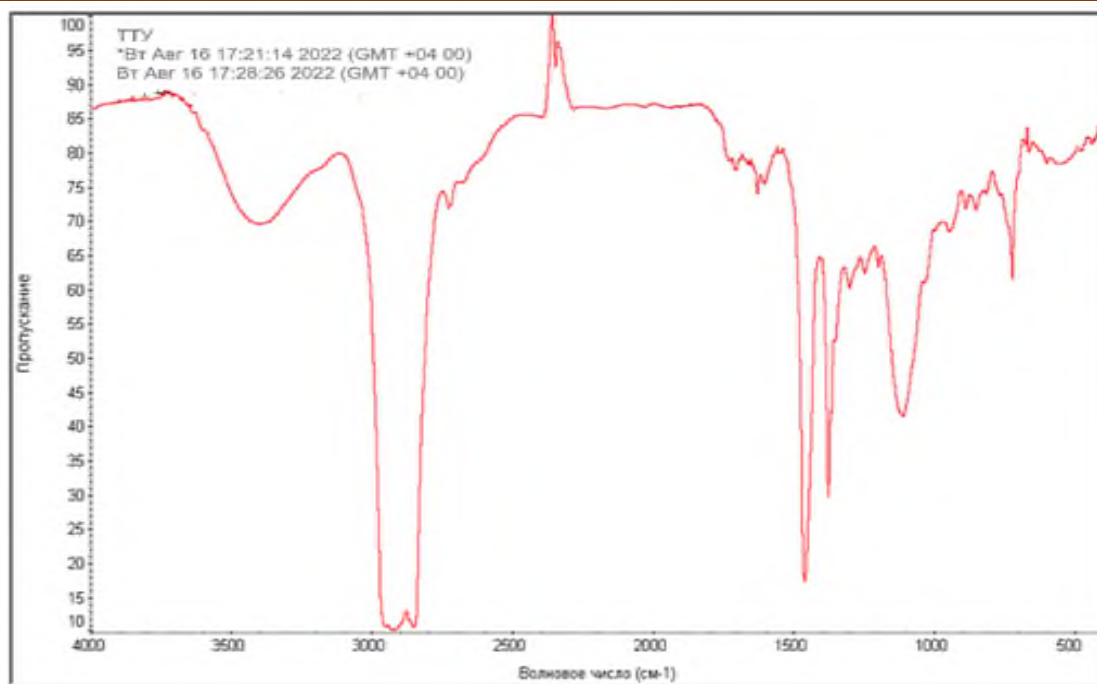
Как известно, ухудшение физико-химических свойств моторного масла в период эксплуатации связано со сложными термодинамическими процессами, протекающими в надпоршневом пространстве двигателей внутреннего сгорания (ДВС). В ДВС моторное масло, помимо высоких температур, подвергается воздействию кислорода воздуха, продуктов сгорания рабочей смеси и загрязняется продуктами изнашивания деталей шатунно-поршневой группы, а также дорожной пылью [14,15]. «Старение» моторного масла в ДВС в основном происходит из-за его интенсивного окисления.

Как видно из таблицы 1, при применении коагуляционной очистки отработанного нефтепродукта 40%-ным аммиачным раствором карбамида наблюдается некоторое улучшение реологических свойств моторного масла.

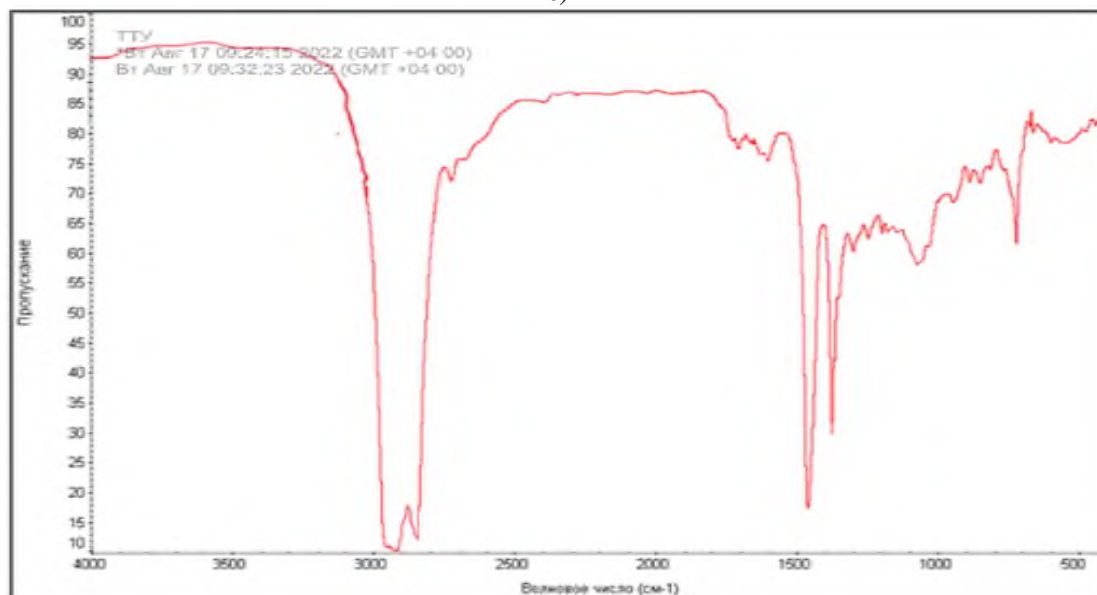
На рис. 1 показаны ИК-спектры свежего, отработанного и очищенного масел. Характер изменения спектров для всех видов масел одинаковый, незначительная разница наблюдается только в количественных показателях параметров свойств масел.



a)



б)



с)

Рисунок 1 – ИК-спектры а) свежего; б) отработанного и с) очищенного моторного масла

Результаты исследования

Анализ полученных данных показывает, что несмотря на некоторое отклонение показателя оптической плотности очищенного образца масла от свежего, применение данного способа коагуляции можно рекомендовать в схеме регенерации отработанных моторных синтетических масел, т.к. по контрольным показателям, достаточным для оценки качества очищенного продукта, очищенное масло близко к свежему моторному маслу.

Повышение реологических показателей масла в процессе эксплуатации в ДВС, видимо, связано с образованием органических примесей, появляющихся в масле в зоне контакта его с высокотемпературными соединениями горючей смеси (таблица 1). Данный факт подтверждается увеличением как плотности, так и кинематической вязкости образца при пробеге автомобиля, равном 9345 км. Снижение «запаса» щёлочности отработанного масла, характеризуемого щелочным числом, тоже указывает на образование кислых продуктов. Анализ данных, полученных для регенерированного масла, показывает, что при обработке отработанного масла 40%-ным аммиачным раствором карбамида данные показатели регенерируемого масла несколько улучшаются.

Результаты ИК-спектрального анализа свежего, отработанного и очищенного методом коагуляции моторного масла показывают, что на спектре отработанного масла наблюдается выраженный пик на 3450 см^{-1} , что дает основание полагать, что в процессе работы двигателя внутреннего сгорания в картерное масло попала вода (рисунок 1). На диаграмме зафиксирован пик на полосе поглощения 1100 см^{-1} . Из таблицы ИК-спектров присадок к моторным маслам вытекает, что данный пик скорее всего относится к моющей присадке с функциональной группой $S=O$, содержащей соединения металлов.

ИК-спектр очищенного масла показывает удаление воды из состава масла, а также наблюдается заметное снижение доли продуктов окисления на полосах поглощения $3400 - 3600\text{ см}^{-1}$. Однако для получения более качественного регенерата, отвечающего не только по физико-химическим свойствам, но и по цветовым показателям свежему маслу, необходимо включить в технологический процесс регенерации – адсорбционную очистку.

Выводы

Изучен процесс коагуляции продуктов загрязнения отработанных моторных масел с использованием 40%-ного аммиачного раствора карбамида в качестве коагулянта. Показано, что на процесс коагуляции загрязняющих частиц имеет влияние количество вводимого коагулянта, продолжительность его контакта с маслом, температура процесса и эффективность перемешивания.

Анализ полученных данных показывает, что несмотря на некоторое отклонение показателя оптической плотности очищенного образца масла от свежего, применение данного способа коагуляции можно рекомендовать в схеме регенерации отработанных моторных синтетических масел, т.к. по контрольным показателям, достаточным для оценки качества очищенного продукта, очищенное масло близко к свежему моторному маслу.

Результаты спектрального анализа показывают, что наблюдается незначительное изменение группового состава масла, за исключением смол, содержание которых на очищенном образце масла снижается на 75%. Однако для получения более качественного регенерата, отвечающего не только по физико-химическим свойствам, но и по цветовым показателям свежему маслу, необходимо включить в технологический процесс регенерации, кроме коагуляции, адсорбционную очистку.

Вовлечение карбамида в процесс очистки отработанных синтетических моторных масел в качестве коагулянта, помимо указанных достоинств, с точки зрения доступности сырьевой базы для Таджикистана имеет весьма важное и неоспоримое значение. Это вызвано прежде всего наличием в республике Вахшского азотно-тукового завода, на котором налаживается производство карбамида.

Литература

1. Евдокимов А.Ю. Смазочные материалы и проблемы экологии / Евдокимов А.Ю., Фукс И.Г., Шабалина Т.Н., Багдасаров Л.Н. // М.: ГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2000. – 424 с.
2. Викулов М.А., Божедонов А.И., Довиденко Г.П., Капитонов И.С. Регенерация отработанных масел // ГИАБ. 2008. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regeneratsiya-otrabotannyh-masel> (дата обращения: 23.08.2022).
3. Гриценко В.О. Разработка технологии регенерации моторных масел на основе микро- и ультрафильтрации: дисс. кандидата техн. наук: 05.17.18. – М., 2003. – 176 с.
4. Патент №2051954 Российская Федерация, МПК С10М 175/02. Установка для регенерации отработанного моторного масла : 5057482/04 : заявл. 03.08.1992 : опубл. 10.01.1996 / / Л. А. Ашкинази, В. В. Сердюк, А. П. Картошкин, А.В.Николаенко, И.В.Пологих; заявитель Ленинградский сельскохозяйственный институт. – 6 с. : ил. - Текст : непосредственный.
5. Патент №2107716 Российская Федерация, МПК С10М 175/02 (1006.01), С10М 175/00 (2006.01). Способ и установка для регенерации смазочных масел : 95121595/04 : заявл. 21.03.1994 : опубл. 27.03.1998 / Мед Хеди Мершауи, Насеэр Кхалеф, Абдельхафид Джаафар, Ашур Уззан, Мед Али Буфахжа, Салах Мезиу ; заявитель Сосьете Тюнизьен де Любрифьян-Сотюлюб. – 5 с. : ил. – Текст : непосредственный.
6. Григорьев М.А. Очистка масла и топлива в двигателях внутреннего сгорания. М.:Машиностроение, 1970. – 217 с.
7. Постников А.В. Ультрафильтрация отработанных трансмиссионных масел текстильного оборудования // Технология текстильной промышленности. 2013. № 5. С. 126–129.
8. Маркелов А.В., Маркелова О.А. Способы восстановления свойств работающих моторных масел и продления срока их службы // Информационная среда вуза: Материалы XXII Международной научно-технической конференции. Иваново, 2015. С. 357–362.
9. Бусин И.В. Теоретические аспекты удаления продуктов старения из работающих моторных масел. Materia y VIII i dzynarodowej naukow-i-praktycznej konferencji «Naukowa my l informacyjnej powieki – 2012» Volume 27. Rolnictwo: Przemyl. Nauka i studia. 2012. С. 8–15.
10. Матыцин Г.Д. Восстановление отработанного моторного масла для повторного использования в ДВС // Двигателестроение. 1999. № 3. С. 30–33.

11. Тупотилов Н.Н. Теоретический анализ физико-химического действия карбамида в среде работающего моторного масла // Сборник научных докладов XVI Международной научно-практической конференции. Тамбов, 2011. С. 339–343
12. Messina P. Chemical Marketing Reporting, 1998, v. 254, №8, p. 18 – 20.
13. Патент № 2528421 Российской Федерации, МПК C10M 175/02 (2006.01), C10G 21/20 (2006.01), C10G 49/18 (2006.01). Способ очистки моторного масла от продуктов старения и загрязнений : №2013130794/04 : заявл. 04.07.2013 : опубл. 20.09.2014 / Остриков В.В., Попов С.Ю., Зимин А.Г. ; заявитель ГНУ ВНИИТ и Н Россельхозакадемии).
14. Юнусов М.Ю. Физико-химические основы утилизации отработанных смазочных материалов.: Автореф. дис. канд.техн.наук. – Душанбе, 2006. – 23 с.
15. Юнусов М.Ю. Изменение качества моторного масла – индикатор текущего состояния автомобильных двигателей / Юнусов М.Ю., Бодурбеков Ф.С., Мажитов Б.Ж., Сахибов Н. // Кишоварз. №1(77) – 2018 г. Душанбе, изд. ТАУ. – С. 38-40.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-INFORMATION ABOUT AUTHOR

RU	TJ	EN
Юнусов Мансур Юсуфович	Юнусов Мансур Юсуфович	Yunusov Mansur Yusufovich
к.т.н.	н.и.т.	Ph.D.
ТТУ имени акад. М.С. Осими	ДТТ ба номи академик М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
m-yunusov@mail.ru		
https://orcid.org/0000-0003-3456-9118		

УДК 656.02

ВЛИЯНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА СКОРОСТЬ СООБЩЕНИЯ НА ТРЕХПОЛОСНЫХ СЕГМЕНТАХ УЛИЧНО-ДОРОЖНЫХ СЕТЕЙ

Пиров Ж.Т., Бозоров Ш.А., Мухторов Дж.Д.

Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

Целью данного исследования является разработка методологии оценки качества организации дорожного движения (ОДД) на трехполосных регулируемых сегментах городских улиц и дорог на основе данных, получаемых микромоделирование транспортных потоков (ТП).

Ключевые слова: сегмент, организация дорожного движения, скорость сообщения, микромоделирование, транспортный поток.

ТАЪСИРИ ТАҚСИМШАВИИ СЕЛАИ НАҚЛИЁТӢ БА СУРЪАТИ МӢНАИ ҲАРАКАТ ДАР ПОРЧАҲОИ СЕХАТАИ ШАБАКАИ РОҲУ НАҚЛИЁТ

Пиров Ҷ.Т., Бозоров Ш.А., Мухторов Ҷ.Д.

Мақсади ин тадқиқот таҳияи методологияи баҳо додани сифати ташкили ҳаракат дар роҳ дар порчаҳои сеҳатаи танзимшавандаи кӯчаҳо ва роҳҳои шаҳрӣ дар асоси маълумоте, ки аз микромоделсозии селаи нақлиётӣ ба даст омадааст, мебошад.

Калимаҳои калидӣ: порча, ташкили ҳаракат дар роҳ, суръати миёна, микромоделсозӣ, селаи нақлиётӣ.

INFLUENCE OF DISTRIBUTION OF TRAFFIC STREAMS ON COMMUNICATION SPEED ON THREE-LANE SEGMENTS OF STREET AND ROAD NETWORKS

Pirov J.T., Bozorov Sh.A., Mukhtorov J.D.

The purpose of this study is to develop a methodology for assessing the quality of traffic organization on three-lane regulated segments of city streets and roads based on the data obtained from traffic flow micromodeling.

Key words: segment, traffic management, communication speed, micromodeling, traffic flow.

ВВЕДЕНИЕ

В современной мировой практике основным критерием оценки качества ОДД стал показатель уровня обслуживания (LOS - level of service) [1, 2]. Применительно к регулируемым городским улицам и дорогам критерием качества ОДД является скорость сообщения на сегменте улицы [3], включающем перегон и замыкающий перекресток. В руководстве Highway Capacity Manual (HCM) 2010 [11] скорость сообщения определяется с учетом продолжительности движения по сегменту и задержке на замыкающем перекрестке.

Исследование влияния длины сегмента и распределения транспортных потоков на скорость сообщения

Выполняя исследования, нами принято решение выявить закономерности влияния на скорость сообщения распределения транспортных потоков по направлениям движения на замыкающем сегменте пересечения, включая эффект наличия или отсутствия конфликта левоповоротного движения. Рассмотреть обширный диапазон сочетаний длины трехполосного сегмента и распределения транспортных потоков по направлениям движения на замыкающем пересечении возможно лишь с применением микромоделирования, и для этого выбрана программа PTV Vissim.

Выполненный этап исследования подтвердил влияние на скорость сообщения неравномерности распределения транспортных потоков по направлениям движения на замыкающем пересечении, включая эффект наличия или отсутствия конфликта левоповоротного движения транспортного потока.

Ранее в рамках выполненного исследования были рассмотрены двухполосные сегменты городских улиц с регулируемым движением, с конфликтом и без конфликта фазы регулирования транспортного потока, получены следующие результаты [4]:

установлены регрессионные зависимости «скорость сообщения S_T – длина сегмента»;

зависимости «коэффициент снижения скорости f_L – длина сегмента».

Получены регрессионные зависимости «скорость сообщения S_T – длина сегмента» и «коэффициент снижения скорости сообщения f_L – длина сегмента» в случае 2-х полосного сегмента при доле левоповоротного потока $\alpha=35\%$ и доле правоповоротного потока $\gamma=10\%$ [4]:

Фаза с конфликтом	R^2	Фаза без конфликта	R^2
$S_T = 9,69 \ln(L_{seg}) - 32,88$	0,75	$S_T = 11,28 \ln(L_{seg}) - 33,25$	0,97
$f_L = 0,198 \ln(L_{seg}) - 0,866$	0,92	$f_L = 0,199 \ln(L_{seg}) - 0,636$	0,92

Вышеуказанные полученные зависимости имеют достаточно высокие показатели статистической значимости и поэтому могут использоваться в практике для оценки качества ОДД в стадии проектирования сегментов городских улиц с регулируемым движением светофорного объекта.

Рассмотреть широкий диапазон сочетаний длины регулируемого сегмента и распределения транспортных потоков по направлениям движения на замыкающем пересечении на основе практических данных и реальных условий городских улиц очень сложно. Возможное решение этой сложной задачи – применение микромоделирования транспортных потоков, и для этого выбрана программа PTV Vissim [14]. Пакет основан на модели Вейдеманна (Wiedemann's Car following model) позволяющей моделировать транспортный процесс, в том числе маневры смены полос движения на многополосных проезжих частях, опережение, обгон [7]. Модель Вейдеманна предполагает, что водитель может находиться в одном из четырех состояний: свободное движение, приближение, следование и торможение. Специалисты в области транспортного планирования отмечают [5], что значения средней задержки на регулируемых пересечениях, получаемые при использовании пакета PTV Vissim, наиболее близки к расчетным значениями методики руководств HCM 2000, 2010, 2016 [10, 11, 12]. Следует также отметить, что микромоделирование с использованием PTV Vissim уже применялось во многих зарубежных исследованиях, в том числе для выявления влияния интенсивности движения на скорость сообщения ТП [12-14], оптимизации светофорных объектов, круговых перекрестков и др.

Влияние распределения транспортных потоков и протяжности регулируемого сегмента по направлениям движения на замыкающем сегменте перекрестка рассмотрено в программе PTV Vissim для следующих условий:

- трёхполосные сегменты протяженностью от 200 до 2000 м с шагом 100 м;
- длительность цикла регулирования на замыкающем перекрёстке рассматриваемого сегмента 80 и относительная длительность зеленого сигнала 40% (рисунок 1);
- фазы регулирования без конфликта и с конфликтом левоповоротного потока (рисунок 2);
- распределение ТП на замыкающем перекрёстке сегмента: вправо – 10%; прямо от 80% до 30%; влево от 10% до 60%;
- скорость движения ТП в свободных условиях 60 км/ч (т.е. разрешаемая скорость);
- интенсивность движения на перегоне сегмента 2420 авт/ч;
- удельная интенсивность движения ТП 806 авт./ч·полоса;
- продолжительность имитационного моделирования в 1000 с (16,6 мин).

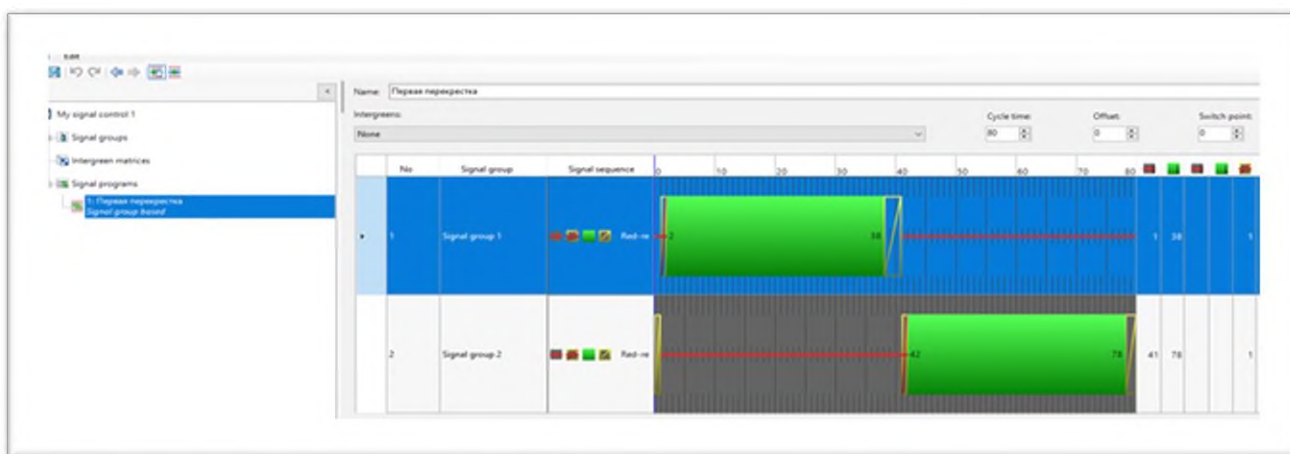


Рисунок 1 - Диаграмма светофорного регулирования с указанием времени начала и окончания фаз на замыкающем пересечении сегмента (PTV Vissim), с

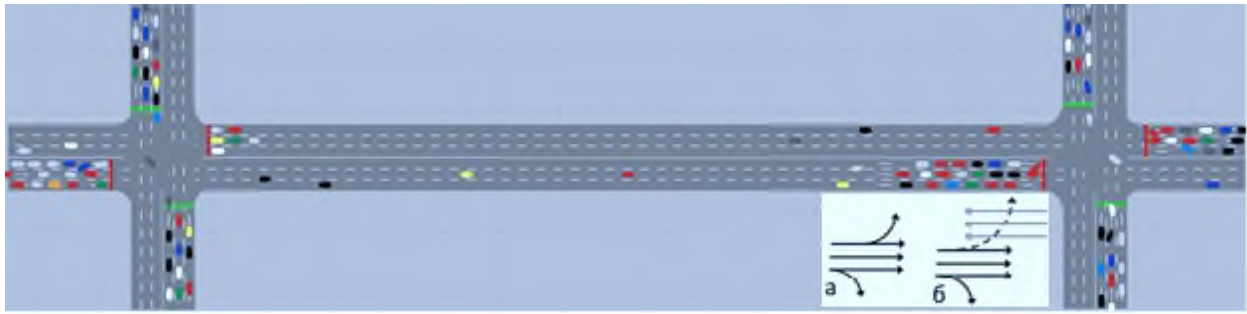


Рисунок 2 - Рассмотренные варианты фаз регулирования, обслуживающих транспортный поток на замыкающем трехполосном сегменте пересечения (PTV Vissim): а – без конфликта левоповоротного движения с прямым потоком б – с конфликтом движения левоповоротного потока.

Длительность цикла 80 с и относительная длительность зеленого сигнала 40% были выбраны как широко распространенные в практике организации движения.

Полученные результаты микро моделирования значений скорости сообщения (рис.3) позволяют делать следующие выводы:

- в условиях отсутствия левоповоротного конфликта (рис. 3а) большее влияние на скорость сообщения оказывает длина регулируемого сегмента. У сегментов длиной от 200 до 300 м скорость на 35-45%, чем у сегментов протяженностью более 1000 м (рис. 3);
- при наличии конфликта (рис. 3б) на скорость сообщения оказывает более значительное влияние доля левоповоротного движения. Так при увеличении этой доли до 60% скорость сообщения снижается 85-95% (рис. 5). Исходя из этого подтверждается правильность предположения необходимости учета распределения потоков по направлениям движения при оценке уровня обслуживания регулируемых сегментов.

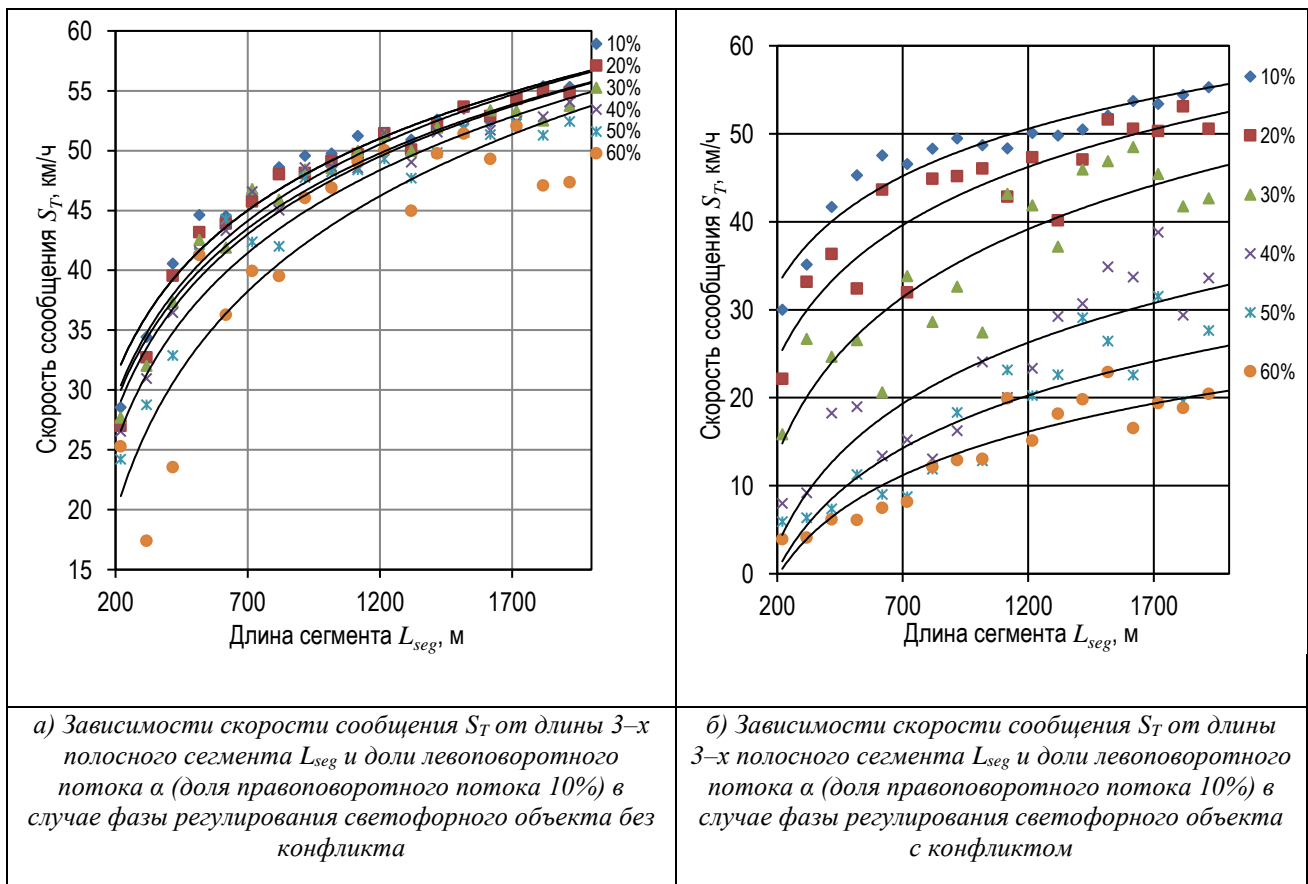


Рисунок 3 - Результаты микро моделирования зависимости скорости сообщения S_T от длины 3-х полосного сегмента L_{seg} и доли левоповоротного потока α (доля правоповоротного потока 10%) в случае фазы регулирования светофорного объекта с конфликтом и без конфликта

Таблица 1. Зависимости влияния долей левоповоротного потока α , правоповоротного потока γ и суммарной доли лево- и правоповоротных потоков β на скорость сообщения V_T на трехполосных сегментах длиной L_{seg} , обслуживаемых фазами с конфликтом левого поворота и без конфликта

Без конфликта			R^2	С конфликтом			R^2
1	2	3	4	5	6	7	8
α	10%	$V_T = 11,13 \ln(L_{seg}) - 27,91$	0,96	α	10%	$V_T = 9,97 \ln(L_{seg}) - 20,12$	0,93
	20%	$V_T = 11,87 \ln(L_{seg}) - 33,63$	0,96		20%	$V_T = 12,27 \ln(L_{seg}) - 40,75$	0,83
	30%	$V_T = 11,65 \ln(L_{seg}) - 32,85$	0,96		30%	$V_T = 14,36 \ln(L_{seg}) - 62,62$	0,79
	40%	$V_T = 12,04 \ln(L_{seg}) - 35,87$	0,95		40%	$V_T = 12,88 \ln(L_{seg}) - 65,07$	0,77
	50%	$V_T = 12,83 \ln(L_{seg}) - 42,58$	0,94		50%	$V_T = 11,11 \ln(L_{seg}) - 58,53$	0,74
	60%	$V_T = 14,77 \ln(L_{seg}) - 58,53$	0,83		60%	$V_T = 9,18 \ln(L_{seg}) - 48,96$	0,87
β	20%	$V_T = 10,54 \ln(L_{seg}) - 23,67$	0,97	β	20%	$V_T = 9,97 \ln(L_{seg}) - 20,14$	0,93
	30%	$V_T = 10,96 \ln(L_{seg}) - 26,96$	0,96		30%	$V_T = 10,81 \ln(L_{seg}) - 27,83$	0,90
	40%	$V_T = 12,05 \ln(L_{seg}) - 34,99$	0,96		40%	$V_T = 11,33 \ln(L_{seg}) - 34,87$	0,87
	50%	$V_T = 12,08 \ln(L_{seg}) - 35,56$	0,96		50%	$V_T = 11,91 \ln(L_{seg}) - 47,0$	0,83
	60%	$V_T = 13,29 \ln(L_{seg}) - 37,27$	0,94		60%	$V_T = 13,82 \ln(L_{seg}) - 66,78$	0,78
	70%	$V_T = 12,17 \ln(L_{seg}) - 37,14$	0,95		70%	$V_T = 14,031 \ln(L_{seg}) - 72,98$	0,90
γ	10%	$V_T = 11,13 \ln(L_{seg}) - 27,91$	0,96	γ	10%	$V_T = 11,54 \ln(L_{seg}) - 32,57$	0,96
	20%	$V_T = 11,33 \ln(L_{seg}) - 29,32$	0,95		20%	$V_T = 11,99 \ln(L_{seg}) - 38,20$	0,95
	30%	$V_T = 11,44 \ln(L_{seg}) - 30,37$	0,95		30%	$V_T = 12,22 \ln(L_{seg}) - 38,20$	0,93
	40%	$V_T = 11,62 \ln(L_{seg}) - 31,71$	0,96		40%	$V_T = 12,39 \ln(L_{seg}) - 40,07$	0,93
	50%	$V_T = 11,53 \ln(L_{seg}) - 31,38$	0,96		50%	$V_T = 12,70 \ln(L_{seg}) - 42,83$	0,94
	60%	$V_T = 11,20 \ln(L_{seg}) - 28,69$	0,94		60%	$V_T = 13,21 \ln(L_{seg}) - 46,94$	0,91

Полученные результаты моделирования значений скорости сообщения V_T для 3-х полосных сегментов (таблица 1 и рисунка 3 а, б) позволяют сделать следующие выводы:

-при наличии конфликта на скорость сообщения V_T оказывает более значительное влияние доля левоповоротного движения. В результате при увеличении доли левоповоротного потока до 60% скорость сообщения V_T на перегоне сегмента снижается от 80 до 90%. Таким образом, подтверждается равномерность предположения необходимости учета распределения ТП на замыкающем пересечении сегмента по направлениям движения при оценке уровня обслуживания регулируемых городских улиц и дорог.

-на сегментах без конфликта левоповоротного потока на скорость сообщения V_T значительное влияние оказывает протяженность сегмента. Таким образом, у сегментов длиной от 200 до 300 м скорость сообщения V_T на 30 до 40% меньше, чем у сегментов протяженностью более 1000 м.

Завершенный этап исследования - микромоделирование распределения ТП на замыкающем перекрестке, регулируемом сегменте - подтвердил гипотезу о значительном влиянии неравномерности распределения ТП по направлениям движения на скорость сообщения S_T , включая с конфликтом и без конфликта левоповоротного ТП, что можно рассматривать как принципиально новый научный результат.

В дальнейших исследованиях автор планирует рассмотреть влияние распределения ТП на четырёхполосном сегменте и, в том числе влияние остановочных пунктов (с карманом и без кармана) различного вида общественного пассажирского транспорта, искусственных неровностей, пешеходных переходов, уличных парковок.

Список литературы

1. Горбунов, Р.Н. Оценка уровня обслуживания на основе критериев надежности / Р.Н. Горбунов, А.Ю. Михайлов, Ж.Т. Пиров // ВЕСТНИК ИрГТУ 2017. – № 8. – С. 188 – 194.
2. Пиров Ж.Т., Михайлов А.Ю. Оценка скорости движения в свободных условиях для определения уровня обслуживания транспортных потоков на сегментах городских улиц и дорог/ Пиров Ж.Т., Михайлов А. Ю // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2019. № 2 (57). С. 16-25.
3. Пиров, Ж.Т. Сегмент при оценке качества организации дорожного движения на УДС (на примере г. Душанбе) / Пиров Ж.Т. // Организация и безопасность дорожного движения. Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием «Организация и безопасность дорожного движения». Отв. ред. Д.А. Захаров. Тюмень. Издательство: Тюменский индустриальный университет (г. Тюмень) 2019. – С. 289 –294.
4. Пиров Ж.Т. Влияние распределения транспортных потоков на скорость сообщения на двухполосных регулируемых сегментах городских улиц / Пиров Ж.Т. // XIV Международная научно-техническая конференция "Авиационное строительство и транспорт Сибири" Иркутск, 2020. – С. 184-192.

5. Bassani M Calibration to Local Conditions of Geometry-based Operating Speed Models for Urban Arterials and Collectors / M. Bassani, E Sacchi // *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, (2012) -Vol 53. pp. 822 – 833 (In Eng.).
6. Bloomberg L Comparison of Vissim and Corsim Traffic Simulation Models on a Congested Network / L. Bloomberg, J. Dale // *Transportation Research Record*. (2000) -Vol 1727. pp. 52-60. (In Eng.)
7. CHEN Tianzi. Comparative Study of VISSIM and SIDRA on Signalized Intersection / CHEN Tianzi, JIN Shaochenb, YANG Hongxu // *Social and Behavioral Sciences*. (2010) -Vol 96. pp. 2004 – 2010 (In Eng.)
8. Fellendorf M. Validation of the Microscopic Traffic Flow Model VISSIM in Different Real-World Situations. Available at: <https://trid.trb.org/view/689890> (accessed 10.12.2019) (In Eng.)
9. Gundolf J. Impact of Different Lengths of Urban Road Segments on Speed-Volume Relationship Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-43985-3_15 (accessed 10.12.2019) (In Eng.)
10. Highway Capacity Manual 2000 // TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2000. 1207 p. (In Eng.)
11. Highway Capacity Manual 2010 // TRB, National Research Council, Washington, DC, 2010. – 1475 p.
12. NCHRP Report 825 Planning and Preliminary Engineering Applications Guide to the Highway Capacity Manual // TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2016. 259 p. (In Eng.)
13. Tian Z. Variations in Capacity and Delay Estimates from Microscopic Traffic Simulation Models / Z. Tian, T. Urbanik, R. Engelbrecht, K. Balke // *Transportation Research Record*. (2000) -Vol 1802. pp. 23-31 (In Eng.)
14. VISSIM 5.30-05 User Manual PTV // Planung Transport Verkehr AG, 2011. (In Eng.)

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН-СВЕДИНИЯ ОБ АВТОРАХ-INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Пиров Чахонгир Тиллоевич	Пиров Жахонгир Тиллоевич	Pirov Jahongir Tiloevich
н.и.т., ассистент	к.т.н., ассистент	candidate of technical sciences, assistant
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S.Osimi
Тел:(+992)930803802 Email: Vilia-7@mail.ru ORCID Id 0000-0003-0553-4338		
TJ	RU	EN
Бозоров Шамсуддин Аломуддинович	Бозоров Шамсуддин Аломуддинович	Bozorov Shamsuddin Alomuddinovich
н.и.т., и.в.д	к.т.н, и.о.доцента	Candidat of engineering sciences
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S.Osimi
Тел:(+992)555553516 Email: bozorov_shamsiddin@mail.ru ORCID Id 0000-0003-2854-5048		
TJ	RU	EN
Мухторов Човид Додалишоевич	Мухторов Джовид Додалишоевич	Mukhtorov Jovid Dodalishoevich
аспирант	аспирант	Postgraduate Student
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S.Osimi
Тел:(+992)906770502 Email: mukhtorov03018585@mail.ru		

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОТЫ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ

Мирзовалиев Х.И., Мирзоалиев И., Абдулло М. А.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В данной статье анализируются различные конструкции поршневых колец и их влияние на характеристики работы поршневых двигателей. Экспериментальными исследованиями выявлена их эффективность при эксплуатации поршневых двигателей внутреннего сгорания.

Ключевые слова: двигатели внутреннего сгорания, уплотнительные кольца, поршень, расширительное кольцо, изнашивание колец.

ТАДҚИҚОТ ОИД БА БЕҲТАР ГАРДОНДАНИ НИШОНДОДҶОИ КОРИИ МУҲАРИКҶОИ ДАРУНСӢЗИ ПОРШЕНДОР АЗ ҲИСОБИ ТАЪҒИЙДИҶИИ КОНСТРУКСИЯИ ҲАЛҚАҶОИ ПОРШЕНӢ

Дар мақолаи мазкур конструксияҳои гуногуни ҳалқаҳои поршенӣ ва таъсири онҳо ба нишондиҳандаҳои кори муҳаррикҳои поршендор таҳлил карда шудаанд. Дар асоси таҳқиқотҳои таҷрибавӣ самаранокии онҳо ҳангоми истифодабарии муҳаррикҳои дарунсӯзи поршендор муайян карда шуданд.

Вожаҳои калидӣ: муҳаррики дарунсӯз, ҳалқаҳои зичқунанда, поршен, ҳалқаи васеъқунанда, хурдашавии ҳалқаҳо

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF IMPROVING THE PERFORMANCE OF PISTON ENGINES BY CHANGING THE DESIGN OF PISTON RINGS

This article analyzes various designs of piston rings and their influence on the performance of piston engines. Experimental studies have revealed their effectiveness in the operation of reciprocating internal combustion engines.

Keywords: internal combustion engines, sealing rings, piston, expansion ring, ring wear.

Введение

Значительный рост всех отраслей народного хозяйства требует перемещения большого количества грузов и пассажиров. Высокая маневренность, проходимость и приспособленность для работы в различных условиях делает автомобиль одним из основных средств перевозки грузов и пассажиров.

Отсутствие развитой сети железных дорог и ограничение возможностей использования рек для судоходства делают автомобиль главным средством передвижения в условиях нашей республики.

Автомобильный транспорт в настоящее время обслуживает все отрасли народного хозяйства и занимает одно из ведущих мест в единой транспортной системе страны.

В качестве энергетических установок автомобилей наибольшее распространение получили двигатели внутреннего сгорания, в которых процесс сгорания топлива с выделением теплоты и превращением ее в механическую работу происходит непосредственно в рабочей камере. На большинстве современных автомобилей установлены поршневые двигатели внутреннего сгорания. Конструктивной особенностью всех этих двигателей является то, что в них внутри цилиндра перемещается поршень с компрессионными (уплотнительными) кольцами. Поршень через поршневой палец и шатун связан с коленчатым валом, который вращается в коренных подшипниках, расположенных в картере. Цилиндр, поршень, шатун и коленчатый вал составляют так называемый кривошипно-шатунный механизм. Износ поршневых колец приводит к ухудшению работы двигателя, в том числе снижению мощности двигателя, возрастанию расхода топлива, снижению срока службы. Поэтому изыскание возможности улучшения работы компрессионных колец ДВС является актуальной задачей.

Обзорная часть

Невозможно было бы создание двигателей внутреннего сгорания, их развития и применения, если бы не эффект теплового расширения. Ведь в процессе теплового расширения нагретые до высокой температуры газы совершают полезную работу. Вследствие быстрого сгорания смеси в цилиндре двигателя внутреннего сгорания резко повышается давление, под воздействием которого происходит перемещение поршня в цилиндре.

Двигатели внутреннего сгорания классифицируются по различным признакам: по способу смесеобразования - двигатели с внешним смесеобразованием, у которых горючая смесь готовится вне цилиндров (карбюраторные и газовые), и двигатели с внутренним смесеобразованием (рабочая смесь образуется внутри цилиндров) - дизели; по способу осуществления рабочего цикла - четырехтактные и двухтактные; по числу цилиндров - одноцилиндровые, двухцилиндровые и многоцилиндровые; по расположению цилиндров - двигатели с вертикальным или наклонным расположением цилиндров в один ряд, V-образные с расположением цилиндров под углом (при расположении цилиндров под углом 180° двигатель называется двигателем с противоположащими цилиндрами, или оппозитным); по способу охлаждения - на двигатели с жидкостным или воздушным охлаждением; по виду применяемого топлива - бензиновые, дизельные,

газовые и многотопливные; по степени сжатия. В зависимости от степени сжатия различают двигатели высокого ($E=12...18$) и низкого ($E=4...9$) сжатия[1,2,3].

Нагревание газов в положении ВМТ достигается в результате сгорания в цилиндре топлива, перемешанного с воздухом. При этом повышается температура газов и давления. Т.к. давление под поршнем равно атмосферному, а в цилиндре оно намного больше, то под действием разницы давлений поршень будет перемещаться вниз, при этом газы - расширяться, совершая полезную работу. Вследствие расширения продуктов сгорания возрастает давление и поршень перемещается вниз. Компрессионные кольца уплотняют зазор между поршнем и цилиндром и препятствуют утечки продуктов сгорания через зазор.

Срок службы поршневых колец зависит от материала цилиндровых втулок, колец, а также от нагрузки, качества регулировки двигателя, качества применяемого топлива и смазки.

Средний срок службы поршневых колец составляет 6000 - 8000 часов. Для обеспечения надежной работы поршневых колец решающее значение имеют, с одной стороны, профилактические мероприятия, связанные со своевременной заменой негодных колец, а с другой - правильный выбор их конструктивной формы.

Хотя срок службы поршневых колец может достигать 125000 км пробега автомобиля рекомендуется во всех случаях разборки двигателя после пробега 60 000 км заменять поршневые кольца. Это, с одной стороны, исключает необходимость повторной разборки двигателя после сравнительно небольшого пробега автомобиля, а с другой стороны, является профилактикой для повышения общего срока службы двигателя[4,5].

Двигатели внутреннего сгорания в большинстве случаев ставятся в ремонт из-за потери мощности, большого расхода топлива и смазочных материалов, потери компрессии, неустойчивой работы двигателя.

Долговечность гильз цилиндров, экономичность работы и мощность двигателя в большей степени зависят от конструкции и качества поршневых колец. Практикой установлено предельно допустимая величина износа гильз (в осевом направлении) и составляет примерно 0,4мм и овальность, 0,10-0,125мм [6]. Одно из направлений повышения характеристик работы двигателя - это усовершенствование конструкции поршневых колец. За счет усовершенствования конструкции колец возможно значительно повысить компрессию и долговечность работы. Существуют различные конструкции поршневых колец. Рассмотрим некоторые из них.

Поршневое компрессионное кольцо двигателя внутреннего сгорания, который улучшает компрессию газов в цилиндре ДВС за счет использования дополнительного разрезного кольца с прямоугольной выемкой по всей цилиндрической окружной поверхности, в которую плотно входит основное разрезное поршневое кольцо. Основное разрезное поршневое кольцо плотно вставляют в выемку. При этом положение разрезов на основном и дополнительном разрезных кольцах устанавливают разнесенными относительно друг друга на 180° , что способствует повышению герметичности уплотнения[7].

Известно также изобретение, в котором поршневое кольцо содержит отверстия, соединяющие верхнюю поверхность поршневого кольца с канавкой, выполненной в его нижней поверхности. В канавке размещается уплотнительное кольцо определенной формы поперечного сечения. Газообразные продукты сгорания, попадая в область за уплотнением поверхности кольца, тем самым прижимают уплотнительные поверхности кольца к нижней поверхности канавки поршневого кольца. Этим уменьшается нежелательное пропускание продуктов сгорания и улучшаются компрессионные характеристики двигателя[8].

Известно поршневое уплотнение для двигателя внутреннего сгорания, содержащее установленные в одной поршневой канавке два компрессионных кольца, причем верхний торец верхнего компрессионного кольца выполнен под острым углом к своему нижнему торцу, а большей вертикальной стороной верхнее компрессионное кольцо обращено к оси цилиндра, отличающееся тем, что угол наклона верхнего торца верхнего компрессионного кольца по отношению к своему нижнему торцу составляет $15...25^\circ$ [9].

Поршневое уплотнение двигателя внутреннего сгорания содержит два компрессионных кольца, между которыми расположено расширительное кольцо, установленное в одной поршневой канавке, причем расширительное кольцо, имеющее коническую рабочую часть и фиксирующую цилиндрическую часть, установлено между компрессионными кольцами так, что наружная коническая часть расширительного кольца контактирует соответственно с наклонными поверхностями, выполненными на нижнем торце верхнего кольца и верхнем торце нижнего кольца, а внутренней цилиндрической частью расширительное кольцо расположено в кольцевой проточке, выполненной в дне поршневой канавки[10].

Известно также поршневое уплотнение двигателей внутреннего сгорания. В поршневой канавке установлены верхнее кольцо и нижнее кольцо, при этом верхний торец верхнего кольца выполнен под острым углом к своему нижнему торцу, а большей вертикальной стороной кольцо

обращено к оси цилиндра. Под нижним кольцом установлено дополнительное кольцо с маслосъемными функциями, нижний торец которого выполнен под острым углом к своему верхнему торцу, большей вертикальной стороной кольцо обращено к стенке цилиндра, а между наружной вертикальной поверхностью верхнего кольца и стенкой цилиндра имеется зазор. Угол наклона нижнего торца дополнительного кольца меньше угла наклона верхнего торца верхнего кольца. Под нижним торцом дополнительного кольца по наружному диаметру поршня выполнена канавка, сообщающаяся отверстиями с внутренней полостью поршня. Изобретение обеспечивает повышение КПД, мощности и ресурса двигателя, уменьшение расхода топлива и моторного масла, улучшение экологических характеристик[11].

Также известно поршневое уплотнение двигателя внутреннего сгорания, которое содержит два компрессионных кольца, между которыми расположено расширительное кольцо, установленное в одной поршневой канавке, причем расширительное кольцо, имеющее коническую рабочую часть и фиксирующую цилиндрическую часть, установлено между компрессионными кольцами так, что наружная коническая часть расширительного кольца контактирует соответственно с наклонными поверхностями, выполненными на нижнем торце верхнего кольца и верхнем торце нижнего кольца, а внутренней цилиндрической частью расширительное кольцо расположено в кольцевой проточке, выполненной в дне поршневой канавки. Предлагаемая конструкция поршневого устройства практически устраняет газодинамические потери, обеспечивает эффективный теплообмен между перегретой головкой поршня и охлаждаемым цилиндром, повышает компрессию, мощность и ресурс двигателя, уменьшает расход топлива и масла, улучшает экономические и экологические показатели[12].

Известно также поршневое компрессионное кольцо двигателя внутреннего сгорания, содержащее установленные в канавке поршня основное разрезное поршневое кольцо, а также дополнительное разрезное кольцо, расположенное концентрично с поршневым кольцом и контактирующее своей внутренней цилиндрической окружной поверхностью с цилиндрической поверхностью дна поршневой канавки, при этом дополнительное разрезное кольцо снабжено пазом, выполненным на его поверхности, отличающейся тем, что паз на дополнительном разрезном кольце выполнен в виде прямоугольной выемки, расположенной по всей цилиндрической окружной поверхности, при этом основное разрезное поршневое кольцо плотно вставляют в выемку, причем положение разрезов на основном и дополнительном разрезных кольцах устанавливаются разнесенными относительно друг друга на 180° , что способствует обеспечению полной герметичности уплотнения, кроме того, ширина выемки равна ширине основного кольца и соответствует соотношению: $b=0,5 B$, а глубина выемки равна половине высоты кольца и соответствует $h=0,5 H$, где: b - ширина выемки; B - толщина стенки дополнительного кольца; h - высота выемки; H - высота дополнительного кольца [13]. Недостатками этих конструкций являются следующие:

Эти конструкции допускают прорыв рабочих газов из камеры сгорания через зазор в замке верхнего компрессионного кольца в придонную полость поршневой канавки и далее через зазор в замке конического расширителя и зазор между поршнем и цилиндром в картер двигателя. При движении поршня в обратном направлении масло, снятое со стенки цилиндра, попадает в придонную полость поршневой канавки и далее, через зазор в замке верхнего компрессионного кольца вытесняется в зазор между поршнем и цилиндром и выбрасывается в камеру сгорания. Кроме того, рядная с компрессионными кольцами установка расширительного кольца увеличивает длину поршня, увеличивая его массу, которая отрицательно влияет не только на расход металла, особенно в массовом типе производства, но и на динамику кинематической системы двигателя.

Такая конструкция позволяет держать компрессию внутри цилиндров, даже когда кольцо изношено, что увеличивает срок службы двигателя и улучшает характеристики ее работы.

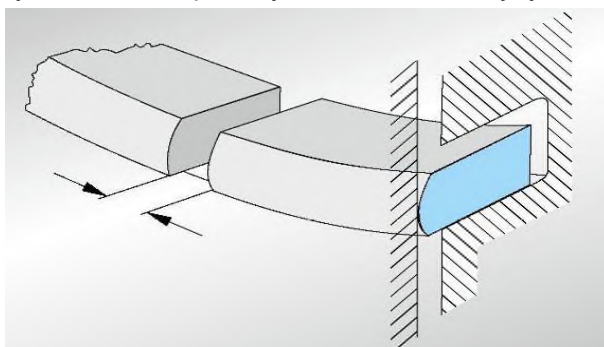


Рис.1. Зазоры изношенного кольца



Рис.2. Действия газов на кольца при сжатии и рабочем такте

При работе ДВС из-за износа зазоры колец станут больше (рис.1). В этом случае компрессия снизится, расход масла и топлива увеличится, что приводит к снижению КПД.

На рисунке 2 показано действие газов на кольца при сжатии и рабочем такте.

И этого рисунка можно видеть, что после взрыва топливоздушная смесь давит на заднюю плоскость кольца и толкает ее. Из-за неплотности прилегания нижней плоскости кольца к поршневой канавке

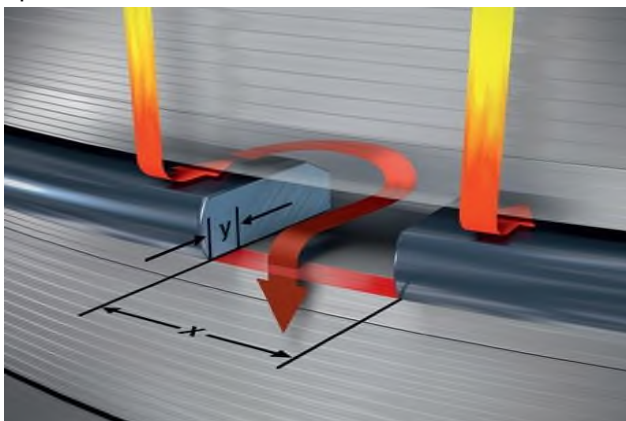


Рис.3. Переход давления из задней плоскости кольца через зазор в картер

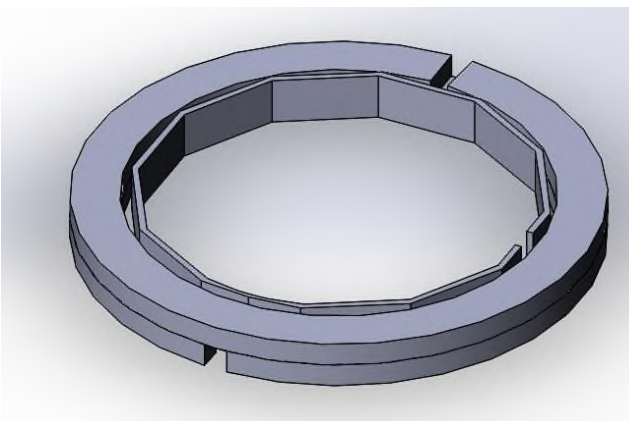


Рис.4. Предлагаемая конструкция расположения колец

На этом рисунке давление проходит из задней плоскости кольца на картер и снижает компрессию. Таким образом масло переходит в камеру сгорания и сгорает.

Для решения задачи увеличения срока службы колец мы предлагаем в одной канавке ставить три кольца.

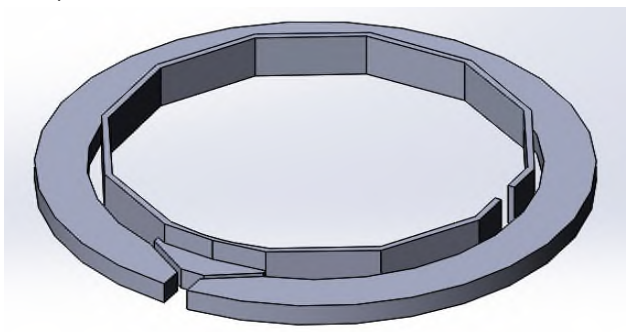
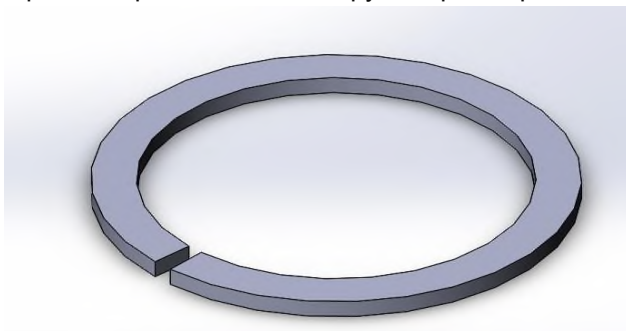


Рис.5. Расположение радиального расширителя относительно нижнего кольца.

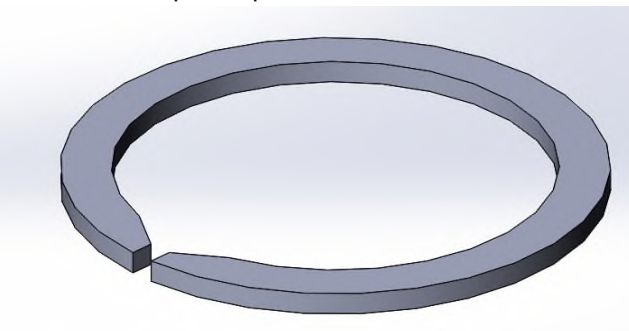


Рис.6. Конструкция расширительного кольца

На рисунке 5 показано расположение радиального расширителя относительно нижнего кольца. Как видно из рисунка, зазор кольца плотно прикрывается при помощи выступа расширителя. Износ кольца в процессе работы компенсируется расширением под действием расширителя.



А)



Б)

Рис.7. А- Обычное поршневое кольцо; Б- Поршневое кольцо с конусным зазором

Пример реализации конструкции и экспериментальное исследование

Реализация данной конструкции осуществлена на четырехтактном оппозитном двигателе внутреннего сгорания марки «Урал». Для этого расширили канавку поршня путем расточки на токарном станке. В данной канавке были размещены кольца первой и третьей, которые компрессионные, а второе кольцо расширительное и служит для перекрывания зазора третьего кольца. Первое и третье кольца ставятся друг над другом. Третье кольцо снизу, а первое сверху. Места разреза при этом противоположны друг другу. Второе кольцо - это радиальный расширительный масляесъемный, на котором соединили кусок от компрессионного кольца как на рисунке, и ставится внутри первого и третьего. При этом специальный уступ данного кольца входит в специальный конический зазор третьего кольца.

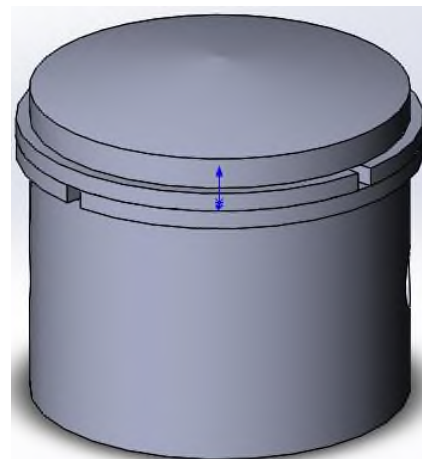


Рис. 8. Новая конструкция в сборе

Испытания показали, что при этом компрессия возрастает от 4 до 7 атмосфер.

Когда таким образом собрали двигатель с новой конструкцией поршневых колец, компрессия повысилась от 4 атм. до 7 атм. За счет увеличения давления увеличились тяга и мощность двигателя, расход масла снизился.

Литература

1. Автомобильные и тракторные двигатели: учеб. для вузов в 2 ч. / под ред. И. М. Ленина. - М.: Высш. шк. 1976. - Ч. 1. - 368 с. ; Ч. 2. - 280 с.
2. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей: учеб. для вузов / под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. - М.: Машиностроение, 1985. - 456 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: учеб. для вузов / под ред. А. С. Ор-Лина, М. Г. Круглова. - 4-е изд. - М.: Машиностроение, 1990. - 288 с. - ISBN 5-217-00117-8.
4. Дизели: справочник / Б. П. Байков, В. А. Ванштейдт [и др.]; под общ. ред. В. А. Ванштейдта [и др.]. - М.: Машиностроение, 1977. - 480 с.
5. Дмитриевский, А. В. Карбюраторы автомобильных двигателей / А. В. Дмитриевский, В. Ф. Каменев. - М.: Машиностроение, 1990. - 224 с. - ISBN 5-217-00635-8.
6. Мишин И.А. «Долговечность двигателей», изд. «Машиностроение» 1968г.
7. Патент RU 2 703 126 C1 МПК F16J 9/00. Опубликовано: 15.10.2019 Бюл. № 29
8. Патент RU 2 703 770 C2 МПК F02 F 5/00; F161 9/20; F161 9/26. Опубликовано: 22.10.2019 Бюл. № 30
9. Патент RU 2 381375 C2. МПК F02F 5/00, Опубликовано: 10.02.2010 Бюл. № 4.
10. Патент RU 2 582384 C1. МПК F02F 5/00, Опубликовано: 27.04.2016 Бюл. № 12.
11. Патент RU 2 447 306 C1). МПК F02F 5/00 (2006.01) F16J 9/20. Опубликовано: 10.04.2012 Бюл. № 10.
12. Патент RU 2 582 384 C1). МПК F02F 5/00 . Опубликовано: 27.04.2016 Бюл. № 12.
13. RU 2 703 126 C1, МПК F16J 9/00. Опубликовано: 15.10.2019 Бюл. № 29.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (AUTHORS' BACKGROUND)

TJ	RU	EN
Мирзовалиев Хушбахт Исмоилович	Мирзовалиев Хушбахт Исмоилович	Mirzovaliev Khushbakht Ismoilovich
донишҷӯи курси 3, гр.360101А	студент 3 курса, группа 360101А	3rd year student, group 360101A
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
TJ	RU	EN
Мирзоалиев Исроил	Мирзоалиев Исроил	Mirzoaliev Isroil
н.и.т., дотсент,	к.т.н., доцент	Ph.D., associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
tmmsii74@mail.ru		
Тел. +992919971476		

TJ	RU	EN
Абдулло Мамадамон Абдурахмонбек	Абдулло Мамадамон Абдурахмонбек	Abdullo Mamadamon Abdurahmonbek
н.и.т., дотсент,	к.т.н., доцент	Ph.D., associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
mamadamonabdullo@gmail.com		
ORCID Id 0000-0002-6253-5946		

УДК 658.566

МУНОСИБАТИ СИСТЕМАВӢ ДАР ОМУӢЗИШ ВА БАЛАНД БАРДОШТАНИ САМАРАНОКИИ КОРИ НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛИИ МУСОФИРБАР

Юнусов Ф.М.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақолаи мазкур доир ба муносибати системавӣ дар омӯзиш ва баланд бардоштани самаранокии кори нақлиёти автомобилҳои мусофирбар андешаронӣ шудааст. Дар асоси фикрҳои олимони соҳаи нақлиёт фаъолияти нақлиёти автомобилҳои мусофирбар ба риштаи муносибати системавӣ кашида шудааст.

Чун нишондиҳандаи хуруҷ аз ҷониби муаллиф маҳсулнокии меҳнати кормандони МНА-и мусофирбар, автовокзал/авгостансияҳо дида баромада шудааст. Ин ҳамчунон маънидод мегардад, ки татбиқи дастовардҳои рушди илмию техникӣ ба афзоиши маҳсулнокии меҳнат мусоидат карда, дар навбати худ ин нишондиҳанда дар худ ҳаҷми мусофирбарӣ, гардиши мусофирон, нархномаи интиқол, андозаи даромад ва шумораи кормандонро ҷамъбаст менамояд.

Калимаҳои калидӣ: система, муносибат, мусофир, талабот, аҳоли, нақлиёт.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ И ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПАССАЖИРСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Юнусов Ф.М.

В данной статье рассматривается системный подход к обучению и повышению эффективности пассажирских автомобильных перевозок. Исходя из мнений транспортников деятельность пассажирского автомобильного транспорта привлечена к системному подходу.

В качестве выходного показателя автор рассматривал производительность труда работников пассажирского АТП, автовокзала/автовокзалов. Это означает, что внедрение достижений научно-технического развития способствует повышению производительности труда, а в свою очередь этот показатель суммирует объем пассажиропотока, пассажирооборот, тариф на перевозки, сумму дохода и количество сотрудников.

Ключевые слова: система, подход, пассажир, спрос, население, транспорт.

A SYSTEMIC APPROACH IN STUDYING AND IMPROVING THE EFFICIENCY OF PASSENGER AUTOMOBILE TRANSPORT

Yunusov F.M.

This article discusses a systematic approach to training and improving the efficiency of passenger road transport. Based on the opinions of transport workers, the activities of passenger road transport are involved in a systematic approach.

As an output indicator, the author considered the labor productivity of employees of the passenger MTE, bus station/bus stations. This means that the introduction of the achievements of scientific and technological development contributes to an increase in labor productivity, and in turn, this indicator summarizes the volume of passenger traffic, passenger turnover, transportation tariff, income and the number of employees.

Key words: system, approach, passenger, demand, population, transport.

Муқаддима. Муносибати системавӣ методологияи дарки илмиро дар асоси тадқиқи объектҳо чун система таҷассум менамояд. Муносибати системавӣ ба кушодани пуррагии объекти тадқиқот механизмҳои онро ба ошкорсозии шаклҳои бисёрнамудаи алоқаҳои мураккаби объект ва маълумоти онҳо ба намуди ягонаи назариявӣ менигаронад.

Муносибати системавӣ маҷмӯи принципҳои методӣ ва ҳолатҳои назариявиеро таҷассум менамояд, ки имкони дида баромадани ҳар як унсуре системаро дар алоқамандӣ бо он ва ҳамкориҳои он бо дигар унсурҳои дода, тағйироти дар система дар натиҷаи тағйирёбии звеноҳои алоҳидаи он руҳдиҳандаро пайгирӣ менамояд, сифати системавии хос (хусусиятҳои элементарӣ)-ро меомӯзад, нисбат ба қонуниятҳои рушди система хулосаҳои асоснок мебарорад, речаи муносиби амалисозии онро муайян менамояд¹.

Чунин мафҳуми муносибати системавӣ, ки аз ҷониби профессор Сыроежин И.М. дода шудааст, нисбатан ҳамаҷониба ин мафҳумро мекушояд ва дар оянда мо ин мафҳуми муносибати системавиरो ҳамчун асос ба қор мебарем.

Таҳлили адабиёти иқтисодӣ нишон медиҳад, ки ҳоло муносибат – воситаҳои зиёд мавҷуд аст, ки бо ёрии он падидаҳо ва равандҳои иқтисодиро омӯختан мумкин аст (расми 1).

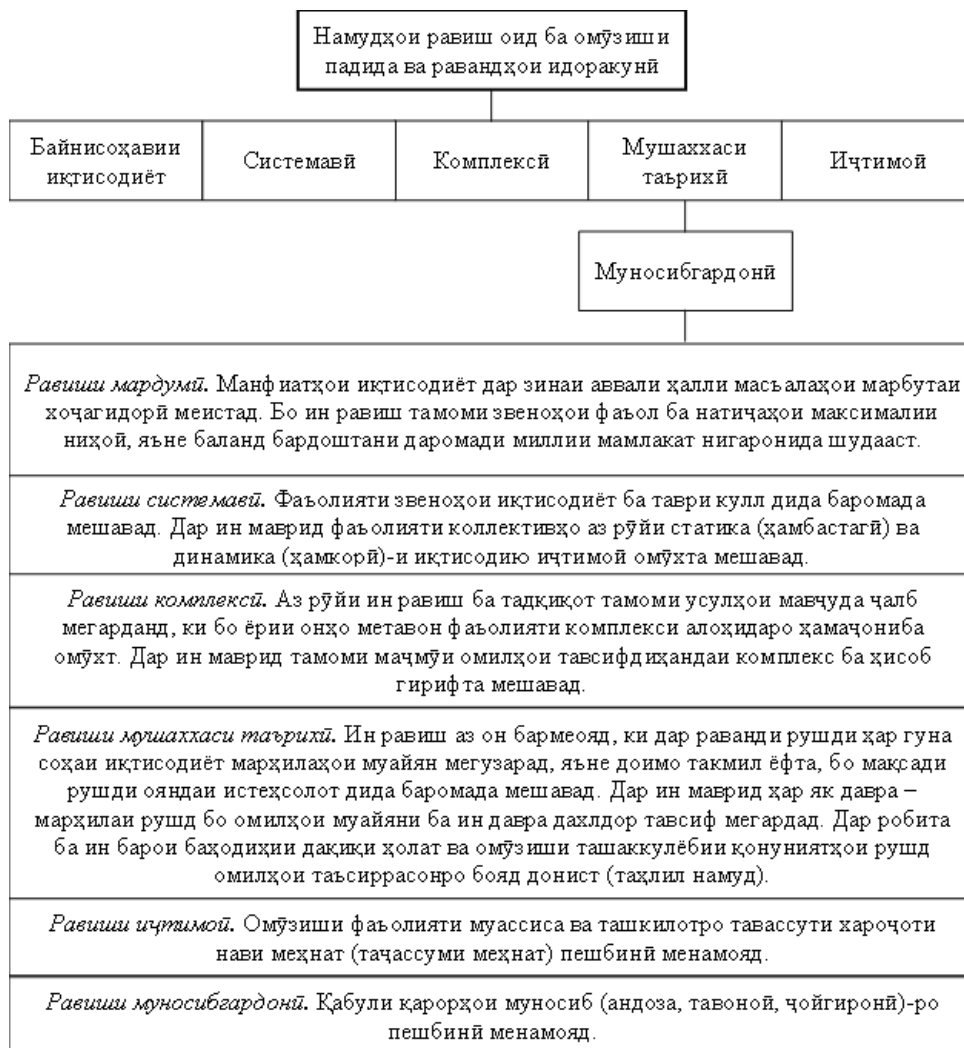
Пас аз омӯзиши моҳияти ин муносибатҳо оид ба омӯзиши падидаҳои иқтисодӣ метавон хулоса намуд, ки барои омӯзиши қонеъгардонии талаботи аҳоли доир ба мусофирбарӣ муносибати системавӣ нисбатан қобили қабул аст.

Илми муосири бо дастовардҳои ғанигардида муносибати системавиरो ҳангоми ҳалли масъалаҳои мушкили иқтисодии банақшагирӣ ва идораи иқтисодиёт истифода мебарад. Муносибати системавӣ,

¹ Сыроежин И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества. — М.: Экономика, 1980 г. — 192 с.

инчунин ҳангоми такмилдиҳии ташкили кори нақлиёти автомобиллии мусофирбар муваффақона ба кор бурда мешавад [7,9,11].

Дар кори илмии Федоренко Н.П. омадааст, ки “Муносибати системавӣ ба омӯзиши падидаҳои иқтисодӣ – маҷмӯи омӯзишҳои иқтисодӣ чун кулли воҳид аз маҷеи таҳлили системавӣ аст”².



Расми 1 - Намудҳои муносибат ба омӯзиши падидаҳои равандиҳои идоракунии

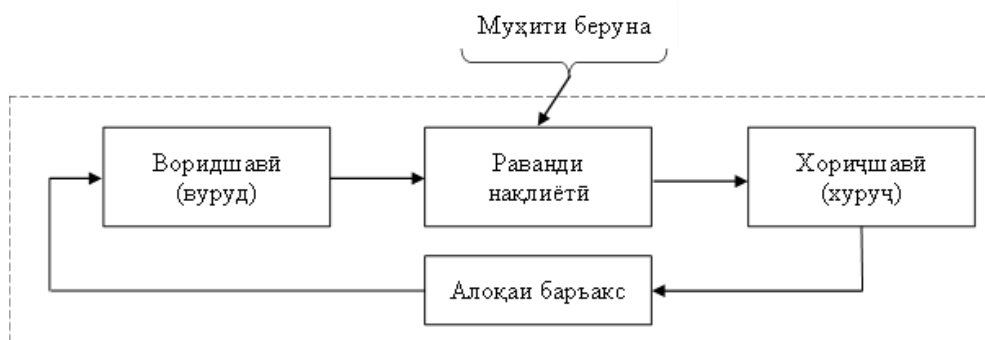
Дар ҳақиқат, байни муносибати системавӣ ва таҳлили системавӣ алоқа ва вобастагии зич мавҷуд аст. Таҳлили системавӣ асоси методи муносибати системавӣ барои ҳалли мушкилоти иҷтимоӣ иқтисодӣ аст. Муносибати системавӣ усул ва тарзест, ки бо ёрии он таҳлили системавӣ ошкор мегардад.

Принсипи асосии тадқиқоти системавӣ, инчунин муносибати системавӣ пешниҳоди объекти омӯзиши тадқиқотӣ аст. Системаҳо ягонагии унсурҳои ҳамбаста ва ҳамкор мебошад. Системаҳо бо унсурҳои ҳамкорро, ки дар тӯли давраи муайян ҳолати худро тағйир медиҳанд, системаи динамикӣ номидан мумкин аст. Пас қайд кардан зарур аст, ки ҳамаи унсурҳои система бо ҳам алоқаманданд ва маҳз “алоқа” дар раванди системавӣ тамоми унсурҳо ба ҳам муттаҳид менамояд. Дар навбати худ унсурҳо ва алоқаҳо ҳолати системаро муайян менамоянд [9].

Чун объекти тадқиқот, одилона аст, ки раванди мусофирбариро бо воситаи нақлиёти мусофирбар қабул намуд. Агар раванди мусофирбарӣ чун система бошад, пас унсурҳои он мусофир, таркиби ҳаракаткунанда (автобусҳо), автовокзалҳо, автостансияҳо ва ғайраҳо мебошанд.

Ба объектҳои системавӣ як қатор хусусиятҳо – воридшавӣ, раванд, хориҷшавӣ, мақсад, критерияҳо, алоқаи баръакс ва маҳдудият хос аст (расми 2.).

² Федоренко Н.П. Некоторые вопросы теории и практики планирования и управления. — М. : Наука, 1979. — 438 с.



Расми 2 - Хусусиятҳои хоси объектҳои системавӣ.

Вуруди система дар объекти тадқиқоти мазкур мафҳуми маҷмӯавӣ аст. *Аввалан*, ин субстансия аст, ки ба система ворид гардида, ба тағйирёбӣ мувоҷеҳ мешавад, масалан сӯзишворӣ, мавод, ахборот ва ғайраҳо ҳангоми гузариши ин раванд тағйир меёбад, яъне пурра истифода мегардад.

Қисмати аввали система вуруд – воридшавии корӣ аст, ҳар чӣ “коркард мешавад”, яъне ҷой иваз менамояд – мусофир, ва раванд, ҳар чиро “коркард менамояд”, яъне интиқол медиҳад, таркиби ҳаракаткунанда аст. *Баъдан*, воридшавӣ – муҳити берунаи атроф ё маҷмӯи омилҳо ва падидаҳои ба система таъсиррасон (шароити табиӣ-иқлимӣ, категорияи роҳҳои истифодашаванда, тағйирёбии селай мусофирон ва ғ.). Ин омилҳо метавонанд, ки хусусияти тасодуфӣ дошта бошанд, хоҳ ба қонуни тақсирот дода шаванд ё ба ягон қонуният амал намоянд (сангрезӣ, сел, барфрезӣ, борон дар роҳҳо ва ғ.). инчунин омилҳои вучуд доранд, ки дар ихтиёри система қарор дошта, дар ихтиёри система оқилона амал карда ва нисбат ба системаи дида баромадашаванда низ оқилона амал менамоянд (масалан, теъдоди объектҳои аграрӣ-саноатӣ, шаҳрҳо, нақлиёти мусофирбарӣ шаҳр ва дурнамои онҳо).

Сониян, ба мафҳуми вуруди система тарзҳои муқарраргардидаи амалишавии унсурҳои система, масалан, мавҷудият ва намуди таркиби ҳаракаткунандаи нақлиёти мусофирбар дар ҳатсайрҳои алоҳида, интервали ҳаракати онҳо, дастурҳои муайянкунандаи тартиб, қоида ва шартҳои маҳдудкунандаи ҳаракат дар ҳатсайр (шиносномаи ҳатсайр), фармоиш оид ба кушодан, пӯшидан ё қисман тағйирдиҳии нақшаи ҳаракати ҳатсайр ва ғайраҳо низ тааллуқ доранд.

Қисмати дууми система раванд, яъне раванди нақлиёти тавсифдиҳандаи сохтори дохилии система аст. Агар дар дигар соҳаҳои истеҳсолоти моддӣ дар раванди система маҳсулоти муайян истеҳсол гардад, пас дар нақлиёти мусофирбар натиҷаи раванд ҷойивазномаи мусофирон дар вақт ва фазо аст. Маҳсулоти нақлиёти мусофирбар бо мураккабияти фавқуллода фарқ карда, аз қонеъгардонии талаботи нақлиёти мусофирон бо баланд бардоштани сифат ва фарҳанги хизматрасонии онҳо вобастагӣ дорад.

Қисмати сеюми система хориҷшавӣ аст, ки маҳсул ё натиҷаи фаъолияти объекти системавӣ аст. Набудани хуруҷ мавҷудияти системаро номумкин мегардонад ва маҳз хуруҷ системаро бо муҳити беруна мепайвандад.

Хуруҷи система натиҷаи ниҳии фаъолияти объекти тадқиқотро инъикос менамояд. Бинобар ин хуруҷи функцияи маҷмӯи омилҳо буда, ба воридшавӣ ба раванди система асос мегардад. Хуруҷи система бояд ба самти бадастоварии мақсади ниҳии тамоми система равона шуда, дар навбати худ мақсади нақлиёти автомобилӣ мусофирбар нисбатан пурра, саривақт ва босифат қонеъ намудани талаботи афзояндаи аҳоли ба мусофирбарӣ ба шумор меравад.

Алоқаи баръакс воситаи алоқа байни ворид ва хориҷшавӣ ба системаро инъикос менамояд. Алоқаи баръакс асосан тавассути органи идоракуни маълумотро доир ба амалишавии системаи идорашаванда (объекти идора – робитаҳои байнишаҳрии мусофирон) ба хориҷшавии он ба органи идора, ки он ҷо бо маълумоти ба моҳият ва ҳаҷми кор вобаста, яъне бо нақша ё маълумоти дигар муассисаҳои пешқадам (ҳатсайрҳо) муқоиса мешавад, фаъл мегардад.

Алоқаи баръакс раванди системаро танзим карда, барои бадастоварии мақсади ниҳӣ бо роҳи таъсири мақсаднок ба бузургии захираҳои истеҳсолӣ мусоидат менамояд.

Системаҳо барои ба даст овардани мақсадҳои муайян ташкил дода шуда, рушд менамоянд. Мақсади система ҳолати ниҳиест, ки система мекӯшад, то талаботи аҳолиро нисбат ба кашониш пурра, босифат ва саривақт қонеъ гардонад.

Дар системаҳои идорашаванда қисмати вуруд ба таъсироти идорӣ ҷудо шудааст, ки зеро мафҳуми он интиқоли дастурҳои роҳбарӣ, фармоишҳо ва монанди ин маълумот фаҳмида мешавад.

Дар шароити гузариши муассисаи нақлиёти автомобилӣ мусофирбар (МНА-и мусофирбар) ба шароити нави хоҷагидорӣ, худмаблағзорӣ ва худталофӣ дар нақшаҳои солна яке аз нишондиҳандаҳои тасдиқшавандаи муҳим “масъалаи пешрафти илму техника” ба шумор меравад.

[1,3,5]. Аз ин рӯ, “Воридшавӣ” (“Вуруд”)–и система бояд масъалаи пешрафти илму техника ё чорабиниҳои онро дар бар гирад.

Ҳар гуна система таъсири муҳити берунаро дар худ таҷриба менамояд.

Ҳангоми амалисозии ҳар гуна система ба онҳо метавонад, ки муҳити идоракунандаи беруна таъсир расонад, ки ба самти бадастоварии мақсади ниҳоии объекти системавӣ нигаронида шудааст. Дар навбати худ мақсади ниҳоии ҳар гуна системаро метавон бо ёрии ягон нишондиҳандаи баҳодихӣ – критерияи омилҳо тавсиф дод. Критерияи нишондиҳандаи тавсифдиҳандаи амалисозии система ба мақсадҳои пешаки гузашташуда мувофиқ аст.

Маҳдудияти система таркиби дохилӣ ва захираҳои системаро вобаста бо омилҳои маҳдудкунандаи беруна инъикос менамояд.

Муносибати системавиرو ба омӯзиши фаъолияти истеҳсолию хоҷагидорӣ нақлиёти автомобилӣ мусофирбар истифода бурда, онро дар намуди расми 3 пешниҳод намудан мумкин аст:

<i>Воридшавӣ (вуруд)</i>	<i>Раванд</i>	<i>Хориҷшавӣ (хуруҷ)</i>
<i>Захираҳои модди пулии МНА-и мусофирбар</i>	<i>Нишондиҳандаҳо – омилҳои тавсифдиҳандаи сифат ва фарҳанги хизматрасонии мусофирон</i>	<i>Даромад</i>
<i>Муросилоти селай мусофирон</i>	<i>Нишондиҳандаҳои техникӣ-истифодабарӣ (иқтисодӣ)-и кори МНА-и мусофирбар автовокзал/автостансия</i>	<i>Q, мус.</i>

Расми 3 - Муносибати системавӣ ба омӯзиши фаъолияти истеҳсолию хоҷагидорӣ МНА-и мусофирбар.

Агар аз мавқеи муносибати системавии қонеъгардонии талаботи аҳоли ба интиқол дар алоҳидагӣ, яъне дар макони қонеъгардонӣ нигоҳ намоем, пас мушкил нест, ки онҳоро ба қисматҳои зерин ҷудо кунем: қонеъгардонии талаботи аҳоли ба интиқол дар шаҳрҳо; ба робитаҳои наздишаҳрӣ; ба робитаҳои байнишаҳрӣ. Дар ин маврид ба ҳисоб гирифтани зарур аст, ки интиқоли деҳавӣ ба интиқоли наздишаҳрӣ ва байнишаҳрӣ дохил мешавад [2,8,13].

Муносибати системавӣ ҳангоми ташкили мусофирбарӣ бо нақлиёти автомобилӣ дар шаҳрҳо:

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар бештар аз 10 шаҳр робитаҳои шаҳрии автобусӣ амал менамоянд. Аз инҳо дар шаҳрҳои Душанбе ва Хучанд троллейбусҳо фаъолият доранд. Шумораи хатсайрҳои шаҳрӣ ҳар сол афзоиш меёбанд, дар давоми солҳои истиқлолият бошад, шумораи хатсайрҳои автобусӣ тақрибан 50% афзудааст, ки вобаста ба ин ҳаҷми мусофирбарӣ низ тақрибан 65-70% зиёд гардидааст.

Агар аз мавқеи муносибати системавӣ ба мусофирбарии шаҳрҳо нигарем, пас вуруд ба система талаботи аҳолии шаҳр ба интиқол аст, яъне муросилот ба селай мусофирон, инчунин теъдоди таркиби ҳаракаткунандаи қонеъгардонандаи ин талабот ҳисоб меёбад [4,6].

Зеро дар шаҳрҳо ба кушодан ва тағйирдиҳии хатсайрҳо, инчунин масъалаи самаранокӣ истифодаи таркиби ҳаракаткунанда ҳангоми мусофирбарӣ шуъбаҳои нақлиёти Ҳокимияти иҷроияи шаҳрҳо машғул мешаванд. Танҳо ба сардиҳии таркиби ҳаракаткунанда ба хатсайрҳо муассисаҳои мусофирбарӣ шаҳрӣ пурра ҷавоб мегӯянд. Аз раванди мусофирбарӣ амалкунанда дар шаҳрҳо аз мавқеи муносибати системавӣ хулоса бароварда, шакли зеринро пешниҳод кардан мумкин аст (расми 4):

<i>Воридшавӣ (вуруд)</i>	<i>Раванд</i>	<i>Хориҷшавӣ (хуруҷ)</i>
$\left\{ \begin{array}{l} \text{Муросилоти селай мусофирон} \\ \text{МНА – и мусофирбар} \\ \text{Фонди асосӣ} \\ \text{Фонди музди меҳнат} \end{array} \right\} \alpha_B \rightarrow A_x$	<ul style="list-style-type: none"> -мунтазамии ҳаракат; -интервали ҳаракат; -суръати истифодабарӣ; -нишондиҳандаҳои тавсифдиҳандаи сифат ва фарҳанги хизматрасонии мусофирон; -ҷамъи хароҷоти вақт барои ҷойивазнамоӣ. 	<i>Ҳаҷми мусофирбарӣ (Q_{мус.})</i>

Расми 4 - Муносибати системавӣ ба омӯзиши ҳаҷми мусофирбарӣ дар шаҳрҳо.

Раванди мусофирбарӣ дар хатсайрҳои берунашаҳрӣ хусусияти хос дорад. Ҳангоми омӯзиши мусофирбарӣ дар хатсайрҳои наздишаҳрӣ ва байнишаҳрӣ, инчунин интиқоли деҳавӣ метавон вариантҳои зеринро ҷудо намуд:

а). Мусофирбарӣ тавассути автобусҳои МНА-и мусофирбар сурат гирифта, фурӯши чиптаҳо дар дохили автобус аз ҷониби кондукторон ё ронандагон амалӣ мегардад. МНА-и мусофирбар дар яке аз нуқтаҳои ниҳоии хатсайр ҷойгир аст. Аз рӯи чунин шакли ташкили интиқол аксари хатсайрҳои

наздишаҳрӣ ва байнишаҳрӣ дар ноҳияҳо, инчунин дар хатсайрҳои дорои селай нокифояи мусофирон қор мекунад. Муросилоти нокифояи селай мусофирон ба сохтмони автовокзал ва автостансияҳо имкон намедиҳад, сохтмони нуқтаҳои ҳазинавии фуруши чиптаҳо бошад, самаранок нест. Чунин варианти ташкили мусофирбарӣ тақрибан пурра бо ташкили мусофирбарӣ дар шаҳрҳо мувофиқат менамояд (расми 5).

б). Мусофирбарӣ дар хатсайрҳои берунашаҳрӣ тавассути автовокзал ва автостансияҳо амалӣ мегардад. Дар ин ҳол раванди ташкили интиқолро аз мавқеи муносибати системавӣ чунин пешниҳод кардан мумкин аст:

<i>Воридшавӣ (вуруд)</i>	<i>Раванд</i>	<i>Хориҷшавӣ (хуруҷ)</i>
<p><i>МНА-и мусофирбар</i></p> <p>Вуруд Раванд Хуруҷ</p> <p>{ Фонди асосӣ } { } { } { Фонди музди меҳнат } $\alpha_v \rightarrow A_x \rightarrow A_x$</p> <p><i>Автовокзал/автостансия</i></p> <p>Вуруд Раванд Хуруҷ</p> <p>{ Фонди асосӣ } { } { } { Фонди музди меҳнат } $K_{\text{ибт}} \rightarrow Q_{\text{мус}} \rightarrow Q$</p>	<p><i>Нишондиҳандаҳои тавсифдиҳандаи баланд бурдани сифат ва фарҳанги хизматрасонӣ ба мусофирон дар роҳи сафар, инчунин дар нуқтаҳои мобайнӣ</i></p>	<p><i>Ҳаҷми интиқол, даромад, маҳсулнокии меҳнат</i></p>

Расми 5 - Муносибати системавӣ ба омӯзиши мусофирбарӣ дар хатсайрҳои берунашаҳрӣ.

Чӣ тавре аз расми 5 маълум аст, нишондиҳандаҳои вуруд инҳоянд: муросилоти селай мусофирон, яъне талаботи аҳолии шаҳр барои интиқол, инчунин теъдоди зарурии автобусҳои қонеъгардонандаи ин талабот. Дар навбати худ қайд кардан ҷоиз аст, ки талаботи аҳолии шаҳр ба интиқолро бо роҳи гузаронидани омӯзиши селай мусофирон, теъдоди зарурии автобусҳоро бошад, аз имкониятҳои потенциалии муассисаҳои мусофирбар бояд муайян намуд.

Нишондиҳандаҳои раванд метавонанд, ки инҳо бошанд:

- мунтазамии ҳаракати автобусҳо дар хатсайр;
- интервали илман асоснок тартибдодашудаи ҳаракати автобусҳо дар хатсайр;
- суръати истифодабарии автобусҳо дар хатсайр;
- нишондиҳандаҳои тавсифдиҳандаи сифат ва фарҳанги хизматрасонии мусофирон, инчунин ҷамъи хароҷоти вақт барои ҷойивазнамоӣ аз макони зист то макони меҳнат.

Нишондиҳандаҳои хуруҷ бояд натиҷаи ниҳии фаъолияти муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ мусофирбарро тавсиф диҳад, ки ба сифати онҳо метавон ҳаҷми мусофирбарӣ, гардиши мусофирон, даромад, фоида, арзиши аслии интиқол, маҳсулнокии меҳнат ва ғайраро қабул намуд.

Бо назардошти он ки фаъолияти муассисаҳои мусофирбар ба самти қонеъгардонии саривақтӣ, пурра ва босифати талаботи аҳоли нисбат ба интиқол нигаронида шудааст, метавон хулоса намуд, ки нишондиҳандаи нисбатан муҳимтари ниҳой ҳаҷми мусофирони интиқолшуда аст.

Дар шаҳрҳо арзиши сафар, яъне арзиши чипта тағйир намеёбад, пас ҳисоби андозаи даромади МНА-и мусофирбар мушкул нест, инчунин бо назардошти масофаи миёнаи интиқоли як нафар мусофир, ки ба арзиши чипта илова гардидааст, метавон гардиши мусофиронро шартан муайян намуд.

Агар ба сифати нишондиҳандаи ниҳой гардиши мусофирони МНА-и мусофирбар гирифта шавад, пас нишондиҳандаҳои иқтисодии қори МНА-и мусофирбар ғалат мешавад – нишондиҳандаҳои воқеӣ зиёд мешаванд. Аз ин рӯ, андозаи даромади чун гардиши мусофирон (воқеӣ) ба нархнома муайянгардида бо суммаи даромад ва дотатсияи давлат тавсиф дода мешавад.

Масалан, мувофиқи омӯзиши селай мусофирон дар шаҳри Душанбе муайян гардидааст, ки дарозии воқеии сафари як нафар мусофир бо нақлиёти автобусии мусофирбар баробари $I_{\text{муёна}} = 4,72 \text{ км}$, арзиши чипта бошад, дар асоси $I_{\text{муёна}} = 3,33 \text{ км}$ ҳисоб карда шудааст.

Мураккабии муносибати системавино ҳангоми омӯзиши нақлиёти автомобилӣ мусофирбар, яъне аз рӯи намуди интиқол (шаҳрӣ, наздишаҳрӣ, байнишаҳрӣ), инчунин бо назардошти он ки қисмати муайяни мусофирон тамоми намудҳои интиқолро истифода мебаранд, ба инбат гирифта, раванди мусофирбариро аз мавқеи муносибати системавӣ чунин тасвир намудан мумкин аст (расми 6):

<i>Воридшавӣ (вурӯд)</i>	<i>Раванд</i>	<i>Хориҷшавӣ (хуруҷ)</i>
<p>1. Таносуби фонди музди меҳнати МНА-и мусофирбар, автовокзал/автостансия ба ҳазор фиристи мусофирон (X_1).</p> <p>2. Сармоягузориҳои хоси МНА-и мусофирбар, автовокзал/автостансия ба ҳазор фиристи мусофирон (X_2).</p> <p>3. Талаботи ҳақиқии аҳоли ба интиқоли автомобилӣ (X_3).</p> <p>4. Талабот ба автобус (X_4).</p>	<p>5. Коэффитсиенти интенсификатсияи фаъолияти истеҳсолию хоҷагидориҳои МНА-и мусофирбар, автовокзал/автостансия (X_5).</p> <p>6. Коэффитсиенти тавсифдиҳандаи сатҳи сифат ва фарҳанги хизматрасониҳои мусофирон дар автовокзал/автостансия ва роҳи сафар (X_6).</p>	<p>7. Маҳсулнокии меҳнати кормандони МНА-и мусофирбар, автовокзал/автостансия (X_7).</p>

Расми 6. Алоқаи параметрҳои “вурӯд”, “раванд” ва “хуруҷ”-и объекти тадқиқот ҳангоми муносибати системавӣ.

Нишондиҳандаҳои вурӯдӣ ҳамаҷониба захираҳо (меҳнатӣ, моддӣ дар намуди пул)-и МНА-и мусофирбар, автовокзал/автостансияро тавсиф медиҳад. Нишондиҳандаҳои раванд асосан интенсификатсияи рушди МНА-и мусофирбар, автовокзал/автостансия ва баланд бардоштани сифат ва фарҳанги хизматрасониҳои мусофиронро дар автовокзал/автостансия, инчунин дар роҳи сафар тавсиф медиҳад [10].

Хулоса. Чун нишондиҳандаи хуруҷ аз ҷониби мо маҳсулнокии меҳнати кормандони МНА-и мусофирбар, автовокзал/автостансияҳо дида баромада шуд. Ин ҳамчунон маънидод мегардад, ки татбиқи дастовардҳои рушди илмию техникӣ ба афзоиши маҳсулнокии меҳнат мусоидат карда, дар навбати худ ин нишондиҳанда дар худ ҳаҷми мусофирбарӣ, гардиши мусофирон, нархномаи интиқол, андозаи даромад ва шумораи кормандонро ҷамъбааст менамояд.

Адабиёт

1. Аррак А.О. Социально-экономическая эффективность пассажирских перевозок (на примере автомобильного транспорта). Таллин, 1982. – 200 с.
2. Аррак А.О. Развитие и эффективность пассажирских перевозок. Таллин, 1984. – 224 с.
3. Бабич В.П. Экономическая подготовка планирования научно-технического прогресса. Киев. Техника, 1977. – 200 с.
4. Большаков А.М., Кравченко Н.А., Черникова С.Л. Повышение качества обслуживания пассажиров и эффективность работы автобусов. М. Транспорт, 1982. – 106 с.
5. Бляхман Л.С. Экономика научно-технического прогресса. М. Высшая школа, 1979. – 272 с.
6. Бронштейн Я.Т. Перспективы развития транспорта Таджикской ССР. Душанбе, Ирфон, 1973. – 210 с.
7. Вайншток И.М. Организация автобусных перевозок. М. Транспорт, 1982.
8. Володин Е.П., Громов Н.Н. Организация и планирование перевозок пассажиров автомобильным транспортом. М. Транспорт, 1982. – 224 с.
9. Голубков Е.П. Использование системного анализа в отраслевом планировании. М., 1977. – 132 с.
10. Горелов Н.А. Экономика трудовых ресурсов. М. Высшая школа, 1980. – 320 с.
11. Раджабов Р.К., Аликариев С.А. Рациональное размещение предприятий пассажирского автобусного транспорта в Таджикистане. Обзор инф. Душанбе, 1986. – 35 с.
12. Сыроежин И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества. — М.: Экономика, 1980 г. — 192 с.
13. Условия открытия городских, пригородных и междугородных автобусных маршрутов. Душанбе. Минавтотрансдорхоз. Тадж. ССР, 1977.
14. Федоренко Н.П. Некоторые вопросы теории и практики планирования и управления. — М. : Наука, 1979. — 438 с.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-AUTHORS BACKGROUND

TJ	RU	EN
Юнусов Фаридун Маъруфович	Юнусов Фаридун Маъруфович	Yunusov Faridun Marufovich
Номзади илмҳои иқтисодӣ	Кандидат экономических наук	Candidate of Economical Sciences
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
fariduny@mail.ru		
0000-0001-5000-4905		

СОХТМОН ВА МЕЪМОРӢ - СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА - CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

УДК 628.16

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСВЕТЛЕНИЯ ВЫСОКОМУТНЫХ ВОД

Марамов М.Б., Каландарбеков И.И., Норматов А.Ю., Фарзонаи Ш.

Таджикский технический университет им. академика. М.С.Осими

В статье приведены результаты численного моделирования процесса предварительного осветления высокомутных вод интерполяционными формулами Лагранжа. На базе полученных экспериментальных данных исходя из времени отстаивания по формуле Лагранжа определены значения эффекта осветления.

Ключевые слова: численное моделирование, метод интерполяции, аналитическая зависимость, формула Лагранжа, эффект осветления.

МОДЕЛКУНОНИИ АДАДИИ ЧАРАЁНИ ШАФФОФКУНИИ ОБҶОИ ТИРАГИАШОН БАЛАНД

Марамов М.Б., Қаландарбеков И.И., Норматов А.Ю., Фарзонаи Ш.

Дар мақола натиҷаҳои моделкунонии ададии чараёни тозакунии пешакии обҳои тирагиашон баланд бо истифода аз формулаҳои интерполясионии Лагранҷ оварда шудаанд. Дар асоси маълумотҳои таҷрибавии бадаст овардашуда вобаста ба вақти такшиншавӣ бо формулаи Лагранҷ кимати эффекти шаффофкунии муайян карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: моделкунонии ададӣ, усули интерполясия, вобастагии таълилӣ, формулаи Лагранҷ, самаранокии шаффофкунӣ.

NUMERICAL SIMULATION OF THE PROCESS OF CLARIFICATION OF HIGH-TURBIDIOUS WATERS

Maramov M.B., Kalandarbekov I.I., Normatov A.Yu., Farzonai Sh.

The article presents the results of numerical modeling of the process of the preliminary effect of clarification of high-turbidity waters by Lagrange interpolation formulas.

Key words: process modeling, comparative analysis, interpolation method, analytical dependence, Lagrange formula,

Введение

В настоящее время для миллионов людей доступ к воде препятствует осуществлению основных жизненных потребностей – питью, приготовлению еды, уборке, санитарии и т. д. Вследствие ограниченности запасов пресной воды рост населения, загрязнение окружающей среды и необходимость повышения уровня жизни ставят под угрозу достижение цели всеобщего доступа к чистой питьевой воде. Воды поверхностных источников характеризуются относительным постоянством количества, но и непостоянством их качества, т. е. мутности, значения которых во многом зависят от времени года.

Решение проблемы обеспечения питьевого качества воды напрямую зависит от принятия мер, направленных на избежание попадания неочищенных стоков в окружающую среду и внедрение эффективных технологий. Применение в качестве источника водоснабжения рек с высокой мутностью воды предопределяет большую нагрузку на основные очистные сооружения (фильтры, осветлители, отстойники и др.) и высокую себестоимость. Одной из основных задач при решении вопроса очистки высокомутных вод является уменьшение себестоимости их очистки. Эту задачу можно решить с помощью передовых эффективных технологий и сооружений для осветления.

Увеличение антропогенного воздействия на природу вызывает интенсивное ухудшение качества воды источников водоснабжения, особенно в осенне-весенние периоды. При поступлении на очистную станцию такие воды значительно увеличивают нагрузку на основные сооружения очистки и осложняют процесс подготовки. В данной статье приведен анализ результатов разработанной установки.

Методы исследования

В данной задаче методом исследования является численное моделирование. Частным случаем задачи приближения одной функции к другой является интерполяция. Речь идёт о приближении функций одной переменной [1,17,18,19]. Задачи интерполяции возникают в инженерной практике в случаях:

- интерполирования табличных данных;
- получения аналитической зависимости по экспериментальным данным;
- замены сложной с вычислительной точки зрения функции более простой зависимостью;
- приближенного дифференцирования и интегрирования;
- численного решения дифференциальных уравнений.

В нашем случае задачей является получение аналитической зависимости по экспериментальным данным. Для ее решения используем интерполяционную формулу Лагранжа [1].

Результаты численного моделирования задач

Интерполяционная формула Лагранжа - формула для нахождения интерполяционного многочлена $L(x)$ степени m , принимающего в $(m + 1)$ -й заданной точке x ; промежутка $[a; b]$ заданные значения $f(x_i)$, $i = 0, 1, 2, \dots, m$ Функция в общем виде имеет вид

$$f(x) \sim L(x) = \sum_{k=0}^m f(x_k) \frac{(x - x_1)(x - x_2) \dots (x - x_{k-1})(x - x_{k+1}) \dots (x_k - x_m)}{(x_k - x_0)(x_k - x_1) \dots (x_k - x_{k-1})(x_k - x_{k+1}) \dots (x_k - x_m)}, \quad (1)$$

Используя полученные экспериментальные данные (табл.1) при значениях времени отстаивания, мин, $t_0 = 0, t_1 = 10, t_2 = 15, t_3 = 20, t_4 = 25, t_5 = 30$, по формуле (1) находим значения эффекта осветления, Э, %, $\mathcal{E}_0 = 0, \mathcal{E}_1 = 88,33, \mathcal{E}_2 = 92, \mathcal{E}_3 = 94,93, \mathcal{E}_4 = 95, \mathcal{E}_5 = 95,73$.

В табл. 1 приведены результаты, полученные на основе экспериментальных исследований.

Таблица 1 - Результаты экспериментальных исследований по осветлению высокомутных вод на полупроизводственной установке, при $D = 70$ мм; $Q = 0,07$ дм³/с; $v = 19,7$ мм/с

№№ серий опытов	Значения мутности исходной воды, $K_{исх}, мз/дм^3$	Участок 1-2			Участок 2-3			Участок 3-4		
		Мутность в конце участка, мг/дм ³	Понижение мутности, Δ, мг/дм ³	Степень осветления в конце участка 1-2, %	Мутность в конце участка, мг/дм ³	Понижение мутности, Δ, мг/дм ³	Степень осветления в конце участка 2-3, %	Мутность в конце участка, мг/дм ³	Понижение мутности, Δ, мг/дм ³	Степень осветления в конце участка 3-4, %
	1500	175	1325	88,33	76	1424	94,93	64	1436	95,73
	1800	203	1597	88,72	82	1718	95,44	69	1731	96,17
	2800	248	2552	91,14	98	2702	96,50	75	2725	97,32
	3200	272	2928	91,50	104	3096	96,75	76	3124	97,63
	4250	356	3894	91,62	114	4136	97,32	82	4168	98,07
	5300	426	4874	91,96	123	5177	97,68	87	5213	98,36
	6520	484	6036	92,58	135	6385	97,93	94,5	6426	98,55

Подставляя значения времени отстаивания и эффекта осветления в формулу Лагранжа (1), получим функциональную зависимость между ними

$$\begin{aligned} \mathcal{E}(t) = & \frac{t - t_1}{t_0 - t_1} \cdot \frac{t - t_2}{t_0 - t_2} \cdot \frac{t - t_3}{t_0 - t_3} \cdot \frac{t - t_4}{t_0 - t_4} \cdot \frac{t - t_5}{t_0 - t_5} \cdot \mathcal{E}(t_0) + \frac{t - t_0}{t_1 - t_0} \cdot \frac{t - t_2}{t_1 - t_2} \cdot \\ & \frac{t - t_3}{t_1 - t_3} \cdot \frac{t - t_4}{t_1 - t_4} \cdot \frac{t - t_5}{t_1 - t_5} \cdot \mathcal{E}(t_1) + \frac{t - t_0}{t_2 - t_0} \cdot \frac{t - t_1}{t_2 - t_1} \cdot \frac{t - t_3}{t_2 - t_3} \cdot \frac{t - t_4}{t_2 - t_4} \cdot \\ & \frac{t - t_5}{t_2 - t_5} \cdot \mathcal{E}(t_2) + \frac{t - t_0}{t_3 - t_0} \cdot \frac{t - t_1}{t_3 - t_1} \cdot \frac{t - t_2}{t_3 - t_2} \cdot \frac{t - t_4}{t_3 - t_4} \cdot \frac{t - t_5}{t_3 - t_5} \cdot \mathcal{E}(t_3) \\ & + \frac{t - t_0}{t_4 - t_0} \cdot \frac{t - t_1}{t_4 - t_1} \cdot \frac{t - t_2}{t_4 - t_2} \cdot \frac{t - t_3}{t_4 - t_3} \cdot \frac{t - t_5}{t_4 - t_5} \cdot \mathcal{E}(t_4) + \frac{t - t_0}{t_5 - t_0} \cdot \frac{t - t_2}{t_5 - t_2} \cdot \\ & \frac{t - t_3}{t_5 - t_3} \cdot \frac{t - t_4}{t_5 - t_4} \cdot \frac{t - t_5}{t_5 - t_5} \cdot \mathcal{E}(t_5), \quad (2) \end{aligned}$$

Каждую формулу составленного многочлена (2) обозначим соответствующими символами

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_0 &= \frac{t - t_1}{t_0 - t_1} \cdot \frac{t - t_2}{t_0 - t_2} \cdot \frac{t - t_3}{t_0 - t_3} \cdot \frac{t - t_4}{t_0 - t_4} \cdot \frac{t - t_5}{t_0 - t_5} \cdot \mathcal{E}(t_0), \\ \mathcal{E}_1 &= \frac{t - t_0}{t_1 - t_0} \cdot \frac{t - t_2}{t_1 - t_2} \cdot \frac{t - t_3}{t_1 - t_3} \cdot \frac{t - t_4}{t_1 - t_4} \cdot \frac{t - t_5}{t_1 - t_5} \cdot \mathcal{E}(t_1), \\ \mathcal{E}_2 &= \frac{t - t_0}{t_2 - t_0} \cdot \frac{t - t_1}{t_2 - t_1} \cdot \frac{t - t_3}{t_2 - t_3} \cdot \frac{t - t_4}{t_2 - t_4} \cdot \frac{t - t_5}{t_2 - t_5} \cdot \mathcal{E}(t_2), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathfrak{A}_3 &= \frac{t-t_0}{t_3-t_0} \cdot \frac{t-t_1}{t_3-t_1} \cdot \frac{t-t_2}{t_3-t_2} \cdot \frac{t-t_4}{t_3-t_4} \cdot \frac{t-t_5}{t_3-t_5} \cdot \mathfrak{A}(t_3), \\ \mathfrak{A}_4 &= \frac{t-t_0}{t_4-t_0} \cdot \frac{t-t_1}{t_4-t_1} \cdot \frac{t-t_2}{t_4-t_2} \cdot \frac{t-t_3}{t_4-t_3} \cdot \frac{t-t_5}{t_4-t_5} \cdot \mathfrak{A}(t_4), \\ \mathfrak{A}_5 &= \frac{t-t_0}{t_5-t_0} \cdot \frac{t-t_1}{t_5-t_1} \cdot \frac{t-t_2}{t_5-t_2} \cdot \frac{t-t_3}{t_5-t_3} \cdot \frac{t-t_4}{t_5-t_4} \cdot \mathfrak{A}(t_5), \end{aligned} \quad (3)$$

После подставления значений времени отстаивания в формуле (3) имеем следующие выражения

$$\begin{aligned} \mathfrak{A}_0 &= \frac{t-10}{-10} \cdot \frac{t-15}{-15} \cdot \frac{t-20}{-20} \cdot \frac{t-25}{-25} \cdot \frac{t-30}{-30} \cdot \mathfrak{A}(t_0), \\ \mathfrak{A}_1 &= \frac{t}{10} \cdot \frac{t-15}{-5} \cdot \frac{t-20}{-10} \cdot \frac{t-25}{-10} \cdot \frac{t-30}{-20} \cdot \mathfrak{A}(t_1), \\ \mathfrak{A}_2 &= \frac{t}{15} \cdot \frac{t-10}{5} \cdot \frac{t-20}{-5} \cdot \frac{t-25}{-10} \cdot \frac{t-30}{15} \cdot \mathfrak{A}(t_2), \\ \mathfrak{A}_3 &= \frac{t}{20} \cdot \frac{t-10}{t_3-10} \cdot \frac{t-15}{5} \cdot \frac{t-25}{-5} \cdot \frac{t-30}{-10} \cdot \mathfrak{A}(t_3), \\ \mathfrak{A}_4 &= \frac{t}{25} \cdot \frac{t-10}{15} \cdot \frac{t-15}{10} \cdot \frac{t-20}{5} \cdot \frac{t-30}{-5} \cdot \mathfrak{A}(t_4), \\ \mathfrak{A}_5 &= \frac{t}{30} \cdot \frac{t-10}{20} \cdot \frac{t-15}{15} \cdot \frac{t-20}{10} \cdot \frac{t-25}{5} \cdot \mathfrak{A}(t_5), \end{aligned}$$

отсюда

$$\begin{aligned} \mathfrak{A}_0 &= \frac{-1}{2250000} (t-10)(t-15)(t-20)(t-25)(t-30), \\ \mathfrak{A}_1 &= \frac{1}{150000} t(t-15)(t-20)(t-25)(t-30), \\ \mathfrak{A}_2 &= -\frac{1}{56250} t(t-10)(t-15)(t-25)(t-30), \\ \mathfrak{A}_3 &= \frac{1}{50000} t(t-10)(t-15)(t-25)(t-30), \\ \mathfrak{A}_4 &= -\frac{1}{93750} t(t-10)(t-15)(t-20)(t-30), \\ \mathfrak{A}_5 &= \frac{1}{450000} t(t-10)(t-15)(t-20)(t-25), \end{aligned}$$

Полученные $\mathfrak{A}_0, \mathfrak{A}_1, \mathfrak{A}_2, \mathfrak{A}_3, \mathfrak{A}_4$ и \mathfrak{A}_5 (%), подставляя в формуле (3) и упрощая их, получим следующий многочлен пятой степени

$$\begin{aligned} \mathfrak{A}(t) &= \frac{1}{2250000} [15 \cdot 88,33t(t-15)(t-20)(t-25)(t-30) - 40 \cdot \\ &92t(t-10)(t-20)(t-25)(t-30) + 40 \cdot 94,33t(t-10)(t-15)(t-25)(t- \\ &30) - 20 \cdot 95t(t-10)(t-15)(t-20)(t-30) + 5 \cdot 95,73t(t-10)(t-15)(t- \\ &20)(t-25)] = \frac{1}{2250000} [1324,95t(t^2 - 35t + 300)(t^2 - 55t + 750) - \\ &3680t(t^2 - 30t + 200)(t^2 - 55t + 750) - 4271,85t(t^2 - 25t + 150)(t^2 - \\ &55t + 750) - 2280t(t^2 - 25t + 150)(t^2 - 50t + 600) + 478,65t(t^2 - 25t + \\ &150)(t^2 - 45t + 500)] = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{t}{2250000} [1324,95(t^4 - 90t^3 + 2975t^2 - 42750t + 225000) \\
 &\quad - 3680(t^4 - 85t^3 + 2600t^2 - 33500t + 150000) \\
 &\quad + 4271,85(t^4 - 80t^3 + 2275t^2 - 27000t + 112500) \\
 &\quad - 2280(t^4 - 75t^3 + 2000t^2 - 22500t + 9000) \\
 &\quad + 478,65(t^4 - 70t^3 + 1775t^2 - 19250t + 75000)] \\
 &= \frac{t}{225000} (115,45t^4 - 10699t^3 + 381788,75t^2 - 6615575t \\
 &\quad + 57395625) \\
 &= 5,131 \cdot 10^{-5}t^5 - 0,00047551t^4 + 0,1696838t^3 - 2,94025t^2 \\
 &\quad + 25,50916t.
 \end{aligned}$$

Окончательный результат представляется следующей формулой

$$\begin{aligned}
 \Xi(t) = 5,131 \cdot 10^{-5}t^5 - 0,00047551t^4 + 0,1696838t^3 - 2,94025t^2 \\
 + 25,50916t, \tag{4}
 \end{aligned}$$

По результатам решения уравнения (4), полученного по формуле (3) при заданных значениях времени осветления, получен график, который в достаточной степени совпадает с графиком результатов решения задач по программе PTC Mathcad Prime 4.0. (рис.1).

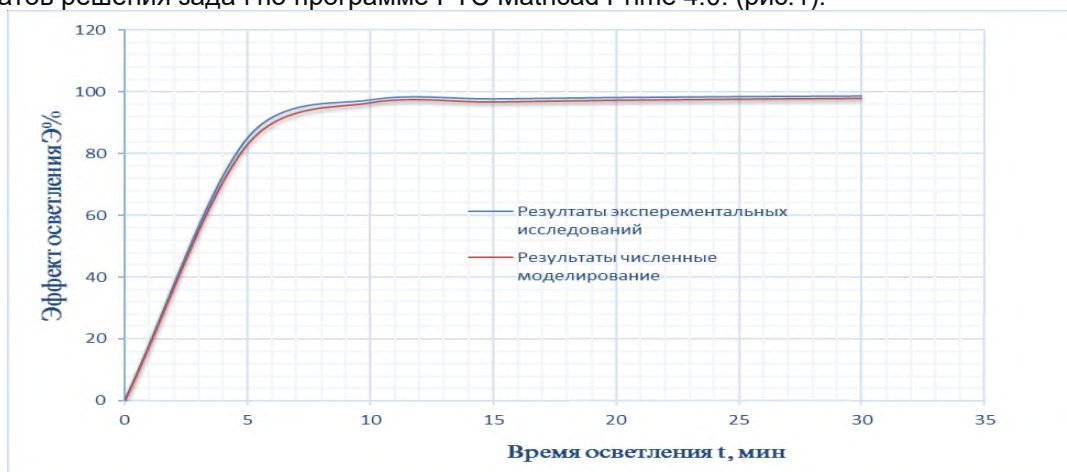


Рисунок 1 - График осветления высокомутных вод по формуле (4) при значениях мутности исходной воды, $K_{исх}$, от 1500 до 6520 мг/дм³

Обсуждение

Сравнение теоретических и экспериментальных результатов показывает, что средняя ошибка во втором способе математического моделирования не превышает 1%, и это подтверждает достоверность полученных результатов.

Вывод. На основе интерполяционной формулы Лагранжа получено многочленное математическое выражение, описывающее процесс осветления высокомутных вод, и построен график, который отражает правильность результатов проведенных экспериментов.

Литература

1. Интерполяционная формула Лагранжа: Методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов всех специальностей факультета ИСУ / Сост. М.Я. Епифанцева. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2008. – 16 с.
15. Марамов М.Б. Диссертация. Установка для предварительного безреагентного осветления высокомутных вод на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.04 - Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов. Душанбе 2021 г.-138 стр.
16. Метод наименьших квадратов и основы математико-статической теории обработки наблюдений. Ю.В.Линник: ГИФ-математической литературы. Москва - В1, Ленинский проспект,1962. -352с.
17. Гост 8.207-76. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений.
18. Васильков Ю.В., Василькова Н.Н. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 1999. –256 с.

19. Турчак Л.И., Плотников П.В. Основы численных методов: Учеб. пособие. –2-е изд., перераб. и доп. –М.: Физматлит,2003. –304 с.

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

TJ	RU	EN
Марамов Миргул Бердиевич	Марамов Миргул Бердиевич	Maramov Mirgul Berdievich
Номзади илмҳои техникӣ, дотсент	Кандидат техникеских наук, доцент	Candidate of Technical Sciences
Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi
ORCID - 0000-0001-9496-1598		E-mail:mirgul_1989@mail.ru
TJ	RU	EN
Қаландарбеков Ифтихор Имомёрбекович	Қаландарбеков Ифтихор Имомёрбекович	Kalandarbekov Iftikhor Imomyorbekovich
Номзади илмҳои техникӣ	Кандидат техникеских наук	Candidate of Technical Sciences
Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi
ORCID - 0000-0003-4248-179X		E-mail: iftikhor791@mail.ru
TJ	RU	EN
Норматов Абдурхмон	Норматов Абдурхмон	Normatov Abdrukhnmon
Номзади илмҳои техникӣ, дотсент	Кандидат техникеских наук, доцент	Candidate of Technical Sciences
Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi
ORCID -		E-mail: normatov1949@mail.ru
TJ	RU	EN
Фарзонаи Шермиро	Фарзонаи Шермиро	Farzonai Shermirzo
Ассистент	Ассистент	Assistant
Донишгоҳи техникӣ Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi
ORCID -		E-mail:

УДК 624.042

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ПОЛОГОЙ ОБОЛОЧКИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ

¹Низомов Д.Н., ²Каландарбеков И.К., ²Каландарбеков И.И., ²Джонмамадова М.Т

¹Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии
НАН Таджикистана,

²Таджикский технический университет им. академика М.С.Осими

Рассматривается решение динамической задачи пологих оболочек на основе явной схемы методом конечных разностей. Система дифференциальных уравнений движения пологой оболочки путём разностной аппроксимации как по времени, так и по пространственным координатам представляется в виде рекуррентных соотношений, которые позволяют определять компоненты перемещений на каждом шаге по времени. Получены результаты численного решения динамической задачи оболочки с различными граничными условиями от действия равномерно-распределённой кратковременной нагрузки.

Ключевые слова: явная схема, пологая оболочка, дифференциальное уравнение, шарнирно-неподвижное опирание, шарнирно-подвижное опирание, жёсткое защемление, кратковременная нагрузка, численное решение.

ҲАЛЛИ АДАДИИ МАСЪАЛАИ ДИНАМИКИИ ҚИШРИ КАМФАРОЗ БО МЕТОДИ ФАРҚИЯТИ ОХИРНОК

Низомов Ҷ.Н., Қаландарбеков И.Қ., Қаландарбеков И.И., Ҷонмамадова М.Т.

Ҳалли масъалаи динамикии қишри камфароз дар асоси схемаи ошкоро бо методи фарқияти охирнок дида баромада шудааст. Системаи муодилаҳои дифференсиалии ҳаракати қишри камфароз бо роҳи аппроксиматсияи фарқиятнок, ҳам аз рӯйи вақт ва ҳам рӯйи координати фазой, ки ба намуди таносуби рекуррентӣ оварда шудаанд, имконият медиҳанд дар ҳар қадами вақт компоненти ҷойивазкунӣ муайян карда шавад. Натиҷаи ҳалли ададии масъалаҳои динамикии қишри камфароз бо шартҳои гуногуни сарҳадӣ аз таъсири борҳои муваққатӣ яхела тақсимшуда бадаст оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: схемаи ошкоро, қишри камфароз, муодилаи дифференсиалӣ, тақягоҳи бандноки беҳаракат, тақягоҳи бандноки ҳаракатнок, сахтии мазбӯтӣ, бори муваққатӣ, ҳалли ададӣ.

NUMERICAL SOLUTION OF THE DYNAMIC PROBLEM OF A SHALLOW SHELL BY THE METHOD OF FINITE DIFFERENCES

J.N.Nizomov, I.K.Kalandarbekov, I.I.Kalandarbekov, M.T.Jonmamadova

The solution of the dynamic problem of shallow shells based on an explicit scheme by the finite difference method is considered. The system of differential equations of motion of a shallow shell, by means of a difference approximation, both in time and in spatial coordinates, is presented in the form of recursive relations that allow determining the displacement components at each time step. The results of the numerical solution of the dynamic problem of a shell with different boundary conditions from the action of a uniformly distributed short-term load are obtained.

Keywords: explicit scheme, shallow shell, differential equation, hinged-fixed support, hinged-movable support, rigid clamping, short-term load, numerical solution.

Введение

Развитие общей теории оболочек связано с фундаментальными работами таких учёных, как В.З.Власов, А.С.Вольмир, А.Л.Гольденвейзер, А.И.Лурье, Х.М.Муштари, В.В.Новожилов, С.П.Тимошенко и др. Теория пологих оболочек, связанная с именем выдающегося учёного в области строительной механики В.З.Власова [1], построена на основе следующих двух дополнительных гипотез: 1) геометрию поверхности оболочки можно приближённо считать совпадающей с геометрией плоскости её проекции; 2) пренебрегать моментными членами, содержащими в качестве коэффициентов выражения кривизны и их производные [2].

В теории пологих оболочек, также как и в общей теории пластин и оболочек, особое место занимает проблема, связанная с решением динамических задач.

Методы исследования. В данной работе для решения динамической задачи по расчету пологих оболочек применяется явная схема метода конечных разностей.

Систему дифференциальных уравнений движения пологой оболочки в перемещениях [3, 4] можно представить в безразмерном виде

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 \bar{u}_x}{\partial \xi^2} + \frac{(1-\nu)}{2} \frac{\partial^2 \bar{u}_x}{\partial \eta^2} + \frac{(1+\nu)}{2} \frac{\partial^2 \bar{u}_y}{\partial \xi \partial \eta} - (k_\xi + \nu k_\eta) \frac{\partial \bar{w}}{\partial \xi} + p_\xi - \bar{\mu} \frac{\partial^2 \bar{u}_x}{\partial \bar{t}^2} &= 0, \\ \frac{\partial^2 \bar{u}_y}{\partial \eta^2} + \frac{(1-\nu)}{2} \frac{\partial^2 \bar{u}_y}{\partial \xi^2} + \frac{(1+\nu)}{2} \frac{\partial^2 \bar{u}_x}{\partial \xi \partial \eta} - (\nu k_\xi + k_\eta) \frac{\partial \bar{w}}{\partial \eta} + p_\eta - \bar{\mu} \frac{\partial^2 \bar{u}_y}{\partial \bar{t}^2} &= 0, \\ \frac{\bar{\delta}^2}{12} \left(\frac{\partial^4 \bar{w}}{\partial \xi^4} + 2 \frac{\partial^4 \bar{w}}{\partial \xi^2 \partial \eta^2} + \frac{\partial^4 \bar{w}}{\partial \eta^4} \right) - (k_\xi + \nu k_\eta) \frac{\partial \bar{u}_x}{\partial \xi} - (\nu k_\xi + k_\eta) \frac{\partial \bar{u}_y}{\partial \eta} + \\ &+ (k_\xi^2 + k_\eta^2 + 2\nu k_\xi k_\eta) \bar{w} - \bar{q} + \bar{\mu} \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \bar{t}^2} = 0, \end{aligned} \right\} (1)$$

где $\xi = x/a$, $\eta = y/a$, $\bar{u}_x = u_x/a$, $\bar{u}_y = u_y/a$, $\bar{w} = w/a$,

$$k_\xi = k_x a, \quad k_\eta = k_y a, \quad \bar{\delta} = \delta/a,$$

$$\bar{\mu} = \rho \frac{a^2(1-\nu^2)}{ET_{11}^2}, \quad p_\xi = p_x \frac{a(1-\nu^2)}{E\delta}, \quad p_\eta = p_y \frac{a(1-\nu^2)}{E\delta}, \quad \bar{q} = q \frac{a(1-\nu^2)}{E\delta}.$$

В принятых обозначениях: $\bar{u}_x, \bar{u}_y, \bar{w}$ – безразмерные перемещения точек срединной поверхности в направлении координатных осей; a – одна из сторон оболочки; T_{11} – период основного тона колебаний оболочки с шарнирно подвижным опиранием; ν – коэффициент Пуассона; δ – толщина оболочки.

Рассмотрим численное решение дифференциальных уравнений (1) по явной схеме метода конечных разностей [3,4]. Введём в области $0 \leq \xi \leq 1$, $0 \leq \eta \leq 1$ и $\bar{t} \geq 0$ сетку с шагами h_1, h_2 и τ . Для функции $u_{ij,n} = u(\xi_i, \eta_j, \bar{t}_n)$, где u – любая из функций $\bar{u}_x, \bar{u}_y, \bar{w}$, используя центральные разности [5-7] из (1), получим (в дальнейшем черту над безразмерными величинами опускаем)

$$u_{x,ij}^{n+1} = a_{ij}^\xi u_{x,ij}^n + b_{ij}^\xi (u_{x,i+1,j}^n + u_{x,i-1,j}^n) + c_{ij}^\xi (u_{x,i,j+1}^n + u_{x,i,j-1}^n) + \\ + d_{ij}^\xi (u_{y,i-1,j-1}^n - u_{y,i-1,j+1}^n - u_{y,i+1,j-1}^n + u_{y,i+1,j+1}^n) - e_{ij}^\xi (w_{i+1,j}^n + w_{i-1,j}^n) - u_{x,ij}^{n-1}, \quad (2)$$

$$u_{y,ij}^{n+1} = a_{ij}^\eta u_{y,ij}^n + b_{ij}^\eta (u_{y,i,j-1}^n + u_{y,i,j+1}^n) + c_{ij}^\eta (u_{y,i-1,j}^n + u_{y,i+1,j}^n) + \\ + d_{ij}^\eta (u_{x,i-1,j-1}^n - u_{x,i-1,j+1}^n - u_{x,i+1,j-1}^n + u_{x,i+1,j+1}^n) - e_{ij}^\eta (w_{i,j+1}^n - w_{i,j-1}^n) - u_{y,ij}^{n-1}, \quad (3)$$

$$w_{ij}^{n+1} = \alpha_{1,ij} w_{ij}^n + \alpha_{2,ij} (w_{i-1,j}^n + w_{i+1,j}^n) + \alpha_{3,ij} (w_{i,j-1}^n + w_{i,j+1}^n) - \\ - \alpha_{4,ij} (w_{i-2,j}^n + w_{i+2,j}^n) - \alpha_{5,ij} (w_{i,j-2}^n + w_{i,j+2}^n) - \\ - \alpha_{6,ij} (w_{i-1,j-1}^n + w_{i-1,j+1}^n + w_{i+1,j-1}^n + w_{i+1,j+1}^n) + \\ + \alpha_{7,ij} (u_{x,i+1,j}^n + u_{x,i-1,j}^n) + \alpha_{8,ij} (u_{y,i,j-1}^n + u_{y,i,j+1}^n) + \alpha_{9,ij} q_{ij}^n - w_{ij}^{n-1}. \quad (4)$$

Здесь: $a_{ij}^\xi = 2 - b_{ij}^\xi [2 - \beta^2(1-\nu)]$; $b_{ij}^\xi = \tau^2 / h_1^2 \mu_{ij}$; $\beta = h_1 / h_2$;

$$c_{ij}^\xi = (1-\nu) / 2\beta^2 b_{ij}^\xi; \quad d_{ij}^\xi = (1+\nu) / 8\beta b_{ij}^\xi; \quad e_{ij}^\xi = (k_\xi + k_\eta) b_{ij}^\xi / 2;$$

$$\alpha_{1,ij} = 2 - \left(\frac{1}{2h_1^2} + \frac{2}{3h_2^2} + \frac{\beta^2}{2h_2^2} + k \right); \quad k = \frac{h_1^2}{\delta^2} (k_\xi^2 + k_\eta^2 + 2\nu k_\xi k_\eta);$$

$$\alpha_{2,ij} = (1 + \beta^2) \delta_\xi b_{ij}; \quad \alpha_{3,ij} = (1 + \beta^2) \delta_\eta b_{ij}; \quad \delta_\xi = \delta / 3h_1; \quad \delta_\eta = \delta / 3h_2;$$

$$\alpha_{4,ij} = b_{ij} / 12h_1^2; \quad \alpha_{5,ij} = \beta^2 b_{ij} / 12h_2^2; \quad \alpha_{6,ij} = b_{ij} / 6h_2^2;$$

$$\alpha_{7,ij} = (k_\xi + \nu k_\eta) h_1 b_{ij} / 2; \quad \alpha_{8,ij} = (\nu k_\xi + k_\eta) h_2 b_{ij} / 2; \quad \alpha_{9,ij} = \tau^2 / \mu_{ij}; \quad b_{ij} = \tau^2 / h_1^2 \mu_{ij}.$$

Коэффициенты $a_{ij}^n, b_{ij}^n, c_{ij}^n, d_{ij}^n, e_{ij}^n$ определяются формулами для коэффициентов с индексом ξ с заменой h_1 на h_2 и k_ξ на k_η . По вычисленным перемещениям (2)-(4) на каждом шаге по времени определяются внутренние усилия.

При расчёте оболочки на мгновенный импульс s (т.с/м²) начальное условие представляется в виде

$$\varphi_0 = \frac{s}{\mu}, \rightarrow \left(\frac{\partial w}{\partial t} \right)_{ij} = \frac{w_{ij}^{(2)} - w_{ij}^{(1)}}{\tau} = \frac{s}{\mu}, \rightarrow w_{ij}^{(2)} = \frac{\tau s}{\mu}. \quad (5)$$

При расчёте на действия кратковременной нагрузки, учитывая, что до момента приложения нагрузки система находилась в покое, из (4) получим

$$w_{ij}^{(2)} = q_{ij}^{(1)} \tau^2 / \mu. \quad (6)$$

Из (5) и (6) следует, что как при действии мгновенного импульса, так и при действии кратковременной нагрузки, в конце первого шага по времени все точки оболочки, кроме опорных, получают одинаковое перемещение, соответственно равное $\tau s / \mu$ и $\tau^2 q / \mu$.

Результаты численного решения динамической задачи полой оболочки

Исследования балок, плит и оболочек под действием кратковременной нагрузки, проведённые на основе неявной схемы [8], показали, что при продолжительности действия нагрузки $\Delta t \leq T / 10$, где T – период основного тона колебаний системы, результаты при прочих равных условиях приближаются к результатам от действия мгновенного импульса. Следовательно, рассматривая кратковременную нагрузку с уменьшением времени её действия, можно получить тот же эффект, что и при мгновенном импульсе. Поэтому ниже рассматривается действие лишь кратковременных нагрузок.

Пример. Оболочка с различными граничными условиями. Результаты численного моделирования получены от действия равномерно распределённой кратковременной нагрузки интенсивностью $q = 0,5$ т/м² и продолжительностью действия $\Delta t = 0,00217$ с. На основе разработанного алгоритма была составлена компьютерная программа на языке Фортран и получены результаты при различных разбиениях по пространственным координатам и времени. Исследованы устойчивость и сходимости решений разностных уравнений. В табл.1 приведены результаты численного моделирования полой оболочки с шарнирно-неподвижным опиранием на сетке 10×10 при различных шагах по времени.

Из полученных результатов (табл. 1) видно, что с уменьшением шага по времени, т.е. с увеличением числа разбиений NT, уменьшаются погрешности и стремятся к нулю. Следует отметить, что при $\tau > T_{11} / 200$ результаты стремятся к бесконечности. На рис. 1 представлены графики изменения прогиба, изгибающего момента и нормальной силы в центре оболочки с шарнирно-неподвижным опиранием.

Таблица 1 - Максимальные значения прогиба, изгибающего момента и нормальной силы в центре оболочки от действия кратковременной нагрузки

NT	$10^3 w$, м	Погрешность %	$10^2 M_x$ тм/м	Погрешность %	N_x , т/м	Погрешность %
200	3,626	-	15,52	-	10,77	-
400	3,264	11,09	13,96	11,17	9,703	10,99
600	3,143	3,85	13,44	3,86	9,346	3,82
800	3,083	1,95	13,19	1,89	9,165	1,97
1000	3,046	1,21	13,04	1,15	9,06	1,16
1200	3,022	0,79	12,93	0,85	8,98	0,89
1400	3,006	0,53	12,86	0,54	8,936	0,49

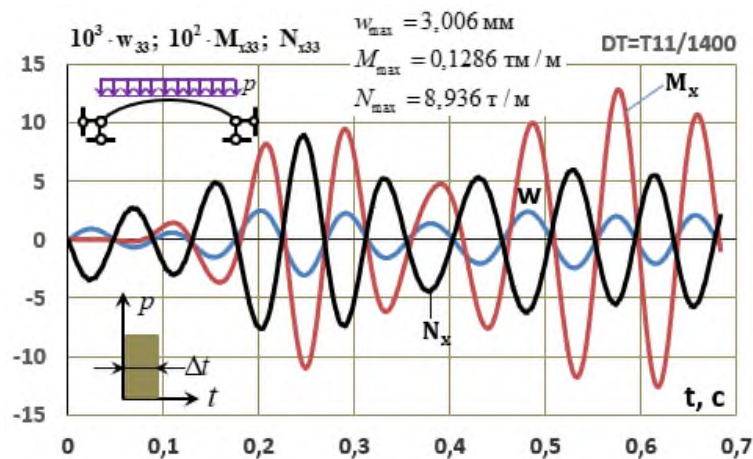


Рисунок 1 - Прогиб и внутренние усилия в центре оболочки

На рис.2 сравниваются результаты расчёта оболочки с шарнирно-неподвижным опиранием с данными оболочки с шарнирно-подвижным опиранием (ШНО) и жёстким защемлением (ЖЗ).

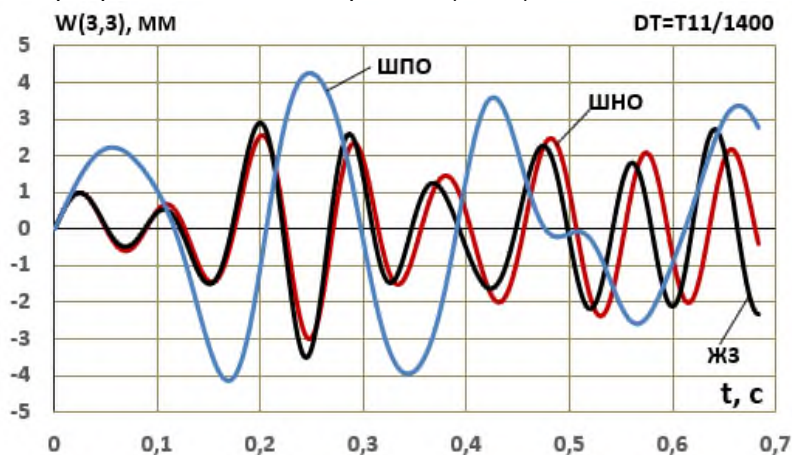


Рисунок 2 - Сравнение результатов

На рис. 3 и рис.4 показаны графики изменения прогиба в центре оболочки соответственно с ШНО и ШПО. Сравнение показывает, что колебательные процессы отличаются как по амплитудным, так и по частотным характеристикам.

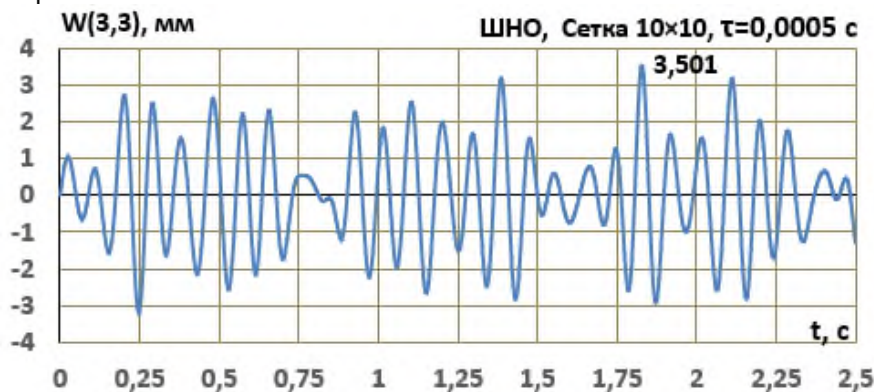


Рисунок 3 - Колебания центра оболочки при ШНО

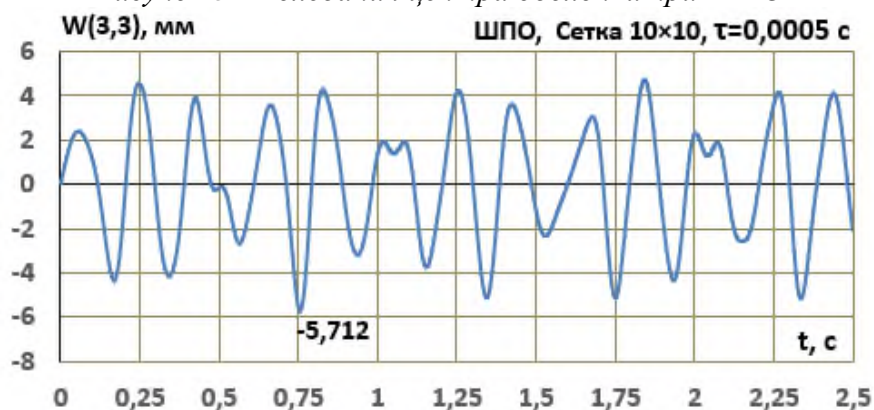


Рисунок 4 - Колебания центра оболочки при ШПО

Обсуждение

Можно заметить, что в оболочке с шарнирно-неподвижным опиранием (рис. 2) примерно в два раза уменьшаются как амплитуда колебаний, так и основной период, по сравнению с шарнирно-подвижным опиранием. Период колебаний оболочки с жёстким защемлением несколько уменьшается по сравнению с шарнирно-неподвижным опиранием, а амплитуды их колебаний примерно одинаковые. Сопоставление результатов показывает, что при других равных условиях в центре оболочки с шарнирно-неподвижными опорами (ШНО), по сравнению с шарнирно-подвижным опиранием (ШПО), значительно уменьшается изгибающий момент, уменьшается прогиб, а нормальная сила, напротив, несколько увеличивается.

Выводы. На основе разностной аппроксимации разработаны математическая модель и компьютерная программа, которые позволяют исследовать напряженно-деформированное состояние полой оболочки с различными граничными условиями при различных динамических воздействиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власов В.З. Общая теория оболочек и её приложения в технике. – М.: Гостехиздат, 1949.- 784 с.
20. Колкунов Н.В. Основы расчёта упругих оболочек. – М.: «Высшая школа», 1972.- 296 с.
21. Низомов Д.Н. Расчет оболочек с различными граничными условиями при действии кратковременных нагрузок// Материалы VIII Респ. науч.-теор.конф.-Душанбе,ТПИ,1976- с.86-88.
22. Низомов Д.Н., Исаков Я.Ш. Колебания оболочек с различными граничными условиями при действии мгновенного импульса. Доклады АН Тадж. ССР, 1976, т. 19, №10. – с. 52-56.
23. Вазов В., Форсайт Дж. Разностные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных. – М.: ИЛ, 1963.- 487 с.
24. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1989.- 616 с.
25. Варвак П.М., Варвак Л.П. Метод сеток в задачах расчета строительных конструкций. -М.: Стройиздат, 1977.-160 с.
26. Низомов Д.Н. Численное решение динамических задач по расчёту балок, плит и пологих оболочек. Автореф. канд. дисс., Москва, 1982.- 18с.

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

TJ	RU	EN
Низомов Ҷаҳонгир Низомович	Низомов Джахонгир Низомович	Nizomov Jachongir Nizomovich
Доктори илмҳои техникӣ, профессор	Доктор технических наук, профессор	Doctor of Technical Sciences, Professor
Институти геология, сохтмони ба заминчунбӣ тобовар ва сейсмологияи АМИТ	Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Национальной академии наук Таджикистана	Institute of Geology, Seismic Engineering and Seismology of the National Academy of Sciences of Tajikistan
ORCID - 0000-0002-6467-0789		E-mail: tiees@mail.ru
ORCID -0009-0006-5424-4109		E-mail: j.nizomov09@gmail.com
TJ	RU	EN
Қаландарбеков Имомёрбек Қаландарбекович	Қаландарбеков Имомёрбек Қаландарбекович	Kalandarbekov Imomyorbek Kalandarbekovich
Доктори илмҳои техникӣ	Доктор технических наук	Doctor of Technical Sciences
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi
ORCID - 0000-0002-4807-0169		E-mail: kalandarbekov-55@mail.ru
TJ	RU	EN
Қаландарбеков Ифтихор Имомёрбекович	Қаландарбеков Ифтихор Имомёрбекович	Kalandarbekov Iftikhor Imomyorbekovich
Номзади илмҳои техникӣ	Кандидат технических наук	Candidate of Technical Sciences
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi
ORCID - 0000-0003-4248-179X		E-mail: iftikhor791@mail.ru
Ҷонмамадова Моҳру Тоировна	Джонмамадова Моҳру Тоировна	Jonmamdova Mohru Toirovna
Унвонҷуй	Соискатель	Applicant
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi
		E-mail: mokhru chonmamadova@mail.ru

УКРЕПИТЕЛЬНАЯ ЦЕМЕНТАЦИЯ ОСНОВАНИЙ ПЛОТИН В ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ

Ятимов А.Дж¹., Хасанов Н.М¹., Холов Ф.А²., Хасанов М.Н².,

Таджикский технический университет, им. акад. М.С.Осими¹

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана²

В статье рассмотрены опыты проведения укрепительных цементационных работ в подземных сооружениях и основаниях плотин в гидротехническом строительстве. Приведены примеры опытов в строительстве некоторых зарубежных гидроэлектростанций в сравнение дополнительной и укрепительной цементации до и после проведения. Имеются основные виды цементационных работ, проводимые при разработке подземных сооружений. Приведены технологии и результаты использования метода инъектирования на примерах проходки напорного тоннеля ГЭС Розелан-Бати (Франция) и результаты применения описанного метода указывают на его эффективность.

Ключевые слова: геологические факторы, трещины, плотины, вывалы, заколы, деформации, укрепления, инъекции, метод, эффективность.

МУСТАҶКАМГАРДОНИИ СЕМЕНТАЦИОННИ АСОСИ САРБАНД ДАР ИНШООТИ ГИДРОТЕХНИКӢ

Ятимов А.Дж., Хасанов Н.М., Холов Ф.А., Хасанов М.Н.

Дар мақола таҷрибаи корҳои мустаҳкам намудани сементационии иншоотҳои зеризаминӣ ва асоси сарбанд дар сохтмони иншооти гидротехникӣ дарҷ гардидааст. Муқоиса намунаи таҷрибаҳои сохтмони баъзе стансияҳои электрикии оби хориҷи барои бетонрезии иловагӣ ва мустаҳкамкунӣ оварда шудааст. Инчунин, намудҳои асосии корҳои сементационӣ мавҷуданд, ки ҳангоми коркарди иншооти зеризаминӣ анҷом дода шудааст. Технология ва натиҷаҳои истифодаи усули пуркунӣ дар мисолҳои гузариши нақби фишори НБО-и Розелан-Бати (Франсия) оварда шудаанд ва натиҷаҳои татбиқи усули тавсифшуда самаранокии онро нишон медиҳанд.

Калидвожаҳо: факторҳои геологӣ, таркишҳо, сарбанд, чаппашавӣ, деформатсия, мустаҳкамгардонӣ, пуркунӣ, усул, самаранокӣ.

REINFORCING GROUTING OF DAM BASES IN HYDRAULIC STRUCTURES

Yatimov A.J¹., Khasanov M.N¹., Kholov F.A²., Khasanov M.N².

The article deals with the experience of strengthening grouting works in underground structures and dam bases in hydrotechnical construction. Examples of experiments in the construction of some foreign hydroelectric power plants have been carried out comparing additional and strengthening grouting before and after. The basic types of grouting works carried out during the development of underground structures are presented. The technologies and results of using the injection method by examples of driving the pressure tunnel of the Roselan-Bati hydroelectric power station (France) and the results of using the described method indicate its effectiveness are given.

Key words: geological factors, fractures, dams, dumps, zakoly, deformations, strengthening, injections, method, efficiency.

Введение

В современной практике гидротехнического тоннелестроения укрепительная цементация породы под значительным давлением и на большой глубине присутствует в высоконапорных тоннелях и шахтных турбинных водоводах в трещиноватых и недостаточно водопроницаемых породах. Укрепительная цементация принимается также вокруг подземных зданий ГЭС как для консолидации породы, так и в целях снижения инфильтрации.

Метод укрепительной цементации горных пород является одним из эффективных методов при строительстве подземных сооружений, который широко применяется в практике строительства зарубежных стран, стран СНГ и Республики Таджикистан. Широкое внедрение способа укрепительной цементации горных пород в практике строительства объясняется консолидацией раздробленных горных пород и уменьшением водопритоков при строительстве подземных сооружений.

Материалы и методы исследования

При проходке участка тоннеля Розелан – Бати (Франция) был применен следующий метод (рисунок 1). В прочных кристаллических сланцах перед разрушенными породами была сделана рабочая камера длиной 10м, имеющая железобетонную обделку и лобовую стенку. Скала за обделкой была тщательно проинъектирована. Далее работы проводились в два этапа.

Сначала через лобовую стенку был пробурен пучок расходящихся скважин, образующих концентрические конусы и имеющих слабый наклон к оси тоннеля. Скважины бурились на глубину 45м

зонами по 5м в угольных сланцах и по 3-4м в породах триаса с замедленным нагнетанием консолидирующих растворов. Всего было пробурено 96 скважин общей длиной 3070 м.

Следует отметить, что сначала в каждую зону нагнетались растворы силиката натрия и бикорбаната натрия под давлением 70 атм. Затем под давлением от 80 до 150 атм. нагнетался цементный раствор. В угольные сланцы нагнетался только цементный раствор под давлением до 70 атм.

Скорость схватывания и прочность отвердившего силикатного раствора зависит от отношения

$$\alpha = \frac{\text{вес бикарбоната}}{\text{объем силиката при } 35^{\circ}\text{C}};$$

где: α – вязкость раствора, определяющая способность проникновения его в грунт, от отношения

$$\alpha = \frac{\text{объем воды}}{\text{объем силиката при } 35^{\circ}\text{C}}.$$

Предварительными опытами были установлены оптимальные величины отношений $\alpha = 0,153$ при времени схватывания 30 мин и $\beta = 4 \div 8$.

Цементные растворы готовились с водоцементным отношением 2 на шлаковом цементе марки 250-315. Скважины бурились одновременно четырьмя станками вращательного бурения типа Крелиус.

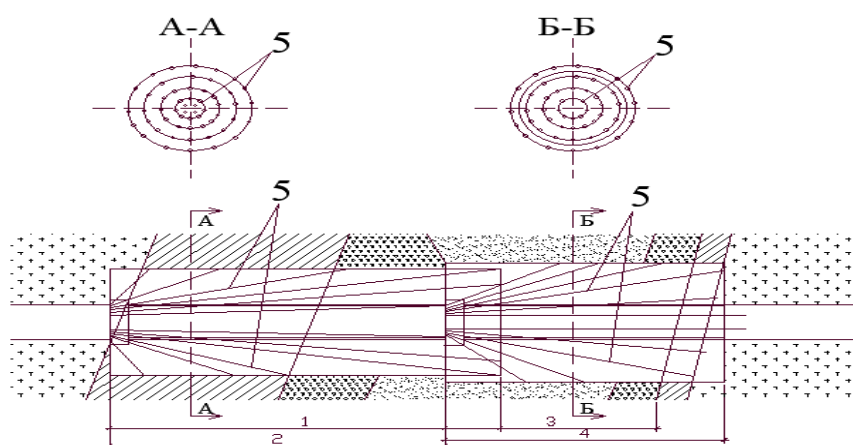


Рисунок 1. Схема консолидации раздробленных пород при проходке тоннеля Розелан-Бати

1-I этап, консолидация на глубину 45м; 2-I этап, проходка участка 46 м; 3 – зона сильно перетертых известняков; 4 –II этап, консолидация и проходка участка 40м; 5- концентрические ряды скважины.

Результаты и обсуждения

Чтобы убедиться в надёжности закрепления породы и образования вокруг будущей проходки консолидированной зоны толщиной не менее 5 м, было пробурено 10 контрольных скважин. После этого было пробурено 8 дополнительных скважин длиной 686м и произведена повторная инъекция глинисто-цементных растворов с глинисто-цементным отношением от 0,3 до 0,75 при водоцементном отношении от 1 до 2. Консолидация первого участка длиной 46м была закончена за 3 месяца.

После завершения консолидации начались работы по проходке, которые велись следующим образом. Сначала был пройден верхний направляющий ход минимального сечения. С отставанием на несколько метров производилось расширение верхней половины сечения тоннеля с установкой через 0,75м арочной крепи диаметром 5,20м из двутавров №18 и продольных балок из спаренных уголков 100x200. Пространство между арками бетонировалось. В конце направляющего хода, который был пройден только на 36м, с тем, чтобы впереди забоя оставалась закрепленная толща грунта порядка 9м, была сооружена армобетонная лобовая стенка. Следом за креплением верхней части сечения производилось расширение и крепление нижней половины с установкой нижних элементов крепи полуколец, из таких же двутавров и уголков. Под защитой этого крепления была осуществлена основная обделка тоннеля внутренним диаметром 4,4м толщиной 0,4м с двойной арматурой диаметром 40мм, установленной через 45см.

Разработка угольных сланцев велась частично с помощью мелких взрывов, а консолидированных пльвунов - только отбойными молотками.

На основе опыта проходки первого участка было решено пройти второй участок в один прием тем же методом со следующими изменениями. Толщину консолидированного грунта в верхней

половине тоннеля было решено принять равной 7м, а в нижней 4м. Число скважин было принято 72 с размещением их в восьми рядах; общая длина составила 2161м. глубина зон цементации была уменьшена до 2,5 м. Время схватывания силикатных растворов было уменьшено до 15мин, а коэффициенты α и β были приняты соответственно 0,16 и 6. Цементные растворы применялись только с добавкой глины при глинисто-цементном отношении 0,25. После нагнетания в основные скважины было пробурено 19 контрольных и 8 дополнительных для усиления консолидации сомнительного участка.

Проходка второго участка велась также, как и первого, с той только разницей, что к расширению нижней половины сечения приступили лишь после окончания расширения и закрепления верхней половины на всей длине, так как опыт работы на первом участке показал неудобство работы с уступом [2].

Силикаты играют значительную роль в создании водонепроницаемости благодаря заполнению силикатным гелием. Кроме того, они увеличивают сцепление. Большим преимуществом силикатов является возможность нагнетания их при относительно малом давлении по сравнению с цементными растворами.

Влияние силикатизации на инъекцию цементных растворов играет второстепенную роль. Силикатизация позволяет избежать слишком быстрого обжатия воды.

При цементации применение глинисто-цементных растворов представляется более эффективным. При нагнетании под большим давлением цементные растворы, проникая в более слабые прослойки, обжимают породы.

Цементный камень, таким образом, играет роль не только водонепроницаемого элемента, он отжимает воду уже засиликатизированных масс породы, уплотняет её и увеличивает сцепление, благодаря чему порода делается также водонепроницаемой и более прочной.

Однако не следует рассматривать примененный метод закрепления слабых грунтов как универсальный для всех аналогичных случаев. В каждом частном случае необходимо предварительно тщательно изучить местные условия и характеристики пород: их гранулометрию, физико-механические свойства, химический состав, давление грунтовых вод и т.д.

Вопрос о максимальном допустимом давлении цементации является весьма важным. Если давление превысит критическое для данных структур скального массива и глубины, возможны нарушения в массиве, возникновение в нем трещин, поднятие пластов, а иногда и самой плотины, если цементация ведется после её частичного возведения. Поэтому к назначению максимальных давлений следует подходить весьма осторожно. Большое значение проведения до начала основных цементационных работ играет так называемая опытная цементация.

В дополнение к цементационным завесам считается обязательной площадная цементация всей площади основания плотины на глубину от 5 до 10м. Например, плотина строящейся Рогунской ГЭС будет самой высокой в мире плотиной из грунтовых материалов – 335м. Длина плотины по гребню – 612м. В плотину предстоит уложить 71,3 млн.м³ грунта. Плотина включает в себя наклонное ядро из обогащенной щебенисто-суглинистой смеси, фильтры из дробленного и отсортированного галечникового материала и упорной призмы камнем. По подошве ядра предусматривается площадочная цементация на глубину 8м. Котлован под ядро покрывается бетоном толщиной 20см. По контуру ядра предусмотрена двухрядная глубинная цементационная завеса на глубину 50м.

Укрепительная цементация производится для заполнения раствором зазоров и пустот между обделкой и породной стенкой, между обделкой и подпорной стенкой, между стальной облицовкой и бетоном.

В таблице 1 приведены фактические данные по заполнительной цементации некоторых тоннелей [1].

Таблица 1

Объект	Диаметр, м	Толщина обделки (минимальная), м	Характеристики пород	Тип временной крепи	Наибольшее давление нагнетания, атм	Шаг скважины	Расход растворов 1 м ² поверхности обделки
Строительный тоннель 1-го яруса Чарвакской ГЭС	11	0,8	Известняк трещиноватый, коронка	Арочная с затяжкой	6-12	2-5шт, 2,5м	0,274

Строительный тоннель Сарсанского гидроузла	4.4x6.4	0,3	Тудлобрекчий	Арочная с затяжкой	3	-	0,25
Деривационный тоннель Ингурской ГЭС	9.5	0,5	Известняк	Арочная анкерная	6	6-7шт, 2м	0,115
Напорные тоннели Капчагайской ГЭС (две первые нитки)	8	0,8	Порфирит	Анкерная	4	2-3шт, 3м	0,057
Подводящий тоннель Атбалинской ГЭС	5	0,25	Известняк крепкий	Анкерная крепкий	2	2-3шт, 3м	0,014

Из таблицы видно, что тоннели с временной арочной крепью с затяжкой имеют большие поглощения растворов. Это объясняется тем, что имеющиеся пустоты за затяжкой крепи не могут быть заполнены бетоном во время бетонирования. В тоннели с анкерной крепью поглощения раствора невелики, так как имеющиеся переборы заполняются бетоном во время бетонирования (кроме замка свода).

В технологии ведения работ по заполнительной цементации намечаются и осуществляются следующие основные изменения по сравнению с ранее существующей:

1.Скважины 2-й очереди заглубляются в скалу на 0.3-04 м одновременно с заполнением пустот между бетоном и скалой, этим достигается заполнение крупных трещин, имевшихся в породе или образовавшихся там в процессе проходки выработки, особенно в напорных тоннелях, в которых не предусматривается укрепительная цементация.

2.Состав цементно-песчаного раствора для высоконапорных тоннелей (при больших пустотах за обделкой) подбирается не только по прочности, но и по необходимой величине его модуля упругости.

3.При цементации скважин рядов 2-ой очереди применяется повышенное давление (до 8-12 атм).

Укрепительная цементация горных пород производится с целью улучшения упругих и противодиффузионных свойств пород обжатия обделки и её частичной изоляции от агрессивных грунтовых вод.

В таблице 2 приведены фактически данные по укрепительной цементации тоннелей.

Таблица 2 – Фактически данные по укрепительной цементации тоннелей

Объект	Глубина скважин, м	Шаг скважин	Давление цементации (наибольшие), атм	Расход цемента на 1м3 закрепленной скалы, кг
Напорный тоннель Чарвакской ГЭС (правая нитка) напор 100-135 м. Основная цель цементации - увеличение коэффициентов упругого отпора	2,4	12шт, 3м	1,5	2,33
Строительный тоннель I-го яруса Чарвакской ГЭС. Напор грунтовых вод 75 м. Основная цель цементации - увеличение коэффициентов упругого отпора	4,2	9шт, 6м	15	1,47
Напорный тоннель Капчагайской ГЭС. Две нитки. Напор 46 м. Основная цель цементации - увеличение коэффициентов упругого отпора пород.	3	10 шт, 3м	8	12,0
Строительный тоннель Ингурской ГЭС	10	17 шт, 2м	15	17,0
Подводящий тоннель Атбашинской ГЭС. Напор 20м. Основная цель цементации - увеличение коэффициентов упругого отпора пород	3	6шт, 3м	7	0,92

Из таблицы 2 видно, что глубина зоны цементации в тоннелях составляет более 0,8 диаметра выработки, но не менее зоны разуплотнения пород вследствие проходки и взрывных работ. Однако в некоторых тоннелях, например, в строительстве Ингурской ГЭС глубина цементации завышена и могла бы быть сокращена.

Величина давления цементации, хоть и превышает внутренний напор в сооружениях, но во многих случаях занижена, например, в тоннелях Атбашинской, Чарвакской и Капчагайской ГЭС, где давление необходимо и возможно было бы увеличить до 20-30 атм.

При строительстве подводного тоннеля длиной 2680м гидроэлектростанции мощностью 54 МВт на р. Рио Эюме, проходящего в весьма разнообразных геологических условиях, с целью определения возможного сокращения длины участков с железобетонной обделкой и требуемого объема цементации были проведены исследования микросейсмическим методом по всей длине тоннеля, позволившие установить участки нарушенных пород и спроектировать соответствующие обделки; исследования сейсмоакустическим методом после окончания обделки и первичной цементации; повторная цементация на выявленных исследованиями участках слабых пород.

Сравнение динамических модулей упругости до и после цементации показало общее улучшение упругих свойств скальных пород. Потери воды на всем протяжении тоннеля составили всего 8 л/сек [2].

Результаты ранее проводимых исследований механических свойств скальных массивов в основаниях ряда плотин до и после укрепительной цементации таковы в разных геологических условиях.

В бортах плотины Розелан, сложенных кристаллизованными сланцами, скорость распространения сейсмических волн до цементации 2750 м/сек, а после цементации 3800 м/сек, что свидетельствует о значительном повышении модуля упругости массива.

В напорном тоннеле Розелан-Бати после проведения глубокой (до 4м) укрепительной цементации в три приема, сначала при 6м, затем при 25 и при 85 атм; динамические модули упругости скалы в непосредственной близости к обделке повысились от 40-70 до 100-110 тыс. кг/см². На расстоянии 2м от обделки заметного повышения модуля не наблюдалось.

В основании плотины Д¹Авек, сложенном кварцитами и сланцами, модули упругости в одних зонах повысились после цементации с 125 до 140-170, а в других с 50 до 150 тыс. кг/см².

В основании плотины Сан Кассьен, сложенном гнейсами, деформации под нагрузкой 100 кг/см² составили:

- по вертикали до цементации, произведенной при давлении от 10 до 40 атм в различных точках 0,59; 1,76; 3,56; 1,45 мм и после цементации соответственно 0,20; 0,62; 2,38 и 0,74 мм.

- по горизонтали до цементации 0,94; 0,74; 1,69; 1,08 а после цементации соответственно 0,62; 0,31; 1,01 и 1,34 мм.

Все эти данные убедительно говорят о значительном эффекте цементации с точки зрения улучшения деформативных свойств оснований.

Цемент для тампонажных растворов может быть любых марок, однако целесообразнее применять цементы марок 400-500.

Для облегчения нагнетания и уменьшения расслаиваемости раствора и возможности сроков схватывания в раствор вводят специальные добавки, придающие им требуемые свойства.

Первичное нагнетание производят пневматическими нагнетателями под давлением 0,5 МПа. Контрольные нагнетания цементного раствора за обделку производят раствором насосами высокого давления [3].

Отсюда можно сделать следующие выводы:

- силикаты играют значительную роль в создании водонепроницаемости благодаря заполнению силикатным гелием, и они увеличивают сцепление большим преимуществом силикатов и являющейся возможностью нагнетания их при относительно малом давлении по сравнению с цементным раствором. Силикатизация позволяет избежать слишком быстрого обжатия воды;

- при цементации применение глинисто-цементных растворов представляется более эффективным. При нагнетании под большим давлением цементные растворы, проникая в более слабые толщи прослойки, обжимают породу;

- цементный камень играет роль не только водонепроницаемого элемента. Он отжимает воду из уже засиликатизированных масс породы, уплотняет её и увеличивает сцепление, благодаря чему породы делаются также водонепроницаемыми и более прочными.

- однако не следует рассматривать примененный метод при проходке участка тоннеля Розелан-Бати (Франция) для закрепления слабых грунтов как универсальный для всех аналогичных случаев. В каждом частном случае необходимо предварительно тщательно изучить местные условия и

характеристики пород: их гранулометрию, физико-механические свойств, химический состав, давление грунтовых вод и т.д;

- консолидацией скального массива вокруг подземных сооружений и оснований плотин строящейся ГЭС в Республике Таджикистан можно предусмотреть большие работы по устройству цементированных завес и цементации породы за обделками сооружений и плотин, чтобы предотвратить фильтрацию воды и избежать значительного их давления и горного давления на обделку подземных сооружений.

Литература

1. Горные и взрывные работы в гидротехническом строительстве. Сборник материалов производственно-технического совещания по организации и технологии строительства подземных гидротехнических сооружений. Тула. 1973 г.
27. Проектирования и строительство больших плотин. Издательства. «Энергия» Москва. 1966 г.
28. Насонов И.Д. и др. Технология строительства подземных сооружений. М.Недра. 1992 г.
29. Картозия Б.А., Федунец Б.И., Шуплик М.Н. и др. Шахтное и подземное строительство. Том1. М, Изд-во, Академии горных наук, 2001. - 607 с.
30. Хасанов Н.М., Хасанов М.Н. Влияние сейсмических воздействий взрывов на устойчивость гидротехнических сооружений // V Международная (XI Всероссийская конференция) Строительство и застройка: жизненный цикл – 2020. 25-26 ноября. ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». -С.230-237
31. Хасанов Н.М., Сулейманова М.А., Якубов А.О. Устойчивость гидротехнического тоннеля Нурекской ГЭС при сейсмическом воздействии // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2018. № 1 (41). -С. 276-284.
32. Хасанов Н.М., Сулейманова М.А. Выбор методов предварительного укрепления и снижения водопроницаемости грунтов и горных пород в зонах тектонических нарушений Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2016. № 1-1 (192). С. 202-205.
33. Мостов В.М. Прогрессивные методы строительства гидротехнических тоннелей в скальных породах // Москва, Оргэнергострой, 1957 г
34. Хасанов Н.М. Ятимов А.Дж. Обеспечение устойчивости горных выработок в глубоких горизонтах массива горных пород // VII - МНПК «Перспективы развития науки и образования», Душанбе, ТТУ. 2014. -С. 150-152.

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

RU	TJ	EN
Ятимов Абдурозик Джайлович Старший преподаватель кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения» Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Ятимов Абдурозик Ҷойлобович Муаллими калони кафедраи «Асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ» Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Yatimov Abdurozik Jailovich Senior Lecturer, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
Хасанов Нурали Мамедович Доктор технических наук, доцент кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения» Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Ҳасанов Нуралӣ Мамедович Доктори илмҳои техникии досенти кафедраи «Асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ» Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Khasanov Nurali Mamedovich Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
Khasanov.nurali@mail.ru		
Холов Фазлиддин Аббосович Соискатель Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана	Холов Фазлиддин Аббосович Унвонҷуи Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология АМ ИТ	Kholov Fazliddin Abbosovich Applicant Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the NAS of Tajikistan
Хасанов Мухриддин Нуралиевич Соискатель	Ҳасанов Мухриддин Нуралиевич Унвонҷуи	Khasanov Mukhriddin Nuralievich Applicant

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана	Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология АМ ИТ	Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan
--	--	--

ХУСУСИЯТИ ИНКИШОФИ БИНОҶОИ ИСТИҚОМАТИИ ШАҲРҶОИ МИЁНАИ ТАЪРИХИИ ШИМОЛИ ТОҶИКИСТОН ДАР АСРИ ХХ

¹Муқимова С.Р., ²Зокиров Р.Ш.

¹Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

²Донишкадаи политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ
(ш. Хучанд).

Дар мақола таҳқиқи инкишофи таърихии биноҷои истиқоматию шаҳрҷои хурд ва миёнаи Шимоли Тоҷикистон мавриди баррасӣ қарор дода шуда, марҳилаҳои ташаккули он барои ояндаи пешрафти муҳити истиқоматию минтақаҳои зикргардида муҳим доништа мешавад.

Зимни баррасии масъала назарсанҷии иҷтимоии истифодабарандагони биноҷои истиқоматию шаҳрҷои таърихии Конибадом ва Исфара истифода шудааст. Ҳамчунин, аз сарчашмаҳои то имрӯз омӯхташуда ҷиҳати муқоиса ва таҳлили мавзӯю оварда шуда будаанд. Истифодаи масолеҳи маҳаллӣ ва анъанаҳои халқӣ дар лоиҳакашӣ ва сохтмони биноҷои имрӯзаи истиқоматӣ зикр гардидааст.

Омӯзиш нишон дод, ки талаботи имрӯзаи сокинони биноҷои истиқоматию дар марҳилаҳои нимаи дууми асри ХХ бунёдшудаи шаҳрҷои хурд ва миёнаи таърихии Шимоли Тоҷикистон ҷавобгӯ набуда, таҷдиду азнавсозии куллиро тақозо менамояд.

Ҳолати шаҳрсозии биноҷои истиқоматию мавҷуда бо назардошти муҳити истиқоматию он дар шакли квартал, маҳалла ва микроноҳия мутобиқ ба анъанаҳои таърихии миллии дар мақола баррасӣ карда шудааст.

Вожаҳои калидӣ: биноҷои истиқоматӣ, аҳамияти таърихий, анъанаҳои миллии, манзилҳои халқӣ, шаҳрҷои миёна, Шимоли Тоҷикистон.

ОСОБЕННОСТИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ СРЕДНИХ ИСТОРИЧЕСКИХ ГОРОДОВ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА XX ВЕКА

Муқимова С.Р., Р.Ш. Зокиров

В статье рассматривается историческое развитие жилой застройки малых и средних городов Северного Таджикистана, а этапы ее формирования считаются важными для будущего развития жилой среды указанных регионов.

При рассмотрении вопроса использовался социальный опрос пользователей жилых домов в исторических городах Канибадам и Исфара, а также для сравнения и анализа темы были представлены изученные источники. Упоминается использование местных материалов и народных традиций при проектировании и строительстве современных жилых домов.

Исследование показало, что современные потребности жителей в жилых домах, построенных во второй половине XX века в малых и средних исторических городах Северного Таджикистана, не удовлетворяются и требуют полной реконструкции.

Также рассматривается состояние градостроительной застройки существующей жилой застройки с учетом ее жилой среды в виде квартала, квартала и микрорайона с учетом национальных исторических традиций.

Ключевые слова: жилые дома, историческое значение, национальная традиция, народные жилища, средние города, Северный Таджикистан.

FEATURES OF RESIDENTIAL DEVELOPMENT OF MEDIUM HISTORICAL CITIES OF NORTHERN TAJIKISTAN OF THE XX CENTURY

Mukimova S. R., Zokirov R. Sh.

The article discusses the historical development of residential development in small and medium-sized cities of Northern Tajikistan, and the stages of its formation are considered important for the future development of the residential environment of these regions.

When considering the issue, a social survey of users of residential buildings in the historical cities of Kanibadam and Isfara was used, and the studied sources were presented to compare and analyze the topic. The use of local materials and folk traditions in the design and construction of modern residential buildings is mentioned.

The study showed that the current needs of residents in residential buildings built in the second half of the 20th century in small and medium historical cities of Northern Tajikistan are not satisfied and require complete reconstruction.

The article discusses the state of urban development of the existing residential development, taking into account its residential environment in the form of a quarter, quarter and microdistrict, taking into account national historical traditions.

Keywords: residential buildings, historical significance, national tradition, folk dwellings, medium-sized cities, Northern Tajikistan.

Муқаддима

Масъалаи омӯзиши ташаккули биноҷои истиқоматию шаҳрҷои таърихии Тоҷикистони Шимолӣ бо мақсади арҷгузорӣ ба анъанаҳои миллии лоиҳакашӣ ва сохтмон дар марҳилаи таърихии асри ХХ, татбиқи дастовардҳои ҷаҳони муосир ва ҳифзи асолати таърихии минтақа мавриди таҳқиқ қарор дода шудааст. Ҳадафи таҳқиқи мазкур муайян намудани талаботи имрӯзаи истифодабарандагони биноҷои истиқоматӣ, ки вобаста ба шароит ва дастовардҳои асри ХХ лоиҳакашӣ ва бунёд гардидаанд, маҳсуб меёбад. Вобаста ба гузашти замон, рушди ҷаҳонишавӣ, таъғирёбии ҳолати демографии ҳайъати оила,

талаботҳои иҷтимоии синнусоли эҳтиёҷ ба ҳалли тарҳию ҳаҷмии манзили истиқоматӣ таъғйир меёбад. Бо ин мақсад фарзияҳои асосии эҳтиёҷи истифодабарандагон дар мисоли шаҳрҳои миёнаи таърихӣ Тоҷикистони Шимолӣ мавриди санҷиш ва баррасии муаллиф қарор дода шуд.

Самтҳои гуногуни манзилҳои истиқоматии минтақаҳои Тоҷикистони Шимолӣ дар таҳқиқи як қатор олимони давраҳои гуногуни асри XX инъикоси худро ёфтаанд. Ба масъалаҳои ташаккули биноҳои истиқоматии шаҳру шаҳракҳои Шимоли Тоҷикистон дар асри XX олимони бисёре собиқ Иттиҳоди Шуравӣ, хориҷи дуру наздик аз он ҷумла аз Тоҷикистон машғул шудаанд. Ба монанди Зарубин Н.И., Кондауров А.Н., Кисляков Н.А., Андреев М.С., Воронина В.Л., Писарчик А.К., Сухорева Ю.И. аз Руссия, Муқимов Р.С., Ҳақимов Х.Х., Мамаджанова С.М., Шерматов М.У., Акбаров А.А. ва Турсунов Н.О. аз Тоҷикистон. Бояд қайд кард, ки новобаста ба ҳиссагузориҳои шахсонӣ зикргардида масъалаҳои баррасиношуда дар ин раванд бисёранд.

Маводҳо ва методҳо

Ҳанӯз дар давраи неолит инсоният ба бунёди бошишгоҳи худ, ё худ манзил муваффақ гардида буд. Зери як сарпаноҳ гурӯҳи қавме бо фарогирии якчанд насл зиндагӣ менамуданд. Бинобар инкишофи ҷомеа тӯли марҳилаҳои таърихӣ муносибати инсон бо манзил чандин маротиба тағйир ёфт. Яъне гузариш аз як ҳуҷраи калони қабилавӣ тақсимнашуда ба аъзоёни як оила ва ташаккули ҳуҷраҳои инфиродӣ ба вучуд омад.

Мураккабшавии муносибатҳои оилавӣ, эҳтиёҷ ба муҳити инфиродӣ барои насли имрӯза боиси пайдоиши ҳуҷраҳои нав ва дигаргуншавии алоқамандии онҳо гардидааст. Ба ин ҳама рушди муносибатҳои иқтисодӣ иҷтимоӣ тӯли марҳилаҳои таърихӣ замина гузошт.

Ба омилҳои асосии таснифоти биноҳои истиқоматӣ пеш аз ҳама мавқеи ҷуғрофӣ, масолеҳҳои маҳаллии сохтмонӣ (гил, санг, ҷӯб, оҳаксанг ва монанди онҳо), ҳалли конструктивӣ, бастакорӣ, миқдори ҳуҷраҳо, ошёнаҳо, услуб, анъанаҳои миллӣ ва унсурҳои иқлимӣ бевосита алоқаманд мебошанд. Дар радиои талаботҳои зикргардида омили аз ҳама муҳимми бунёди манзил- ҳайъати аъзоёни оила, хусусиятҳои ҷинсӣ синнусоли, муносибатҳои онҳо ва талаботҳои демографӣ мутаасифона аксаран сарфи назар карда мешавад [1, с. 6].

Бинобар навиштаи муҳаққиқ Ю.А. Снедков «шаҳрҳои хурд ва миёна дар ҳалли масъалаҳои муҳимми иқтисодӣ иҷтимоӣ ҳар кишвар мавқеи калидиро соҳиб мебошанд» [2, с. 14]. Онҳо аз рӯи таносуби зичии аҳоли миёни маҳаллаҳои аҳолинишини деҳот ва шаҳрҳои калонро ишғол менамоянд. Аз ҳамин нуқтаи назар дар шаҳракҳои Шимоли Тоҷикистон аксаран манзилҳои камошёна (1-3 ошёна то 65%) ва миёнаошёна (4-7 ошёна то 35%)-ро ташкил медиҳанд [3, с. 38]. Ин шакли шаҳрсозӣ дар самаранок азхуд намудани захираҳои хоми табиӣ дар марҳилаи саноатигардонии босуръат имкониятҳои васеъро фароҳам меорад [4, с. 36].

Масъалагузориҳо

Вобаста бо мундариҷа ва мазмуни сарчашмаҳо дар мақола масъалаи муайян намудани хусусият ва равандҳои рушди биноҳои истиқоматии шаҳрҳои миёнаи таърихӣ Шимоли Тоҷикистон гузоста мешавад.

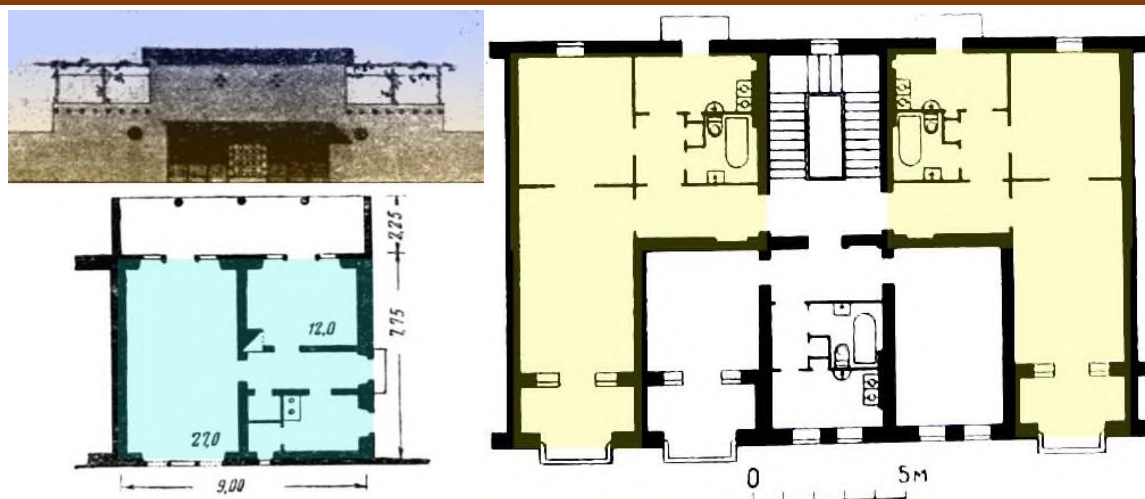
Ҳамзамон бо инбат гирифтани шакли анъанаҳои ташкилии симои меъморӣ биноҳои истиқоматӣ дар асри XX, даврандӣ ва таснифоти тополии биноҳои истиқоматӣ масъалагузорӣ карда шудааст..

Натиҷаҳо

Масъалаи омӯзиши манзилҳои истиқоматии ибтидоӣ асри XX дар шаҳрҳои миёнаи таърихӣ Шимоли Тоҷикистон аз ҷониби муҳаққиқони тоинқилобии рус то андозае мавриди баррасӣ қарор дода шудааст. Махсусан тадқиқотчи В.Наливкин қайд мекунад, ки хонаҳои истиқоматӣ дар шаҳри Конибодом дар ибтидоӣ асри XX (*Расми 1*) аз ғишти цилиндрии хоми эллиптикӣ, тавассути гил ва коҳ асосан яқшоёна бунёд мешуданд.

Ғишти пӯхта бошад, махсусан дар иншооти фарҳангӣ (масҷиду мадрасаҳо) истифода мегардид. Дар ҳуҷраҳо манзилҳо бештар ба тоқу равоқҳо, таҳмонҳо ва оташдон (сандали) диққати махсус дода мешуд. Манзилҳо асосан аз ду қисм берунӣ, ё худ мардона, ки асосан онро меҳмонхона ва айвон, қисми дарунӣ-занона-ҳуҷраҳои истиқоматии оилавӣ ташкил медоданд. Чунин тарзи ташаккули манзил, ба истиснои баъзе оилаҳои камбағал, барои қариб аксари аҳоли хос буд [5, с. 54].

Инчунин боми манзилҳо дорои нишебии хеле кам буда, бо коҳили ғавс андовамешуд, то аз боришот дохили хона эмин монад. Равзанае, ки вазифаи тирезаи ҳуҷраро иҷро менамуд, бо қафаси ҷӯбӣ ва қоғазӣ шаффоф пӯшонида шуда буд ва дар баъзе ҳолатҳо вазифаи дудбароро низ иҷро менамуд [6, с. 79].



Расми 1 - Тарҳи манзилҳои истиқоматии солҳои 30-юм (чап) ва 50-уми (рост) асри XX (Писарчик А.К.)

Муҳаққиқ Ликошкин қайд менамояд, ки «...аксари манзилҳо танҳо аз дохили ҳавлӣ равзана дошта, боқимонда перимети онро деворҳои баланд ихота намудаанд. Равзанаи тирезаҳо чаҳорчӯба ва шиша нашофт ва шабонгоҳ ё дар фаслҳои хунук бо дарпардаҳои ҷубини равон пӯшонидани мешуд» [7, с. 34]. Маҳз баъзе хусусиятҳои хоссе, ки аз назари муҳаққиқони рус мавриди таҳлил қарор дода шудааст, барои натавонӣ меъморону шахрсозон, балки бостоншиносону этнографҳо аҳамияти калони илмӣ дорад.

Бо назардошти хусусияти зилзиланокии минтақа дар бунёди манзилҳои анъанавӣ баъзе чорабиниҳои махсус амалӣ карда мешуд. Чӣ тавре, ки муҳаққиқ Муқимов Р.С. қайд менамояд, «...деворҳои манзилҳои ибтидоӣ асри XX дар шаҳри Хучанд ва атрофи он тавассути синҷи ҷубӣ, ки қисматҳои онро бо номҳои тагсинҷ, забаррав, хобон, пуштак, равоқсинҷ, чорчӯба, сардарӣ ва монанди инҳо» ёдовар шуда, дар тақвияти сейсмикии бино аҳамиятнок будани онҳоро таъкид менамояд. Инчунин истифодаи ҷуб дар сутунҳо ва дару тирезаҳо, вассакорӣ сақфҳо равшан ба назар мерасид [8, с. 156].

Бинобар таъкиди этнографҳо А.К.Писарчик, В.Л.Воронина, И.И.Зучин ва Н.О.Турсунов ғайр аз ин ҷубро барои сохтани панҷараҳо, равон, шифти хонаҳо, току равоқҳо, тобадонҳо ва дарпардаҳо дар манзилҳои халқии Шимоли Тоҷикистон самаранок мавриди истифода қарор медоданд.

Акнун рӯчӯ менамоем аз манзилҳои ба истилоҳ «халқӣ»-и ибтидоӣ асри XX ба биноҳои истиқоматии дар шароити индустриягардонии миёнаи солҳои 50-ум бунёдшуда. Дар шароити рушди шахрсозӣ, ки ба нимаи дуюми асри XX рост меояд, аксаран ба манзилҳои истиқоматии барои якчанд оилаҳо пешбинишуда, ки бо мақсади таъмини ҷои корӣ ва хизматрасонии маишию иҷтимоӣ мусоидат менамояд, тавачҷӯхӣ хосса дода мешавад. Ҳарчанд таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки қариб 70%-и масоҳати шаҳраҳои хурду миёнаи Шимоли Тоҷикистонро хонаҳои истиқоматии камшӯнаи шахсии дорои ҳавлӣ ташкил медиҳанд. Агар ба сохти манзилҳои шахсии шаҳрӣ тавачҷӯхӣ намоем, аз тарҳи манзилҳои деҳот каме тафовут дар мавқеъгирӣ ва ихтисори масоҳати ҳуҷраҳо ба назар мерасад. Инчунин, дар сурате, ки манзилҳои деҳот хусусияти нигоҳубини чорвою парранда ва зироаткорӣро низ ҳамчун анъана ҳифз намуда бошанд, пас манзилҳои шаҳрӣ ба инкишофи ҳунармандӣ ва тиҷорати хурд мусоидат менамоянд. Махсусан дар шаҳрҳои Конибодом, Исфара, Панҷакент ва марказҳои ноҳияҳои Деваштич, Ашт ва Спитамен ва монанди инҳо ин нуқта бештар ба мушоҳида мерасад. Норасогии дигари манзилҳои истиқоматии шаҳрӣ ин нисбати деҳот дар онҳо аксаран мавҷуд набудани имконияти «сабзиш»-яъне васеъ намудани масоҳати манзил вобаста аз афзоиши ҳайъати оила ва имконият ба ҳисоб меравад.

Таснифоти манзилҳои истиқоматии шаҳрӣ миёнаро метавон аз рӯи сохт, тарҳрезӣ ва ҳалли композитсионӣ ба се намуд нисбат дод: манзилҳои оддӣ оилаҳои сатҳи иҷтимоӣшавон паст-ё худ манзилҳои иҷтимоӣ; манзили табақаи миёнаҳол ва манзилҳои бошукӯҳи сарватмандон (Расми 2.). Бинобар тадқиқоти А.А.Магай 45-50%-и фонди истиқоматии шаҳраҳои кишварҳои Аврупоро низ маҳз манзилҳои иҷтимоӣ ташкил медиҳанд [9, с. 16]. Ин омор дар шаҳрҳои миёнаи Шимоли Тоҷикистон 60-65% -ро нишон медиҳад [3, с. 152]. Зеро онҳо аз рӯи сохт ва тарҳ соддаю барҳаво буда, барои ҳамаи табақаи аҳоли дастрас маҳсуб меёбад.



Расми 2 - Намуди умумии манзилҳои истиқоматии иҷтимоӣ, миёнаҳол ва сарватманд (сарчашма: аксҳои муаллиф, ш. Конибодом, соли 2022.)

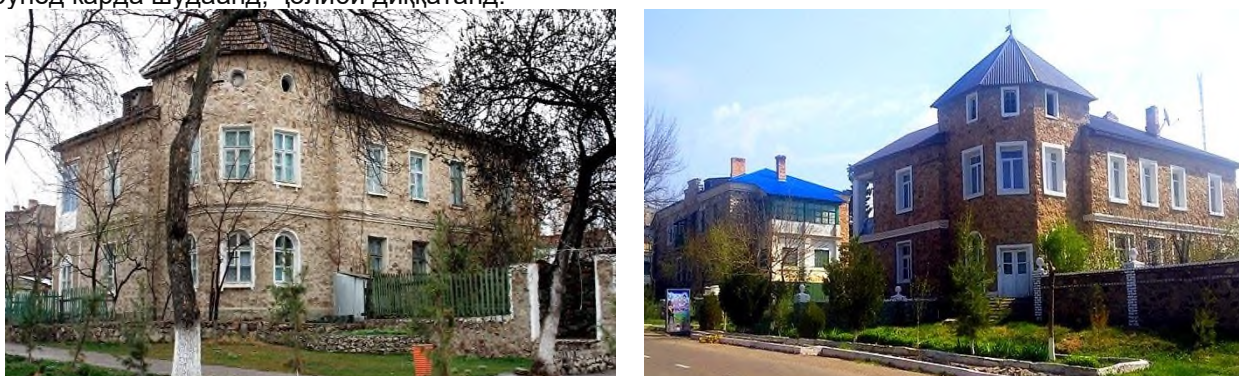
Тадқиқоти муаллиф дар шаҳракҳои зикргардидаи мавриди омӯзиш нишон дод, ки масоҳати аксар қитъаҳои наздиқавлигии маҳаллаҳои таърихӣ нобаробар (0,04-0,12га) ва шакли ғайриросткунчаро ташкил медиҳад. Ин аз он шаҳодат медиҳад, ки маҳалла бе санадҳои лоиҳавӣ тақсим карда шуда бошад, аз ҷиҳати дигар тӯли марҳилаҳои таърихӣ ҳолати азнавтасимкунӣ ва додугирифтӣ қитъаҳои ҳаммарз шояд сурат гирифта бошад. Лекин анъанаи муносибатҳои маҳалладорӣ дар интиҳоби қисматҳои манзили дутаркибаи миллӣ (Расми 3) хуб ҷиғз карда шудааст.



Расми 3 - Намуди морфологӣ қисми таърихӣ ш. Исфара. (сарчашма: Гугл-планета, соли 2022.)

Агар аз як ҷиғат норасоии масоҳат бошад, аз ҷиҳати дигар сатҳи иқтисодии соҳибони манзилро водор намуд, ки аз манзили оддӣ яқошёна ба ташкили нимтаҳонаҳо, ошёнаи 2-3 ва мансардҳо гузариш намоянд.

Ҷолиби тавачҷӯх нуктаи дигар он аст, ки мавҷудияти муваққатӣ дигар қавму миллатҳои ғайримаҳаллӣ дар меъморӣ биноҳои истиқоматӣ минтақа инъикоси худро ҳамчун осоре аз гузашта мерос мондааст. Намудҳои гуногуни манзилҳои истиқоматӣ камошён дар шаҳраки Истиқол (Расми 4) бо сабқу услуби олмонӣ (регионализм-татбиқи услуби минтақаи дигар), ки дар нимаи дууми асри XX бунёд карда шудаанд, ҷолиби диққатанд.



Расми 4 - Намуди умумии манзилҳои истиқоматӣ олмонӣ дар шаҳри Истиқлол (сарчашма: аксҳои муаллиф, ш. Истиқлол, соли 2022.)

Мушоҳидаҳо нишон медиҳанд, ки агар аксар шаҳракҳо дар заминаи ба вучуд омадани ягон самти саноат бо таъя аз ашёи хоми маҳаллӣ ташаккул ёфта бошанд, пас аввалин манзилҳои истиқоматӣ истифодаи умум дар асоси ташкили аввалин шаҳракҳои коргарӣ ба вучуд омадаанд. Яъне заминаи

иҷтимоии инкишофи шакл ва намудҳои манзил аз талаботи истифодабаранда бармеояд. Мисоли равшани он шаҳраҳои Истиклол, Бӯстон, Гулистон, Ғафуров, Нафтободи шаҳри Исфара, Адрасмон ва Зарнисор дар Шимоли Тоҷикистон ба ҳисоб мераванд, ки дар таъмини ҳадафи чоруми стратегии кишвар-саноатигардонӣ саҳми босазо доранд.

Таҳқиқи биноҳои истиқоматии шаҳраҳои Шимоли Тоҷикистонро метавон аз ду самт арзёбӣ намуд: дохилӣ (баррасии масъалаҳои демографӣ, ҳалли функционалӣ ва талаботи иҷтимоӣ); беруна (ҳалли конструктивию техникӣ, хусусияти типологӣ ва намуди зоҳирии бино. Нисбати самти аввал пажӯҳишҳо нокифоя ба назар мерасанд. Баррасии масъалаҳои манзилӣ аз нигоҳи ғуноғунии демографӣ, ҷинсӣ, синнусолӣ ва талаботи иҷтимоӣ ба самтҳои то имрӯз норавшан метавонад кӯмак расонад.

Нисбати дигар осори меъморӣ биноҳои истиқоматӣ ягона омиле мебошанд, ки идеалҳои эстетикӣ ва имкониятҳои иқтисодии замони худро саҳеҳ ифода менамоянд. Дар ниҳаи дуҷуми асри XX дар лоиҳакашӣ ва бунёди биноҳои истиқоматии ҳам инфиродӣ ва ҳам оммавӣ таҳаввулотӣ ҷиддӣ ба миён омад. Ибтидои солҳои 50-ум, ки сиёсати барқарорсозии баъдиҷангӣ дар тамоми минтақаҳои ИҚШС оғоз гардида буд, дар шаҳрҳои миёнаи Шимоли Тоҷикистон 85%-и биноҳои истиқоматиро манзилҳои 1-2 ошёна ба усули «халқӣ» бе мавҷудияти лоиҳаро ташкил медоданд, ки аксари онҳо бо роҳҳои обод, шабакаҳои муҳандисӣ, хизматрасонии маишӣ дастрасии мушкил доштанд. Ҳатто фосилаи хизматрасонии иҷтимоӣ 1,5-2 км-ро ташкил медод [3, с 46]. Дар бисёр таҳқиқотҳои меъморӣ манзил тамоюли ташаккули як намуди хонаи инфиродӣ барои як оилаи миёна бо шумораи ғуноғуни ҳуҷраҳо мушоҳида мешавад, ки боиси ба вуҷуд омадани намуди асосии бино дар рушди маҳалҳои аҳолинишин мегардад. Муҳимтарин ҷиҳати ташаккули манзил масъалаи баланд бардоштани сатҳи бароҳатии он мебошад.

Биноҳои истиқоматии сексиявӣ асосан аз ғишти пӯхта бунёд карда шуда, 2-4 ошёнаро дарбар мегирифтанд. Махсусан манзили истиқоматие, ки солҳои 1952-1954 дар кучаи Марказии шаҳри Конибодом бунёд шудааст (лоиҳаи намунавии серияи 464), аз квартираҳои на бештар аз 2 ҳуҷра иборат буда, паҳноии камтарини долон 1,2 м, ҳуҷраи хоби якнафара қариб 7м², ошхона-6м² ва алоқаи ошхонаю дигар ҳуҷраҳо тавассути ҳуҷраи умумӣ амалӣ мегардид.

Масоҳати умумии манзили якҳуҷрагӣ 38 м² ва духуҷрагӣ 56 м²-ро ташкил медод. Таносуби нисбии масоҳати ҳуҷраҳо мувофиқан 1x1,5-1x1,8 тарҳрезӣ карда шудааст. Тибқи анъана ошёнаи якуми биноҳои 3-4 ошёнаро нуқтаҳои савдо, хизматрасонии маишӣ ва хӯроки умумӣ фаро гирифта, инфрасохтори кушодаи хизматрасониро таъмин менамуданд.

Соли 1957-ум лоиҳакашӣ ва сохтмони биноҳои истиқоматӣ самти тозаро касб намуд. Ғуноғуни ҳалли ҳаҷмию тарҳии манзилҳо маҳдуд карда шуда, ба манзилҳои хурдандозаи 1-3 ҳуҷра рӯй оварда шуд. Меъёри лоиҳавии ҳуҷраҳо низ кам карда, масоҳати ошхона 5,5 м.м. ва нуқтаҳои ҳамҷояшудаи санитарӣ 3,4 м² муқаррар гардид.

Асосан силсилаи биноҳои истиқоматии типии 464, 462 ва 468 ба муқаррароти зикргардида мутобиқ гардонида шудаанд, ки 55-60 %-и умумии феълан амалкунандаи иморатҳои шаҳраҳои Шимоли Тоҷикистонро ташкил медоданд. Норасогии дигари ингуна биноҳо ба шароити иқлими гарму хушки маҳал мутобиқ набудани онҳо, маҳдудият дар шамолвазии дутарафа, мавҷуд набудани ҳуҷраҳои тобистона маҳсуб меёбанд.

Қобили зикр аст, ки дар ин замина соли 1963 МҚС-биноҳои истиқоматӣ дар таҳрири нав ба расмият даромада, ҳадди эҳтимолии камшавӣ ва ё зиёдшавии масоҳати ҳамагуна ҳуҷраҳои биноҳои истиқоматиро маҳдуд намуд. Ҳамчунин дар санади зикргардида аввалин маротиба меъёри зиёдтарини ҳуҷраҳои истиқоматӣ танзим карда шуд. Танҳо МҚС-биноҳои истиқоматӣ соли 1971 дар таҳрири нав имкон фароҳам овард, ки масоҳати ҳуҷраҳои биноҳои истиқоматӣ ба ҳадди 8-11% афзун карда шуда, мутобиқ ба талаботи истифодабарандагон карда шаванд. Ибтидои солҳои 70-ум чун дигар ҷумҳуриҳои Шӯравӣ сохтмони биноҳои истиқоматии калонпанелӣ оғоз гардид, ки дар суръатафзоии фонди истиқоматии аҳоли заминаи мусоидро фароҳам овард. Он то интиҳои соҳи 80-ум идома ёфта, сипас дар минтақаҳои ҷудогона боқӣ монд. Пас аз он сохтмони манзилҳои тавассути қафасагирии яқлукти оҳанубетонӣ, ки барои шароити сейсмикии минтақа хос мебошад, ба роҳ монда шуд.

Марҳилаи замони Истиклол ҳам дар қонунгузори соҳа ва ҳам дар банақшагирии кулли мавзеҳои истиқоматии шаҳру деҳот навгониҳои тозаеро ворид намуд. Санадҳои асосии лоиҳакашӣ, МҚС, Низомнома дар бораи ба расмият даровардани фаъолияти лоиҳакашӣ ва сохтмон аз нигоҳи тақозои замон таҳриру тасдиқ гардида, имрӯз шаҳрҳои кишварро биноҳои дорои ҳалли технологияи ҷавобгӯи замони муосир, хуштарху зебо ва мунаққаш зеб медиҳанд.

Муҳокима

Мафҳуми муҳити истиқоматӣ дар шароити шаҳраҳои таърихӣ ягонагии сисмемаи: инсон-ҳуҷра-манзил-маҳалларо фаро гирифта, ин омилҳои дар алоқамандии ба ҳам пайвандро ҳамоҳангии анъанаҳо танҳо тавассути фаъолияти ғайриистеҳсолӣ метавонад таъмин намояд. Муҳити истиқоматии шаҳраҳо аз биноҳои алоҳидаи истиқоматӣ ё маҷмуаҳои истиқоматии дорои инфрасохтори хизматрасонӣ одатан таркиб ёфтаанд.

Мушоҳидаҳо нишон медиҳад, имкониятҳои фаъолияти соҳибкорӣ истеҳсоли нисбати деҳот ё шаҳрҳои калон маҳз дар шаҳракҳо васеъ мебошад. Зеро имконияти фарогирии он дастрас буда, ба истилоҳи дигар онҳоро «шаҳрҳои пиёдагард» низ меноманд. Ҳифзи ландшафти табиӣ, инкишофи ободнию кабудизори муҳити биноҳои истиқоматӣ, ташкили воситаҳои муҳофзат аз офтоб аз масъалаҳои ҳалталаби муҳити истиқомати шаҳракҳо дар шароити иқлими гарму хушки минтақа ба ҳисоб меравад.

Инкишофи муҳити истиқомати шаҳроӣ миёнаи минтақаи мавриди таҳқиқ қарордодаро дар раванди ташаккули давраи баъдиҷангӣ метавон ба марҳилаҳои зерин ҷудо намуд:

-1950-1962- авҷи барқарорсозии баъдиҷангӣ, ба вуҷуд омадани манзилҳои калонпанела дар баробари манзилҳои ғиштӣ:

-1963-1971- лоиҳакашӣ ва бунёди силсилаи биноҳои истиқомати типӣ, ки ба шароити иқлимӣ минтақаҳо мутобиқ гардонида шуда буданд;

-1972-1980- кӯшиши гуногунранг сохтани биноҳо аз лиҳози тарҳ, симо ва таъмини дарозумрии истифодабарии онҳо, татбиқи анъанаҳои миллӣ;

-1981-1990- индустриягардонии саноати сохтмони биноҳои истиқоматӣ бо назардошти мутобиқ намудани силсилаи биноҳои типӣ барои шароити минтақаҳои алоҳида, синтези анъанаҳои миллӣ дар ҳалли бадеӣ, композиционӣ ва конструктивӣ таъиноти манзил;

1991-то имрӯз- давраи гузариш аз банақшагирии сотсиалистӣ ба иқтисоди бозоргонӣ, эҳёи анъанаҳои миллӣ, таъсири ҷаҳонишавӣ тамаддунҳо ба меъморӣ Навин дар даврони Истиқлолият.

Таҳлили мухтасари генезиси инкишофи манзили истиқоматӣ дар муҳити шаҳрҳои миёнаи таърихӣ Шимоли Тоҷикистон дар асри ХХ нишон дод, ки аз як ҳучра-манзили оддӣ имрӯз ба кушкҳои бошукӯҳи бисёрҳучра, ки тақозои замони муосир мебошанд, ҷараён гирифтааст. Омили оддитарини бароҳати биноҳои истиқоматӣ – масоҳати зист барои як нафар то имрӯз боқӣ монда, аз 6 то 14 м² ва аз он ҳам бештар дар биноҳои истиқомати имрӯза ба назар мерасад, ки ин ҳама аз эҳтиёҷи рӯзмарраи аҳоли вобаста мебошад. Принсипи бароҳатӣ ва мунтазам мукамалгардони сохти манзилҳои истиқоматӣ тӯли асри ХХ ва ибтидои асри ХХI собит менамояд, ки талабот ба завқи истифодабарандагон нуқтаи ниҳой надорад.

Хулоса

Таҷрибаи инкишофи таърихӣ манзилҳои истиқомати минтақа ва тамоми Ҷумҳурии Тоҷикистон бори дигар нишон медиҳад, ки мавқеи як ҳучра ҳамчун ячейка дар сохтори манзил ва мавқеи як истифодабаранда дар муайян намудани муҳити инфиродӣ ва муҳити оилавӣ чигуна алоқаманд бошад. Пас метавон хулоса намуд, ки дар қатори дигар омилҳои муҳим зичии демографӣ, хусусияти иҷтимоӣ аъзоёни оила, навъи манзил ва талаботҳои рӯзмарраи онҳо мавриди назар гирифта шавад. Гуногунии хусусиятҳо дар манзилҳои истиқомати шаҳрҳои миёнаи дар он ифода мегардад, ки дар онҳо метавон сабку услубҳои меъморӣ дугонаи ҳам деҳот ва ҳам шаҳрро мушоҳида намуд.

Новобаста аз тадқиқотҳои мавҷуда дар ин самт ҷанбаҳои гуногуни методологии омӯхтанашудае мавҷуд мебошанд, ки манзили истиқомати шаҳрак ҳамчун объекти таҳқиқ барои як нафар (ё як оила) ва барои чандин оилаҳо чун сарпаноҳи умумӣ иҷтимоӣ дар шароити ташаккули таърихӣ шаҳракҳо мавриди баррасӣ қарор гирад.

Адабиёт

1. Барсуков Е.М. Развитие планировочной структуры малых городов. -М; Наука, 2019. 184 с.
35. Снедков А.В. Управление социальным развитием малых и средних городов на основе комплексного социального планирования. -М; Омега, 2009.176 с.
36. Ежегодный отчет Государственного комитета по статистике при Президенте РТ. Душанбе; 2021с.
37. Гейер И.И. Весь Русский Туркестан. - Ташкент,1909. - 308+ XXXII с.
38. Наливкин В. Очерки быта женщины оседлого туземного населения Ферганы. - Казань, 1906.-244 с.
39. ЦГАСО ф.84; оп. 2; д. 21.
40. Лыкошин Н.С. Чапкулукская волость Ходжентского уезда // СКСО.- Самарканд, 1906. -Вып. VIII. - С.3-183.
41. Магай А. А. Проблемы социального жилища и за рубежом // Массовое жилище как объект творчества. Роль социальной инженерии и художественных идей в проектировании жилой среды. Опыт XX и проблемы XXI века / отв. ред. Т. Г. Малинина. М.: НИИ теории и истории изобразительных искусств при Российской академии художеств: Буксмарт, 2015. С. 15–24.
42. Мукимов, Р.С. Зодчество Таджикистана (история архитектуры и строительного дела Таджикистана)/Р.С.Мукимов, С.М.Мамаджонова. – Душанбе: Маориф, 1990. – 176 с.

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

TJ	RU	EN
Муқимова Сайёра Рустамовна доктор меъморӣ	Муқимова Сайёра Рустамовна доктор архитектуры	<i>Mukimova Sayora Rustamovna</i> doktor of Architecture
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ .	ТТУ имени адемика М.С. Осими	TTU named after academician M.S.Osimi
E-mail: msayora72@mail.ru		
телефон 907 72 19 06.		
ORCID Id: 0000-0001-9361-3575		
TJ	RU	EN
Зокиров Раҳимҷон Шарифович омӯзгори калон	Зокиров Раҳимҷон Шарифович старший преподаватель	Zokirov Rahimjon Sharifovich senior Lecturer
ДПДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ.	ПИТТУ имени академика М.С. Осими.	Polytechnic Institute TTU named after academician M.S.Osimi
E-mail: zokirov_1974_rahimjon@mail.ru		
телефон 92.8076766		

УДК 7.711.4(575,3)

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН НА НАЛИЧИЕ РЕК, ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ, ИСТОРИЧЕСКИХ И ОХРАННО-ЗАПОВЕДНЫХ ЗОН

Тиллоев С.С., Рахматуллоева Н.И.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими.

В статье описываются вопросы размещения и формирования рекреационных зон с учетом современного положения исторических и охранно-заповедных зон, водных источников, наличия рек Таджикистана в сравнении с другими странами, где развита туристическая инфраструктура. Проведен сравнительный анализ на предмет привлечения туристов и собраны основные статистические и картографические данные, которые позволят изучить этот вопрос более детально. Также в статье выявлены типы достопримечательностей, природных и рукотворных, их влияние на туристический интерес и экономическую ситуацию в наиболее посещаемых туристами городах и странах. Выполняется поиск при помощи сравнительного анализа рекреационных, исторических и охранно-заповедных зон Таджикистана с высоким потенциалом, исследование определенной благоприятной среды для прогрессивной и наилучшей организации планировочного и концептуального решения туристической инфраструктуры.

Ключевые слова: сельская местность, туризм, рекреационные зоны, природно-заповедные зоны, архитектурное планирование, водные источники, ландшафт.

ТАҶИҚ ВА МУҚОИСАИ ҲУДУДҲОИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН НИСБАТИ ҶОЙГИРШАВИИ ДАРЁҶО, МАНБАЪҲОИ ОБ, МИНТАҚАҲОИ ТАЪРИХӢ ВА МУҲОФИЗАТИЮ МАМНӢҶОҲО.

С. С. Тиллоев., Н. И. Рахматуллоева.

Дар мақола масъалаҳои ҷойгиршавӣ ва ташаккули минтақаҳои рекреатсионӣ бо назардошти ҳолати имрӯзаи мавзӯҳои таърихӣ ва муҳофизатӣ мамнӯғоҳҳо, манбаъҳои об, мавҷудияти дарёҳо дар Тоҷикистон дар муқоиса бо кишварҳои дигар, ки дар онҳо инфрасохтори сайёҳӣ инкишоф ёфтааст, тавсиф шудааст. Бо мақсади омӯختани талаботи сайёҳон, таҳлили муқоисавӣ гузаронида шуда, маълумотҳои асосии оморӣ ва харитасозӣ ҳам оварда шудаанд, ки барои муфассалтар омӯختани ин масъала имкон медиҳад. Ҷамчунин, дар мақола шаклҳои ҷойҳои тамошобоби табиӣ ва эҷодшуда, ки таъсири онҳо барои ҷалби сайёҳон ва ҷиҳатҳои иқтисодӣ дар шаҳрҳои мамлакатамон зиёдтар мерасад, оварда шудааст. Зимни таҳлили муқоисавӣ мавзӯҳои таърихӣ, муҳофизатӣ ва мамнӯғоҳҳои Тоҷикистон ва бо назардошти иқтисодӣ баланди таҷқиқ намудани муҳити форами муайян барои ташкили ҳалли тарҳрезии пешқадами бехтарин ва концептуалии инфрасохтори сайёҳӣ, ҷустуҷӯ гузаронида шудааст.

Калимаҳои калидӣ: деҳот, сайёҳӣ, минтақаҳои дамгирӣ, мамнӯғоҳҳо, банақшагирии меъморӣ, манбаҳои об, ландшафт.

ANALYSIS AND COMPARISON OF THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN FOR THE PRESENCE OF RIVERS, WATER SOURCES, HISTORICAL AND PROTECTED ZONES

S. S. Tilloev., N. I. Rakhmatullaeva.

The article describes the placement and formation of recreational zones, taking into account the current state of historical and protected areas, water sources, the presence of rivers in Tajikistan in comparison with other countries where the tourist infrastructure is developed. A comparative analysis has been carried out for attracting tourists and basic statistical and cartographic data have been collected, which will allow to study this issue in more detail. The article also reveals the types of attractions, natural and man-made, their impact on tourist interest and the economic situation in the cities and countries most visited by tourists. A search is carried out using a comparative analysis of the recreational, historical and protected areas of Tajikistan with high potential, a study of a certain favorable environment for a progressive and best organization of planning and conceptual solutions for tourism infrastructure.

Key words: countryside, tourism, recreational zones, nature reserves, architectural planning, water sources, landscape.

Введение. Таджикистан – это высокогорная страна, которая богата своими природными ресурсами, грамотно используя имеющиеся возможности, можно улучшить экономическую ситуацию региона и выйти на новый уровень туристического взаимодействия с другими странами. Прежде чем вводить предложения по модернизации настоящего рекреационного положения Таджикистана, нужно более подробно рассмотреть топографическую составляющую, которая является первоочередным фактором, влияющим на расположение будущих рекреационных и оздоровительных комплексов по территории всей страны.

Материалы и метод исследования. Для того чтобы определить, что больше всего привлекает людей при выборе туристического маршрута, необходимо провести сравнительный анализ среди наиболее посещаемых туристами мест и подразделить полученные результаты на основные составляющие, такие как:

Местоположение.

Этот фактор является решающим. Локация рекреационного комплекса, основной критерий при выборе участка под проектирование, который будет интересен своим местоположением, потому что правильно выбранное место во много раз увеличивает интерес туристов.

Тип туризма.

Также немаловажным будет определить тип отдыха, в связи с этим фактором можно будет определить, какие задачи будут стоять при планировании территории. Активный, пассивный или совмещенный вид рекреации, который в свою очередь подразделен еще и на сезонные категории.

Целевая аудитория.

Средний возраст путешествующих, семейный или холостой класс отдыха и другие социологические факторы также помогут с определением образного архитектурного решения рекреационного комплекса.

Самыми привлекательными в туристическом плане являются места, где присутствуют природные достопримечательности: самые широкие и бурные реки, глубокие и чистейшие озера, высокие горные хребты и леса, лазурные берега морей, заповедные зоны с исчезающей флорой и фауной. Помимо природных достопримечательностей немалым интересом пользуются и рукотворные достопримечательности: Древнейшие постройки, чудеса света, древние самобытные поселения, невероятные ультрасовременные экстремальные аттракционы и знаменитые курорты и санатории. По данным иностранного издания «Conde Nast Traveller» на 12.08.2021г. [1], можно выделить несколько наикрасивейших мест планеты, ознакомившись с которыми можно будет сделать выводы относительно настоящего положения возможных прогнозируемых рекреационных мест Таджикистана.

Австралия

Шарк Бей - самая западная точка Австралии является всемирным наследием ЮНЕСКО. Этот объект был основан в XVIIв. Район представляет собой пляж, который состоит полностью из крошечных белых ракушек, стромалитов у берегов Хамелина и соляной шахты, производящей наичистейшую соль в мире, увидеть эту красоту можно, доехав до местоположения на автомобиле за 4 часа или с самолета. На Австралийском материке также расположено соленое озеро Эйр, с сухой солевой дымкой, это самая низкая точка в Австралии, озеро наполняется полностью только раз в 100 лет.

Альпы

Раскинувшись на территории восьми стран – Франции, Швейцарии, Монако, Италии, Лихштейна, Австрии, Германии и Словении они являются самым большим горным хребтом в Европе. Здесь располагаются одни из лучших горнолыжных курортов в мире, такие как Лех, Гштаад и Куршавель.

Санкт-Петербург, Россия

Это место можно выделить как рукотворную достопримечательность, привлекающую толпы туристов, каждый год. Город наполнен несравненной архитектурой и мировыми произведениями искусства. Самыми посещаемыми являются Государственный Эрмитаж – это один из самых лучших музеев мира, Исаакиевский и Казанский соборы, и многие другие памятники архитектуры, не теряющие своей актуальности несколько веков подряд по сегодняшний день.

Алга Раве, Португалия

Это место на береговой линии со скалами красного цвета и белоснежными мавританскими деревушками, что сочетает в себе колоритную рукотворную самобытность и великолепные природные достопримечательности, расположившиеся вдоль юго-западного региона Португалии, регион с солнечным микроклиматом, даже в зимнее время года.

Франция

Еще один яркий пример достопримечательностей, созданных человеческим трудом. Поразительная архитектура Парижа, произведения искусства мирового класса, а также юг Франции со сложным скалистым рельефом вдоль морского берега и деревней Люберона на вершине холма, гордо возвышается на краю плато Воклюз, это средневековый город с видом на Прованс и его лавандовые поля показывают синтез природы и человека, может создать уникальную среду для путешественников, которые вкладывают огромные средства в развитие и экономику страны, создавая при этом рабочие места для местного населения, которые получили возможность улучшить свое материальное положение за счет народных промыслов, таких как мыловарение, изготовление косметической продукции из природных материалов и многих других самобытных произведений культурно-бытовых региональных ремесел, локализованных непосредственно в конкретной местности.

Байон, Камбоджа

Байон – это государственный храм XII века, построенный в честь известнейшего короля Камбоджи Джаявармана VII, представляющий собой уникальный архитектурный подвиг в самом центре Ангкор-Тома. 54 готические башни сострадания, на которых вырезано 216 лиц Авалокитешвары-бодхисаттвы, украшают храм. Это случай привлечения туристов историческими достопримечательностями, которые всегда вызывают неподдельный интерес у путешественников [2].

Природа Таджикистана наравне с признанными туристическими направлениями является уникальной, можно выделить основные природные достопримечательности, такие как **Заповедники:** Тигровая балка, Рамит, Даштиджум, Зоркуль; **Национальные парки:** Таджикский национальный парк,

Ширкентский историко-природный парк; **Реки:** Вахш, Пяндж, Сирдарья, Сурхоб, Зарафшан, Яхсу и т.д.; **Заказники:** Музкольский, Искандеркульский, Сайвотинский, Зеравшанский, Кусавлисай, Комароу, Чилдухтарон, Даштиджум, Каратау, Сангор, Нурекский, Алмасинский, Акташский. Заказник – охраняемая природная территория, под охраной которой может быть как весь природный комплекс, так и определенные его части (растения, животные, единичные историко-мемориальные комплексы или геологические точки) [3]. Для наглядного ознакомления представлен (рисунок 1), на котором указаны все вышеперечисленные зоны с географическим положением природных достопримечательных зон Таджикистана с цветовым зонированием и условными обозначениями [4].

Данное изображение наглядно демонстрирует, что территория Таджикистана богата природными достопримечательностями, природно-заповедные зоны можно обнаружить практически в каждом из районов республиканского подчинения, от Хатлонских и Худжандских равнин до высокогорья Памира. Это еще раз доказывает целесообразность грамотного развития туристской и социальной инфраструктуры посредством правильного рекреационного планирования таких зон Республики Таджикистан.



Рисунок 1 - Географическое положение природных достопримечательных зон Таджикистана. Заповедники 1- Тигровая балка, 2-Рамит, 3-Даштиджум, 4-Зоркуль; Национальные парки: 5-Таджикский национальный парк; 6-Ширкентский историко-природный парк; Заказники: 7-Музкольский, 8- Искандеркульский, 9-Сайвотинский, 10-Зеравшанский, 11-Кусавлисай, 12-Комароу, 13- Чилдухтарон, 14-даштиджум, 15- Каратау, 16-Сангор, 17 Нурекский, 18- Алмасинский, 19-Акташский.



Рисунок 2 - Географическое положение водных источников и перепады высот Таджикистана.

На втором изображении (рисунок 2) физическая карта Таджикистана с указанием основных географических объектов, таких как возвышенности, горные хребты, пустыни, озера, плато, реки, равнины, рельефы с указанием высот в метрах и другие топографические особенности, которые при детальном изучении дают возможность грамотно спланировать рекреационную инфраструктуру [5]. Также ниже представлена таблица 1.1, в которой перечислены основные пульсирующие ледники Таджикистана.

Пульсирующие ледники - это ледники, у которых присутствует явно выраженная динамика релаксационных колебаний, но диагностика таких ледников по сегодняшний день не имеет решения ни в практическом, ни в теоретическом аспекте, так как внезапные продвижения концов ледника не имеют видимой связи с изменениями климата.

Таблица 1.1 - Пульсирующие ледники Таджикистана

Пульсирующие ледники Таджикистана			
1	Абдукагор	32	Медвежий
2	Акбайтал	33	Музгазы
3	Баралмос	34	Мушкетов
4	Батрут	35	Наспар
5	Бивачный	36	Петра Первого
6	Богчигир	37	Подкова
7	Большой Саукдара	38	Равак
8	Бирс	39	Ракзоу
9	Бюракурмас	40	РГО
10	Вайзирек (№88)	41	Сагдар
11	Вали	42	Сатсу
12	Ванчдара	43	Северный Зулумарт
13	Гандо	44	Северный Таньмас
14	Гармо	45	Скогач
15	Грум-Гржимайло	46	Сугран
16	Дарвазский	47	Сыгарги
17	Дзержинского	48	Тамдыкул
18	Дидадь	49	Таньмас
19	Дорофеев	50	Таньмас

Результаты исследования. При исследовании и анализе географического положения природных достопримечательных зон Таджикистана необходимо изучить доступность и протяжённость территорий, где и в каком количестве расположены заповедники, парки и заказники. С необходимостью выполнения подробного плана с нанесением рек, водных источников, исторических и охранно-заповедных зон.

Обсуждения результатов исследования. В процессе обсуждения результатов исследования необходимо добавить и изучить пульсирующие ледники Таджикистана, как интересную дополнительную информацию, которые могут быть использованы для подробного дальнейшего анализа.

Выводы: Исходя из всего представленного в данной статье можно прийти к заключению, что природа Таджикистана является кладью неиссякаемых природных и историческо-мемориальных богатств, которые при правильном использовании помогут повысить уровень туристской инфраструктуры, представляющую собой одну из значимых сфер для развития и улучшения экономического положения Таджикистана.

Литература:

1. «Conde Nast Traveller» Стиль и Искусство, раздел (архитектура, дизайн) Соединенные штаты Америки 12.08.2021г.
2. Интернет ресурс <https://www.cntraveler.com/gallery> 08.08.2021г.
3. Акбаров А.А Особенности формирования и тенденции развития сельских поселений. Минск БНТУ, 2013г.-185с.
4. Физико-географический атлас мира. Москва, 1964г.
5. Worldometr Physical Map of Tajikistan (Физическая карта Таджикистана), цифровая-медиа компания, Соединенные штаты Америки 2018г.

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

Ф.И.О.	Тоҷики	Русский	English
Тиллоев С.С.	Д.и.т. ичр. Досенти Донишгоҳи Техникии Тоҷикистон ба номи ак. М.С. Осими	Д.и.н., и.о. доцента Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими	Doctor of History, Acting Associate Professor of the Tajik Technical University named after Academician M.S. osimi
e-mail:	tilloev58@mail.ru	93 522 00 31.	
ORSID			
Рахматуллаева Н.И.	Доктори PhD, Донишгоҳи Техникии Тоҷикистон ба номи ак. М.С. Осими	Докторант PhD, Таджикского технического университета имени акад. М.С.Осими.	PhD student, Tajik Technical University named after acad. M.S.Osimi.
e-mail:	nasib2727@gmail.com	985-70-60-00.	
ORSID			

НАПРАВЛЕНИЯ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ПЛАСТИЧЕСКИХ ИСКУССТВ В АРХИТЕКТУРЕ

Эмомова Ф.Ё.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими.

В статье описываются проблемы взаимосвязи пластических искусств и архитектуры, которые сформировали определённые стили и влияние искусства на окружающий мир. Важным аспектом являются влияние архитектурной среды на человека, формирование его внутреннего мироощущения во взаимодействии пластических искусств и архитектуры. Развивает духовность, этику, нравственность, единую культурную среду и формирует воспитательное воздействие и психологические мироощущения в экстерьере и интерьере.

Подробное исследование исторических мест Таджикистана, его кишлаков и сельских населённых мест позволит возродить и использовать мастерство ремесленников, художников с новым смыслом и пользой во всех видах искусства и архитектурное значение приобретёт новый смысл.

Ключевые слова: искусство, монументальное, изобразительное, взаимосвязь, архитектурная среда, материал, возрождение, народные промыслы, районы, города.

Самтҳо ва робитаи мутақобилаи санъати пластикӣ дар меъморӣ

Эмомова Ф.Ё.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ва номи ак. М.С. Осимӣ

Дар мақола ҳамбастагии санъати пластикӣ бо санъати меъморӣ, баррасӣ карда шудааст, ки услубҳои муайяни таъсири санъатро ба муҳит ташкил медиҳад. Чанбаи муҳим ин таъсири мутақобилаи муҳити меъморӣ ба инсон мебошад, ки ҷаҳонбинии ботинии ӯро дар ҳамбастагӣ бо санъати пластикӣ ва меъморӣ ташаккул медиҳад.

Инчунин маънавиёт, ахлоқ ва муҳити фарҳангиро инкишоф дода, таассуроти тарбиявӣ ва муносибатҳои психологии зоҳирӣ ва ботиниро ташаккул медиҳад.

Омӯзиши муфассали мавзӯҳои таърихии Тоҷикистон ва деҳоти он имкон медиҳад, ки маҳорати хунармандон, расомон аз нав эҳё гардида бо мазмун ва шакли замонавӣ дар тамоми намудҳои санъат истифода бурда шаванд. Дар чунин ҳолат, санъати меъморӣ моҳияти навро пайдо мекунад.

Калимаҳои калидӣ: санъат, монументали, санъати тасвирӣ, муносибат, муҳити меъморӣ, эҳё, хунарҳои мардумӣ, ноҳияҳо, шаҳрҳо.

DIRECTIONS AND INTERRELATION OF PLASTIC ARTS IN ARCHITECTURE

Emomova F.E.

Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi

The article describes the problems of the relationship between plastic arts and architecture, which formed certain styles and the influence of art on the environment. An important aspect is the influence of the architectural environment on a person, which forms his inner worldview in the interaction of plastic arts and architecture. It develops spirituality, ethics, morality, a unified cultural environment and forms an educational impact and psychological attitudes in the exterior and interior.

A detailed study of the historical places of Tajikistan, its villages and rural settlements allow to revive and use the skills of the artists with a new meaning and benefit in all types of art, while architectural significance will acquire a new meaning.

Key words: art, monumental, visual, interconnection, architectural environment, material, revival, folk crafts, districts, cities.

Введение

На протяжении многих лет изучается и исследуется тема искусства и архитектуры, их взаимодействие. Необходимо провести аналогию некоторых направлений, которые сформировали определённые стили и влияние искусства на окружающий мир. Важным аспектом является взаимодействие архитектурной среды на человека, формирует его внутреннее мироощущение во взаимодействии пластических искусств и архитектуры. Развивает духовность, этику, нравственность, единую культурную среду и формирует воспитательное воздействие. Исследуя взаимодействие с изобразительным искусством, архитектура выполняет задачу, влияющую на психологию, характер и состояние человека, создаёт ощущения внутреннего и наружного пространства, что способствует самоутверждению личности, его состоянию.

Материалы и методы: существует определение «Пластические искусства» — это вид искусства, воспринимаемый визуально, существуют изобразительные и неизобразительные пластические искусства. [1] Изобразительное искусство – живопись, скульптура, графика, фотография, монументальное искусство. Неизобразительное – архитектура, дизайн, декоративно-прикладное искусство. Грань между этими искусствами не абсолютна, существуют смешения и взаимопроникновения в поиске произведения. Стремление к гармонизации общественного бытия закономерно повышает роль архитектуры как искусства. Пластические искусства связаны с общественным и идейным веянием времени. Начиная с 1900 года, в художественной школе искусства начинали зарождаться свои направления и стили, у истоков стояли русские и французские художники, авангардисты, критики[2]. Начало XX века официально обозначается новыми стилями – кубизмом, футуризмом, конструктивизмом, космизмом и множеством других искусств. Каждый промежуток времени

характеризовался по своему, со своими видами и подвидами как в архитектуре, так и в искусстве. Какое-то время актуальным становится изобразительное искусство, где большой популярностью пользуется авангард, абстракционизм, затем постепенно стихает, сменяется новым творчеством конструктивизма и декораций. В творчестве современных художников декоративно-прикладного искусства и мастеров народно-художественного промысла значительное место занимают такие виды искусства, как монументальное, изобразительное, декоративно-прикладное, где изучается и анализируется многовековая история и взаимосвязь с архитектурной средой. Монументальность, с одной стороны, связь с единой архитектурой и скульптурной композицией, а с другой, отдельные постройки, объединяющие единый комплекс. Произведения монументального искусства, объединяясь с архитектурным пространством, становятся неотъемлемой частью пластического искусства и смысловой доминантой в комплексе на единой территории. Характерными чертами монументальности - это крупные масштабы, подразделяются на семейство живописи, графики, скульптуры.

Область применения: К монументальной живописи относится роспись, которая гармонирует с назначением и смыслом архитектурного произведения, определяя жанровую классификацию живописи по её месту, то есть интерьерная или экстерьерная роспись на стене, потолке, стекле. Издревле особое место занимает такое ремесло как обработка дерева, роспись по дереву, которое активно возрождается на сегодняшний день в Центральной Азии и на территории Таджикистана в различных древних городах республики - это города Согдийской, Бадахшанской и Хатлонской областей. В современной коллекции Национального музея Таджикистана собраны сотни экспонатов орнаментальной росписи и резьбе по дереву, ганчу, керамике, витражному делу. Таджикистан является кладью древнейших памятников различных направлений искусств, происходит процесс орнаментализации, со временем развиваются местные традиции: резьба по дереву (колонны, подбалки, двери), орнаментальная роспись, живописно-пластическая роспись «кун-даль» широко применялась в архитектуре 17в. - начала 20в. Многообразие цветов в кундале передает разное состояние природы, осень со своими богатыми оттенками, зима с более холодной палитрой, весна – яркие насыщенные, контрастные цвета. Так орнамент за счёт палитры цветов меняет характер композиции, масштаб и форму. В 18в. - начала 20в. наблюдается повсеместное развитие художественных ремёсел. В советское время и время независимости успешно развивается декоративно-прикладное искусство и характеризуется в работах мастеров, и выражаются в их творчестве (рис1.) Народный мастер, заслуженный деятель искусства Таджикской ССР, лауреат Государственной премии им. А.А. Рудаки, потомственный художник, искусству обучался у отца, известного народного мастера. Только так из поколения в поколение по наследству может передаваться мастерство и навыки искусства, которые сохраняются веками. Это можно отнести к видам народного искусства.

Например, фрагмент орнаментальной росписи потолка в фойе Республиканского театра музыкальной комедии им. А.С. Пушкина в г. Худжанд. (Ленинабад 1960-61г.г.) Мансуров Г., Салиев М.



Рисунок 1 – Фрагмент орнаментальной росписи потолка в фойе Республиканского театра музыкальной комедии им. А.С. Пушкина в г. Худжанд. (Ленинабад 1960-61г.г.) Мансуров Г., Салиев М.

Далее более древнее искусство связи архитектуры с пластическим искусством - это мозаика и витраж. Потребность взаимосвязи этих искусств становится более актуальным и в настоящее время. Цветное остекление окон витражей имеет древнюю историю, и колорит городского пространства во времена арабского халифата создавался за счёт цветных стёкол, которые вставлялись в оконные ажурные, орнаментированные деревянные и каменные переплёты. [4]. С древних времён это мастерство применялось во дворцах, храмах, мечетях. Среднеазиатские примеры - это узорчатые оконные решётки, которые заполнялись цветными стёклами. Распространение витражное искусство получило в Азербайджане, Каире, Центральной Азии и странах Востока, где сохранились орнаментальные решётки для окон и оконных просветов для дверей. В Западной Европе - это готические сооружения 11в.-15в. В этот период воздвигнуты замечательные архитектурные сооружения - это соборы с огромными башнями и шпилями, ратуши, замки, где было применено тонкое искусство и творчество горажан. Эти сооружения отличались сложной орнаментальной архитектурой, где применялись стрельчатые окна, и эти окна как раз заполнялись витражами. Как уже говорилось, каждое искусство в какой-то момент расцветает, затем постепенно угасает, но не исчезает, продолжая развиваться и более совершенствовать технику исполнения. Это удачные, яркие и выразительные примеры современного искусства архитектора и художника, применяемые в зданиях независимого Таджикистана. Это взаимосвязь необходима для развития интересных, необычных архитектурно-художественных произведений и образов. В настоящее время применение декоративных витражей, различных вставок на фасадах здания, рельефных украшений, живописных росписей является новым актуальным и всё более востребованным в плане реконструкции, реновации общественных и административных объектов, где возможны смешанные виды искусства как в интерьере, так и в экстерьере. Например, в интерьере зала «Интуриста» в аэропорту (Зал ожидания) г. Душанбе 1981г. выполнены витраж и рельеф, тонкое цветное стекло, авторами являются мастера художественного монументализма как Нарзибеков Н.М., Хасанов В.Х. Монументальное искусство Таджикской ССР (рис.2). Другой пример, это витраж 1978г. - литое стекло вестибюля конференц-зала в Вычислительном центре города Душанбе выполнен Просмушкиным Е.С.-монументалистом, работающим в витраже, граффито, росписи и в живописи (рис. 3.) Ещё один яркий пример, хотя и выполнен в 1982г., выглядит актуально и выразительно, соответствуя народному рисунку, как чакан или вышивка на ткани. Такие примеры могут быть использованы и в современных зданиях и сооружениях, которые будут украшать город и в нынешнее время.(рис.4.), получая новое художественное понятие и местный колорит в интерьере, литое стекло, вестибюль нового корпуса Таджикского государственного университета [5].



Рисунок 2 – Нарзибеков Н.М., Хасанов В.Х. Витраж, тонкое цветное стекло, свинец 1981г. Монументальное искусство Таджикской ССР. Зал «Интуриста» в аэропорту (Зал ожидания) г. Душанбе.

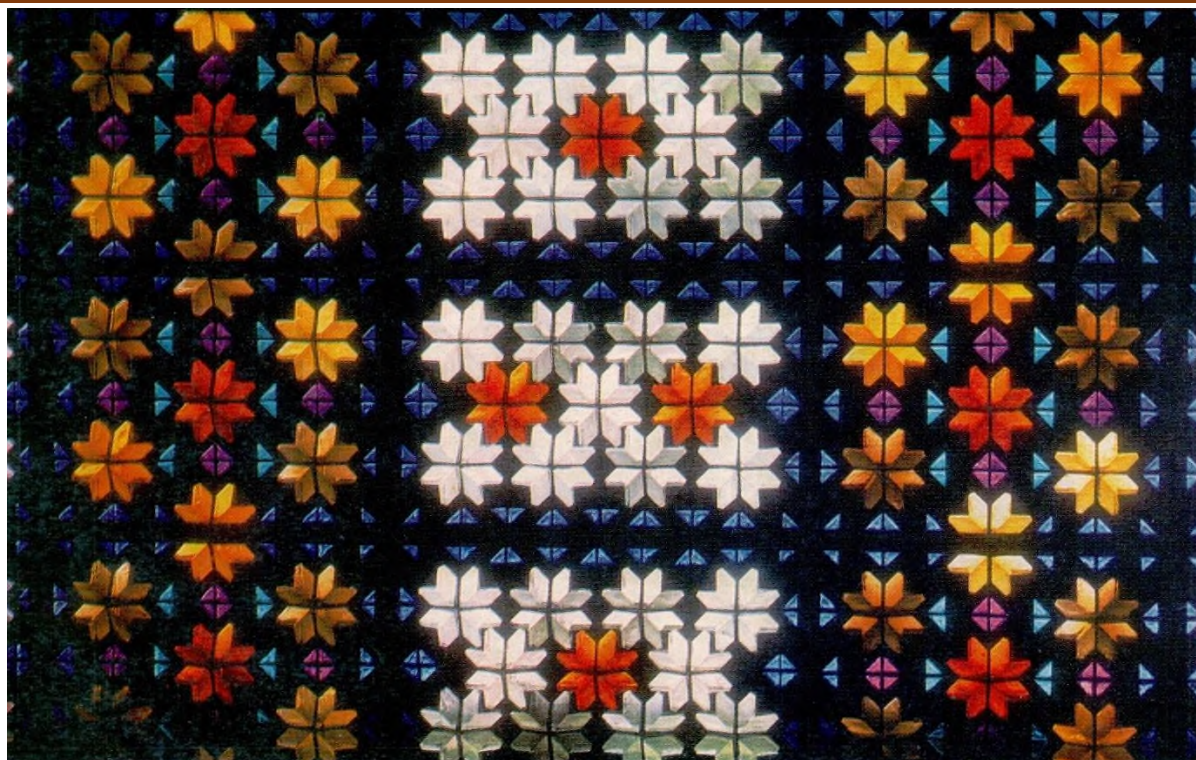


Рисунок 3 – Просмушкин Е.С. Витраж 1978г., литое стекло - вестибюль конференц-зала в вычислительном центре города Душанбе. Мастер - монументалист, работает в витраже, граффито, росписи и в живописи.

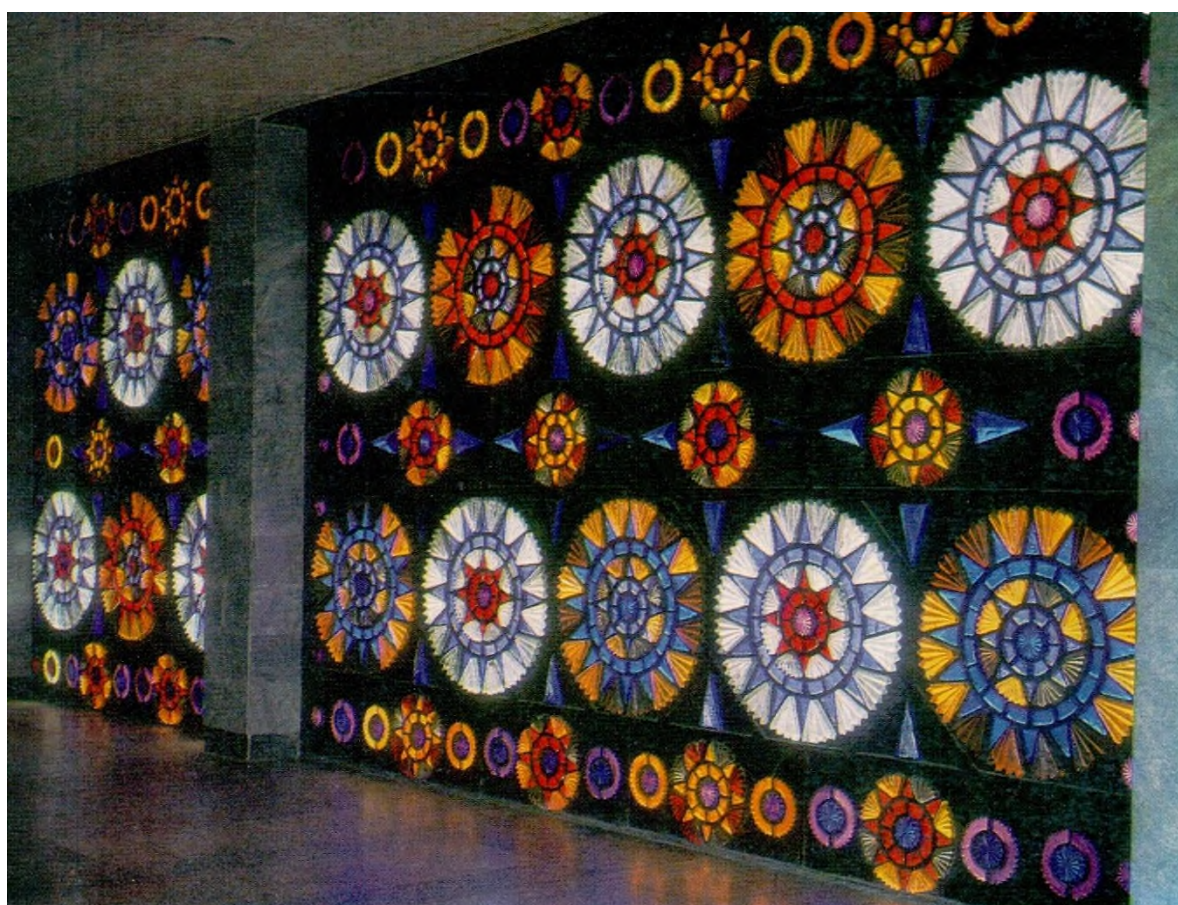


Рисунок 4 – Просмушкин Е.С. 1982г. Литое стекло, вестибюль нового корпуса Таджикского государственного университета города Душанбе.

Содержание монументального искусства — это разнообразие его идей, которые встречаются в композициях на панно, скульптурных произведениях, заполняя интерьер или часть фасада. Панно

выполняется из глины и имеет отношение к особому виду искусства, связанному с производством глины и его обжигом, т.е. гончарным делом. Гончарное дело в Таджикистане приобретает массовый интерес горожан и самих мастеров, предлагая возрождение народных промыслов с современным посылом как взаимосвязь пластических искусств в архитектуре, включая в себя экологические направления и защищая интересы общества. Есть такое направление, называемое «органика», которое ориентировано на создание произведений из естественных материалов, вписанных в природный образ. Учитывая воздействие климатического состояния и горного ландшафта местности, появляется необходимость использования натуральных строительных материалов. Синтез искусства и природы, где в городских парках и скверах всё больше применяются малые архитектурные формы в виде монументальных и садово-парковых скульптур, кувшинов, сосудов из глины и т.д. Существует особый подвид художественной керамики – декоративный, промышленно-строительный (стенные, облицовочные, кровельные), применяющийся в облицовке фасадов, покрытии кровельных материалов и предназначенный для дизайна интерьера и экстерьера зданий. Широкие возможности материала способствуют комбинировать живопись и скульптуру – это панно, рельефы, вставки, изразцы.

Впервые в Таджикистане художники изобразительного искусства В. Одинаев и С. Шарипов смогли в таком сложном виде, как монументально-декоративная керамика, добиться передачи самых разных психологических состояний: восторг, радость и удивление в детских образах, в панно «Клоуны», (Рис. 5.) экстатическое вдохновение у поющих, в панно «Песня с тарелками».

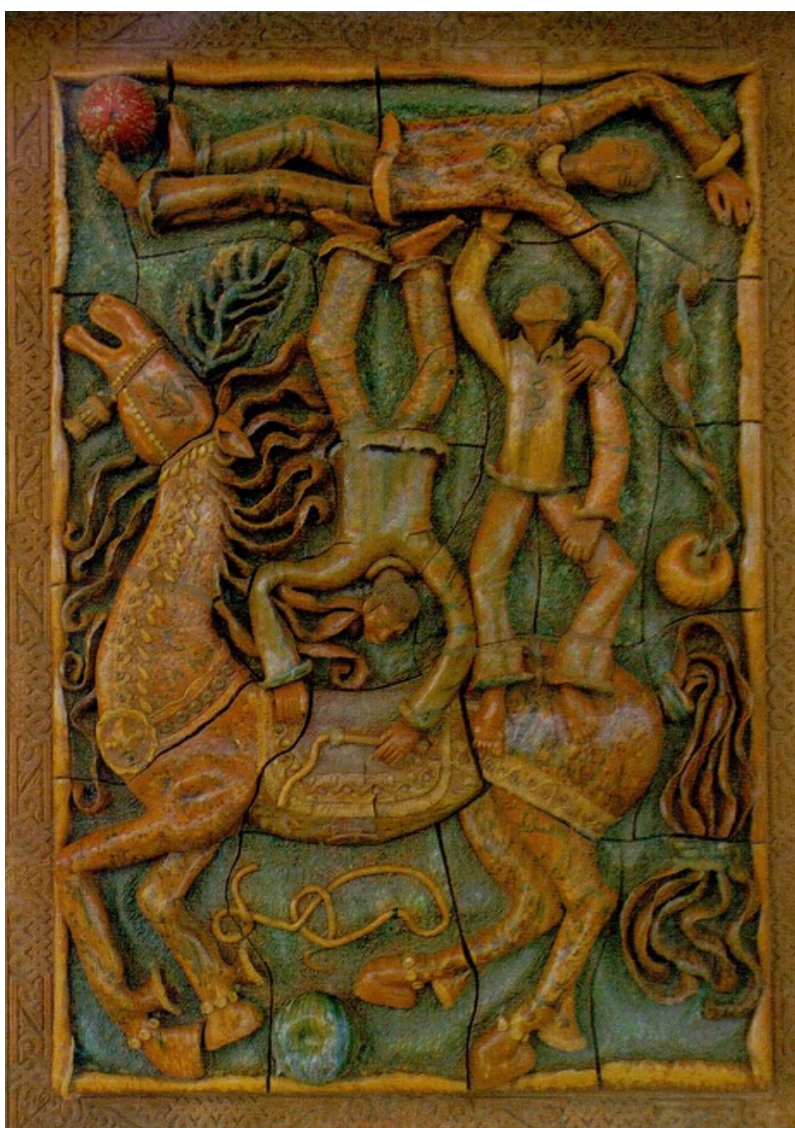


Рисунок 5 - Керамическое панно. 1978г. Одинаев Валимад. Шарипов Савзали Нигматович. Изобразительное искусство Таджикской ССР.

Наиболее значительным произведением, которое создали художники, является огромное (9,5-3,5м) монументальное керамическое панно «Гостеприимство» в холле гостиницы «Таджикистан». Композиция построена не созерцательно, а в действии: восточная архитектура, фигуры хозяев и гостей

идущих, сидящих, поющих, танцующих; национальные узоры одежд, предметы праздничного стола, звёзды, цветы, птицы. Валимад и Сабзали создали в этом красивейшем рельефе образ Родины в традиционно знаковом выражении Востока — красота, богатство земли и людей, щедрость и гостеприимство[6].

Результаты исследования: анализируя вопросы различных направлений, видов, подвидов изобразительного и монументального искусства, необходимо решить и определить взаимосвязь. Смешение стилей и материалов, натуральных и искусственных, строительных и облицовочных поможет найти новые виды взаимосвязи архитектуры и пластических искусств. Это возможно при внедрении и исследовании народных промыслов и исторических фактов, которые взаимодействовали с искусством, что позволит выявить новые идеи и направления в области формирования искусства на образ в архитектуре.

Обсуждения результатов исследования: Процесс формирования взаимосвязи архитектуры и пластических искусств необходимо сделать упрощённым и максимально простым, чтобы эти способы взаимосвязи не мешали, а помогали в развитии инновационных идей архитектурной среды. Необходимо спланировать и решить какой вид или направление возможно использовать и развивать в дальнейшем.

Выводы: Таким образом, примеры, приведенные по направлению взаимосвязи пластических искусств в архитектуре, свидетельствуют, что монументальное и изобразительное искусство настолько переплелось между собой, приобретая всё более смелые идеи и возможности в эстетической, культурной и архитектурной среде. Что способствует развитию пластических искусств в формировании и взаимосвязи архитектурных образов столицы и всей страны в целом. Необходимо более подробно исследовать районы и исторические города республики, где берет истоки декоративно-прикладное, монументальное искусство во взаимосвязи с архитектурным решением. Возродить и развивать народные промыслы умельцев, мастеров, умения которых передаются через поколения, чтобы создать всё более новые идеи во взаимосвязи современной архитектуры и монументального искусства.

Литература:

1. Боймуродова З.К. Формирование и развитие коллекции изобразительного и традиционного искусства. Национального музея Таджикистана. Пластические искусства. Д.2022.
3. <https://jotto8.ru> > plasticheskie-iskusstva пластические искусства.25.01.23
4. Б. Р. Вишпер, Статьи об искусстве, М., 1970.
5. Г. Земпер, Практическая эстетика, (пер. с нем.), М., 1970.
6. Н. Дмитриева, Изображение и слово, М., 1962.
7. Л. И. Одинаева, М.Т. Ульджабаева, К 76- летию художника Валимада Одинаева. 15.02.21.
8. Н.А. Яковлева, Е.Б. Мозговая, Т.П. Чаговец и др.;“Анализ и интерпретация произведения искусства”: Учеб. пособие под ред. Н.А. Яковлевой.— М.: Высшая школа, 2005.
9. Кононенко Б. И. Большой толковый словарь по культурологии. 2003
10. Большой энциклопедический словарь. 2000.
11. Под редакцией Полевого В. М.;“Популярная художественная энциклопедия.” Москва: “Советская энциклопедия”, 1986.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-INFORMATION ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Эмомова Фирӯза Ёфтуллоевна	Эмомова Фируза Ёфтуллоевна	Emomova Firuza Yoftulloeovna
н.м., и.в. дотсент, мудири кафедра “ДММ ва Т”.	к. арх. , и.о. доцента, зав. кафе́рой “ДАСи Р”	Candidate of architecture, lector of the Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi
Донишгоҳи Техникии Тоҷикистон ба номи ак. М.С. Осими	Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi
miss.imomova@mail.ru	110990209	

УДК 624.014.15 (575.3)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК ГЛИЕЖА ФАН-ЯГНОБСКОГО И АНГРЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ПРОЧНОСТЬ ИСХОДНОГО КЛИНКЕРА ПРИ ХРАНЕНИИ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ

Саидзода Дж.Х., Мирджамолов А.М., Джуракулов М.Р.

В данной работе рассматривается применение активной минеральной гидравлической добавки для получения устойчивого в водной среде бетона. Введенные в портландцементный клинкер активные минеральные добавки в виде глиежа Фан-Ягнобского месторождения и хорошо изученного Ангреновского опока как эталон препятствуют образованию кристаллических сростков извести, т.к. последняя будет соединяться с кремниеслойной добавкой. Это отражается на нарастании механической прочности цемента.

Ключевые слова: глиеж, портландцемент, раствор, добавка, прочность, известь, месторождения, химический анализ, вяжущие вещества, проба, активность.

ТАДҚИҚОТИ ТАЪСИРИ ИЛОВАГИҶОИ ГЛИЕЖИ КОНИ ФОН-ЯҒНОБ ВА АНГРЕН БА МУСТАҲКАМИИ КЛИНКЕРИ ИБТИДОӢ ДАР ҲОЛАТИ НИҒАҲДОРИИ ОН ДАР МУҲИТИ БАД

Саидзода Ҷ.Ҳ., Мирҷамолов А.М., Ҷурақулов М.Р.

Дар кори мазкур таъсири иловагиҳои глиежи кони Фон-Ягноб ва Ангрени ба мустаҳкамии клинкери ибтидоӣ дар ҳолати ниғаҳдории он дар муҳити бад муоина карда шудааст. Ворид кардани иловагиҳои минералии фаъол дар намуди глиежи кони Фан-Ягноб ва ҳамчун эталон опоки Ангрени хуб омехташуда ба клинкери портландсементӣ, ташкилшавии сабзиши кристаллҳои оҳакиро пешгири мекунад, чунки онҳо бо туршиҳои иловагии силитсий пайваст мешаванд. Ин ба зиёдшавии мустаҳкамии механикии семент таъсир мерасонад.

Калимаҳои калидӣ: глиеж, портландсемент, маҳлул, иловагӣ, мустаҳкамӣ, оҳак, кон, таҳлили химиявӣ, моддаҳои часпанда, намуна, фаъолиятнокӣ.

STUDY OF THE INFLUENCE OF GLIEZH ADDITIVES FAN-YAGNOBSKY AND ANGRENSKY DEPOSITS ON THE STRENGTH OF THE INITIAL CLINKER DURING STORAGE IN AN AGGRESSIVE ENVIRONMENT

Saidzoda J.H., Mirjamolov A. M., Jurakulov M.R.

This paper examines the effect of the addition of the glaze of the Fan-Yagnob and Angren deposits on the strength of the original clinker when stored in an aggressive environment. The active mineral additives introduced into the Portland cement clinker in the form of gliezh of the Fan-Yagnob deposit and the well-studied Angren flask as a standard prevent the formation of crystalline lime intergrowths, because the latter will be combined with a silicic additive. This is reflected in the increase in the mechanical strength of the cement.

Keywords: gliezh, Portland cement, mortar, additive, strength, lime, deposits, chemical analysis, binders, sample, activity.

Введение

Применение гидравлических добавок для получения устойчивых в водной среде строительных растворов и бетонов известно давно. За 2000 лет до начала нашего летоисчисления римляне практиковали добавки вулканического пепла и дробленого кирпича к известковому тесту при постройке водопроводов и портовых сооружений. В этот период уже были установлены определенные пропорции между составными частями этих растворов.

В. А. Кинд [6] отмечает, что нарастание механической прочности в твердеющем портландцементе вызывается в первый период образованием кристаллических сростков гидрата окиси кальция, а в последующие периоды очень медленным уплотнением водного однокальциевого силиката.

Введение в портландцемент гидравлической добавки препятствует образованию кристаллических сростков извести, т.к. последняя будет соединяться с кремниеслойной добавкой. Это отражается на нарастании механической прочности цемента, и в первые сроки твердения понижаются величины временного сопротивления. Получающаяся при гидратации портландцемента сводная известь, соединяясь с кремниеслойной добавкой, образует водный однокальциевый силикат. Количество последнего в цементном растворе возрастает, а вместе с тем возрастает и механическая прочность раствора вследствие процесса уплотнения этого соединения. Этим объясняется высокая конечная механическая прочность пуццоланового портландцемента.

Материалы и методы исследования

Влияние разных дозировок глиежа Фан-Ягнобского и Ангреновского месторождений на прочность исходного клинкера при хранении образцов в агрессивной среде изучалось на пяти пробах клинкера.

В данном исследовании использовались следующие основные материалы:

- клинкер Душанбинского цементного завода;
- двухводный гипс Душанбинского месторождения;

- лесс Душанбинского месторождения;
- глиежи Фан-Ягнобского и Ангреноского месторождений.

Расчетный минералогический состав портландцементного клинкера показан в таблице 1.

Изучение стойкости цементов в агрессивной среде производилось по методике, предложенной Киндом В.В. [7] и Канцпольским И.С. [5].

Сульфатостойкость устанавливалась на трамбованных образцах стандартных кубов и восьмерках состава 1:3 с нормальным Вольским песком.

В качестве агрессивной среды применялся пятипроцентный раствор сернокислого натрия.

Приготовленные образцы выдерживались сутки во влажном пространстве и 14 суток в воде, после чего часть образцов переносилась в агрессивный раствор. Раствор обновлялся один раз в 3-3,5 месяца.

Результаты исследования

Для установления степени разрушающего действия агрессивного раствора на цементы образцы после определенных сроков хранения в растворе подвергались испытанию на механическую прочность. Полученные результаты приводятся в таблице 2.

Таблица 1 – Химический и минералогический состав клинкера Душанбинского цементного завода

№ п/п	Наименование клинкера	Содержание в процентах,														
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	KH	Силикатный модуль	Глиноземный модуль	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	$CaSO_4$	периклаз
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	“А”	20,9	5,55	4,9	65,0	2,52	0,5	0,91	2,0	1,1	58,0	16,2	6,4	14,9	1,75	2,52
2	“Б”	• 22,77	6,3	4,4	62,16	3,11	0,8	0,8	2,1	1,4	32,0	41,2	7,5	13,4	2,79	3,11
3	“В”	21,07	5,58	4,54	64,51	-	-	0,91	2,0	1,2	58,3	16,2	7,1	13,8	-	-
4	“Г”	21,12	8,65	4,0	64,26	0,86	0,95	0,82	1,7	2,1	36,9	32,9	16,1	12,2	1,8	0,86
5	“Д”	-21,48	6,01	5,23	63,65	2,83	-	0,86	2,1	1,1	47,3	25,8	7,1	15,9	-	2,83
6	“а”	21,24	6,3	4,8	64,3	2,6	0,46	0,87	1,92	1,3	50,0	24,0	8,5	14,6	1,5	2,6
7	“в”	21,79	8,8	4,2	62,6	1,94	0,56	0,80	1,7	2,0	33,0	37,0	16,2	13,0	0,6	1,5
8	“д”	21,6	7,0	5,2	64,05	1,5	0,51	0,85	1,8	1,3	43	30	9,8	15,8	0,6	1,5
9	1	22,3	5,6	4,8	63,14	1,91	2,21	0,84	2,2	1,1	45	30,7	6,17	1 15,0	2,4	1,91
10	2	21,9	5,6	4,8	63,14	2,35	2,85	0,85	2,11	1,2	46	28,3	6,2	15,0	2,1	235
11	3	21,56 I	6,40	4,25	64,9	2,01	0,57	0,88	2,02	1,5	52,4	22,2	9,8	13,0	0,69	2,01
12	4	21,91	7,15	3,6	63,56	2,02	0,85	0,82	2,04	1,8	39,0	34,0	12,8	11,0	13	2,02
13	5	21,75	6,7	3,6	65,1	1,99	0,55	0,86	2,11	1,8	48	26,2	11,6	11,0	1,2	1,99
14	6	21,27	6,0	4,8	65,35	1,53	0,24	0,91	2,0	1,2	58,0	16,5	7,7	14,6	1,6	1,53
15	7	20,0	7,15	4,8	62,98	2,76	1,5	0,9	1,8	1,6	52,4	16,9	10,8	14,6	2,5	2,76
16	8	20,05	6,11	5,84	64,12	2,29	0,65	0,91	1,9	1,04	55,6	15,5	6,3	18,33	2,24	2,29

Таблица 2 – Влияние добавок глиежей Фан - Ягнобского и Ангреноского месторождений на прочность при сжатии исходного клинкера. Образцы хранились в воде и в 5% растворе сернокислого натрия.

№№ клинкера	Состав в процентах					Предел прочности на сжатие в кгс/см ²							
	Клинкер	Гипс Двуводный	Лесс	Глиеж Фан-Ягнобского мест-я	Глиеж Ангреноского мест-я	Водопроводная вода				5% раствор сернокислого натрия			
						28-дней	90-дней	180-дней	360-дней	28-дней	90-дней	180-дней	360-дней
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
А	96	4	-	-	-	547	595	595	-	542	506	407	-
	76	4	-	20	-	530	561	681	-	544	555	523	-
	66	4	-	30	-	503	606	683	-	604	691	593	-
	56	4	-	40	-	508	552	628	-	601	590	566	-
В	96	4	-	-	-	486	551	551	583	466	412	385	330
	86	4	10	-	-	429	507	523	575	313	450	341	350
	76	4	-	20	-	517	583	631	634	487	542	504	504
	66	4	-	30	-	464	478	524	596,8	460	553	550	505
	56	4	-	40	-	551	587	590	650	529	515	540	500
	46	4	-	50	-	440	508	536	536	464	514	506	500
Б	96	4	-	-	-	449	536	542	-	427	387,5	387,5	-
	66	4	-	30	-	473	536	595	-	451	532	561	-
	56	4	-	40	-	432	523	585	-	378	529	550	-
	46	4	-	50	-	413	520	575	-	419	492	537	-
Г	96	4	-	-	-	525	563	563	580	536	517	401	317
	86	4	10	-	-	476	545	546	572	450	540	311	340
	76	4	-	-	20	472	527	529	544	460	470	506	498
	66	4	-	-	30	512	527	564	565	505	510	479	-
	56	4	-	-	40	456	485	496	502	436	470	409	419
А	96	4	-	-	-	547	595	595	-	542	506	407	-
	66	4	-	-	30	524	546	629	-	548	561	553	-
	56	4	-	-	40	500	504	579	-	485	504	534	-
Б	96	4	-	-	-	521	530	532	-	511	472	380	-
	66	4	-	-	30	519	543	587	-	454	505	572	-
	56	4	-	-	40	420	534	544	-	389	440	530	-

Обсуждение исследования

Из данных таблицы 2 следует, что добавка глиежа к портландцементу не влияет на его первоначальную прочность и уменьшает выщелачивание извести, придавая ему водостойкость. Глиез улучшает солестойкость портландцемента. Проведенными работами установлено:

Добавка глиежа к портландцементу с непостоянством объема выправляет его качество;

Пропарка пуццоланового цемента с добавкой глиежа ускоряет процесс взаимодействия глиежа с известью, выделяющейся при твердении портландцемента, что благоприятно сказывается на скорости твердения пуццоланового цемента;

Добавка глиежа к портландцементу не отражается на сцеплении растворов с арматурой;

Добавка глиежа не увеличивает усадку цемента;

Доказана возможность получения сульфатостойкого пуццоланового портландцемента на основе глиежа Фан-Ягнобского месторождения.

Заключение

Полученные на основе глиежа Фан-Ягнобского месторождения пуццолановые цементы отвечают требованиям ГОСТа и при добавке 10, 20, 30% превышают прочность исходного портландцемента.

Проверка солестойкости в 5% растворе сернокислого натрия показала, что добавка глиежа Фан-Ягнобского месторождения повышает солестойкость портландцемента и может быть отнесена к группе активных добавок.

Полученные данные позволяют судить о том, что глиежи Фан-Ягнобского месторождения обладают гидравлической активностью и могут придавать пуццоланические свойства портландцементам с одновременным повышением их сульфатстойкости.

Литература

1. Блэнке Р., Кеннеди Г.– «Технология цемента и бетона» Промстройиздат 1957 год.
2. Галкина Г. В. и Милоградская А. И., «Пробужденный бетон на основе горелых пород и извести». Труды Института химии АН УзССР, 4. 63, 1953 год.
3. ГОСТ 4798 —49 «Бетон гидротехнический».
4. Джуракулов М.Р., Хасанов М.Н. Арболитовые материалы на основе РВК с использованием стеблей хлопчатника // Политехнический вестник, ТТУ им. М.С.Осими. – Душанбе, 2020. - №4(52).
5. Канцельский И. С., Мякинченко М. И., Галкина Г.В., Жабицкий М.С., Сборник, «Цементы на местном сырье», АН УзССР, 5, 1959 год.
6. Кинд В.А.– «Специальные цементы» М, 1932 год.
7. Кинд В.В. – «Действие на цементы растворов сернокислых солей, близких по концентрации к природным водам, содержащим эти соли». Пуццолановые цементы. Труды комиссия по добавкам. Ленинград 1936 год.
8. Коган Л.С., Рушук М.Г. «Цементы для гидротехнического строительства» Труды Гипроцемента 1949 г.
9. Kokubi M., Cement for dams and dam concrete of Japan, Electric Power and Engineering v. 1, № 1, 1961, Токуо.
10. Рояк С. М., «Пуццолановые цементы», Сборник ВНИЦ, 1936 год.
11. Рояк С.М. – «Пути получения высокосортного пуццоланового портландцемента». Труды комиссии по добавкам. Ленинград 1936 год.
12. Саидов Д.Х., Умаров У.Х., Джуракулов М.Р. Свойства глины Рошткалинского месторождения Таджикистана и строительные материалы на их основе для обеспечения доступного жилья // Бюллетень строительной техники. Россия -2019. - №2. – С.12-19.
13. Саидов Д.Х., Умаров У.Х., Джуракулов М.Р. Механизмы структурообразования и технологические особенности производства материалов на основе растительно-вяжущих композиций // Вестник ТТУ им. М.С.Осими. – Душанбе, 2019. -№1(45). –С.224-229.

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

Автор I	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Саидзода Чамшед Ҳамро	Саидзода Джамшед Ҳамро	Saidzoda Jamshed Hamro
Дараҷа ва унвони илмӣ, Академическая степень и должность, Title	д.и.т., профессор	д.т.н., профессор	Doctor of Technical Sciences, Professor
Ташкилот, Организация, Organization	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, кафедраи “Масолехҳо,	Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими, кафедра “Материалы, технология и	Tajik Technical University named after Acadtmician M.S. Osimi, Department of Materials, Technology and

	технология ва ташкили сохтмон”	организация строительства”	Organization of Construction
e-mail	jamshed66@mail.ru		
Автор 2	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Мирчамолов Абдучалил Мирчамолович	Мирджамолов Абдуджалил Мирджамолович	Mirjamolov Abdujalil Mirjamolovich
Дараҷа ва унвони илмӣ, Академическая степень и должность, Title	Ассистент	Ассистент	Assistant
Ташкилот, Организация, Organization	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон баноми академик М.С.Осимӣ, кафедраи “Масолеҳҳо, технология ва ташкили сохтмон”	Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими, кафедра “Материалы, технология и организация строительства”	Tajik Technical University named after Acadtmician M.S. Osimi, Department of Materials, Technology and Organization of Construction
e-mail	mirdzamolov1949@mail.ru		
ORCID	0000-0002-4502-2567		
Автор 3	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Љурақулов Мурудали Роҳатович	Джуракулов Мурудали Роҳатович	Jurakulov Murodali Rohatovich
Дараҷа ва унвони илмӣ, Академическая степень и должность, Title	Номзади илмҳои техники, и.в. дотсент	Кандидат технических наук, и.о. доцента	Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor
Ташкилот, Организация, Organization	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон баноми академик М.С.Осимӣ, кафедраи “Масолеҳҳо, технология ва ташкили сохтмон”	Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими, кафедра “Материалы, технология и организация строительства”	Tajik Technical University named after Acadtmician M.S. Osimi, Department of Materials, Technology and Organization of Construction
e-mail	murodali1969@gmail.ru		
ORCID	0000-0003-3604-8682		

УДК.626

ТАДҚИҚОТҲОИ НАЗАРЯВИИ КОНСТРУКСИЯИ ИНШООТИ ОБГУЗАРОНАНДА АЗ ТАЪСИРИ ҚУВВАҲОИ ЗИЛЗИЛАВӢ

¹Хасанов Н.М., ²Зувайдов М.М., ¹Алимардонов А.М.

¹Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад. М.С.Осимӣ¹

²Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав²

Дар мақолаи зерин конструксияи нави васлшуда пешниҳод шуда, ҳисобкунии лапишҳои кундалангии қубурҳои обгузарон гузаронида шудааст. Конструксияи пешниҳодшудаи мазкур дар муқоиса бо қубурҳои буриши кундалангиашон қалон зилзилатобоварӣ ва аз ҷиҳати иқтисодӣ истифодабарии мақсаднокро таъмин менамояд.

Калидвожаъо: трубаи обгузарон, шиддат, деформатсия, таъсири зилзилаві, тағирёбӣ.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

¹Хасанов Н.М., ²Зувайдов М.М., ¹Алимардонов А.М.

В данной статье предлагается новая сборная конструкция, теоретический анализ и расчёт поперечных колебаний водопропускных труб. Разработанная сборная конструкция водопропускного сооружения с арочным сводом обеспечивает сейсмостойкость и экономическую целесообразность по сравнению с круглыми трубами большого сечения.

Ключевые слова: водопропускная труба, напряжение, деформирование, сейсмическое воздействие, смещение.

THEORETICAL STUDIES OF CULVERTS OF SEISMIC LOADINGS OF CULVERTS

Khasanov N.M., Zuvaidov M.M., Alimardonov A.M.

This article proposes a new design team, the theoretical analysis and calculation of the transverse vibrations of culverts. Developed team culvert structure with an arched vault provides seismic stability and economic viability in comparison with round tubes of large cross section.

Key words: culvert, voltage, deformation, seismic effects, the displacement

Сарсухан

Бо назардошти бесобиқаи рушди соҳаҳои саноат ва хоҷагии қишлоқ дар шароити муносибати бозоргонӣ ҳамаи давлатҳои аъзои иттиҳоди давлатҳои муштаракулманофеъ (ИДМ) маҷбуран шабакаи роҳҳои автомобилӣ ва роҳи оҳанро боз ҳам тезу тунд намуда, ба баландшавии маълуми маъсулоти дохилӣ (ММД) ноил шаванд ва ин ҳолат гувоҳи медиҳад, ки ба тавоноии давлат ва зисту зиндагонии мардумаш қадами устувор намоянд. Қисмати зиёди роҳҳо дар минтақаҳои қунии категорияи зиёди заминларза дошта сохта мешаванд, ки ин вазъият аз лоинҷақшон ва сохтмончиён ҷангоми ба лоинҷадарории роҳҳо шартҳои иловагӣ ва ба ҳам муқобилро мегузорад.

Номукамалии кори нақлиёт дар минтақаҳои шароиташ вазнин фаъолияти қорҳои наҷотдиҳӣ, эвакуатсияи одамон, интиқоли борҳои зарурии аввалия ва дорувориро мушкил мегардонад. Барои пурра иҷро намудани ин қорҳои таъҷили ҷангоми сохтмони роҳҳо қорқарди конструксияҳои муҳандисии устувор, арзон ва аз ҷиҳати технологӣ қобили қабулро

ба роҳ мондан лозим аст. Дар бисёр ҳолатҳо сабаби қатъи гаштани ҳаракати нақлиёт дар роҳҳо ин мавҷудияти иншоотҳои сунъӣ мебошад; пулҳо, қубурҳои обгузарон, нақбҳо ва фаршҳои бетонӣ, ки асоси арзиши нархномаҳои қулли роҳро ташкил медиҳанд. Қорҳои барқароркунӣ дар ҷунин қитъаҳо аз ҳама бештар меҳнатталаб ва мураккаб мебошад.

Маводҳо ва усулҳои таҳқиқот

Мушкилоти назарраси конструктивӣ ҷангоми тарҳрезии қубурҳои обгузарон ва нақбҳои гидротехникӣ дар қитъаҳои нишебӣ ба амал меоянд, ки релефи он на танҳо тарҳро душвор мегардонад, балки бузургии таъсири сейсмикиро вобаста ба дараҷаи нишеб зиёд мекунад.

Дар Тоҷикистон аксарияти роҳҳои автомобилӣ дар баландии зиёда аз 2000 метр аз сатҳи баҳр сохта мешаванд, ки шароити сохтмони роҳро душвор мегардонад ва таҳияи конструксияҳои ҷамъи элементҳои ҳархеларо талаб мекунад.

Иншоотҳои обгузарон барои таъмини кори муътадили роҳҳои автомобилӣ ва нақбҳо дар шароити қуҳсор сохта мешаванд. Истифодаи ин намуди иншоот ба шароити ҳоси иқлимӣ, инчунин мураккабии релеф, мавҷудияти зиёди дарёчаҳои қухӣ, дарёҳо ва обҳои зеризаминӣ вобаста аст. Барои ҳамин бисёртар иншоотҳои обгузарони намуди қубурҳои буриши кундалангиаш доиравӣ, ки иловатан ҳароҷотҳои технологӣ ва иқтисодиро талаб мекунад, истифода мебаранд.

Қорҳои таҳқиқоти профессор Абдуҷаббаров А.Х [2] ба ҳалли ин масъала, яъне омӯзиши зилзилатобоварии конструксияҳои иншоотҳои обгузарон баҳсида шудааст, ки бо усулҳои назариявӣ ва

эксперименталӣ конструкцияҳои дорои анбори камондор ба даст оварда шудааст ва дар муқоиса бо қубурҳои мудаввари калонҳаҷм устуворӣ ба зилзилатобоварӣ ва имконпазирии иқтисодиро таъмин мекунад.

Натиҷаҳои таҳқиқот ва муҳокимаронӣ

Варианти васлшавандаи иншооти обгузарони аз ҷониби мо таҳияшуда дар муқоиса бо қубурҳои мудаввари васлшаванда як қатор афзалиятҳо дорад ва аз се унсури васлшаванда иборат аст: 1 – арка, 2 – деворҳои амудӣ ва 3 - таҳкурсӣ, ки метавонанд вобаста аз шароити хоки замин ва дараҷаи нишебии таҳкурсӣ васлшаванда ё монолитӣ бошанд (расми 1). Дар қубурҳои калони буришаш калон (кутри қубур зиёда аз 1метр) таҳкурсии иловагӣ лозим аст, ки андозаҳои онҳо хусусиятҳои хок вобастаанд. Харчи максималии оби гузаранда танҳо ҳангоми расидан ба нишонаи обии диаметри қубур оғоз мешавад, ки ин ба обпуршавии роҳ дар болооб мусоидат мекунад ва хоки қаъри роҳ нам мешавад, ки боиси вайрон шудани роҳ мегардад. Дар қубурҳои мудаввари васлшаванда арматуракунонӣ дар тамоми қитъа яхела аст, вале фишорҳои фаъоли табиӣ ва зилзилавӣ хеле фарқ мекунад ва ин ҳолат дар расми 2 оварда шудааст.

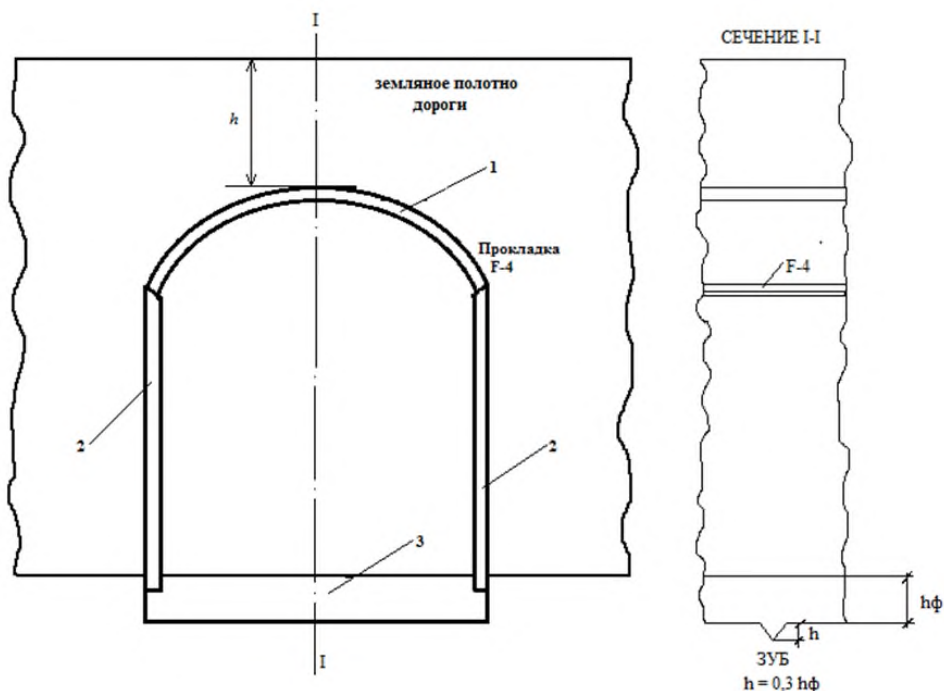
Ҳангоми таъмини харгӣ яккелаи об, таъмини беътари қувваҳои зилзилавиро зимни нақшаи пешниҳоди иншооти обгузарон, ки дар натиҷа сарфаи арматураро то 17% ва бетонро то 30% мерасонад. Ҳангоми таъсири зилзилавӣ фурунишинии таҳкурсии ин иншоот нисбат ба қубурҳои доиравӣ 3(се) маротиба кам аст. Бояд қайд намуд, ки истифодаи конструкцияҳои васлшавандаи буриши камоншакл лағжиши асоси иншоотро кам мекунад, ки ин боиси лойшавии он мегардад ва дар аксар ҳолат сабаби вайрон шудани онҳо мегардад.

Дар ҷойҳои пайвасти равоқ ба девори тақягонӣ газаки маълумӣ фторопласти F4 лозим аст. Ин ба фароҳам овардани шароит барои кам кардани мавҷҳои зилзилавӣ мусоидат мекунад, ки аз рӯи натиҷаи таҳқиқот пешниҳод карда мешавад [1,4].

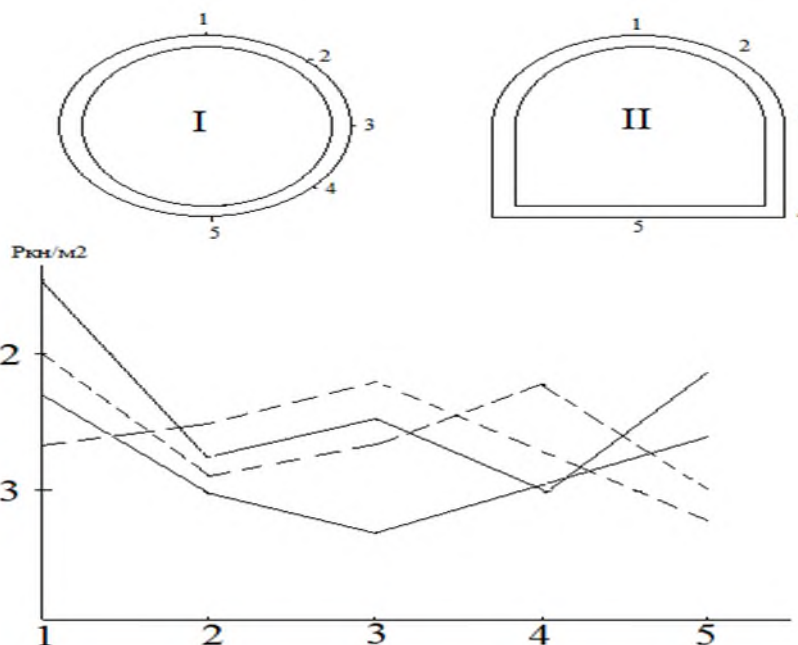
Дар таҳқиқотҳои назариявии қаблан гузаронидашудаи иншооти обгузарони буришаш калон, системаи муодилаҳои ҳисобкунии лаппиш бо шумори дараҷаи ниҳони озод пешниҳод шуда аст. Ҳалли ин муодилаҳо дар координатаҳои нисбӣ имконият медиҳад, ки таъсири дарозии иншоот ба ҳолати шиддатнокӣ-ҷойивазкунӣ муайян карда шавад. Дар асоси ҳисобкуниҳои муайян карда шуд, ки дар ҳар 10 метр бо дарозии иншоот дар ҷойҳои ҷамъшавии зиёди шиддатнокӣҳо духтҳои муқобили зилзилавӣ ташкил намудан лозим аст. Таҷрибаҳои моделии бо ёрии мошини марказгурез гузаронидашуда имконият доданд, маълум карда шавад, ки шиддати максималӣ дар масофаи ҳар 5 метр ба амал меояд. Ин ҳолат аз он шаҳодат медиҳад, ки ҳангоми ҳисобкуниҳои назариявӣ на ҳамаи омилҳои таъсиррасон ба инобат гирифта шудааст. Ҳангоми сохтмони қубурҳои обгузарон тарҳи онҳоро мумкин аст, моил кунем, лекин барои он ки ҳангоми таъсири зилзила лағжиш ба амал наояд, бояд дар таҳкурсӣ “дандона”-и кундалангӣ ташкил намоем (расми 1). Масофаи байни онҳо аз моилии тир вобаста аст ва ҳангоми моилии $i = 1 \setminus 10$: $l = 10m$ $i = 1 \setminus 5$; $l = 5m$ ҳангоми сохтмони минтақаи зилзилавиӣ 9 балла.

Дар конструкцияи пешниҳод шуда (расми 1), баландии хоки бозпушт $h = 0,75m$, ҳангоми армиронии хок бо нахи шиша (2) онро то $h = 0,5$ кам кардан мумкин аст. Бояд қайд кард, ки замимаҳои фторопластикӣ ҳамчун демпфер хизмат менамоянд, қувваҳои зилзилавӣ ва зарбавиро кам мекунад ва ганҷи камон як қисми фишори фаъолро ба деворҳои нигоҳдорӣ безарар мегардонад.

Муқоисаи арзиши пули равоқӣ қодир аст харчи оби баробар бо конструкцияи пешниҳодшударо гузаронад, нишон медиҳад, ки вай 40% арзон аст, протсеси истифодабарӣ харчи ками меҳнатро талаб мекунад, армиронии қабати хати хоки замин дар ҳамаи баландӣ шиддатро дар иншоот ду баробар кам мекунад, яъне ҳисоби таъсири шиддати зилзилавиро то як балл паст мекунад.



Расми 1 - Конструкция иншооти обгузаронанда дар минтақаи хатарнок
1 – арка (равок), 2 – подпорные стенки (тамбадевор), 3 – фундамент (таҳқурси)



Расми 2 - Миқдори фаъоли фишори сейсмикӣ ба қубури $Y = 9$ баллаи – регхок, буриши – п.

— фишори сейсмикӣ
----- фишори статикӣ

Ҳолати шиддатнокӣ-шаклдигаркунии иншооти муҳандисӣ дар муҳити хокӣ ҷойгиршуда ва зери таъсири қувваҳои мавҷҳои зилзилавӣ буда, боз ҳам зери фишори инерсияи хок қарор дошта мураккаб мегардад, ки намуди асосии таъсири беруна ба ҳисоб меравад. Эпюра координатаҳои аз таҳқурсии иншоот ба ҳамвории болоӣ зиёдшавандаро доро буда, баробартаъсиркунандаи (P_c) бо ифодаи зерин муайян мешавад;

$$P_c = m \int_0^H P_y(Z) dz \quad (1)$$

дар ин чо:
$$P_y = \frac{0,8\beta(t)AK_c\gamma H \sin \pi z}{2H},$$

$$P_c = \frac{1,1\beta(t)AK_c\gamma H^2}{2} \tag{2}$$

дар ин чо: m – зароби таъсири параметҳои динамикии хокро ба назар гиранда, дар натиҷаи таҷриба қабул мекунем $m = 0,75$, $\beta(t)$ – зароби динамикий; H - баландии иншооти обгузарон; γ - вазни ҳаҷмии хок; A и K_c – амплитудаи лапиш ва зароби зилзилавӣ

Фишори уфуқии инерсионии зилзилавии хоки дар равоқ ҷойгир шуда баробар аст

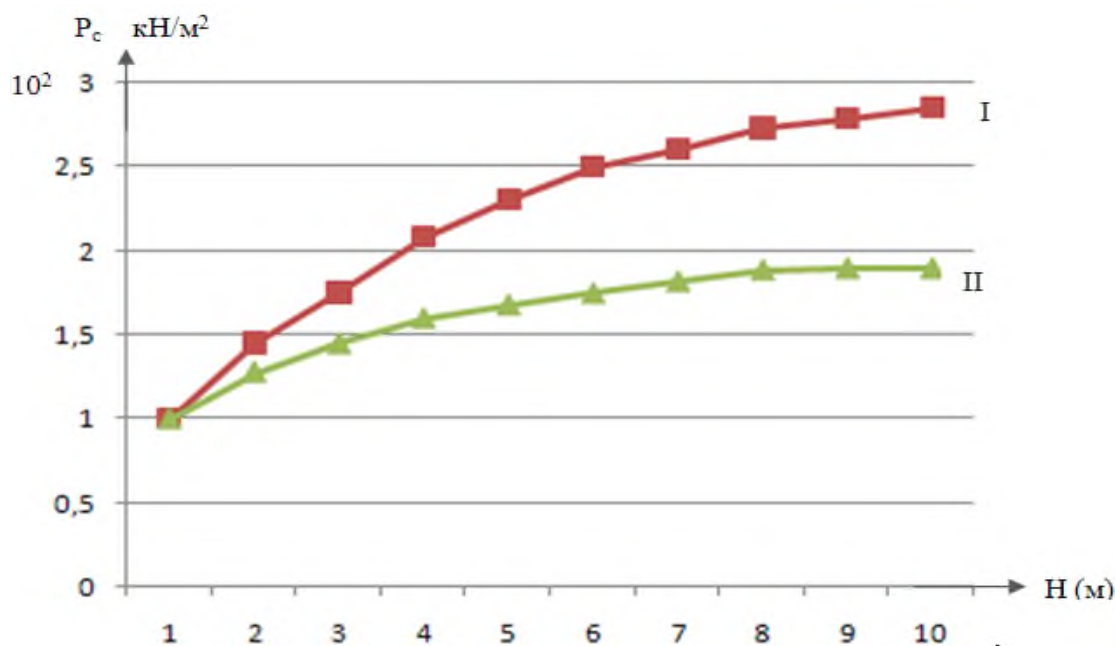
$$Q_r = AK_c\gamma H\mu d \cdot n \tag{3}$$

дар ин чо: m – зароби соиши хок бо равоқ;

d – зароби ба назар гирандаи таъсири хок ба равоқ, барои нақлиёти автомобилӣ $d=1,0$; барои нақлиёти роҳи оҳан $d=1,1$.

n – зароби демпфери таъсири фторопласт қабат, $n = 0,9$.

Ҳамаи ин ҳисобкунӣҳо имконият медиҳанд қувваҳои иловагии хокро ба иншоот бо назардошти хусусияти хоси конструксияи пешниҳодшуда муайян намоем (расми 3).



Расми 3 - Фишори зилзилавии хоки рехта дар буриши I ва II

Истифодаи қубурҳои буриши росткунҷа дар равоқ барои партофти об ба нақб (расми 1) имконият медиҳад сарфаи маводҳои сохтмонӣ то 20% расонида шавад ва рушноии нақб бо баландӣ то 0,2м зиёд гардад. Ин ҳолат имконият медиҳад об пурра харҷ шавад ва баландии қубурҳо то 0,2м нисбат ба қубурҳои буришаш доиравӣ кам шавад.

Хулосаҳо.

1. Конструксияи нави васлшудаи иншооти обгузарон бо буриши росткунҷаи шакли нимдоира, зилзилатобоварӣ ва истифодаи аз ҷиҳати иқтисодӣ мақсаднокро нисбат ба қубурҳои буришаш калони доиравӣ таъмин намуда, афзалияти конструктивиӣ онро ҳангоми истифодабарӣ дар нақбҳо баръало нишон медиҳад.

2. Назариявӣ ва бо роҳи таҷрибавӣ қитъаҳои ҷамъшавии шиддатнокӣҳо ва ғеҷиши қубурҳо ҳангоми таъсири зилзила муайян карда шуданд.

3. Дар нақбҳо қубурҳои буриши росткунҷаи нимдоира имконият медиҳанд, ки баландии қисмати ҳаракат то 0,2м зиёд карда шавад, сифати истифодабарии нақбҳо беҳтар гардад ва маводҳои сохтмонӣ сарфа шаванд.

4. Конструкцияи пешниҳодшудаи кубурҳои бетонӣ, ҳосатан ҳангоми буриши калон имконият медиҳанд маводҳои бетонӣ ва арматура сарфа гардад. Конструкцияи пешниҳодшуда зилзилатобовар ва аз ҷиҳати технологӣ содда буда, дар маҳалҳои куҳсор дар баландии зиёда аз 2000м истифода бурда мешавад.

Адабиёт

1. Хасанов Н.М. Абдужабаров А.Х. Сейсмостойкость конструкций водопропускных сооружений и подземных переходов. Вестник гражданских инженеров. 2017. № 1(60), февраль, г. Санкт-Петербург. - С.205-209
2. Абдужабаров А.Х. «Сейсмостойкость водопропускных сооружений большого сечения» Кабарлары. Вестник. Выпуск 3(17) Бишкек 2007. С 147-149.
3. Хасанов Н.М. Снижение сейсмического воздействия на инженерные сооружения с учетом геологического строения местности // «Техник» КГТУ им Раззакова. - Бишкек, 2012. - №27. - С.107-109.
4. Абдужабаров А.Х. Сейсмостойкость автомобильных и железных дорог. // КАСИ, 1996, 226 с, Бишкек.
5. Иманалиев Т.Б. Сейсмостойкость искусственных сооружений. Бишкек. КГУСТА, 2010. -211 с.
6. Абдужабаров А.Х., Хасанов Н.М. Конструктивные решения бетонных покрытий дорог и взлетно - посадочных полос в сейсмических районах. Н и НТ. №9, Бишкек. 2012. - С.91-93.
7. Хасанов Н.М. Уточнение инженерно-геологических условий тоннеля «Шахристан» для определения расчетной сейсмичности // «Техник» КГТУ им Раззакова. - Бишкек, 2012. -№27. -С.109-111.
8. Сагдиев Х.С., Юнусалиев Э.М. Колебания грунта и сооружений при промышленных взрывах в сложных горно-геологических условиях. –Таш-кент: ФАН, 2010. -160с.

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

RU	TJ	EN
Хасанов Нурали Мамедович	Ҳасанов Нуралӣ Мамедович	Khasanov Nurali Mamedovich
Доктор технических наук, доцент кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения»	Доктори илмҳои техникӣ тосенти кафедраи «Асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ»	Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures
Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
0000-0002-6718-6693	Khasanov.nurali@mail.ru	
RU	TJ	EN
Зувайдов Махмадулло Махмасолихович	Зувайдов Махмадулло Махмасолихович	Zuvaidov Mahmadullo Mahmasolichovich
Ассистент кафедры «Строительство» Бохтарского государственного университета имени Н.Хусрава	Ассистенти кафедраи «Сохтмон» -и Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Н.Хусрав	Assistant to the Department of Construction at N. Khusrav Bokhtar State University
RU	TJ	EN
Алимардонов Алишер Менгалиевич	Алимардонов Алишер Менгалиевич	Alimardonov Alisher Mengalievich
Ассистент кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения»	Ассистенти кафедраи кафедраи «Асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ»	Assistant of the Department of Foundations, Foundations and Underground Structures

ТДУ: 626/627

МУАЙЯН НАМУДАНИ ҲОЛАТИ КОРӢ, ҚИТӢАҲОИ ЗАРАРДИДАИ НАҚБИ ОБӢРИИ ДАНҒАРА БО ПЕШБИНИ ЧОРАБИНИҲОИ ТАЪМИРӢ

Тоирзода С.Т.

Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ

Гузaronидани ташхис дар иншооти гидротехники, муайян намудани ҳолатҳои садамавӣ, пешбини чорабиниҳо оид ба баргараф сохтани нуқсонҳои маълумгардида дар раванди истифодабарӣ аз муҳимтарин қорҳои муҳандисӣ ба ҳисоб меравад. Нақби обёрии Данғара яке аз муҳимтарин иншооти зеризамӣ ба ҳисоб рафта, аҳамияти зиёди стратегӣ барои хоҷагии халқи ноҳияро дорост.

Муаллиф бо назардошти таҳқиқотҳо ва манбаҳои илмӣ дар мақолаи мазкур ҳолати қорӣ имрӯзаи Нақби обёрии Данғара ва нақбҳои сохтмони онро мавриди омӯзиш қарор дода, сабабҳои хароб гардидани бетони қаблан хобонидашуда дар объекти таҳқиқотро ошкор намуда, як қатор чорабиниҳои таъмириро пешниҳод намудааст.

Калидвожаҳо. иншооти гидротехники, нақби обёрӣ, нақбҳои сохтмонӣ, ташхиси чашмдид, обанбор, обқабулкунак ва ғайра.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ УЧАСТКОВ ДАНГАРИНСКОГО ИРРИГАЦИОННОГО ТОННЕЛЯ И ПРЕДЛОЖЕНИЕ РЕМОНТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

С.Т. Тоирзода

Одной из важнейших инженерных работ является обследование гидротехнических сооружений, выявление аварийных ситуаций, упреждение мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации. Дангаринский ирригационный тоннель является одним из важнейших подземных сооружений и имеет большое стратегическое значение для экономики района. С учетом исследований и научных источников в данной статье авторы изучили текущее состояние вспомогательных тоннелей Дангаринского ирригационного тоннеля и выявили, и представили ряд случаев, связанных с разрушением ранее уложенного бетона на объекте исследования.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, ирригационный тоннель, строительные тоннели, визуальный осмотр, резервуар, водозабор и др.

DETERMINATION OF THE OPERATIONAL STATE OF THE DAMAGED SECTION OF THE DANGARA IRRIGATION TUNNEL AND THE PROPOSAL OF REPAIR MEASURES

S.T. Toirzoda

One of the most important engineering works is the survey of hydraulic structures, identification of emergency situations, anticipation of measures to eliminate the identified deficiencies during operation. The Dangara hydraulic tunnel is one of the most important underground structures and is of great strategic importance for the region's economy. Taking into account the research and scientific sources in this article, the authors studied the current state of the auxiliary tunnels of the Dangara irrigation tunnel and identified and presented a number of cases associated with the destruction of previously laid concrete at the research site.

Keywords. hydraulic structures, irrigation tunnel, construction tunnels, visual inspection, reservoir, water intake, etc.

Иншоотҳои гидротехники барои иқтисодиёт ва таъмини муҳити зисти аҳолии кишвар аҳамияти муҳим доранд. Аз байни онҳо иншоотҳои обрасон (шоҳканалҳо, каналҳои дериватсионӣ), тавлидкундаи қувваи барқ (Нерӯгоҳҳои барқӣ обӣ), ҳифзи аҳоли ва заминҳо аз обхезию селҳои баҳорӣ, зеробмонӣ заминҳои хосилхез ва кишоварзӣ, ки бештар осебпазир ба иқтисоду фаъолияти ҳаёти мавзёҳои васеи ҷумҳурӣ таъсир расонандаро бояд зери назар дошт. Ба ин қабил иншооти гидротехники сарбандҳои обанборҳо, хусусан обанборҳои бузурги таъйиноти комплексӣ (Норак, Қайроққум ва ғайра), дуюкҳои бузург, акведукҳо, селпартоҳо, дарғотҳо, пойгоҳи насосӣ, нақбҳои обёрӣ, каналҳои магистралӣ дар хокҳои фурӯраванда ва нишебии теппаҳо сохташуда, иншооти обгирандаи бесарбанд, захкашҳои пӯшида, кубурҳои оби нушокии магистралӣ ва гурӯҳи системаҳои обёрии чарогоҳҳо ва ғайра дохил мешаванд. Барои дар ҳолати дурусти техникаи нигоҳ доштани ин иншоот таъмини маблағгузорию афзалиятнок зарур мебошад.

То инҷониб, паҳлуҳои гуногуни мавзӯ аз ҷониби олимону муҳаққиқони дохилӣ мавриди таҳқиқ қарор дода шудааст.

Мақсад аз таҳқиқот ин омӯзиши ҳолати нақбҳои ёрирасон дар иншооти Нақби ирригатсионии Данғара мебошад.

Нақби обёрии Данғара ба қатори 10 нақби қалони ҷаҳонӣ дохил шуда, дарозии он ба нақбҳои ёрирасон 13813 метр, ба нақбҳои ёрирасону шахтаҳои зиёда аз 20 км-ро ташкил медиҳад ва ба мақсади таъмини аҳолии ноҳияи Данғара бо оби нушоқӣ ва обёрии заминҳои кишоварзӣ аз обанори Норак сохта шудааст. Буришаш кундалангиаш 48 метри мураббаъ мебошад. Ба воситаи нақб об ба канали асосии обрасон бо сарфи мутобиқи графикаи обрасонӣ тақрибан 60-90 м³/сон аз сатҳи обанбор НПГ (910м) то УМО (857м)

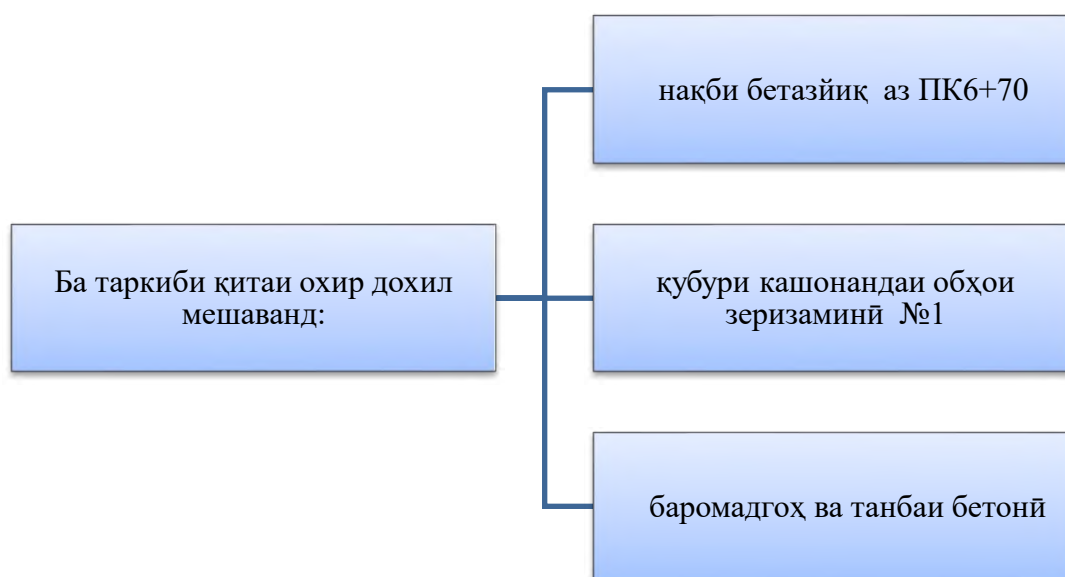
мегузарад. Баъди ба истифода додани НБО Роғун истифодаи обанбор то нуқтаи УМО дар 10 сол як маротиба истифода мегардад. Сарфи аз ҳама баландтарини интиқоли об ба воситаи нақб мутобик ба нишондодҳои лоиҳавӣ 100 м³/сон мебошад [4, с. 4]. Ҳаҷми оби мазкур барои обёрӣ намудани 100 ҳазор гектар замин басанда аст.

Дар маҷмӯъ, зиёда аз 3 миллион метри мукааб ҷинсҳои кӯҳиро қанда баровардан лозим шуда, зиёда аз 200 ҳазор метри мукааб бетон хобонда, 20 ҳазор тонна қанструксияҳои оҳанфулӯзӣ васл намуда, қорҳои зиёди маҳсусу ёрирасонро ба ҷо овардаанд.

Тамоми сохтмони Нақби обёрии Данғара шартан ба қисмати асосии сохтмон ва қитъаи охир тақсим шудааст. Қитъаи асоси бевосита аз қисмати обанбори Норак оғоз ёфта бо дарозии роҳи асосӣ 695 м ва дар ПК6+70 ба анҷом мерасад.

Ба қитъаи асосии сохтмонӣ дохил мешаванд: обқабулкунак; нақби тайзиқдор; қитъаи гузариш; толори қорӣ ва таъмирӣ-садамавии дарвозаҳо (ҚР и РАЗ) бо нишастгоҳи идорақунии дарвозаҳо; ҳавзи пасткунандаи фишори об (водобойный колодец); қитъаи бетайзиқӣ нақб; чоҳи (заҳқаш) қашонандаи обҳои зеризаминӣ (дренажная скважина); шахтаи (ҳавоқаш) қашонандаи обҳои зеризаминӣ (аэрационная шахта); нақби №1; нақби №2; нақби №3; нақби №4.

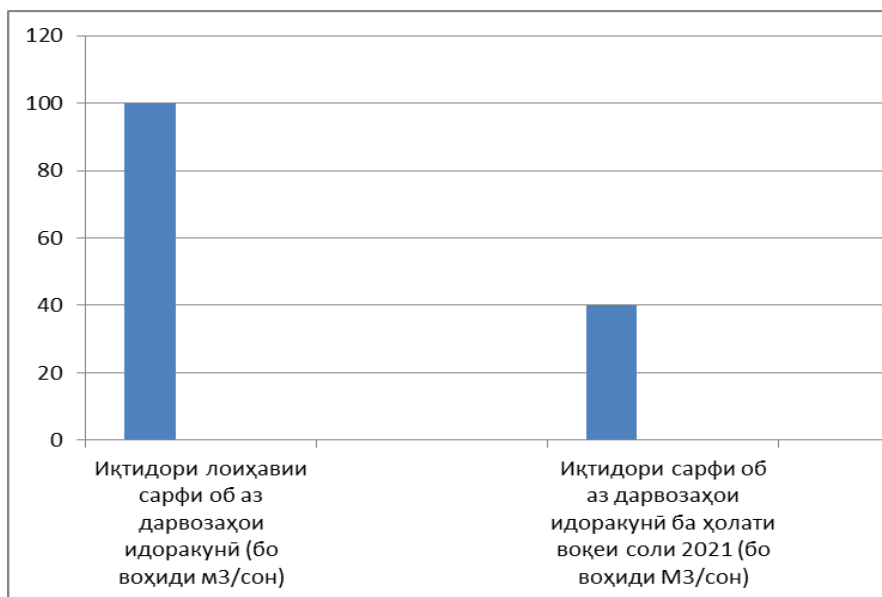
Назорат ва тафтиши қитъаи тайзиқӣ нақби истифодашаванда бо ҳимояи дарвозаи шиноқунанда.



Расми 1 - Сохтори таркиби қитъаи охири Нақби обёрии Данғара.

Аҳамияти нақби обёрии Данғара дар таъмини аҳолии ноҳия бо оби ошомиданӣ ва обёрии заминҳои водии Данғара ниҳоят калон аст. Бо мақсади расонидани оби нақб ба аҳоли ва таъмини заминҳо, лоиҳаҳои зиёд татбиқ ва дар ҷараёни амалишавӣ қарор доранд. Ба лоиҳагирӣ ва сохтмони каналҳои ВД-2, ВД-3 ва оғози қорҳои сохтмонӣ дар канали ВД-4 аз ҷумлаи онҳо мебошанд.

Аз рӯзи ба истифодадихии Нақби обёрии Данғара, ки дарозияш 13813 метр мебошад, зиёда аз 30 сол сипарӣ шудааст. Тайи солҳои дароз ин иншооти азими гидротехникӣ тамоми водии Данғараро бо оби нӯшокию полезӣ бе таннафус таъмин менамояд. Гарчанде иқтисори лоиҳавии он ба 100 м³/сон харҷи об пешбинӣ шуда бошад ҳам, мутаасифона имрӯз имконияти то 10-15 м³/сон обро дорад.



Расми 2 - Динамикаи муқоисавии сарфи об аз дарвозаҳои идоракунӣ Нақби асосӣ вобаста ба иқтисоди лоиҳавӣ ва ҳолати воқеӣ.

Баъди ташхиси чашмдид (визуалӣ) маълум гардид, ки нақбҳои ёрирасон дар чунин ҳолат қарор доранд:

1. Нақби №4. Нақби №4 нақби асосии ёридиҳандаи сохтмонӣ дар ҷараёни идома ва таъмири нақби обёрӣи Данғара ба ҳисоб рафта, пас аз пур гардидани обанбори Норақ то сатҳи 910 метр тамоми қорҳои сохтмонӣ ва таъмири тариқи ҳамин нақб иҷро карда мешавад. То ру ба ру бо нақби дастрасии №3 дарозии нақбидастрасии №4 -567 метрро ташкил медиҳад, ду гардиш дар лоиҳа бо радиуси қачхатаи 50 метрро дорад [4, с. 13]. Дар вақти истифодабарӣ нақби дастрасии №4 алоқаи нақби асосии гидротехниқиро бо берун таъмин менамояд.

Конструксияи руйпушкунӣ нақб аз бетони монолитии тамғаи 200 (В15) ба анҷом расонида шудааст. Ғафсии қабати руйпуши қисмати каф, деворҳо ва сакфи нақб 40 см бо навъҳои (ТИП) I ва II мебошад. Бо навъи III қорҳои руйпушкунӣ дар гардиш ва воридгоҳи нақб аз қабати оҳану бетони ғафсиаш 50 см анҷом дода шудааст.

Бинобар сабаби истифодаи дуру дароз портали даромадгоҳи нақб хароб гардида, инчунин воситаҳои равшанидиҳандаи он низ аз қор мондаанд. Дар нақб як адад дастгоҳи ҳавотозакунӣ ҷойгир карда шуда буд, ки он ҳам пурра аз қор мондааст. Деворҳо ва сакфи нақб, ки аз бетони тамғаи В15 сохта шуда буданд, қисман хароб гардида ба таъмири капиталӣ ниёз доранд.



Расми 3 - Ҳолати даромадгоҳи нақби №4.

2. Нақби №3 Нақби №3 барои иҷрои қорҳои сохтмонӣ, инчунин рафтуомад ба Толори дарвозаҳои қорӣ ва таъмири-садамавии хизмат менамояд, аммо зимни истифодабарӣ алоқа бо толорро нақби №4 таъмин мекунад.

Дарозии нақб 125 метр, паҳноӣ ва баландиаш 4.70 метр мебошад. Нишебии тулии нақб ба самти бинои қорӣ 0,1-ро ташкил медиҳад [4, с. 13]. Дар нақби №3 гузаргоҳе мавҷуд аст, ки нақбро бо шахтаи

азратасионӣ (ҳавокаш) мепайвандад. Корҳои руйпушқунии нақб аз бетони гидротехникии тамағи M200 бо сементи ба сульфатобовар анҷом дода шудааст. Дар корҳои руйпушқунии нақб ду навъи ғафсии қабати бетонӣ, бо ғафсии 30 см ва дар наздикии толори қорӣ бо ғафсии 50 см ба назар мерасад. Дар даромадгоҳи нақб дари оҳанфулӯзӣ насб гардидааст.

Тавре ки дар расмҳо аён аст, қисми зиёди бетони қисматҳои девор ва сақфи нақб пурра хароб гардидаанд. Сабабҳои асосии вайроншавии сатҳи бетон аз таъсири боду ҳаво, обҳои зерзаминии менералдор (намакҳои гуногун) ва муҳити агрессивии ҷинсҳои кӯҳӣ мебошанд.



Расми 4 - Вайроншавии сатҳи бетонҳо дар қисматҳои девор ва сақфи нақби №3.

3.Нақби № 2. Нақби № 2 барои сохтмони нақби гидротехникӣ то пур гардидани обанбори Норақ хизмат менамуд. Даромадгоҳи нақб дар сатҳи 877 м ҷойгир шудааст. Баъди пур гардидани обанбор дар нақб ПК0+14÷0+56,5 танбаи бетонӣ сохта шудааст. Дар ин ҳолат сохтмони нақби №4 ба сифати таъминкунандаи сохтмони нақб гидротехникӣ ба ҳисоб мерафт. Буриши нақби №2 баландии 5,6 м, паҳноии 7,8 м ва дарозии 346 м дорад. Корҳои руйпушқунии нақб аз бетони гидротехникии тамағи лоиҳавиаш 200 (B15) дар сементи ба сульфатобовар анҷом дода шудааст, ки ғафсии қабати руйпуш кардашуда бо девори баробар 50 см мебошад [4, с. 12].

Сатҳи бетони қаблан хобонидашудаи қисмати девор сақф ва кафи нақб пурра хароб гардида ба таъмири капиталӣ ниёз дорад.



Расми 5 - Ҳолати нақби №2 қисматҳои деворҳо, сақф ва каф.

4.Нақби №1. Нақби №1 барои анҷоми корҳо ва сохтани қисмати болоии толори корӣ ва таъмирӣ-садамавии дарвозаҳо пешбинӣ шудааст.

Дар сатҳи 870,3 м одатан бо девори рости толори корӣ ва таъмирӣ-садамави дарвозаҳо. Дарозии нақб 156,5 м, паҳноӣ 4,0 м, баландиаш 5,2 м мебошад. Қабати руйпуши нақби №1 аз бетони гидротехникии тамғаи 200 (В15) ғафсии қабати 30 см сохта шудааст [3, с. 12].

Дар оянда, нақби №1 метавонад барои анҷом додани чорабиниҳои иловагии заҳкаширо барои паст кардани суръати гидростатикии оби тайзикдор дар толори корӣ ва таъмирӣ-садамавии дарвозаҳо истифода шавад.



Расми 6 - Ҳолати кори нақби №1.



Расми 7 - Омилҳои асосии ба вайроншавӣ оварда расонидани нақбҳои гидротехникӣ ва иншооти обёрӣ.

Ташкил ва технологияи корҳои таъмирӣ ва муҳлати истифодабарии иншооти соҳаи обёрӣ дар асоси меъёрҳои ягона роҳандозӣ карда мешавад.

Ҷадвали 1 - Давраи тахминии корҳои таъмирӣ ва муҳлати истифодабарии иншооти соҳаи обёрӣ.

Номгуи иншоотҳои соҳаи обёрӣ	муҳлати истифодабарӣ	Таъмири тақрибии даврӣ (сол)	
		капиталӣ	ҷорӣ
Каналҳои магистрالي обёрӣ: замини руйпушнокарда; руйпушкунӣ сангӣ, бетонӣ ва оҳанубетонӣ	100	10	3
	100	10	3
Хатти обкашонии байниҳоҷагӣ: каналҳои заминӣ руйпушнокарда; каналҳои руйпушкардашудаи бетонӣ ва оҳанубетонӣ; аз новаҳои оҳанубетонӣ аз лулаҳои оҳанубетонӣ аз лулаҳои сангпахтагӣ (асбест) аз лулаҳои металлӣ	40	10	3
	50	6	3
	25	6	3
	50	6	3
	40	6	3
Иншооти гидротехникӣ дар каналҳо: нақбҳо, дарвозаҳои танзимкунанда, купрукҳо- обанборҳо, оббандҳои зиннадор, тезравҳо, оббандҳои рафакӣ, обпартоҳои сангӣ, бетонӣ, дарвозаҳои оҳанубетонӣ, бандҳои обченкунӣ ва таҷҳизотҳо	40	6	3
	10	2	1

Нақби обёрии Данғара барои хоҷагии ноҳияи Данғара аҳамияти бузурги иқтисодиро дорост. Зеро, маҳз ба воситаи нақби мазкур аҳолии ноҳия бо оби тозаи ошомиданӣ ва заминҳои кишоварзӣ бошанд бо об таъмин карда мешаванд. Бо назардошти истифодабарии бисёрсола ва пайваста, нақб ҳолати самаранокии худро гум кардааст. Зариби амали муфид зимни бо обтаъмингунӣ кам ба назар мерасад. Мутаасифона нақби ирригатсионии Данғара ҳоло бо иқтидори даҳ дар сади худ истифода бурда мешавад, ки сабаби асосии он пеш аз ҳама пайдо гардидани зарар ва харобиҳо дар китъаҳои гуногуни нақб, сатҳи

бетони қаблан хобонидашуда, фарсуда ва ба ҳолати корношоёми қарордоштаи таҷҳизоту механизмҳо мебошад. То имрӯз баъзан тадбирҳо дар баҳши таъмири қитъаҳои хароб гардида, асосан дар нақбҳои ёрирасон андешида шудаанд.

Дар натиҷаи таҳқиқоти мазкур ба мо муяссар гардид, ки қитъаҳои харобгардидаро дар нақбҳои №1, 2, 3-4-ро муайян намоем. Дар заминаи маълумотҳои ба дастоварда, ҳаҷми қорҳо, чорабиниҳои барои барқарорсозӣ ва таъмири сатҳи бетони қаблан хобонидашударо қисман бо маводҳои нави ҳозиразамон (аз қабилӣ пенетрон, скреп 500, пенетрит, полуретан) ва қисми дигараш, ки пурра қорношоём гаштааст қоркард ва таъмири капитали намуданро пешниҳод менамоем.

Боварии комил дорем, ки зимни татбиқи чорабиниҳои пешбинӣ гардида, дар доираи таҳқиқоти мавзӯи мазкур, нақбҳои ёрирасони ниқби ирригатсионии Данғара солҳои зиёд барои хоҷагии калони кишоварзии ноҳия хизмат намуда, дар пешрафти дигар соҳаҳои хоҷагии халқ нақши муассир хоҳад гузошт.

ХУЛОСАҲО

1. Ташхисно нишон додаанд, ки қисми зиёди бетони қисматҳои девор ва сақфи нақб пурра хароб гардидаанд. Сабабҳои асосии вайроншавии сатҳи бетон аз таъсири боду ҳаво, обҳои зеризаминии менералдор (намакҳои гуногун) ва муҳити агрессивии чинҳои кӯҳӣ мебошанд.

2. Бо назардошти истифодабарии бисёрсола ва пайваста, Нақби ирригатсионии Данғара ҳолати самараноки қорҳои худро гум кардааст. Зариби амали муфид зимни бо обтаъминкунӣ кам ба назар мерасад. Мутаасифона нақб ҳоло бо иқтидори даҳ дар сади худ истифода бурда мешавад, ки сабаби асосии он пеш аз ҳама пайдо гардидани зарар ва харобиҳои дар қитъаҳои гуногуни нақб, сатҳи бетони қаблан хобонидашуда, фарсуда ва ба ҳолати қорношоёми қарор доштаи таҷҳизоту механизмҳо мебошад.

3. Дар натиҷаи таҳқиқоти мазкур муяссар гардид, ки қитъаҳои харобгардидаро дар нақбҳои ёрирасон муайян карда шаванд. Дар заминаи маълумотҳои ба дастоварда, ҳаҷми қорҳо, чорабиниҳои барои барқарорсозӣ ва таъмири сатҳи бетони қаблан хобонидашударо қисман бо маводҳои нави ҳозиразамон (аз қабилӣ пенетрон, скреп 500, пенетрит, полуретан) ва қисми дигараш, ки пурра қорношоём гаштааст қоркард ва таъмири капитали намуданро пешниҳод менамоем.

Адабиёт

1. Васильев Н.В. Технология и организация гидротехнических работ ч.1 вып. 1 Земляные и скальные работы в гидротехническом строительстве. М. Университет дружбы народов и м. П. Лумумбы – 1973.
6. “Гидротехнические сооружения” часть 1.2. Л.Н. Рассказов, В.Г. Орехов., Москва «АСВ» 2008 г.
7. Дангаринский гидротехнический туннель. Инструкция по эксплуатации №501-4-2101. Москва. 1988 г.
8. Единые нормы и расценки (ЕНиР) на строительные и ремонтные работы. Сборник 2, вып.1. Механизированные и ручные земляные работы. М., Стройиздат 1975.
9. Иванов Е.С. Организация и производство гидротехнических работ. М. Агропромиздат 1985г.
10. Конструкцияҳои иншоотҳои гидротехникии зеризаминӣ. В.М.Мостякова. Москва “ВШ” 1988 г.
11. Маҷмӯаи №1. “Қорҳои заминӣ”. Кумитаи меъморӣ ва сохтмони назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон. МҚШ81-01-2007. Душанбе 2015 с.
12. Меъёрҳои унсурҳои харҷномавии Х.Т. 2007 қисми 1 қорҳои заминӣ.
13. Производство гидротехнических работ. Под. Редакц. Эристов В.С. М. Стройиздат 1970
14. Рочовский Т.Т. Организация и производство гидротехнических работ. Киев. Высшая школа 1982.
15. Справочник по сметному делу в строительстве. Т.Н. М.: Стройиздат, 1977,-351с.
16. Технический отчет ЗД 0327 по теме: Гидравлические исследования самовсплывающего ремонтного затвора, работающего при наполнении туннеля в условиях ограниченного отвода воздуха. Заказ 236 ЦДИ г.Запорожье. 1990 г.
17. Ҷура Бобоев., Нақби Данғара. Дангаринский туннель., ш.Душанбе., “Шарқи озод” с.2014.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-INFORMATION ABOUT AUTHOR

RU	TJ	EN
Тоирзода Сухроб Тоир	Тоирзода Суъроб Тоир	Toirzoda Suhrob Toir
докторант PhD	докторанти PhD	doctoral student or PhD
Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ	Институту масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ	Institute of water problems, hydropower and ecology
(+992) 905-77-33-10. E-mail: avliyoqulov97@mail.ru		

УДК 728.03 (575.2)

ТУРИСТКО – РЕКРЕАЦИОННОЕ ЗОНИРОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

Рахмонов С.С., Мукимова С.Р., Шокиров Р.М.

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В статье рассмотрены основные направления развития архитектуры объектов отдыха и туризма. Также в ней разработаны конкретные предложения по привлечению в зоны отдыха Республики Таджикистан отечественных и иностранных туристов.

Отмечаются основы территориально–планировочной единицы в сфере рекреации микрорайонирования и зонирования территорий зон отдыха по лечебно–профилактическим признакам в рекреационных районах, курортных комплексах, турбазах, дачных массивах и т.д. В этом направлении проводится мера для создания специально-правовых норм по отношению к предприятиям и организациям, оказывавшим услуги.

Ключевые слова: рекреационная зона, объекты отдыха и туризма, функциональное зонирование, инфраструктура, интеграция, оздоровительный комплекс.

МИНТАҚАҶОИ САӢӢ-ФАРОҶАТИ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Рахмонов С.С., Мукимова С.Р., Шокиров Р.М.

Дар мақола самтҳои асосии рушди меъмории объектҳои фароғатӣ ва сайёҳӣ баррасӣ карда шудааст. Инчунин дар мақола оид ба ҷалби сайёҳони дохилию хориҷӣ ба минтақаҳои истироҳати Ҷумҳурии Тоҷикистон пешниҳодҳои мушаххас таҳия гардидааст.

Асосҳои воҳиди банақшагирии ҳудудӣ дар соҳаи ноҳияҳои ҳурди фароғатӣ ва минтақабандии ҳудуди минтақаҳои истироҳатӣ аз рӯи хусусиятҳои пешгирии нишондиҳандаҳои табобатӣ дар ноҳияҳои фароғатӣ, маҷмааҳои курортӣ, базаҳои саёҳӣ, бустонсаройҳои тобистона ва ғайра қайд карда шудаанд. Дар ин самт тадбирҳои барои ба вучуд овардани меъёрҳои махсуси ҳуқуқӣ нисбат ба муносибати корхонаҳо ва ташкилотҳо, ки хизмат мерасонанд, пешбинӣ мешаванд.

Калидвожаҳо: минтақаи фароғатӣ, объектҳои фароғатӣ ва сайёҳӣ, минтақаҳои функционалӣ, инфрасохтор, ҳамгирӣ, маҷмааҳои тандурустӣ.

TOURIST-RECREATIONAL ZONING IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

Rakhmonov S.S., Mukimova S.R., Shokirov R.M.

The article attempts to study the main directions of development of the architecture of recreation and tourism facilities, and he also developed specific proposals for attracting domestic and foreign tourists to the recreation areas of the Republic of Tajikistan.

The article also notes the basics of a territorial-planning unit in the field of recreation, micro-zoning and zoning of territories of recreation areas according to therapeutic and preventive features in recreational areas, resort complexes, camp sites, summer cottages, etc. In this direction, he provides a measure to create special legal norms in relation to enterprises and organizations that provide services.

Key words: recreational area, recreation and tourism facilities, functional zoning, infrastructure, integration, health complex.

Введение

Всем известно, что 2018 г. и 2019-2021 гг. в Республике Таджикистан были объявлены Годом развития села, туризма и народных ремесел. Основатель мира и Национального единства - Лидер нации, Президент Республики Таджикистан уважаемый Эмомали Рахмон на очередном ежегодном Послании Парламенту 26 декабря 2019г. подчеркнул роль развития туризма в процветании нашей республики. В частности, он отметил, что уже в первом году объявления “Годов развития села, туризма и народных ремесел” наблюдаются продвижение и процветание в сельской местности страны, что способствует развитию туризма и народных ремесел.

Несмотря на такие достижения, нам необходимо ещё больше ускорить процесс совершенствования и созидания, устранить существующие препятствия и принимать самые необходимые и конкретные меры развития села, туризма и народных ремесел. На сегодняшний день в стране функционируют более 200 туристических компаний и осуществляются 15 проектов в инфраструктуре по туризму с предусмотренными льготами. За 9 месяцев 2019 года нашу страну посетили более миллиона туристов, что на 20% больше по сравнению с 2018 годом.

Комитету по развитию туризма Республики Таджикистан в целях дальнейшего использования исторических рекреационных, альпинистских, лечебных и экологических зон Таджикистана необходимо будет использовать опыт развитых стран в этой сфере, чтобы привлечь иностранных туристов с конкретными рекомендациями [1].

Цель работы:

- анализ и изучение основных направлений развития архитектуры объектов отдыха и туризма;
- разработка рекомендаций по привлечению в зоны отдыха Республики Таджикистан отечественных и иностранных туристов.

Методология и методы проведения работы

В научном исследовании применен комплексный метод изучения архитектуры объектов туризма и учреждений отдыха.

Теоретической и методологической основой настоящего исследования является комплексный анализ объёмно-пространственной структуры, архитектурно-планировочных решений, функциональной организации и средств архитектурно-художественной выразительности объектов отдыха и туризма.

Общие принципы

Рекреационные зоны представляют собой особые загородные места, к примеру, Варзобское ущелье, где люди могут восстановить своё здоровье, улучшить самочувствие, нервную систему после длительной трудовой деятельности. Как выясняется, туристско-рекреационное зонирование напрямую связано с рекреационными зонами, где люди могут использовать рекреационные возможности и обеспечить задачи по сохранению привлекательности, что соответствует природоохранному законодательству.

Итак, очень важно не только изучение развития архитектуры объектов отдыха и туризма, но и использование передового опыта развитых стран в этой сфере, чтобы сформулировать конкретные рекомендации для привлечения отечественных и зарубежных туристов. То есть, когда была поднята проблема, связанная с развитием туризма и отдыха в Таджикистане, появился огромный интерес к этой сфере. Данная проблема является новой и малоизученной для архитектуры как науки в нашей стране. Исходя из этого, мы намерены тщательно изучить результаты туристического и рекреационного зонирования.

Функциональной зоной называется деление рекреации на небольшие подзоны и микрзоны, имеющие основные функции.

В территориальном планировании основного блока на единый объект, единицу микрорайона, который состоит из экономических и технических элементов системы, в том числе из элементов системы досуга. Зонирование основано на принципах целостности, а районирование – на распределении областей на основании сходных характеристик, например, по лечебно-профилактическим и познавательным признакам. В этом состоит разница между зонированием и районированием. Названные зоны весьма уникальные, а вот туристско-рекреационные зоны могут повторяться [2. с. 53-58]

Выбранные области иногда могут быть разделены на подобласти. К примеру, часто приходится разделять области, которые проникаются и перекрываются. Несмотря на это, их характер в основном зависит от того, какой вид отдыха является более активным – ежедневный, еженедельный или отпуск. Реже в наиболее относительно “молодой”, новой зоне отдыха санатории, кемпинги, дачи располагаются в свободной окружающей среде, отдельно от селений. [2. с. 53 – 58]

Существует шесть вариантов территорий, предназначенных для рекреационной зоны и туризма.

1. Территории, где применяется высокий уровень ресурсов (Европа и Северная Америка). В них развитая материально-техническая база для туризма и развлечений. В Японии, России, Латинской Америке, Австралии и Новой Зеландии имеются минимальные диапазоны, характерными особенностями которых являются соблазнительные услуги и большое количество посетителей.

2. Наиболее обеспеченные регионы, где численность населения невысока. Здесь ресурсы используются умеренно и низко, и имеется хорошая материально-техническая база, объекты и услуги, необходимые туристам. В регионах, где имеются комфортная сеть дорог и транспортные услуги, легко получить доступ к привлекательным объектам. Это, в основном, страны с изобилием нефти, как Оман.

3. Районы, где высок уровень использования ресурсов, а уровень безопасности низок, также имеются жилые и другие объекты инфраструктуры. Это в основном не очень богатые страны, и в них небольшой наплыв иностранных туристов.

4. Регионы, где уровень использования ресурсов очень низок, инфраструктура в них недостаточно развита, плотность населения низка, доступ местного населения к объектам инфраструктуры ограничена. Вследствие чего организованный иностранный туризм превосходит в этих районах (посещение достопримечательностей, экспедиции, охота, походы и т.д.). К нему относится ранний этап туризма (Африка и некоторые азиатские страны).

5. Территории с небольшими природными ресурсами для развития туризма; в таких местах небольшие потребности в жилье и инфраструктуре. К ним относятся пустыни, тундра, лесные массивы. Это наименее развитые страны с обширной территорией.

6. В странах, где постоянно идёт вооружённый конфликт и происходят гражданские беспорядки, индустрия туризма остаётся неразвитой. За последние десятилетия такие страны испытали на себе много неблагоприятных последствий. В эту категорию входят Афганистан, Ирак, Сирия и некоторые африканские страны, где рекреационная деятельность связана с военными операциями. [4].



Рисунок 1 - Памирский пейзаж. Природный потенциал Таджикистана

В Таджикистане возможны различные варианты зонирования отдыха (рис. 3). Президентом Республики Таджикистан Эмомали Рахмоном 25 марта 2011 года (№ 700) был подписан закон “О свободных экономических зонах”. В настоящем документе введено понятие “свободная экономическая зона” как отдельная (ограниченная) часть территории Республики Таджикистан с чётко обозначенными пределами. В таких зонах создаются благоприятные экономические условия и разрабатываются специальные правовые нормы для предпринимателей и осуществления инвестиционной деятельности. На территории свободной экономической зоны предприятия и организации предоставляют свои услуги населению, в том числе услуги общественного питания, туризма и оздоровления.

1 марта 2018 года за №20 Правительством Республики Таджикистан была принята Программа по развитию туризма в Республики Таджикистан на 2018 – 2022 гг., разработанная в целях создания благоприятных условий для реализации государственной политики в сфере туризма, повышения конкурентоспособности туристического рынка страны в регионе, в ближних и дальних зарубежных странах. Настоящая программа определяет основные направления, приоритеты, задачи и механизмы реализации политики страны в сфере туризма на среднесрочный период. При составлении указанного документа был учтён и всесторонне изучен опыт реализации программы развития туризма на период 2015 – 2017 гг., также были анализированы особенности текущего внутреннего и международного туризма и новейшие тенденции в глобализации и региональной интеграции.

Анкетный опрос показал, что на рассматриваемой территории отдыхают 86% опрошенных, что подтверждает актуальность проводимого исследования. Также опрос выявил, что для Республики Таджикистан характерен высокий процент отдыхающих кратковременно (35% опрошенных посещают ежемесячно, 31% еженедельно и 4% ежедневно). Во время отпуска посещают 30% анкетированных. Большинство опрошенных (71%) не удовлетворены состоянием существующих рекреационных объектов и организацией отдыха и туризма в Таджикистане. На вопрос о том, что именно требует улучшения в системе туристского и рекреационного обслуживания, ответы распределились следующим образом рисунок 2.

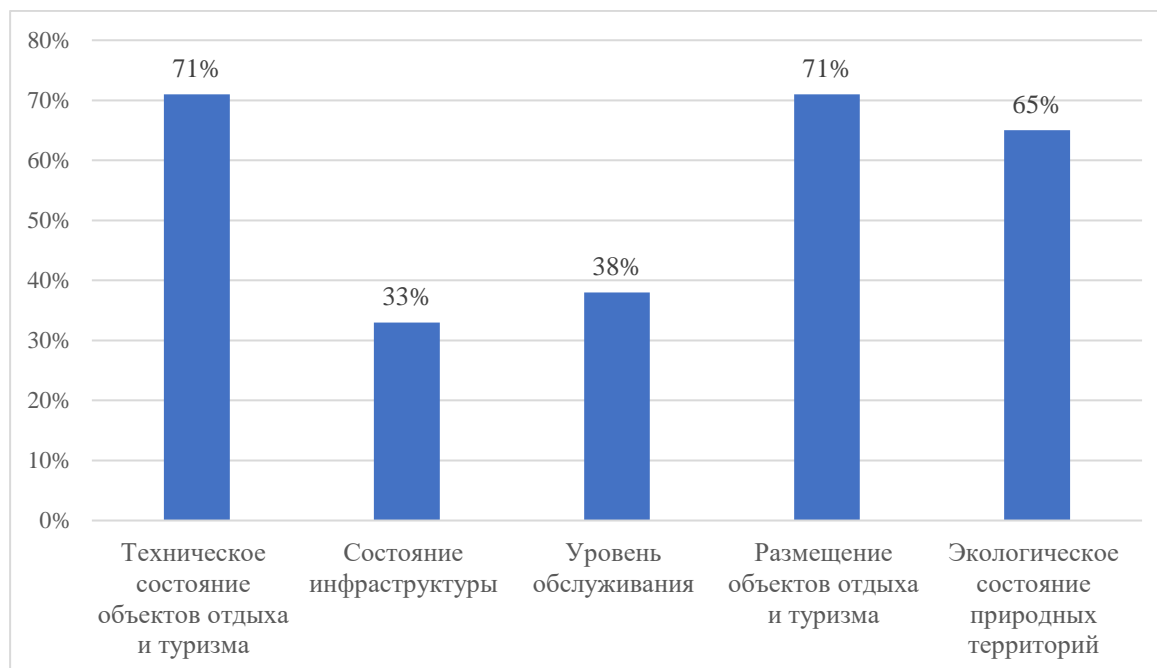


Рисунок 2 - Улучшение в системе туристского и рекреационного обслуживания.



Рисунок 3 - Оздоровительно-лечебный потенциал: санаторий «Ходжа Оби Гарм» в Варзобском ущелье, Фото 2017 года.

Государственная поддержка развития туризма в рамках программы состоит из нижеследующего:

- реально и всесторонне применять все возможности для формирования туристической инфраструктуры;
- совершенствовать качество сервиса;
- поддержать внутренний и международный туризм и привлечь инвестиции в этой сфере;
- координировать действия соответствующих органов и структур;
- разрабатывать новые туристические программы и их маршруты;
- подготовить высококвалифицированных специалистов и проводить курсы для сотрудников сферы туризма и др.

Итак, на примере опыта Российской Федерации приведена информация по зонированию в сфере туризма и рекреации. В связи с зонированием Правительством Республики Таджикистан также предприняты меры по созданию специального правового документа для компаний и организаций, предоставляющих такие услуги, как общественное питание, туризм, медицинские услуги. За год развития села, туризма и ремёсел (2019-2021) Республика Таджикистан стала одной из привлекательных туристических стран для отечественных и иностранных туристов.

Таблица 1 - Рекомендации по использованию различных типов объектов отдыха и туризма на территории туристско-рекреационного потенциала (историко-культурных зон) Республики Таджикистан

№	Типы рекреационного объекта	Вместимость (человек)	Туристско-рекреационная зона			Сезонность		Транспортная доступность от урбанизированных узлов (городов и ПГТ)		
			«Поля дарёбод»	«Дарёбод»(пойма)	«Резишгохи дарё» (дельта)	Круглогодичный	Сезонный	0,5 часов	1,5 часа	Более 3-х часов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Турбаза (тип А)	100-150	©		С	+		+		
2	Турбаза (тип Б)	20-40		*			+	+	+	
3	Рекреационный комплекс	150-250	©		*	+			+	
4	Историко-туристический центр	75-130	С		С	+			+	+
5	Спортивный центр	80-120	С		С	+	+	+	+	
6	Мотель	10-20		С	*	+				+
7	Санаторий	50-100	©		©	+		+	+	
8	Многофункциональный фестивально-рекреационный комплекс	150-400	С		*		+		+	+
9	Центр рыболовства	20-130			©	+	+		+	
10	База рыбаков	10-15	*	С		+	+	+		
11	Мини-гостиница	5-20		С			+		+	+
12	Смотровые объекты	1-50	*	С	С	+	+	+	+	+
13	Домики охотников и рыболовов	1-5		*		+				+
14	Туристический приют	1-10		*		+				+
15	Детский лагерь	50-100	©		*		+	+		
16	Молодежный лагерь	150-250	С		*		+	+	+	
17	Оздоровительный центр	40-75	*		*	+	+		+	+
18	Специальные и адаптированные объекты	30-50	*	*	*	+	+	+		
19	Индивидуальный дом-ковчег	1-5		*			+		+	+
20	Мобильная лаборатория	5-10		©			+	+	+	+
21	Плавучий отель	20-40		©	С		+	+	+	+
22	Пансионат	50-80	©		С	+	+	+	+	
23	Центр научного туризма	10-30		©	С	+			+	+
24	Опорный центр плавучих гостиниц	30-75					+	+		
25	Мобильный рекреационный объект	1-3	*	©	С		+	+	+	

Обозначения: ©- доминирующий тип объекта; С – дополняющий тип; * - сопутствующий

Выводы

В заключении важно отметить, что для активного развития туристских ресурсов Республики Таджикистан необходимо произвести подробную паспортизацию районов перспективного развития туризма. На основании полученных данных можно будет готовить предложения по временному ограничению, запрещению и использованию туристских ресурсов конкретного региона без ограничений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет-ресурс: www.president.tj
2. Дунец, А.Н. География туризма России: учебное пособие /А.Н. Дунец; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2007. – 280 с.
3. Мукимова, С.Р., Рахмонов, С.С. Развитие архитектуры объектов отдыха и туризма в Республике Таджикистан. Монография / Под редакцией проф. Р.С. Мукимова. – Душанбе: ОО «ICOMOS в РТ», 2019. – 289 с., ил.
4. Романов, А.А. География туризма /А.А. Романов и др. - М.: Советский спорт, 2002. - 464 с.
5. Resources and environment: Wold atlas. - Vienna, 1998.

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

RU	TJ	EN
Рахмонов Саъди Сухробович	Рахмонов Саъди Сухробович	Rakhmonov Sady Sukhrovovich
Соискатель	Унвончӯ	Applicant
ТТУ имени академика М.С. Осими	ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	TTU named after Academician M.S. Osimi
RU	TJ	EN
Мукимова Сайёра Рустамовна	Мукимова Сайёра Рустамовна	Mukimova Sayyora Rustamovna
Д. архитектуры	Д. меъмори	D. architecture
ТТУ имени академика М.С. Осими	ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	TTU named after Academician M.S. Osimi
RU	TJ	EN
Шокиров Раджабали Махмадалиевич	Шокиров Рачабали Махмадалиевич	Shokirov Rajabali Mahmadalievich
Доктор PhD	Доктори PhD	Doctor PhD
ТТУ имени академика М.С. Осими	ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	TTU named after Academician M.S. Osimi

УДК: 625.765.089

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ГРАНУЛЯТ СТАРОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

Сайрахмонов Р.Х., Шарифов Ф.А., Шарифов А.Ш.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В работе приведены результаты лабораторных исследований улучшения физико-механических характеристик асфальтового бетона, содержащего гранулят старого асфальтового бетона. Применение добавки местного производства в комплексе в состав исходных АБС значительно улучшает их физико-механические показатели.

Ключевые слова: асфальт, показатель, качество, бетон, старый асфальт.

WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF ASPHALT CONCRETE MIXTURES CONTAINING GRANULATES OF OLD ASPHALT CONCRETE

R.H. Sairakhmonov, F.A. Sharifov, A.Sh. Sharifov

The paper presents the results of a laboratory study to improve the physical and mechanical characteristics of asphalt concrete containing granules of old asphalt concrete. The use of locally produced additives in the complex in the composition of the original ABS significantly improves their physical and mechanical properties.

Key words: asphalt, indicator, qualities, concrete, old asphalt.

РОҶҲОИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ СИФАТИ ОМЕХТАИ АСФАЛТОБЕТОНҲОЕ, КИ ГРАНУЛЯТИ АСФАЛТОБЕТОНҲОИ КУҲНА ДОРАНД

Р.Ҳ.Сайрахмонов, Ф.А.Шарифов, А.Ш.Шарифов

Дар кори мазкур натиҷаи тадқиқотҳои озмоишӣ оиди беҳтар намудани хосиятҳои физикӣ-механикии асфалтобетонҳое, ки грануляти асфалтобетонҳои кӯҳнаро доранд оварда шудааст. Истифодаи иловагӣҳои истеҳсоли маҳаллӣ дар таркиби асфалтобетонҳое, ки грануляти асфалтобетонҳои кӯҳна доранд, хосиятҳои физикӣ-механикии онҳоро беҳтар менамоянд.

Вожаҳои калидӣ: асфалт, нишондиҳанда, сифат, бетон, асфалти кӯҳна.

Введение

В настоящее время количество старого асфальтобетона, принимаемого для повторного использования, растет из года в год. Именно в нашей республике это вызвано большими работами по реконструкции автомобильных дорог в городах и других дорог различного назначения. По оценкам специалистов ежегодно накапливается больше нескольких тысяч тонн старого асфальтобетона, пригодного для переработки. В данное время по мере разрушения асфальтобетонного покрытия заменяют изношенный слой новым или укладывают сверху еще слой асфальтобетона. Материал покрытий повторно не используется. Однако известно, что асфальтобетон, а главное битум в нем, возобновляем. Обработавший положенный срок материал можно специальным способом повторно использовать. Поиск наиболее практических способов ремонта асфальтобетонных покрытий предопределяет внимательное отношение к проблеме повторного использования старого асфальтобетона.

В настоящее время в зависимости от вида повреждений дорожных покрытий в основном используются различные способы регенерации или повторного использования асфальтобетона [1-2]:

- на ремонтируемом участке автомобильной дороги предварительное нагревание слоев старых асфальтобетонных покрытий, их разрыхление на определении глубины, добавление новых каменных материалов и битума (или готовой смеси), разравнивание и уплотнение. Битумный вяжущий может быть выведен в виде эмульсии, и для восстановления свойства со стареющего битума допускается к нему добавление добавки из различных побочных и вторичных продуктов производства.

- демонтаж старого асфальтобетона, дробление до размеров не крупнее 50 мм, загрузка в смеситель принудительного действия с одновременным добавлением новых каменных материалов и вяжущего, доставка полученной асфальтобетонной смеси к месту восстановительных работ, ее укладка и уплотнение.

- снятие старого асфальтобетона, перевозка на строительство другой автомобильной дороги для устройства нижних слоев дорожной одежды и применение в качестве горячих или холодных смесей с добавлением новых материалов или без них;

- снятие старого асфальтобетона и переработка его на месте в специальной установке с добавлением определенной по массе свежей асфальтобетонной смеси, укладка и уплотнение.

Повторное использование старого асфальтобетона позволяет существенно сократить расход вяжущего при производстве ремонтно-восстановительных работ. Для расчета состава асфальтобетона, получаемого из старого материала с добавлением нового битума и минеральных составляющих, необходимо определить гранулометрический состав и плотность минерального остова старого асфальтобетона после экстрагирования из него битума, вязкости или температуры размягчения и глубины

проникания выделенного битума, и его количественное содержание. Затем рассчитывают необходимое количество вновь добавляемых минеральных составляющих и битума, его вязкость. Для восстановления свойств битума необходима его пластификация путем добавления менее вязкого битума, гудрона или высоко ароматизированных тяжелых нефтяных фракций [3-5].

В июле 2021 года в рамках выполнения Проекта Президентского Фонда фундаментальных исследований сотрудники кафедры «Строительство дороги, сооружения и транспортные коммуникации» ТТУ им. М.С. Осими совершили рабочую поездку в г. Худжанд. На базе дорожного эксплуатационного участка «ДЭУ» был проведен совместный технический семинар по вопросу поиска новых экономически эффективных, наиболее инновационных и практических способов строительства и ремонта дорожных покрытий. В рамках семинара были подробно рассмотрены проблемы: учет износа дорожных покрытий при эксплуатации, повторном использовании старого асфальтобетона и пути повышения его качества. Кроме этого, нами было осмотрено асфальтобетонные заводы и некоторые строительные организации, где в их складских помещениях образовалось огромное количество старых асфальтовых бетонов. Для анализа и эксперимента нами было выбрано несколько кг образцов из образовавшего старого асфальтобетона. Лабораторные результаты испытаний получаемых смесей показали, что старый асфальтобетон содержит ценные каменные и вяжущие материалы. Однако имеющиеся технологические и производственные возможности недостаточны для получения смесей с достаточными показателями.

В последнее десятилетие в развитых странах развивались работы вторичного использования материала старых асфальтобетонных покрытий при их восстановлении непосредственно на дороге или гранулята старого асфальтобетона (АГ) в смесях асфальтовых бетонов. На этой основе рождались нормативные документы, основанные на многолетнем опыте. В этом аспекте ими активно изучаются технологии использования АГ в АБС, строятся опытные участки, ведется их мониторинг. Основываясь на зарубежный опыт и практику применения АГ в АБС, в статье хотим привести некоторые ключевые моменты, без выполнения которых данная технология бессмысленна. В настоящее время в республиках СНГ, особенно в России, основным документом, регламентирующим строительные-технические характеристики АГ, является ГОСТ Р 55052-2012 [5], в котором определяется требование к этой продукции при использовании в состав АБС. Известно, что АГ получается в результате холодного фрезерования или демонтажа старого асфальтобетона с помощью ударно-отбойного инструмента. Обычно в практике после холодного фрезерования получают гранулят, готовый к использованию в состав АБС, при демонтаже дорожное покрытие с помощью ударно-отбойного инструмента асфальтобетон поступает в виде разных кусков. Обычно поступающие куски в виде кусков разного размера перед использованием дополнительно перерабатывают и делят их по фракциям.

По классификации ГОСТ Р 55052-2012 «Гранулят старого асфальтобетона». Технические условия» определяют требования к материалам старого асфальтобетона, учитывающие в основном крупность, агрегатное состояние и содержание нежелательных примесей. Очевидно, что на АБЗ с разных объектов может поступать продукт одного класса, но с разными характеристиками компонентов, где при поступлении АГ на АБЗ с разных объектов необходимо отдельно складировать АГ по классам. Поэтому для использования зарубежных технологий, в частности стран России или Германии обязательно надо построить дополнительные складские помещения. Целью данной статьи является исследование физико-механических свойств АБС, содержащих грануляты старого асфальтобетона с восстанавливающими добавок. Опираясь на требования к материалам старого асфальтового бетона ГОСТ Р 55052-2022, для установления максимально возможного добавления АГ в АБС проводили поэтапное исследование состава АГ. Первый этап нашего исследования посвящен, с какого слоя дорожной одежды поступила АГ. Второе определения однородности АГ.

Экспериментальная часть

Для исследования использовали следующие материалы:

Исходный битум марки БНД60/90, битум после искусственного термотестирования, битум, извлеченный из старого асфальтобетона.

В качестве восстанавливающих добавок: -госсиоловая смола (ГС), моноэтаноламин (МЭА) и (ДШФМН) -добитумная широкая фракция местной нефти Республики Таджикистан.

Для выполнения первого и второго этапа работы из партии АГ отбирали по пять проб и их оценивали по следующим параметрам. 1) Определение содержания битума. 2) С какого слоя покрытия поступила АГ. 3) Показатели свойства вяжущего. 4) Содержание минеральных зерен в АГ в % от минеральной части: - более 2мм; - от 0,063 до 2мм; - менее 0,063мм. Результаты исследования показали, что общий допуск по параметрам гранулят АГ соответствует требованиям, проведенным в работе авторов [5] (см. табл.1, 2 и 3).

Таблица 1 - Состав битума, извлечённого из старого асфальтобетона

Срок службы покрытия	Исследуемый слой покрытия	Количество битума в а/б, %	Содержание компонентов битума, %			Коэффициент дисперсности	Коэффициент структурного типа
			Асфальтены	Смолы	Масла		
	на глубине до 5 см	1,05	42,3	24,6	33,1	1,13	1,29

Таблица 2 - Показатели физико-механических свойств извлечённого битума

Срок службы покрытия, год	Исследуемый слой покрытия	Пенетрация, 0,1 мм		Растяжимость, см при 25 °С	Температура размягчения, °С	Температура хрупкости, °С
		при 25 °С	при 0°С			
6	на глубине 3,0-5 см	28	8	15	62	-12

Данные табл.1 и 2 показывают, что битум, извлеченный из АГ, имеет незначительные показатели свойства, которое не соответствует техническим требованиям.

Искусственное старение исходного нефтяного битума изучали в интервале технологических и эксплуатационных температур при 160°С, соответствующих технологическим параметрам подготовки битума при приготовлении асфальтобетонных смесей. Были изучены основные показатели битума: границы реологических состояний, температура размягчения, температура хрупкости, растяжимости в сочетании с исследованиями изменения структурного состава, дающего информацию о структурных превращениях вяжущего. Результаты исследования приведены в табл. 3.

Таблица 3 - Изменение физико-механических свойств искусственного состаренного битума

Температура °С	Битум БНД 60/90	Пенетрация, 0,1 мм		Растяжимость, см при 25 °С	Температура размягчения, °С	Температура хрупкости, °С
		при 25 °С	при 0°С			
160	После термтестирования	42	8	38	55	-13
-	Исходный	67	31	80	49	-18

Используя данные работы авторов [6-9], добавки антиоксидантов могли быть полезными для пластификации и омолаживания исследуемого извлечённого и искусственно состаренного битума. Авторы [6-11] экспериментально доказали, что комплексные добавки на основе гудрона растительных масел являются эффектом улучшения структурных, физико-механических и химических получаемых материалов. С этой целью, используя методики авторов [5-7] из предыдущих работ [6-11], нами были изучены основные характеристики местных материалов на их основе, создавая комплексную добавку для восстановления, реологии битума, извлечённого из гранулята старого асфальтного бетона (см. табл.4,5,6.).

Таблица 4 - Показатели исходного битума с добавкой

Наименование показателей	Исходный битум БНД 60/90	Битум с комплексной добавкой, %				
		2	4	6	10	12
Глубина проникания иглы, 0,1мм при 25 %	67	69	79	81	94	108
Температура размягчения, °С	49	50	52	51	48	47
Растяжение при 25 °С	80	80	76	70	58	56

Таблица 5 - Показатели искусственного состаренного исходного битума с добавкой

Наименование показателей	Битум после термо-ния при 160°С	Битум с комплексной добавкой, %				
		2	4	6	10	12
Глубина проникания иглы, 0,1мм при 25 %	31	68	69	71	74	78
Температура размягчения, °С	62,0	50	50	49	48	47
Растяжение при 25 °С	16	21	30	49	69	66

Таблица 6 - Показатели битума, извлеченного из АГ с комплексной добавкой

Наименование показателей	Битум, извлеченный из АГ	Битум с комплексной добавкой, %				
		2	4	6	10	12
Глубина проникания иглы, 0,1мм при 25 %	29	33	41	47	74	78
Температура размягчения, °С	63	61	59	56	48	47
Растяжение при 25 °С	14	16	20	24	68	56

Исследование влияния комплексной добавки на основе ГС (ГС+МЭА+ДШФМН) в лабораторных условиях на физико-механические свойства асфальтобетонных образцов типа Б, содержащего АГ, складывалось из определения стандартных характеристик.

Для этого была приготовлена серия составов смеси с разным количеством АГ с добавками и без них. Количество добавок было выбрано, исходя из рекомендации предыдущих работ [3-8] (см. табл. 5 и 6.).

№1-АБС без добавок; №2-АБС с 30%АГ; №3-АБС с 40%АГ; №4-АБС с 30%АГ+12%добавок; №5-АБСс40%АГ+10%добавок; №6-АБС с 50%АГ+10%добавок.

Полученные данные приведены в таблице 7.

Таблица 7. - Показатели свойства асфальтобетона типа Б, содержащего АГ

№ п/п	Наименование показателей	Значения показателей					
		№1	№2	№3	№4	№5	№6
1	Средняя плотность, г/см ³	2,38	2,39	2,4	2,42	2,43	2,44
2	Водонасыщение, в % по объему	2,75	2,84	2,86	2,76	2,81	2,80
3	Предел прочности при сжатии, МПа при температуре; 20°С 50°С 0°С	4,20	4,75	4,97	4,01	4,16	4,41
		1,30	1,43	1,48	1,36	1,46	1,61
		8,6	9,8	10,4	8,8	8,5	8,9
4	Водостойкость	0,93	0,91	0,90	0,93	0,92	0,91
5	Водостойкость при длительном водонасыщении	0,91	0,83	0,79	0,90	0,89	0,87
6	Коэффициент теплоустойчивости (R ₂₀ / R ₅₀)	0,31	0,30	0,30	0,34	0,35	0,36
7	Коэффициент внутреннего трения	0,85	0,81	0,77	0,85	0,84	0,83
8	Сцепления при сдвиге, МПа	0,38	0,42	0,48	0,36	0,36	0,38
9	Трещиностойкость - прочность на растяжение при расколе при 0°С, МПа	4,25	5,27	5,44	4,31	4,33	4,41

Анализ данных табл.7 показывает, что при введении гранулята старого асфальтобетона в состав АБ смеси приводит к увеличению прочностных свойств, уменьшению показателей водостойкости, сдвигоустойчивости исследуемых смесей видно, что при добавлении АГ в АБС изменяются некоторые показатели исследуемых образцов, где подтверждается факт повышения жесткости смесей. Особенно показатель длительной водостойкости образцов составов с АГ не соответствует требованиям ГОСТ 9128-2009.

Представленные результаты испытаний составов асфальтобетонной смеси с АГ и различного количества комплексной добавки (№4, №5 и №6 см табл.7) показывают, что введение добавки в комплексе до 12% приводят к изменению показателей в сравнении с составами без добавок. Однако показатели прочности особо не значительно изменяют стандартные свойства АБС №1 без добавок.

Выводы

Как известно, сложные эфиры и соли аминов соединения препятствуют распаду перекисей на свободные радикалы и, следовательно, развитию окислительных цепей. Они ускоряют процесс и окислительной полимеризации, и конденсации, вследствие которых накапливаются смолообразные вещества.

Проведенное исследование доказало, что при понимании процессов, происходящих в битуме, регулярно занимаясь анализом, подтверждает факт жёсткости смесей с АГ, что приводит к снижению эксплуатационного качества материалов на их основе. Следует обратить внимание на изменение показателей извлечённого битума с комплексной добавкой (см. табл. 6).

Таким образом, проведённые исследования показывают, что применение ГС в комплексе с восстанавливающими добавками в состав смесей асфальтобетонов, содержащих грануляты старого асфальтобетона, отвечает всем допустимым требованиям к применению. Отсюда следует понимать, что с учетом процессов, проходящих в битуме и асфальтобетоне, регулярно занимаясь анализом свойства АГ и используя специализированные добавки, можно проектировать состав смесей асфальтобетонов с различным содержанием АГ, надёжным при эксплуатации. Однако в практике внедрение данной технологии (использование АГ в АБС) требует значительных затрат на модернизацию производственного оборудования.

1. Дооснащение лабораторным оборудованием с перспективой расширения площадей лабораторий и повышение квалификации сотрудников.

2. С целью увеличения количества использования АГ в состав АБС совершенствование конструкций установок и технологических схем повторного использования АГ на АБЗ.

Данную технологию можно считать ресурсосберегающей, как экологичный способ переработки вторичных ресурсов. В перспективе в области экологии в ближайшие годы приходится использовать в производстве более 50% переработки вторичных ресурсов. При осознанном подходе к данной технологии можно ее считать инновационной.

Литература

1. Алиев, А.М. Регенерация асфальтобетонов //Дороги Содружества Независимых Государств. 2011. №5(24). С.75.
2. Лупанов А.П. Повторное использование гранулята старого асфальтового бетона // Дороги России.2018. №1(103). С.100-111
3. Жуковский В.В. Регенерация старого асфальтобетона на АБЗ позволяет, использовать снятие с дороги старый асфальт, широко применять добавки, каменных материалов битума и пласты, 2018.С.4.
4. Foundation, Inc. © Studref - Студенческие реферативные статьи и материалы (info@studref.com) © 2017 – 2021.
5. Майданов Н.В. Вторичное использование гранулята старого асфальтобетона в составе асфальтобетонных смесей //Дороги России. 2018. №5 (107). С.4-12.
6. Усманов У.Р. Последствия пленкообразующих ингибиторов коррозии гудрон растительных масел и композиционного состава на его основе // Вестник национального университета. Серия естественных наук. 2011. Вып. 6(70). С.54-59.
7. Усманов Р. Влияние моноэтаноламиновой соли гудрона растительных масел на свойства нестабильных гетерогенных дисперсных систем нефтяного пласта //Известия АН Республики Таджикистан. 2012. №1 (146). С.78-84.
8. Мухитдинов Ф.М. Исследование растворимости битума старого асфальтобетона в добитумной широкой фракции высокосернистой нефти юга Средней Азии // Труды ТТУ, серия «Транспорт и дорожное хозяйство»- Душанбе, 1999. Вып.2. С.51-53.
9. Оев А.М. Исследование вяжущих свойств госсиполовой смолы. //Доклады АН.РТ, 1995. №3 (11). С.119-121.
10. Оев А.М. Вяжущие на основе госсиполовой смолы для дорожного строительства. //Сборник научных трудов МАДИ (ТУ) «Проблемы строительства и эксплуатации автомобильных дорог». Москва-Иркутск, 1998. С.59-65.
11. Сайрахмонов Р.Х., Умаров С.С. Повышение адгезионных свойства битумов путем применения комплексной добавки //Научно-теоретический журнал «Вестник Таджикского национального университета», Душанбе 2016. 1(110). С.82-86.

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

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Сайрахмонов Раҳимҷон Хусейнович	Сайрахмонов Рахимджон Хусейнович	Sayrakhmonov Rahimjon Huseynovich
Дараҷа ва унвони илмӣ, Академическая степень, Title4	н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	candidate of technical sciences associate professor
Ташкилот, Организация, Organization	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after academician M.S.Osimi
e-mail		srivakn@mail.ru	

ORCID5 ID	0000-0003-1771-2728		
Телефон	+992 906 22 96 96		
	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Шарифов Фирӯз Абдулмачидович	Шарифов Фируз Абдулмаджидович	Sharifov firuz Abdulmajidovich
Дараҷа ва унвони илмӣ, Академическая степень, Title4	-	-	-
Ташкилот, Организация, Organization	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after academician M.S.Osimi
e-mail	srivakn@mail.ru		
ORCID5 ID	-		
Телефон	+992 906 22 96 96		
	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Шарифов Абдумумин Шарифович	Шарифов Абдумумин Шарифович	Sharifov Abdumumin Sharifovich
Дараҷа ва унвони илмӣ, Академическая степень, Title4	д.и.т., профессор	д.т.н.профессор	d.t.s.prof.

РАЗВИТИЕ ДЕРЕВЯННОЙ КОНСТРУКЦИИ И ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ ОБРАЗ В АРХИТЕКТУРЕ ТАДЖИКИСТАНА

Разоков А.А., Олимова Н.О

Таджикский технический университет им. академика М.С.Осими

В статье рассматривается формирование формообразований композиционно-конструктивных деталей из дерева, в которых применены образцы работ мастеров-резчиков орнаментальной декоративной резьбы в целях художественной выразительности решения архитектурного комплекса в Согдийской области. Также рассматриваются исторические этапы развития конструктивных форм строительного ремесла в материалах народной архитектуры, где особенно выделяется их разнообразный и красочный орнамент в архитектурных деталях традиционной культуры Средней Азии в зодчестве Северной и Южной высокогорной части Таджикистана.

Ключевые слова: архитектура, конструкция, орнамент, формирование, художественно-декоративная, резьба по дереву, ремесло, детали, колонны.

РУШДИ КОНСТРУКЦИЯҲОИ ЧҶҒБӢ ВА СИМОИ БАДЕӢ ДАР МЕЪМОРИИ ТОҶИКИСТОН

Разоков А.А., Олимова Н.О.

Дар мақола ташаққули қисмҳои таркибии сохтори аз ҷӯб, ки дар он намунаҳои кори қандақориҳои ороишӣ бо мақсади ифодаи бадеии ҳалли маҷмааи меъмории дар вилояти Суғд мавриди истифода қарор гирифтаанд, барраси шудааст. Марҳилаҳои таърихии инкишофи шаклҳои созидаи хунари бинокорӣ дар маводи меъмории халқӣ низ баррасӣ мешаванд, ки дар он ороиши гуногунранг ва рангини онҳо дар ҷузъиёти меъмории фарҳанги анъанавии Осӣи Марказӣ, дар меъмории баландқуҳҳои Шимолу Ҷануби қисмҳои Тоҷикистон махсусан қайд карда мешавад.

Калимаҳои калидӣ: меъморий, сохтмон, ороиш, формация, бадеӣ ва ороишӣ, қандақорӣ ҷӯб, хунармандӣ, деталҳо, сутунҳо.

DEVELOPMENT OF WOODEN STRUCTURE AND ARTISTIC IMAGE IN ARCHITECTURE OF TAJIKISTAN.

Razakov A.A., Olimova N.O.

The article deals with the formation of shaping of compositionally structural parts made of wood, in which samples of the work of master carvers ornamental decorative carving are used for the purpose of artistic expressiveness of the architectural complex solution in the Sughd region. The historical stages of the development of constructive forms of building craft in the materials of folk architecture are also considered, where their diverse and colorful ornament in the architectural details of the traditional culture of Central Asia in the architecture of the Northern and Southern high-mountainous parts of Tajikistan is especially highlighted.

Keywords: architecture, constructive, ornamental, shaping, artistic, decorative, woodcarving, craft, details, columns.

Введение

В творчестве таджикских народных мастеров в архитектуре и в декоративно-прикладном искусстве имеется современная техника выражения в орнаментации художественной обработки дерева в виде резьбы и росписи по дереву, в которой неотъемлемой конструктивной частью являются колонны с поддерживающими элементами деталей стоечно-балочной системы в Северном регионе Таджикистана.

Следует отметить, что таджикские резчики в применении и обработке дерева проявляли высокие навыки и большую изобретательность в оформлении деталей панелей в архитектуре культовых и жилых строений. Среди построек можно выделить, например, культовые постройки: мечеть Намазгах в городе Истаравшан, где конструктивные системы в плане решались под Г-образным айваном, по периметру размещался 41 колонный ряд 15 (3X5) а, внутри зимнего помещения 26, также под Г-образным айваном. Примерным образцом можно выделить орнаментальную резьбу в мечети Дальёни Бола в селении Истаравшанского района. Здесь колонны изготавливались из разных пород деревьев (орех, тополь, чинар, ель, тутовник) состоящих из 16 (4X4) с расписанными сталактитовыми капителями, а айваны были отделаны орнаментальным декором.

Составляющая конструктивная система, являясь орденом колонны, имеет традиционную форму. Колонна состоит из частей: база, каблук, основание колонны, шар, кувшин, ствол и капители под балки. Конструкции под балки в остальных случаях по отделке, резьбе по дереву использовались из цельного дерева. Также в некоторых случаях базу колонны вытачивали из камня, такие примеры были известны в городах Самарканд, Бухара. Особое внимание уделялось оформлению жилищ, мечетей, где бухарские колонны высокие и устремлённые вверх позволяли выглядеть монументально. Мастера Самарканда и Бухары стремились показать в деревянных конструкциях основу формы в виде миндаля и бутонов, «лола-мадохила» по очертанию 2. 3. 5, лепестковые формы бутонов «лола-мадохила», для образования горизонтальных и вертикальных ленточных поясов и украшали резьбой талию в виде шара, ствола и капитали колонны.

В ходжентских конструкциях колонны в виде шара отличаются 6-8 «лола-мадохил»-и, которые также прослеживаются в истаравшанских колоннах, являясь лучшим примером образца таджикских классических колонн. Особое внимание народные мастера-резчики обращали на детали шара и ствола, где истаравшанские резчики стволу придавали 6.8.16-гранную форму.

Можно отметить, что интересные и своеобразные формы придавали мастера-резчики на юге Таджикистана, немаловажное значение имели и конструкции с художественной обработкой дерева на Памире и в Припамирье, где консоли были отделаны в форме рогов горного козла, а профиль - головы быка.

По результатам изыскательской работы в развитии деревянной конструкции и художественной обработки дерева мастера Северного Таджикистана в постройках культовых зданий, дошедших до нас в старых жилых домах с айванной планировкой, становятся схожими с северными и горными районами Таджикистана. По этим вопросам значительный вклад внесли в 6-ти своих трудах известные учёные, такие как Писарчик А.К., Пясковский В.Н., Воронина В.А., Рузиев М.А., Андреев М.А., Юлдошев Х.А., Бачинский Н.М., Мукимов Р.С.

Методы

В качестве метода по сохранению древних архитектурных построек в использовании строительных материалов, доступных для строительства художественных приемов мастеров горного Таджикистана, способствовала в прошлом экономическая отсталость, где в горных селениях жители вели общинный замкнутый образ жизни. Древние технические и художественные приемы таджикского декоративно-прикладного искусства сохранились в горнотаджикской культовой и гражданской архитектуре, дошедшей до XX в.

Например, в Памирской, Гиссарской и Зеравшанской районах орнаментальная резьба по дереву встречается не только как цветочный куст, цветы, листья, сердечки, лотос, занджила, перлы, но и включает древние символические знаки, такие как изображение креста, круга подковы, которые можно проследить в конструкциях капители колонн мечетей Пенджикента в селениях Ворух, Янгикуль в Гиссарском районе, Равот, Чилдиёри-Боло в Регарском районе, Барушон в Рушанском районе.

Методы применения гофрированных порезок под консолью встречаются в Ворухе по знакомым образцам таджикского резного дерева IX-XII вв. К одной из основных нагрузок, как детали, можно отнести колонну, несущую одну из основных нагрузок в поддержке перекрытия архитектурного сооружения.

Результаты и обсуждения

В Северных районах Таджикистана конструктивные детали ордерной системы являются образцом неповторимости и по форме, и по орнаментальной резьбе в целях художественной выразительности решения архитектурного комплекса.

Народные мастера в конструктивных деталях на основе строительных материалов, которым являлось дерево, придавали колоннам скульптурную форму и отделяли их декоративной резьбой. Самым популярным мотивом отделки орнамента деревянных деталей, например, в декоре айванов и интерьера мечетей и жилых помещений Таджикистана, Бухары и Самарканда стали поддерживающие ряды колонн в фасадной части зданий. [1]

В результате анализа в мечетях СГ+ и П - образными навесами - айвана колонны устанавливались в один или два ряда в здании и сооружении. В основном в строительстве и архитектуре популярной была однорядная колонна, которая нашла своё широкое применение в Центральной Азии. Однако нередко применялись при одной колонне ханак, мечети, где под айваном устанавливались пять колонн, при четырёх и семь.

Самым распространённым видом строений являлись ханака с многорядными колоннами, которые устанавливались по принципу 3x5 и 4x4, что позволило при таком обилии колонн айванов опереть на двухрядные колонны. Для более крупных мечетей использовались трёхсторонние айваны, где в деталях сточно-балочной системы характерным было использование более пятидесяти резных и фигурных колонн.

По форме самым неповторимым и по орнаментальной резьбе является мечеть кишлака Дальёни Боло в районе Истаравшан, где в ханака установлены 16 (4x4) ряд колонн со сложными расписанными сталактитовыми капителями, а также на айване - 40 колонн, отделанные красивыми резными рельефными орнаментальными узорами юго-восточной школы. Жилища высокогорных селений Бадахшана представляют иные планировочные решения, соответствующие местным климатическим условиям. Особенностью народного жилища здесь является большое зимнее помещение "чид" с наличием в центре хозяйственных групп и разновысотными вокруг суфами. Декоративное убранство перекрытий со светодымовым отверстием - "рузан" бревенчатый купол, опирается на три, четыре, а иногда и пять стоечно-балочных конструкций. В горных жилищах Бадахшана также встречается эта конструкция, как и в других жилищах народов Средней Азии. Подобный прием конструктивной разработки встречается в жилом доме в с. Карнак Туркестанского района Чимкентской области (рис.1) [2].

Детали конструктивной системы колонн изготавливались из различных прямоствольных пород деревьев (орех, тут, тополь, чинар, карагач). Конструктивные детали, которые состоят из колонн, имеют свою обязательную традиционную форму. Элементы части колонны носят названия: база, каблук, шар,

основания колонны, кувшин, шар, ствол, капитель и подбалка. В некоторых случаях базу колонны вытачивали из природного камня, например, в городах Самарканда и Бухары (рис. 1)

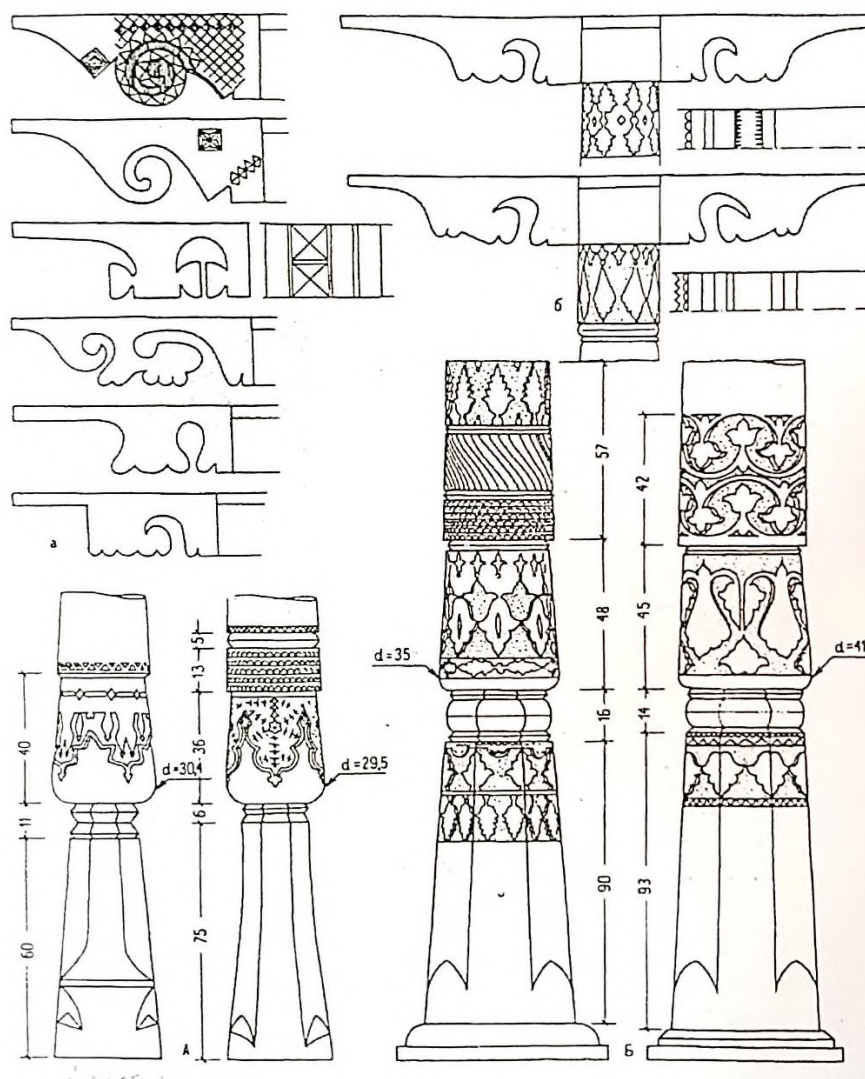


Рисунок 1 - Консоли и фрагмент колонны в Центральной Азии

Наиболее распространённые детали колонны наблюдаются в Северной части Таджикистана, кроме базы, скоции и кувшина, они имели сталактитовые и кубические формы капители с разнообразной конфигурацией, по внешнему облику стволам придавали многогранный вид. Иногда грани обрамлялись каннелюрами пилта. Некоторые участки колонн шарообразные по форме кувшина, которые в народе назывались «кўза» в форме кувшина. [2]. Были также приплюснутые формы разнообразных шаров назывались «шалғамами».

Резные детали были известны в регионах Северного и Южного Таджикистана. На юге Таджикистана было принято декорировать шары колонн без лопасти в виде кувшина. У мастеров Северного Таджикистана, Самарканда и Бухары считались основным видом формы «лола-мадохиль», в основе которого лежит форма миндаля и бутонов. По очертанию и по величине 2,3,5 - лепестковые формы бутонов «лола-мадохиль», благодаря чему они служили раппортом для образования горизонтальных и вертикальных широких и узких ленточных поясов, конструктивные детали стоечно-балочной системы украшали талию, шар, ствол и капитель колонны.

При рассмотрении культовых сооружений конца XIX - начала XX в. в г.Истаравшан можно ответить, что в основном орнаментировались довольно простыми формами «лола-мадохиль». Художественно-образное решение, глубокая и графическая резьба в верхней половине шара делает колонну завершённой и цельной. В Ходженте народные мастера-резчики своё внимание уделяли в основном на шар и ствол, где истаравшанские резчики придавали стволу 6,8,16-гранную форму. Во многих конструктивных деталях по своим художественным оформлением колонн, кроме мотивов «лола-

мадохиль», использовались миндалевидные узоры, зигзаги, гофры, извивы, а также геометрический узор в техническом выполнении под разным углом. Например, в Зеравшанской долине таджикские мастера очень осторожно обращались с геометрическим узором, где внешняя отделка резьбы узора выполнялась по строгим законам геометрического орнамента. Ведь она могла не украсить, а разрушить пропорционально решённые детали деревянных, фигурных колонн.

Немаловажную роль в конструкции играют подбалки, которые выполняют не только функциональную роль, но и декоративную. Например, можно заметить в мечети кишлака Чортак Регарского района, где в подбалочной системе, сконструированной мастером-усто Ходжа Имом-Назаром из Бальджуана, начала XX в. установлены длинные фигурные консоли, которые по круговой композиции выполняют роль капители и придают колонне изящный и одновременно устойчивый характер. (рис. 2-3)

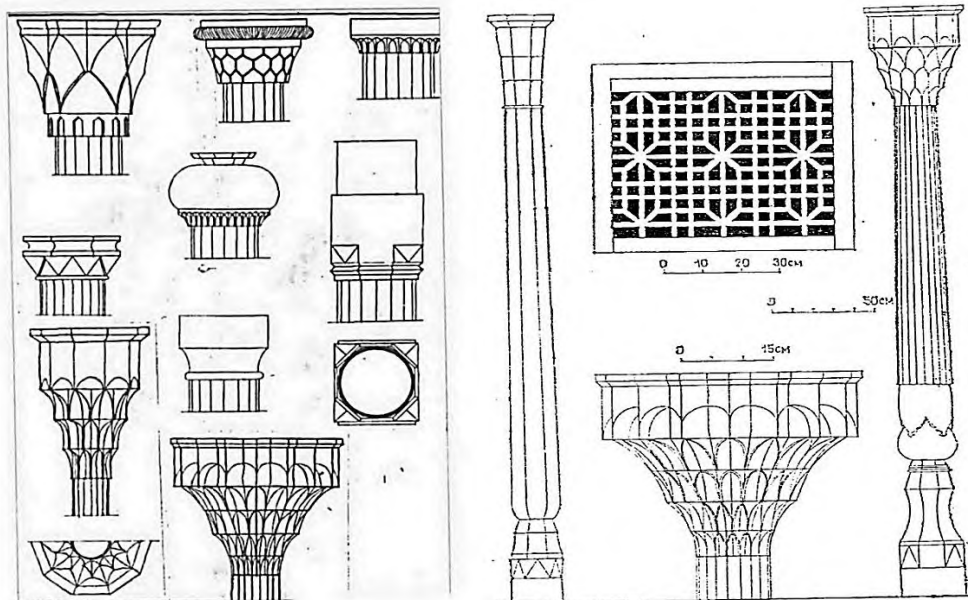


Рисунок 2 - Капители колонн Средней Азии. Рис 3. Колонны айвана - деревянная наддверная решётка и капитель центральной колонны айвана.

Замечательные образцы форм конструкции наблюдаются в северных районах Таджикистана, где фигурным консолям придавали стрельчатую форму. На юге Таджикистана в архитектурной резьбе Памира и Припамирья консоли выглядели в форме рога горного козла (рис. 1), в профиль - головы быка (рис 4).

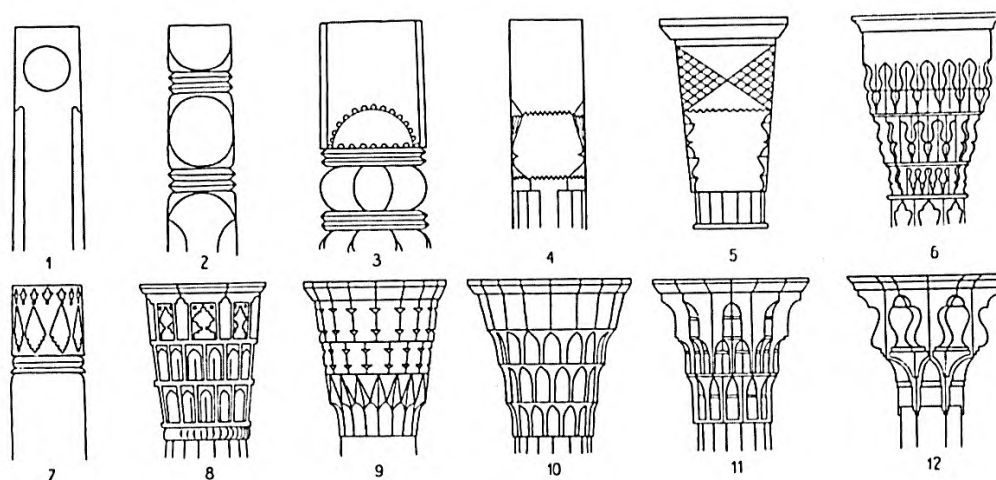


Рисунок 4 - Формы капителей XIX—XX вв/, 1 — Горный Бадахшан; 2 — Куляб; 3 — район Муминабада - Ворух; 6 - Коканд; 7 - Ширабад; 8 - Шахрисябз; 9 - Ворух; 10,11 - Маргелан; 12 - квадратное сечение; 7 - круглое; 8-10- многогранные; 11,12 - звездчатые

Также интересные и своеобразные типы резных колонн, подбалок и других архитектурных деталей встречаются на Памире. В рушанских жилищах колонны часто встречаются между балками кровли перекрытия и поддерживают её колонной подбалкой, называемые в Хуфе и Рушане. В помещениях в плане имеют простые или овальную или круглую формы очертания и они слегка суживаются и утончаются кверху на концах. [3]

Фасадную часть на открытых верандах дахлез, например, в богатых жилищах не делают фигурной и более часто используют в отделке в Рушане и обделяют деталями [4]. Изобразительные мотивы в жилищах Памира в виде рога барана выражают гармоническое и художественное воплощение.

Колонна, как деталь несущей конструкции, является поддержкой перекрытия архитектурного сооружения и является важным элементом в применении в Северном Таджикистане, где в основном применялись в мечетях.

Также до нас дошли старые жилые дома с айваном в северных и горных районах Таджикистана. По изыскательской исследовательской работе можно сделать вывод, что В.Н. Пясковский [5] в колонне культовых сооружений, только в мечетях применил оформление художественным растительно-цветочным и геометрическим узором, выполненным плоскорельефной резьбой. До наших времён дошли и сохранились в орнаменте лепестковые розетки, круги, ромбы, зигзаги, гофры, сводчатые мотивы, бутоны, спирали и часто встречающиеся сталактитовые капители.

В постройках долины Зеравшана (X-XI вв.) [6], в культовых сооружениях наблюдаются в общих чертах скульптурные формы консолей мавзолея из Чорку, которые имеют близкое сходство с деревянными консолями орнаментированных участков Зеравшанских колонн, сохранившихся неполностью. Можно отметить, что некоторые детали по богатству орнамента и технике уступают консолям из Чорку. Судя по дошедшим до нас разным архитектурным деталям и межконсольным элементам, можно сказать, что они украшены различными декоративными шитками. Наборные шиты привлекают своими размерами, их длина превышает ширину в три раза. Композиция этих деталей состоит из пересекающихся однотипных квадратов, расставленных на косоугольной сетке.

В исторических мазарах Северного Таджикистана находятся оригинальные решётки, которые свидетельствуют о прямой преемственности и устойчивости древнего искусства деревообработки. Такие применения деревообработки были выполнены в подобных помещениях приёма мазара шейха Муслихитдина в городе Худжанде, где решётка решена длиной больше, чем ширина. Декоративный орнамент выполнен геометрическим рисунком из мелкой сетки

В XIX в. на мазаре кишлака Дальёни боло Истаравшане рисунок решётки почти полностью совпадает с рисунком из наборного шита части потолка мавзолея Чорку.[7]

Интересному конструктивному решению перекрытий и изяществу художественной резьбы по дереву можно отнести архитектурно-планировочную систему с его прямоугольными очертаниями в разрезе деревянных балок, расположенных с двух сторон на разных колоннах, которые производят впечатление цельности и монументальности постройки в архитектуре северных районов Таджикистана конца XIX-начала XX вв.[8]. На потолке элементы состоят из кругов и розеток, выполненных плоскорельефной резьбой, способом тиснения из накладных реек диаметром 3 см. Также в архитектуре Пенджикента в домусульманский период балочная система потолка мавзолея Чорку была заполнена пластинчатыми досками, скреплёнными рейками между собой, где обнаружено небольшое количество выточенных деталей (4.7x6.3 см и 7.6x10-12 см), напоминающих шахматные фигуры. [9]. Здесь мы видим заметный след общих черт художественного стиля, которые прослеживаются на памятниках орнаментальной резьбы по дереву не только в Центральной Азии, но и в странах Востока, где прогрессивные художественные и технические приёмы искусства резьбы по дереву оказали влияние на остальные виды искусства.

Заключение

С целью проведенного анализа можно сделать следующие выводы: развитие деревянной конструкции и художественного образа в архитектуре Северного региона дало толчок в формировании композиционных конструктивных деталей, где сыграло неотъемлемую часть в строительстве культовых жилых, общественных зданий и сооружений. В применении неповторимых образцов работы мастеров по резьбе дерева и орнаментальной декоративной резьбе в целях художественного образа решалась выразительность архитектурного объекта Северного региона Таджикистана, а выполнение обработки деревянных деталей, резьба и декорирование передавались от поколения к поколению традиционным методом столетиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рузиев. М.А. Художественные особенности таджикских деревянных колонн конца XIX - начала XX в. - Душанбе, 1968 г. -С. 74;
2. Мирзоева Ф.З. Декор в архитектуре Таджикистана. -Душанбе, «Ирфон», 2007. -С. 232;

3. Мирзоева Ф.З, Разаков А.А. Тектоническая система конструктивных элементов в архитектуре северного региона Средней Азии. Политехнический Вестник. ТТУ им акад. М. С. Осими 3.2022. С 112
4. Писарчик. А.К. Примечания и дополнения к монографии Андреева М.С. Таджики долины Хуф. -С. 439, 449;
5. Пясковский. В.Н. Деревянная пластика. -С. 129;
6. Мухтаров. А. Резьба по дереву в долине Зеравшана. - М., 1956. -С.47, 67;
7. Воронина. В.А. Архитектура древнего Пенджикента. (Результаты раскопок 1954-1959 гг.). Материалы и исследования по археологии СССР. - М.,-Л., 1964. -С. 85.
8. Разаков.А.А. Роль исторического значения конструкции строительной системы и декоративных элементов в архитектуре северного региона Душанбе. ТТУ им акад. М.С. Осими Политехнический вестник: 1(53)2021.С.103

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

RU	TJ	EN
Разаков Абдуманон Абдусаломович	Разаков Абдуманон Абдусаломович	Razakov Abdumanon Abdusalomovich
Старший преподаватель кафедры архитектуры и градостроительства	Муаллими калони кафедраи меъморӣ ва шаҳрсозӣ	Senior Lecturer Department of architecture and urban planning
Таджикиский технический университет имени академика М.С.Осими	Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Tajik Technical university named academic M.S Osimi
Тел: (+992) 919-22-79-08 Email: Razok@mail.ru		
Олимова Нодирабегим Омоновна	Олимова Нодирабегим Омоновна	Olimova Nodirabegim Omonovna
Докторант второго курса кафедры строительства ПИТТУ имени академика М.С.Осими в городе Худжанд	Докторанти курси дуюми кафедраи “Соҳтмон – и ИПДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ дар шаҳри Хучанд	2 nd year doctor student of the Department construction PITTU named academic M.S Osimi in the city of Khujand
	Begim-o@mail.ru	

УДК: 691.16

АСФАЛЬТОБЕТОН С ДОБАВКАМИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Асад Т., Сайрахмонов Р.Х., Умаров С.С.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье приведены результаты исследования влияния добавки из резинового порошка (РП), остатка от регенерации смазочных масел (ОРСМ), окисления остатка от регенерации масел (ООРСМ) и госсиполовой смолы (ГС) из отходов переработки хлопка при производстве масла на свойства обычного асфальтобетона типа-А. Показано, что применение вышеназванных добавок позволяет улучшить физико-механические свойства асфальтового бетона.

Ключевые слова: резиновый порошок, госсиполовая смола, отходы, добавки, свойства.

ASPHALT CONCRETE WITH ADDITIVES BASED ON INDUSTRIAL WASTE AND SECONDARY RAW MATERIALS

Asad T., Sayrakhmonov R.Kh., Umarov S.S.

The article presents the results of a study of the effect of additives from rubber powder (RP), residue from the regeneration of lubricating oils (ORSM), oxidation of the residue from the regeneration of oils (OORSM) and gossypol resin (GS) from cotton processing waste in the production of oil on the properties of conventional asphalt concrete of the type BUT.

It is shown that the use of the above additives improves the physical and mechanical properties of asphalt concrete.

Key words: rubber powder, gossypol resin, waste, additives, properties.

АСФАЛТОБЕТОН БО ИЛОВАГИҶОИ ГУНОГУНТАЪСИРКУНАНДА АЗ МАҲСУЛОТҶОИ ДУЮМИНДАРАЧА ВА БОҶИМОНДАҶОИ КОРКАРДИ ИСТЕҶСОЛОТ

Асад Т., Сайрахмонов Р.Х., Умаров С.С.

Дар мақолаи мазкур натиҷаи таъсири иловагиҷо аз хокаи резина (ХР), аз равғанҳои коркардшудаи автомобилӣ (ИБРА) ва қатрони госсиполӣ аз боқимондаи коркарди равғани пахта ба хосиятҳои асфальтобетонҳои муқаррарии намуди А оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки истифодаи иловагиҷои номбаршуда, хосиятҳои физикӣ-механикии асфальтобетонхоро беҳтар менамояд.

Вожаҳои калидӣ: хокаи резина, қатрони госсиполӣ, боқимондаҳо, иловагиҷо, хосият.

Введение

В практике эксплуатации автомобильных дорог вяжущие и дорожные материалы на их основе, имея в виду бетоны, в дорожных конструкциях и сооружениях их качество в большой степени зависит от качества используемых составляющих ими компонентов. Можно отметить, что практически все дорожные покрытия на автомобильных дорогах нашей республики устроены асфальтобетонами, где в общем объеме принимаемых дорожно-строительных материалов одно из главных мест принадлежит асфальтному бетону. Применение асфальтного бетона в дорожном покрытии преследует основную цель - обеспечить функциональные свойства и эксплуатационные характеристики покрытия. Исходя из специфических условий эксплуатации дорожных покрытий в различных климатических условиях возрастают и требования к асфальтобетонам. Основной задачей обеспечения эксплуатационного качества асфальтобетона является создание такого материала, который способен в течение максимально возможного времени обеспечивать требуемые функциональные свойства покрытия при эксплуатации в различных климатических условиях. Известно, что для приготовления асфальтного бетона, как основного материала дорожных покрытий, широко используются органические вяжущие вещества, точнее нефтяные битумы. Известно, что битум как органический вяжущий материал является основным структурообразующим компонентом асфальтобетона, в большей степени предопределяющим его свойства. Однако в настоящее время битумы нефтяные в чистом виде не могут в полной мере соответствовать этим требованиям, так как битум является термопластичным материалом, и при повышенных температурах он размягчается, при низких температурах битумы становятся хрупкими, что приводит к образованию трещин на дорогах. Кроме того, битумы обладают недостаточно высокой адгезией к кислым минеральным материалам.

Практика эксплуатации битума в дорожные покрытия показывает, что её рабочий интервал характеризуется интервалом его пластичного состояния, т.е. разницей между температурами размягчения и хрупкости. Обычно в практике для его увеличения понижают температуру застывания и повышают температуру размягчения дисперсионной среды, которую можно достичь разными способами [1-3]. Одним из таких способов является введение в битумы модифицирующих добавок: наполнителей, пластификаторов, структурообразователей и др. [4]. Битумы, модифицированные полимерными добавками, приобретают частично свойства полимеров. Они при эксплуатации в дорожных покрытиях приобретают свойства полимеров - обеспечивать способность длительное время сохранять необходимые свойства.

Научные опыты показывают, что наиболее эффективным является применение полимерных добавок, которые хорошо совмещаются с битумами, при введении в битум полимерных добавок формируются

полимерно-битумные вяжущие (ПБВ), которые имеют большую вязкость с лучшими адгезионно-когезионными свойствами.

В практике обычно для повышения совместимости полимерных и битумов используются в качестве модификатора растворы термоэластопластов в растворителях в частности;- низкокипящих маслах, дизельном топливе, ксилоле и др.

По мнению авторов [1-5], полимерно-битумные вяжущие характеризуются необходимой пластификацией и адгезией к поверхности каменных материалов, чтобы обеспечить требуемый коэффициент длительной водостойкости материала и его длительную эксплуатацию в покрытии без появления определенных дефектов. Однако практика показывает, что введение только полимера в битум в большинстве случаев не позволяет получить требуемую пластификацию и адгезию ПБВ.

Поэтому разработка оптимальных полимеров с предельной основной цепью и высокой совместимостью с низковязкими крупнотоннажными битумами представляется актуальной задачей, и в этом аспекте весьма эффективны смесевые полимеры, представляющие собой, по сути, полимерные смеси с другими растворителями, в частности низкокипящих маслах, полученных механическим путем.

Анализ ранее выполненных работ показывает, что применение резинового порошка в битум позволяет улучшить его теплостойкость и повысить его эластичность. По этим данным [5-7] температура размягчения ПБВ равняется 55°C, пенетрация равняется 51°C, тогда как температура размягчения исходного битума БНД 60/90 равна 48, а пенетрация равна 68, т.е. введение в битум полимерных добавок уменьшает пенетрацию, а температура размягчения увеличивается, однако, по мнению авторов [4-5], битумные композиции с использованием полимерных добавок, в частности термопластов недостаточно стойкие к ультрафиолету и озону в условиях атмосферного старения, что с годами они становятся хрупкими. Такие материалы недостаточно долговечны при эксплуатации в дорожных покрытиях автомобильных дорог. По данным авторов (1-3), остатки от регенерации обычно содержат около 5% воды и менее 5% механических примесей, имеют вязкость $C_{50}^{10} = (15 \div 30)$ с, температуру вспышки выше 140° С. Условия показывают, что при добавлении остатка от регенерации в количестве 2-6% к битуму с глубиной проникания 60-90 получают битум с глубиной проникания 90-130 и более. По мнению автора [1], применение добавки в асфальтобетон с постоянным составом не приводит к значительным изменениям физико-механических свойств материала. По их мнению, применение добавки в комплексе создают в асфальтобетоне однородную структуру.

В наших исследованиях приведено применение резинового порошка (РП) с добавкой остатка от регенерации смазочных масел (ОРСМ), окисления остатка от регенерации масел (ООРСМ) и для сравнения гопиполовой смолы (ГС) из отходов переработки хлопка при производстве масла в состав обычного асфальтобетона Тип-А. Характеристики принимаемых добавок приведены в работе авторов [3-4]. Приготовление битума с добавками для асфальтобетона осуществлялось следующим образом.

Для приготовления асфальтобетона использовался битум БНД 60/90 и минеральный порошок Харангонского производства. Приготовление асфальтобетона производилось в 10-литровом лабораторном смесителе с подогревом смесительной камеры. Добавки вводились, разогретые до 150-160°C в битум, и перемешивались в нём до однородного распределения. Минеральный порошок нагревался до 160°C и засыпался в смеситель, затем вводился битум или битум с распределенными в нем добавками, и проводилось перемешивание в течение 40-60 секунд до однородного распределения битума в минеральном порошке. Образцы изготавливались с использованием форм для асфальтобетона d-50,5 мм по технологии приготовления асфальтобетонных образцов. Далее определяли физико-механические свойства асфальтного бетона.

Экспериментальная часть

Исследование влияния добавки различного функционального действия на основе отходов и вторичного сырья промышленности в отдельности или в комплексе на физико-механические свойства обычного асфальтобетона складывалось из определения стандартных характеристик показателей образцов, изготовленных по методике ГОСТ 31015-2002 и ГОСТ 12801-98.

Для этого была приготовлена серия составов смеси с разным количеством добавки и испытаны с разным содержанием. Количество добавок было выбрано, исходя из рекомендации предыдущих работ [2-5].

Исследуемые образцы смесей из асфальтобетона Тип-А, изготовленных и испытанных по стандартным методикам согласно ГОСТ 12801-98 непрерывно гранулометрического состава, подобраны в соответствии с ГОСТ 31015-2002.

Была изготовлена серия образцов смесей асфальтовых бетонов с добавками в отдельности и в комплексе:

Асфальтобетон Тип-А. №1-без добавки, №2- Б+ ОРСМ, №3- Б+ГС, №4-Б+РП, №5-Б+ООРСМ+ОРСМ, №6- Б+ГС+ОРСМ, №7- Б+РП+ОРСМ, №8-ООРСМ+ГС+ОРСМ, №9-ГС+РП+ОРСМ, №10-ОРСМ+ГС+РП+ОРСМ.

Состав асфальтобетона:

- щебень из гранита фракции 10-15мм – 31 %;
- гранит фракции 5-10мм – 26 %;
- отсев гранита 0-5мм – 35 %;
- известковый минеральный порошок – 8 %;
- битум – 5% от массы минеральной части;
- добавка из ООРСМ, ГС во всех составов 4% путем замены битума.
- порошок резины принимали до 4% от массы битума.

Для обеспечения постоянного гранулометрического состава исследуемых смесей минеральные материалы предварительно отсеивались, а затем для каждой партии смеси из этих отдельных фракций составлялись минеральные части смеси.

В разогретый до 140 -160°С битум предварительно было добавлено требуемое количество добавки и тщательно их перемешивали. С введением резинового порошка в битум при температуре 160-170°С полное распределение происходило в течение 5-10 минут, при этом повышалась вязкость битума. Т.к. добавка находится в сыпучем состоянии, то при ее введении требуется интенсивное перемешивание, чтобы избежать комкования скопления частиц резины при обволакивании их битумом [8]. Результаты исследований приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. - Показатели физико-механических свойств асфальтобетона Тип-А

№ п/п	Наименование показателей	Значения показателей			
		№1	№2	№3	№4
1	Средняя плотность, г/см ³	2,34	2,42	2,4	2,28
2	Водонасыщение, в % по объему	3,13	2,84	2,80	3,26
3	Пористость минеральной части, %	17,0	17,0	17,0	17,0
4	Остаточная пористость, %	3,26	2,90	2,85	3,34
5	Предел прочности при сжатии, МПа при температуре 20°С	4,12	4,32	4,45	4,02
	при температуре 50°С	1,39	1,55	1,53	1,61
6	Коэффициент теплоустойчивости (R ₅₀ /R ₂₀)	0,34	0,36	0,35	0,4
7	Коэффициент внутреннего трения	0,87	0,91	0,93	0,90
8	Сцепления при сдвиге, МПа	0,28	0,31	0,32	0,29
9	Трещиностойкость- прочность на растяжение при расколе при 0°С, МПа	3,15	3,25	3,24	3,01

Таблица 2. - Показатели физико-механических свойств асфальтобетона Тип - А с комплексными добавками

№ п/п	Наименование показателей	Значения показателей					
		№5	№6	№7	№8	№9	№10
1	Средняя плотность, г/см ³	2,39	2,41	2,39	2,42	2,41	2,43
2	Водонасыщение, в % по объему	3,17	3,14	3,16	2,86	2,71	2,70
3	Пористость минеральной части, %	17	17	17	17	17	17
4	Остаточная пористость, %	3,0	3,02	3,11	2,86	2,84	2,91
5	Предел прочности при сжатии, МПа при температуре 20°С	4,30	4,45	4,57	4,81	4,86	5,01
	при температуре 50°С	1,38	1,53	1,68	1,66	1,76	1,81
6	Коэффициент теплоустойчивости (R ₂₀ /R ₅₀)	0,32	0,34	0,36	0,34	0,36	0,36
7	Коэффициент внутреннего трения	0,87	0,88	0,87	0,89	0,91	0,93
8	Сцепления при сдвиге, МПа	0,28	0,29	0,28	0,31	0,33	0,32
9	Трещиностойкость.- прочность на растяжение при расколе при 0°С, МПа	3,25	3,27	3,44	3,31	3,33	3,41

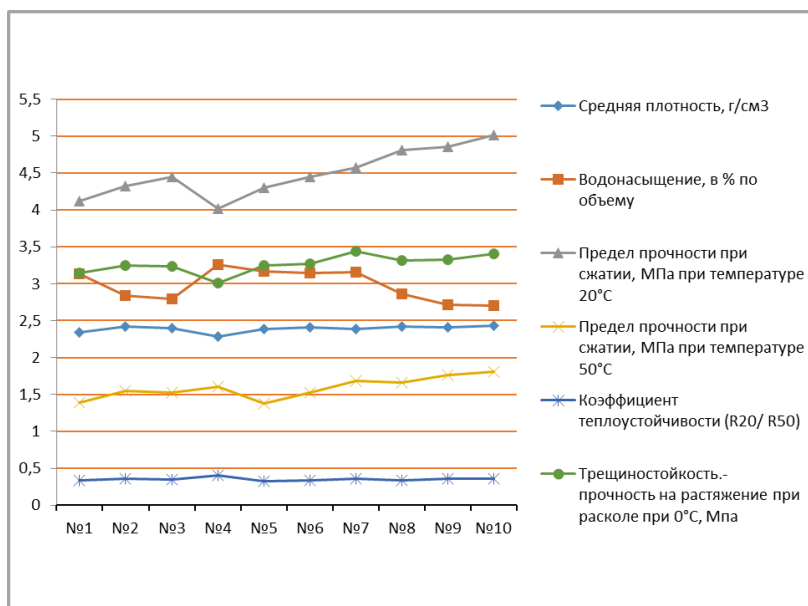


Рисунок 1 - Показатели физико-механических свойств асфальтобетона Тип-А

Анализ данных таблицы 1 и 2 показывает, что применение добавки полимера РП в сочетании с пластифицирующей добавкой из ООРСМ, ГС и разжижающей добавкой из ОРСМ приводило к повышению механических характеристик исследуемого асфальтобетона Типа-А.

Полученные результаты показывают, что комплексные добавки различного функционального действия повышают устойчивость и жесткость по Маршаллу, прочность на сжатие при температуре 20°C и 50°C. Наиболее эффективно этот процесс происходил для образцов асфальтового бетона, содержащих добавки. Приведенные данные таблиц показывают, что влияние добавки различного функционального действия возрастает с повышением их содержания до 4-5%. Предел прочности при сжатии образцов с добавкой ООРСМ+ГС +ОРСМ при температуре 20°C возрастает на 14% в сравнении с добавкой ГС и РП в отдельности. Данные таб. 1 и 2, и рис. 1, показывают, что образцы с добавками в комплексе ООРСМ+ГС+РП+ОРСМ имеют лучшие характеристики при температуре 50°C. В практике при эксплуатации предел прочности при одноосном сжатии материалов с применением органических веществ в жарких условиях не отражает реальных условий их работы, что иногда приводит к образованию наплывов волны колеи. На этой основе нами был дополнительно определен показатель сдвиговых характеристик и трещиностойкости исследуемого асфальтобетона с добавками различного функционального действия, где полученные результаты приведены в таблицах 1, 2. и рис. 1.

Анализ данных табл. 1, 2. и рис. 1. показывает, что сцепление при сдвиге у образцов с комплексной добавкой ООРСМ+ГС+РП+ОРСМ оказалось на 8% выше, чем у образцов без добавки и на 14% больше, чем у образцов с добавкой РП. Коэффициент внутреннего трения образцов А/Б с комплексной добавкой на 6% выше, чем у образцов без добавки. Показатели трещиностойкости образцов №10 на 9% выше, чем у образцов №1, и на 13% больше чем у образцов №4.

Выводы

В результате исследования влияния добавки различного функционального действия на основе вторичного сырья и отходов промышленности показано, что при использовании в смесях обычного асфальтобетона добавок различного характера действия заданные эксплуатационные показатели асфальтобетона могут быть обеспечены комплексным их применением, состоящим из нормативного битума, пластифицирующей, структурирующей и разжижающей добавок.

Добавки ООРСМ и ГС оказывают заметное пластифицирующее действие на вязкий битум, снижая его температуру хрупкости на 20°C при введении их в количестве 10%, а также позволяют улучшить деформативные свойства асфальтовых бетонов.

Асфальтобетон на модифицированном битуме с пластифицирующей и структурирующей добавками из РП и ГС+ОРСМ характеризуется лучшими показателями в интервале эксплуатируемых температур. Отработанные смазочные масла и остатки от их регенерации могут быть использованы в строительстве асфальтобетонных дорог с применением местных материалов – малопрочных каменных материалов.

Литература

1. Вольфсон С.И., Хакимулин Ю.Н., Закирова Л.Ю. и др. Модификация битумов, как способ повышения их эксплуатационных свойств. //Вестник технологического университета Таджикистана. Серия химическая технология. 2016. №17 Т19. С.29-33.

2. Сайрахмонов Р.Х., Умаров С.С. и др. «Повышение адгезионных свойств битума путем применения комплексной добавки» //Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2016. № 1-1 (192). С.181-185.
3. Хозин В.Г. и др. Модификация нефтяных битумов полимерами: Материалы V акад. Воронеж ,1999. С.508 – 510.
4. Асад Т., Умаров С.С, Сайрахмонов Р.Х. Теретические аспекты, экспериментальные исследования эффективности применения комплексной добавки различного функционального назначения в составе дорожных битумов. // Политехнический вестник. Серия инженерные исследования 2020г. №1 (49). С.119-125.
5. Арабзода Н.С., Сайрахмонов Р.Х., Шарифов Ф.А. Улучшение физико-механических свойств асфальтовых бетонов путем пластификации и дисперсного армирования. //Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2021. №3.(55). С.94-98.
6. Сайрахмонов Р.Х., Бобоев Х.К., Нурмадов Г.Н. Влияние дробленной резиновой крошки на свойства битума //Политехнический вестник, Серия: Инженерные исследования 2019г. №2(46), С.89-92.
7. Сайрахмонов Р.Х.,С.Б. Мирзозода, М.С. Пирумшохи, Ф.А. Шарифов, Ф.Б. Нуров Битумоминеральные открытые смеси (БМО) для макрошероховатых слоев с использованием добавки из госсиполовой смолы //Политехнический вестник. Серия инженерные исследования 2020г. №1(49). С.119-125.
8. Соломенцев А.Б. Классификация и номенклатура модифицирующих добавок для битумов // Наука и техника в дорожной отрасли. 2008. №1. С.14-15.

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

TJ	RU	EN
Асад Тошмаҳмадзода	Асад Тошмаҳмадзода	Asad Toshmahmadzoda
-	-	-
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after academician M.S.Osimi
e-mail abdulloasad@mail.ru		
ORCID5 ID 0000-0003-1771-2728		
+992 906 22 96 96		
TJ	RU	EN
Сайрахмонов Раҳимҷон Хусейнович	Сайрахмонов Раҳимдҷон Хусейнович	Sayrakhmonov Rahimjon Huseynovich
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	candidate of technical sciences associate professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after academician M.S.Osimi
srivakn@mail.ru		
0000-0003-1771-2728		
+992 906 22 96 96		
TJ	RU	EN
Умаров Саидҷамол Саидмуҳторович	Умаров Саидҷамол Саидмуҳторович	Umarov Saidjamol Saidmukhtorovich
н.и.т.	к.т.н.	candidate of technical sciences
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after academician M.S.Osimi
umarovss@mail.ru		
0000-0001-9794-4304		
+992 93 512 16 75		

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Приложение 1
к Положению о научном журнале
"Политехнический вестник"

**ТРЕБОВАНИЯ И УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ
статей в журнал "Политехнический вестник"**

1. В журнале публикуются статьи научно-практического и проблемного характера, представляющие собой результаты завершённых исследований, обладающие научной новизной и представляющие интерес для широкого круга читателей журнала.

2. Основные требования к статьям, представляемым для публикации в журнале:

- статья (за исключением обзоров) должна содержать новые научные результаты;
- статья должна соответствовать тематике и научному уровню журнала;
- статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями к оформлению статей (см. пункт 5).

3. Статья представляется в редакцию по электронной почте и в одном экземпляре на бумаге, к которому необходимо приложить электронный носитель текста, идентичного напечатанному, а также две рецензии на статью и справку о результате проверки на оригинальность.

4. Структура статьи

Текст статьи должен быть представлен в формате IMRAD³ на таджикском, английском или русском языке:

ВВЕДЕНИЕ (Introduction)	Почему проведено исследование? Что было исследовано, или цель исследования, какие гипотезы проверены? Включает: актуальность темы исследования, обзор литературы по теме исследования, постановку проблемы исследования, формулирование цели и задач исследования.
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ (MATERIALS AND METHODS)	Когда, где и как были проведены исследования? Какие материалы были использованы или кто был включен в выборку? Детально описывают методы и схему экспериментов/наблюдений, позволяющие воспроизвести их результаты, пользуясь только текстом статьи. Описывают материалы, приборы, оборудование и другие условия проведения экспериментов/наблюдений.
РЕЗУЛЬТАТЫ (RESULTS)	Какой ответ был найден. Верно ли была протестирована гипотеза? Представляют фактические результаты исследования (текст, таблицы, графики, диаграммы, уравнения, фотографии, рисунки).
ОБСУЖДЕНИЕ (DISCUSSION)	Что подразумевает ответ и почему это имеет значение? Как это вписывается в то, что нашли другие исследователи? Каковы перспективы для будущих исследований? Содержит интерпретацию полученных результатов исследования, включая: соответствие полученных результатов гипотезе исследования; ограничения исследования и обобщения его результатов; предложения по практическому применению; предложения по направлению будущих исследований.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ (CONCLUSION)	Содержит краткие итоги разделов статьи без повторения формулировок, приведенных в них.
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК (REFERENCES)	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. п.3).
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	оформляется в конце статьи в следующем виде:

³ Данный термин составлен из первых букв английских слов: Introduction (Введение), Materials and Methods (Материалы и методы), Results (Результаты) Acknowledgements and Discussion (Обсуждение). Это самый распространенный стиль оформления научных статей, в том числе для журналов Scopus и Web of Science.

(AUTHORS' BACKGROUND)

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name			
Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title ⁴			
Ташкилот, Организация, Organization			
e-mail			
ORCID ⁵ Id			
Телефон			

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ (CONFLICT OF INTEREST)	<p>Конфликт интересов — это любые отношения или сферы интересов, которые могли бы прямо или косвенно повлиять на вашу работу или сделать её предвзятой.</p> <p>Пример:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Конфликт интересов: Автор Х.Х.Х. Владеет акциями Компании Y, которая упомянута в статье. Автор Y.Y.Y. – член комитета XXXX. 2. Если конфликта интересов нет, авторы должны заявить: Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов. <p>Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи</p>
ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ (AUTHOR CONTRIBUTIONS).	<p>Публикуется для определения вклада каждого автора в исследование. Описание, как именно каждый автор участвовал в работе (предпочтительно), или сообщение о вкладах авторов в процентах или долях (менее желательно).</p> <p>Пример данного раздела:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Авторы A1, A2 и A3 придумали и разработали эксперимент, авторы A4 и A5 провели теоретические исследование. Авторы A1 и A6 участвовали в обработке данных. Авторы A1, A2 и A5 участвовали в написании текста статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов. 2. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации
ДОПОЛНИТЕЛЬНО (по желанию автора)	
БЛАГОДАРНОСТИ (опционально) - ACKNOWLEDGEMENT (optional)	<p>Если авторы в конце статьи выражают благодарность или указывают источник финансовой поддержки при выполнении научной работы, то необходимо эту информацию продублировать на английском языке.</p>
ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ (FUNDING)	<p>Информация о грантах и любой другой финансовой поддержке исследований. Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.</p>
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ADDITIONAL INFORMATION)	<p>В этом разделе могут быть помещены:</p> <p>Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них.</p> <p>Особые сообщения об источнике оригинала статьи (если статья публикуется в переводе).</p> <p>Информация о связанных со статьей, но не опубликованных ранее докладах на конференциях и семинарах.</p>

⁴ Title can be chosen from: master student, Phd candidate, assistant professor, senior lecture, associate professor, full professor

⁵ ORCID или Open Researcher and Contributor ID (Открытый идентификатор исследователя и участника) — незапатентованный буквенно-цифровой код, который однозначно идентифицирует научных авторов.
www.orcid.org.

5. Требования к оформлению статей

Рекомендуемый объем оригинальной статьи – до 10 страниц, обзора – до 15 страниц, включая рисунки, таблицы, библиографический список. В рубрику «Краткие сообщения» принимаются статьи объемом не более 3 страниц, включая 1 таблицу и 2 рисунка.

Рекомендации по набору и оформлению текста

Наименование	Требования	Примечания
Формат страницы	A4	
Параметры страницы и абзаца	отступы сверху и снизу - 2.5 см; слева и справа - 2 см; табуляция - 2 см;	ориентация - книжная
Редактор текста	Microsoft Office Word	
Шрифт	Times New Roman, 12 пунктов	
межстрочный интервал	Одинарный, выравнивание по ширине	Не использовать более одного пробела между словами, пробелы для выравнивания, автоматический запрет переносов, подчеркивания.
Единица измерения	Международная система единиц СИ	
Сокращения терминов и названий	В соответствии с ГОСТ 7.12-93.	должны быть сведены к минимуму
Формулы	Математические формулы следует набирать в формульном редакторе MathTypes Equation или MS Equation, греческие и русские буквы в формулах набирать прямым шрифтом (опция текст), латинские курсивом. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и центрируются.	Обозначения величин и простые формулы в тексте и таблицах набирать как элементы текста (а не как объекты формульного редактора). Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в последующем изложении. Нумерация формул сквозная. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках недопустимо
Таблицы	При создании таблиц рекомендуется использовать возможности MS Word (Таблица – Добавить таблицу) или MS Excel. Таблицы должны иметь порядковые номера, название и ссылку в тексте. Таблицу следует располагать в тексте после первого упоминания о ней. Интервал между строчками в таблице можно уменьшать до одинарного, размер шрифта – до 9 пунктов.	Внутри таблицы заголовки пишутся с заглавной буквы, подзаголовки – со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком. Заголовки центрируются. Боковые – по центру или слева. Диагональное деление ячеек не рекомендуется. В пустой ячейке обязателен прочерк (тире –). Количество знаков после запятой (точность измерения) должно быть одинаковым.
Рисунки (иллюстрации, графики, диаграммы, схемы)	Должны иметь сквозную нумерацию, название и ссылку в тексте, которую следует располагать в тексте после первого упоминания о рисунке. Рисунки должны иметь расширение, совместимое с MS Word (*JPEG, *BIF, *TIFF (толщина линий не менее 3 пкс) Фотографии должны быть предельно четкими, с разрешением 300 dpi. Максимальный размер рисунка: ширина 150 мм, высота 245 мм. Каждый рисунок должен иметь подрисовочную подпись, в которой дается объяснение всех его элементов. Кривые на рисунках нумеруются арабскими цифрами и комментируются в подписях к рисункам.	Заголовки таблиц и подрисовочные подписи должны быть по возможности лаконичными, а также точно отражающими смысл содержания таблиц и рисунков. Все буквенные обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или подрисовочном текстах. Все надписи на рисунках (наименования осей, цифры на осях, значки точек и комментарии к ним и проч.) должны быть выполнены достаточно крупно, одинаковым шрифтом, чтобы они легко читались при воспроизведении на печати. Наименования осей, единицы измерения физических величин и прочие надписи должны быть выполнены на русском языке. Не допускается наличие рамок вокруг и внутри графиков и диаграмм. Каждый график, диаграмма или схема вставляется в текст как объект MS Excel.

Рукопись должна быть построена следующим образом:

Раздел	Содержание (пример)	Расположение
Индекс УДК ⁶	УДК 62.214.4; 621.791.05	в верхнем левом углу полужирными буквами
Заголовок	НАЗВАНИЕ СТАТЬИ (должен быть информативным и, по возможности, кратким) (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Авторы	Инициалы и фамилии авторов (на языке оригинала статьи)	В центре полужирными буквами
Организация	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	В центре полужирными буквами
Реферат (аннотация)	Должен быть информативным и на языке оригинала статьи (таджикском, русском и английском), содержать 800-1200 печатных знаков (120-200 слов). Структура реферата: Введение. Материалы и методы исследования. Результаты исследования. Заключение.	Выровнять по ширине
Ключевые слова	5-6, разделены между собой « , ». (на языке оригинала статьи) Пример: энергосбережение, производство корунда, глинозем, энергопотребление, оптимизация	Выровнять по ширине
На двух других языках приводится: Заголовок Авторы Организация Реферат (аннотация)	перевод названия статьи, авторов ⁷ , организации ⁸ , заголовки и реферат ⁹ и ключевые слова ¹⁰ на двух других языках	
Статья согласно структуры	Согласно требованиям пункта 4 требования и условия предоставления статей в журнал "Политехнический вестник"	Выровнять по ширине

К статье прилагается (см. <http://vp-es.ttu.tj/>):

1. Сопроводительное письмо (приложение 1А).
2. Авторское заявление (приложение 1Б).
3. Лицензионный договор (приложение 1В).
4. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати (приложение 1Г).
5. Рецензия (приложение 1Д).

⁶ Универсальная десятичная классификация (УДК) — система классификации информации, широко используется во всём мире для систематизации произведений науки, литературы и искусства, периодической печати, различных видов документов и организации картотек. Межгосударственный стандарт ГОСТ 7.90—2007. Пример: <https://www.teacode.com/online/udc/>

⁷ В английском переводе фамилии авторов статей представляются согласно системе транслитерации BSI (British Standard Institute). Стандарт BSI обычно применяется в случае, когда требуется корректная транслитерация букв, слов и предложений из кириллического алфавита в латинский в случае оформления библиографических списков с официальным статусом. Им пользуются для того, чтобы попасть в зарубежные базы данных.

⁸ Название организации в английском переводе должно соответствовать официальному, указанному на сайте организации. Непереводимые на английский язык наименования организаций даются в транслитерированном варианте.

⁹ Необходимо использовать правила написания организаций на английском языке: все значимые слова (кроме артиклей и предлогов) должны начинаться с прописной буквы. Совершенно не допускается написание одних смысловых слов с прописной буквы, других – со строчной.

¹⁰ В английском переводе ключевых слов не должно быть никаких транслитераций с русского языка, кроме непереводимых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия; также не должен использоваться непереводимый сленг, известный только ограниченному кругу специалистов.

Мухаррири матни русӣ:
Мухаррири матни тоҷикӣ:
Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ:

М.М. Якубова
Муаллифон
Ф.М. Раҳимов

Редактор русского текста:
Редактор таджикского текста:
Компьютерный дизайн и верстка:

М.М. Якубова
Авторская редакция
Ф.М. Рахимов

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Раҷабовҳо, 10^А
Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раҷабовых, 10^А

Ба чоп 15.04.2023 имзо шуд. Ба матбаа 20.04.2023 супорида шуд.
Чопи офсетӣ. Коғазӣ офсет. Андозаи 60x84 1/8
Адади нашр 50 нусха.

Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ
ш. Душанбе, кӯчаи акад. Раҷабовҳо, 10^А