

ISSN 2520-2227

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Бахши Таҳқиқотҳои муҳандисӣ

3 (59) 2022



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Серия: Инженерные исследования

POLYTECHNIC BULLETIN
Series: Engineering studies

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ БАХШИ ТАҶҚИҚОТҶОИ МУҲАНДИСӢ

ISSN
2520-2227

3(59)
2022



МАҶАЛЛАИ ИЛМӢ – ТЕХНИКӢ

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

Published since January 2008

Ба рӯйхати нашрияҳои тақризии КОА 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
Индекси обуна 77762

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

Муассис ва ношир	Учредитель и издатель	Founder and publisher
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 Раджабовых, 10А Тел.: (+992 37) 227-04-67	734042, Dushanbe, Avenue of Academicians 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

А.Ҷ. РАҲМОНЗОДА

н.и.т., дотсент, муовини сармуҳаррир

М.М. КАЮМОВ

саркотиб

АЪЗОЁН

А.И. СИДОРОВ

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

А.Г. ФИШОВ

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

Л.С. КАСОБОВ

н.и.т., дотсент

А.К.КИРГИЗОВ

н.и.т., и.в. дотсент

И.Н. ГАНИЕВ

академики АМИТ, д.и.х., профессор

Х.О. ОДИНАЗОДА

узви вобастаи АМИТ, д.и.т., профессор

Т.Ҷ. ҶУРАЕВ

д.и.т., профессор

М.М. ХАҚДОД

узви вобастаи АМИТ, д.и.т., профессор

А.Б. БАДАЛОВ

узви вобастаи АМИТ, д.и.х., профессор

А.С. ФОХАКОВ

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. КАЛАНДАРБЕКОВ

д.и.т., и.в. професс

А. Г. ГИЯСОВ

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

Н.Н. ХАСАНОВ

доктори меъморӣ, и.в. профессор

Р.С. МУКИМОВ

доктори меъморӣ, профессор

Ҷ.Ҳ. САИДЗОДА

доктори илмҳои техники, профессор

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

К.К. ДАВЛАТЗОДА

д.э.н., профессор

Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА

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

А.Дж. РАХМОНЗОДА

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

М. М. КАЮМОВ

главный секретарь

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

А.И. СИДОРОВ

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

А.Г. ФИШОВ

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

Л.С. КАСОБОВ

к.т.н., доцент

А.К.КИРГИЗОВ

к.т.н., и.о. доцента

И.Н. ГАНИЕВ

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. ХАҚДОД

член-корр. АН РТ, д.т.н., профессор

А.Б. БАДАЛОВ

член-корр. АН РТ, д.х.н., профессор

А.С.ФОХАКОВ

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.КАЛАНДАРБЕКОВ

д.т.н., и.о. профессора

А. Г. ГИЯСОВ

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

Н.Н. ХАСАНОВ

доктор архитектуры, и.о. профессора

Р.С. МУКИМОВ

доктор архитектуры, профессор

Дж.Х. САИДЗОДА

д.т.н., профессор

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	5
<i><u>ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВЕТРОВОГО ПОТОКА НА ОСНОВЕ УТОЧНЕННОГО ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ВЕТРА</u></i>	<i><u>5</u></i>
Хасанзода Н., Сафаров М.И., Рахимов Ф.М., Каримзода Дж.Х.	5
<i><u>УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПЕРЕХОДНЫМИ ПРОЦЕССАМИ В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЫХОДНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН</u></i>	<i><u>11</u></i>
Шарифов Б.Н., Диёров Р.Х., Сайфуллоева О.М., Косимов У.У.	11
<i><u>АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ГОРОДА ДУШАНБЕ</u></i>	<i><u>21</u></i>
Рахимов Р.А.	21
<i><u>РАЗРАБОТКА И МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА СИСТЕМЫ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ДЛЯ БЫТОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ</u></i>	<i><u>26</u></i>
Махсумов И.Б., Ниёзи С.Р., Вохидов М.М.	26
МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАВОДШИНОСӢ - МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ - METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE.....	33
<i><u>НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ КОМПОНЕНТОВ СЫРЬЯ ДЛЯ ВЫПЛАВКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ</u></i>	<i><u>33</u></i>
Абдурахманов Б.М., Кадыров А.Л., Касымов Д.А.	33
<i><u>МУАЙЯН КАРДАНИ МЕҲНАТТАЛАБИИ ИСТЕҲСОЛИ МАҲСУЛОТ АЗ САНҒҲОИ РАНГА</u></i>	<i><u>39</u></i>
Хоҷаев Т.А.	39
<i><u>ИСТЕҲСОЛИ МАҲСУЛОТИ КУРАШАКЛ АЗ САНҒҲОИ РАНГА</u></i>	<i><u>42</u></i>
<i><u>БО КОРКАРДИ МАРКАЗГУРЕЗИ АБРАЗИВӢ</u></i>	<i><u>42</u></i>
Хоҷаев Т.А., Мирзоалиев А.И.	42
<i><u>СИНТЕЗ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АНТИМОНИДОВ Ln_4Sb_3 ($Ln = Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Yb$)</u></i>	<i><u>46</u></i>
Балаев М.А.	46
<i><u>ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТ МЕЖЧАСТИЧНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ, АКТИВНОСТИ И СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ ГИББСА В СИСТЕМАХ Ag-ХАЛЬКОГЕНЫ (S, Se и Te)</u></i>	<i><u>51</u></i>
Нимонов Р.А.	51
<i><u>ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНИЧЕСКОЙ ФРИКЦИОННОЙ ПЕРЕДАЧИ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ВАЛАМИ С ОБОСНОВАНИЕМ ВЫБОРА МАТЕРИАЛОВ</u></i>	<i><u>56</u></i>
Акрамов Б.Н., Одиназода Б.Н., Тошев М.А., Исматов И.А.	56
ТЕХНОЛОГИИ КИМИЁВӢ - ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ - CHEMICAL TECHNOLOGY	62
<i><u>ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАСТВОРИТЕЛЯ НА ТЕРМОДИНАМИКУ СОЛЬВАТАЦИИ 2-МЕТИЛИМИДАЗОЛА</u></i>	<i><u>62</u></i>
Содатдинова А.С.	62
<i><u>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ</u></i>	<i><u>67</u></i>
Шарифов Д.А.	67
<i><u>ФРАКЦИОННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ .</u></i>	<i><u>72</u></i>
Икромӣ Х. И.	72
НАҚЛИЁТ - ТРАНСПОРТ - TRANSPORT	77

УСУЛҲОИ ТАҲЛИЛИИ ТЕХНИКӢ-ИҚТИСОДИИ КОРХОНАИ НАҚЛИЁТИИ БОРКАШОНӢ ВА МУСОФИРБАРӢ (дар мисоли корхонаи ҶДММ “Хатлонтранс”-и ш. Бохтар).....	77
Ҷалолзода Д.С., Абдуллоев С.С.	77
РОҲҲОИ БЕҲДОШТИ НАЗОРАТ ВА ТАНЗИМИ ФАӢОЛИЯТИ НАҚЛИЁТИ МУСОФИРБАРӢ ДАР ШАҲРИ ДУШАНБЕ ...	85
Исмоилов М. И., Саидзода М. Р.	85
СОХТМОН ВА МЕЪМОРӢ - СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА - CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE.....	90
ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНО – ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ НА СУЛЬФАТОСТОЙКОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО БЕТОНА	90
Акрамов А.А.	90
О МЕТОДОЛОГИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, НАУЧНЫХ МЕТОДАХ ПОЗНАНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ	94
Фазилов А.Р.	94
ФАРҲАНГ ВА ҲУНАРҲОИ ВОЛОИ МИЛЛАТИ ТОҶИК.....	102
ДАР СИМОИ ТОЛОРИ “ДИДОР”-И МАҶМААИ “КОХИ НАВРӢЗ”.....	102
Тилпоев С.С., Азизиён С.С.	102
ПРОХОДКА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ УКРЕПЛЕНИЕМ МЕТОДОМ ИНЪЕКЦИИ	108
Хасанов Н.М., Холов Ф.А., Зувайдов М.М.	108
ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ	115
Каримов Н.М.	115
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ С ДИСКРЕТНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРИ ГАРМОНИЧЕСКОМ КОЛЕБАНИИ ОСНОВАНИЯ	121
Каландарбеков И.И.	121
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ.....	128
Низомов Д.Н., Каландарбеков И.И., Каландарбеков И.К.	128
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В СОСТАВ ДОРОЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	132
Сайрахмонов Р.Х.	132
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	138
Сайрахмонов Р.Х., Асад Т.	138
ВЛИЯНИЕ ДЕКСТРИНА НА СТОЙКОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА В РАСТВОРЕ СУЛЬФАТА НАТРИЯ	143
Шарифов А., Неъматзода Д.С., Гозиев З. А., Тошов Дж.З.	143
ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ	148
Худойкулов Д.Х., Сулейманова М.А.	148
ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ РАСЧЕТНОГО ЗНАЧЕНИЯ СВЯЗЕЙ (ЭО 56) МЕЖДУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ НЕСУЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ КАРКАСА С КАМЕННЫМ ЗАПОЛНЕНИЕМ	154
Акрамов А. А.	154
АСОСҲОИ ТАРҲРЕЗИ ВА ТАШКИЛИ МАҶАЛЛАҲОИ АҲОЛИНИШИН ДАР ШАҲРҲОИ КАЛОНИ АҶФОНИСТОН	159
Билим М.У.	159
СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МОДЕЛИ ПОЛОГОЙ ОБОЛОЧКИ.....	165
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ	165
Низомов Д. Н., Нуманов О.Р.	165

ЭНЕРГЕТИКА - ENERGY**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВЕТРОВОГО ПОТОКА НА ОСНОВЕ
УТОЧНЕННОГО ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ВЕТРА****Хасанзода Н., Сафаров М.И., Рахимов Ф.М., Каримзода Дж.Х.***Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

Для региона Тихоокеанского побережья России определены уточнённые интегральные функции и плотности статистического распределения. Показано, что широко используемое статистическое распределение Вейбулла требует уточнения, и для данного региона в большей степени скорости ветрового потока более адекватным является бета-распределение. Такое исследование позволяет уточнить математическое ожидание скорости ветра и, следовательно, более точно определить установленную мощность ветроустановки, а также договорную поставляемую мощность (ДПМ).

Ключевые слова: ветроэнергетика, статистическое распределение скорости ветра, бета-распределение, гамма-распределение.

**ҚОБИЛИЯТИ ИМҚОНПАЗИРИИ СЕЛИ БОДИ (ШОМОЛИ) ДАР АСОСИ ҚОНУНИ САҲЕҲКАРДАИ
ТАҚСИМШАВИИ СУРЪАТИ ВАЗИШ****Ҳасанзода Н., Сафаров М.И., Раҳимов Ф.М., Каримзода Ҷ.Ҳ.**

Барои минтақаи соҳили уқёнуси Ороми Русия, функсияҳои интегралӣ ва зичии тақсимои омори муайян карда мешаванд. Нишон дода шудааст, ки тақсимои омори васеъ истифодашавандаи Вейбул (Weibull) тавзеҳот талаб мекунад ва барои ин минтақа, тақсимои бета ба андозаи бештар барои суръати ҷараёни бод мувофиқтар аст. Чунин тадқиқот имкон медиҳад, ки интизориҳои математикӣ суръати шамоли аниқ карда шавад ва аз ин ру, иқтидори муқарраршудаи турбинаи бодӣ, инчунин тавоноии шартномавии супурдашуда (ТШС) дурусттар муайян карда шавад.

Калимаҳои калидӣ: энергияи бод, тақсимои омори суръати бод, тақсимои бета, тақсимои гамма.

**ENERGY POTENTIAL OF THE WIND FLOW BASED ON THE REFINED LAW OF WIND SPEED
DISTRIBUTION****Khasanzoda N., Safarov M.I., Rakhimov F.M., Karimzoda J.H.**

For the region of the Pacific coast of Russia, refined integral functions and statistical distribution densities are determined. It is shown that the widely used Weibull statistical distribution requires clarification, and for this region, to a greater extent, the beta distribution is more adequate for the wind flow velocity. Such a study makes it possible to clarify the mathematical expectation of wind speed and, therefore, to more accurately determine the installed capacity of the wind turbine, as well as the contractual delivered capacity (DPM).

Key words: wind energy, statistical distribution of wind speed, beta distribution, gamma distribution.

ВВЕДЕНИЕ

Ветер является возобновляемым и экологически чистым источником энергии в отличие от ископаемого топлива, которое загрязняет нижний слой атмосферы. Одним из важных параметров ветра является его скорость. Скорость ветра является случайной величиной, поэтому необходимо использовать статистические методы для её оценки. Из этого следует, что вероятность распределения скорости ветра можно оценить с использованием статистических распределений вероятностей. Точное определение статистического распределения скорости ветра очень важно при оценке энергетического потенциала конкретной местности. Эта информация необходима для разработчиков ветроэнергетических установок (ВЭУ), позволяя минимизировать затраты на производство ВЭУ, а инвесторам более точно оценить их доходы от производства электроэнергии.

Известно, что для расчета средней мощности, необходимо знать распределение скорости ветра. При измерении скорости ветра в течение года можно заметить, что в большинстве районов мира сильные штормовые ветра редки, в то время как умеренные и свежие ветра довольно распространены. В свою очередь, статистическое распределение скорости ветра всегда варьируется от места на земном шаре в зависимости от климатических условий и поверхности ландшафта.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Изменение скорости ветра для Дальневосточного региона обычно описывается с помощью распределения Вейбулла, о чём было написано много работ. Несмотря на продолжительное исследование других распределений, например, таких как бета- и гамма-распределения, Вейбулла является наиболее

востребованной моделью. При анализе информации от скорости ветра задача заключается в том, как спроектировать электросеть таким образом, чтобы предложенная комбинация нескольких разных источников энергии была достаточной для поддержания надежности электроснабжения.

Пусть V – случайная величина, которая описывает скорость ветра (м/с) на определенной местности. Тогда функция плотности будет выглядеть следующим образом:

$$f(V) = \frac{k}{c} \left(\frac{V}{c}\right)^{k+1} e^{\pm\left(\frac{V}{c}\right)^k}, \quad k > 0, V > 0, c > 0, \quad (1)$$

где k (безразмерная величина) и c (м/с) – параметры формы и масштаба, соответственно.

Каждый из этих параметров в результате расчета определяет характеристику статистического распределения. Параметр формы в формуле показывает степень искаженности кривой распределения, а параметр масштаба влияет на математическое ожидание скорости ветра.

Как уже отмечалось, для расчёта энергетического потенциала ветра обычно используется функция плотности вероятности Вейбулла. Однако довольно часто такой подход приводит к неправильному прогнозу произведенной энергии, в результате чего это может привести к дополнительным затратам. В ряде зарубежных статей уже отмечалось, что использование только распределения Вейбулла приводит к некоторым проблемам. Например, на ветрозлектростанции Chungtun, расположенной на небольшом острове в Тайване, полезной оказалась биномиальная смесь распределений Вейбулла [1]. Также имеются статьи, в которых использовались смесь функций усеченного нормального и Вейбулла распределений, смесь функций гамма и Вейбулла распределений и смесь усеченных нормальных законов распределений [2-7].

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Семейство бета-распределений. В настоящее время в статистике ведутся активные исследования по обобщению уже существующих классических распределений с помощью добавления дополнительных параметров. В конечном итоге, полученное новое распределение обладает большей гибкостью при анализе эмпирических данных, чем исходное распределение. Одни из таких разработок представлены в обобщении бета-распределений [8]. Полученные новые распределения вместе с классическим образуют семейство бета-распределений следующего вида:

$$F(x) = \frac{B(g(x, \delta), \alpha, \beta)}{B(\alpha, \beta)}, \quad (3)$$

где $x = \frac{v}{Scale}$ – скорость ветра поделенное на масштабный коэффициент, $B(x, \alpha, \beta) = \int_0^x y^{\alpha-1}(1-y)^{\beta-1}dy$ – неполная бета-функция и $B(\alpha, \beta) = \int_0^1 y^{\alpha-1}(1-y)^{\beta-1}dy$ – полная бета-функция, α, β, δ – параметры, $g(x, \delta)$ – функция, задающая конкретное распределение семейств (непрерывная монотонно возрастает от 0 до 1):

бета-распределение I-го рода, $g(x) = x$, $0 \leq x \leq 1$;

бета-распределение II-го рода, $g(x) = \frac{x}{1+x}$, $0 \leq x \leq +\infty$;

бета-распределение III-го рода, $g(x) = \frac{\delta x}{1+(\delta-1)x}$, $0 \leq x \leq 1$.

Из этих трех распределений самым обобщенным является бета-распределение III рода.

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \vee x \geq 1; \\ \frac{\delta^\alpha}{B(\alpha, \beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} (1+(\delta-1)x)^{-(\alpha+\beta)}, & 0 < x < 1. \end{cases} \quad (5)$$

Критерий оценки. Оценка параметров распределения проводилась с помощью трех критериев согласия: хи-квадрат Пирсона, Колмогорова и омега-малое квадрат Мизеса, на основе которого можно принять или опровергнуть нулевую гипотезу. Обычно нулевая гипотеза представлена в виде ожидаемого набора данных и альтернативной гипотезы в виде некоторых недавно наблюдаемых данных.

В результате проверки из данного критерия необходимо убедиться в значимости результата. Рассчитав уровень значимости, убедимся, что модель работает с допустимой вероятностью ошибки.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Статистическая обработка ретроспективных временных рядов скорости ветрового потока с измерением на высоте 10 метров позволила по указанным выше критериям определить уровни значимости для ряда предполагаемых законов распределения скорости ветра. Наиболее высокие уровни значимости по всем

выбранным критериям (хи-квадрат, Колмогорова и омега-малое квадрат Мизеса) для бета-распределения III рода равны $p_{\chi^2} = 0,858$, $p_k = 0,885$, $p_{n\omega^2} = 0,716$. Для распределения Вейбулла уровни значимости составили соответственно $p_{\chi^2} = 0,502$, $p_k = 0,911$, $p_{n\omega^2} = 0,69$. Таким образом, наиболее высокий уровень значимости в целом для скорости ветра имеет закон бета-распределения III рода. На рисунке 1 представлены функции распределения и плотности. Второй по приоритету уровня значимости закон Вейбулла представлен на рисунке 2.

Полученные результаты позволяют определить мощность единичной ветроустановки, из которых потом может быть организован ветропарк. Выбрана ВЭУ фирмы Vestas марка V80-2.0, энергетическая характеристика которой по данным производителя приведена на рисунке 3 [9].

Таблица 1 - Паспортные данные ВЭУ марки Vestas V80-2.0

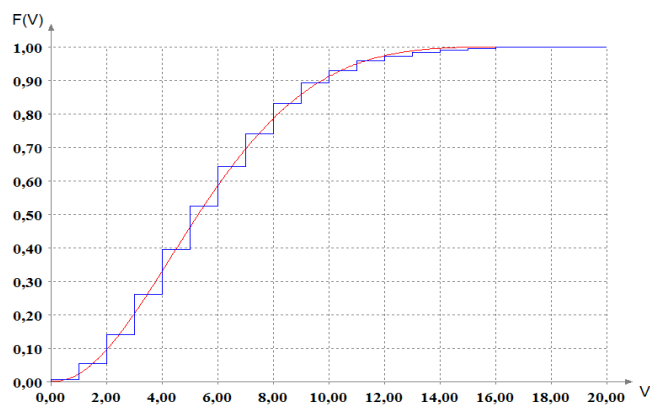
Номинальная мощность	2 МВт
Ометаемая площадь	5027 м ²
Стартовая скорость ветра	4 м/с
Номинальная скорость ветра	16 м/с
Высота мачты	100 м

Продольная ось ветроустановки находится на высоте 100 метров. Пересчитаем математически ожидаемые скорости ветра на высоте 100 метров по выражению:

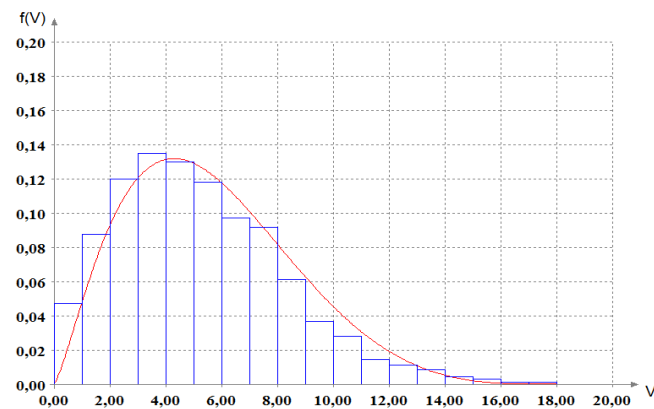
$$V(h_1) = V(h_2) \cdot \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^m, \quad (6)$$

где $V(h_1)$ – скорость ветра на высоте h_1 и $V(h_2)$ – известная скорость ветра на высоте h_2 , m – эмпирически выведенный коэффициент, который изменяется в зависимости от стабильности атмосферы, примем его равным 0,2.

$$V_b(100) = 4,296 \cdot \left(\frac{100}{10}\right)^{0,2} = 6,809 \frac{\text{м}}{\text{с}},$$



а) ● Бета 3-го рода (2.3499,4.4705,1.1687) с масштабом 18.0234 со сдвигом 0.0000
● Ветер



б) ● Бета 3-го рода (2.3499,4.4705,1.1687) с масштабом 18.0234 со сдвигом 0.0000
● Ветер

а) функция распределения

б) функция плотности

Рисунок 1- Статистический закон бета-распределения III рода

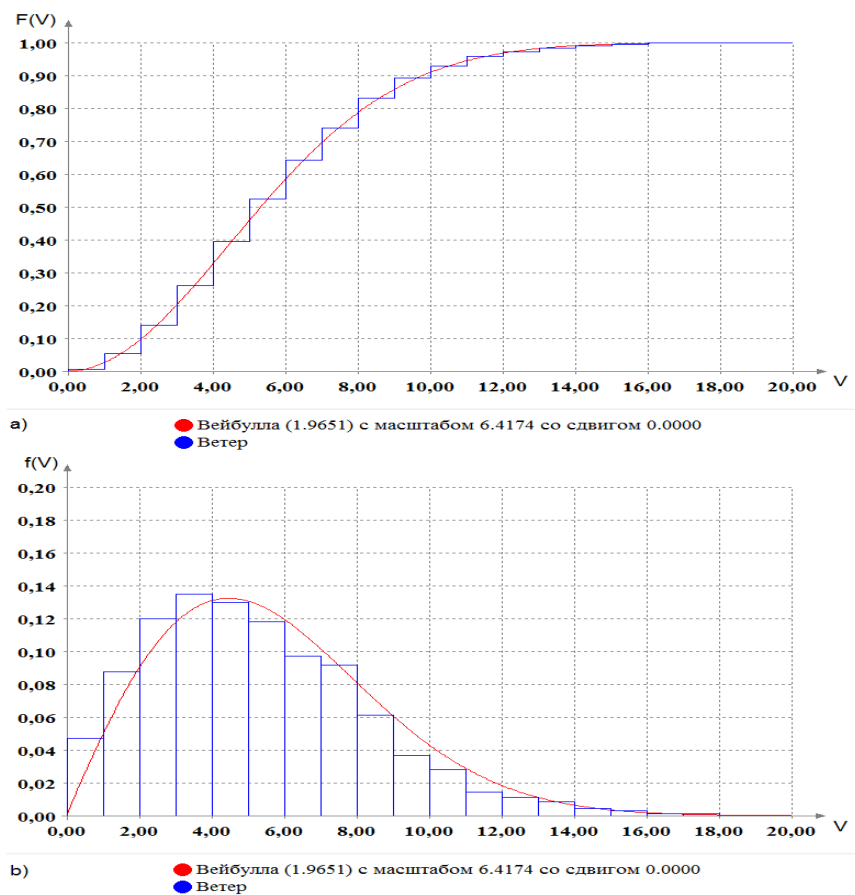


Рисунок 2 - Статистический закон распределения Вейбулла
а) функция распределения, б) функция плотности

Далее переходим к определению вырабатываемой мощности ВЭУ по формуле[10]:

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot C_p \cdot A \cdot V^3, \quad (7)$$

где ρ – плотность воздуха, C_p – коэффициент мощности, A – ометаемая площадь.

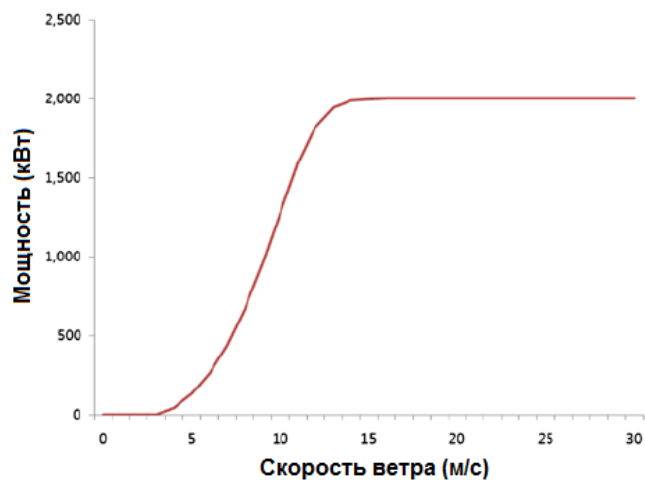


Рисунок 3 - Энергетическая характеристика ВЭУ марки Vestas V80-2.0

$$P_b = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 0,4 \cdot 5027 \cdot 6,809^3 = 380864 \text{ Вт} = 0,38 \text{ МВт}$$

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 0,4 \cdot 5027 \cdot 7,083^3 = 428718 \text{ Вт} = 0,42 \text{ МВт}$$

В этом случае для двух выбранных законов распределения получим математические ожидания вырабатываемой мощности, которые равны 0,38 МВт и 0,42 МВт. Видно, если выбрана гипотеза закона распределения по Вейбуллу, то математическое ожидание мощности несколько выше, чем при бета-распределении III рода.

На основании полученных результатов можно определить вероятность ДПМ с максимальной вероятностью. Из рисунка 4 можно заключить, что с учетом разворота турбины при скорости ветра 3,5 м/с на высоте 100 метров с вероятностью 0,88 гарантирована поставка мощности примерно 52 кВт. Это свидетельствует о том, что для повышения вероятности выработки гарантированной мощности необходим дополнительный источник мощности, которым может служить либо дизельный генератор, либо накопитель энергии.



Рисунок 4 - Функция надежности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведенное исследование позволяет утверждать, что с наибольшими уровнями значимости распределение скорости ветрового потока принадлежит либо закону бета-распределения III рода, либо закону Вейбулла, который в большинстве случаев принимается к рассмотрению.
2. Энергетический потенциал ветра в прибрежной зоне Тихого океана России является достаточно большим, но не используется в должной мере.
3. Целесообразное строительство ветропарка может опираться на ветроэнергетические установки мощностью 2 МВт фирмы Vestas. Для поставки гарантированной мощности ветропарк должен обязательно сопровождаться установкой накопительной энергии мощностью 12% от мощности ветропарка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Liu F.J., Ko H.H., Kuo S.S., Liang Y.H., & Chang T.P. (2014). Study on wind characteristics using bimodal mixture Weibull distribution for three wind sites in Taiwan / Journal of Applied Science and Engineering, 2014, pp. 283–292.
2. Manusov V.Z., Khasanzoda N., Ivanov G.V. The estimation of wind power station on the basis of fuzzy regression model to forecast the speed and direction of the wind / International theoretical and practical conference on Alternative and Smart Energy (TPCASE 2018), December 6-8, 2018, Voronezh, VSTU, pp 309–315.

3. Chang, T. P. Estimation of wind energy potential using different probability density functions. Applied Energy, 2011, 1848–1856.

4. Киргизов А.К., Ганиев З.С., Джалилов Р.А. Влияние местности на определение потенциала возобновляемых источников энергии / Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2018. № 1 (41). С. 34–46.

5. Манусов В.З., Хасанзода Н., Матренин П.В. Повышение энергоэффективности ветроэнергетических установок на основе роевого интеллекта / Новое в российской электроэнергетике: науч.-техн. электрон. журн. – 2018. – № 10. – С. 36–43.

6. Kollu R., Rayapudi S.R., Narasimham S.V.L., & Pakkurthi, K.M. Mixture probability distribution functions to model wind speed distributions / International Journal of Energy and Environmental Engineering, 2012, pp. 1–10.

7. Wang, J., Hu, J., & Ma, K. Wind speed probability distribution estimation and wind energy assessment / Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016, pp.881–899.

8. Лемешко Б.Ю., Лемешко С.Б., Постовалов С.Н., Чимитова Е.В. Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход: монография – Новосибирск: Изд-во НГТУ, – 2011. – 888 с.

9. Манусов В.З., Хасанзода Н. Оценка мощности ветроэнергетических установок на основе нечеткой модели ветрового потока и его вероятностных характеристик / Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2019. – № 1 (42). – С. 73–82.

10. Манусов В.З., Хасанзода Н. Оптимизация энергоэффективности ветровых ресурсов Дальнего Востока на основе алгоритма роевого интеллекта / Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология», (ISJAE). – 2018. – № 19-21. – С. 12–22.

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

TJ	RU	EN
Хасанзода Насрулло	Хасанзода Насрулло	Nasrullo Khasanzoda
н.и.т	к.т.н.	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
nasrullo-5445@mail.ru		
https://orcid.org/0000-0002-2787-4299		
TJ	RU	EN
Сафаров Манучехр Исуфович	Сафаров Манучехр Исуфович	Safarov Manuchehr Isufovich
Муаллими калон	Ст. преподаватель	Senior Lecturer
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
https://orcid.org/ Место для ввода текста.		
TJ	RU	EN
Рахимов Фирдавс Мирзоумарович	Рахимов Фирдавс Мирзоумарович	Rahimov Firdavs Mirzoumarovich
ассистент	ассистент	assistant
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
rm-firdavs@mail.ru		
https://orcid.org/0000-0002-3962-7914		
TJ	RU	EN
Каримзода Чамшед Халим	Каримзода Джамшед Халим	Karimzoda Jamshed Halim
н.и.т	к.т.н.	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимй	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi

УДК 621.311.25, 621.311.21

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПЕРЕХОДНЫМИ ПРОЦЕССАМИ В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЫХОДНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Шарифов Б.Н., Диёров Р.Х., Сайфуллоева О.М., Косимов У.У.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В настоящее время по мере увеличения спроса на электроэнергию во всех секторах существует острая необходимость во внедрении альтернативных возобновляемых источников энергии в современные энергосистемы. Возобновляемые источники энергии, которые состоят из солнечной (фотоэлектрической, ветровой и гидроэнергии), являются ключевыми альтернативными источниками «зеленой» энергии. Благодаря научно-техническому прогрессу стоимость фотоэлектрических преобразователей солнечной радиации неизменно снижается высокими темпами, что дает возможность строить солнечные электростанции достаточно большой мощности. В ближайшие десятилетия солнечная энергетика станет стимулом для экономического развития стран, которые обладают максимальным «солнечным» ресурсом. Республика Таджикистан является одной из таких стран, обладающей высоким потенциалом солнечной энергии.

В статье представлен анализ ресурсов и потенциала солнечной энергии в условиях Республики Таджикистан. Выполнено исследование электромагнитных переходных процессов в сетях с фотоэлектрическими солнечными электростанциями. Представлены основные уравнения, имитационная модель и выполнены расчеты переходных процессов с учетом изменения напряжения на шинах постоянного тока. Предложен алгоритм управления системой автоматического регулирования выходных параметров СЭС. Проведен анализ динамических и статических режимов при параллельной работе солнечной электростанции с сетью. Построена структурная схема и реализована компьютерная модель в пакете MATLAB совместно с Simulink и Power System Blockset.

Ключевые слова: солнечная энергия, солнечная электростанция, переходные процессы, компьютерная математическая модель солнечной электростанции.

CONTROL OF ELECTROMAGNETIC TRANSIENT PROCESSES IN THE SYSTEM OF REGULATING THE OUTPUT PARAMETERS OF A SOLAR POWER PLANT IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

Sharifov B.N., Diyorov R.Kh., Saifulloeva O.M., Kosimov U. U.

Nowadays, as the demand for electricity in all sectors increases, there is an urgent need to introduce alternative renewable energy sources into modern energy systems. Renewable energy sources, which consist of solar (photovoltaic, wind and hydropower), are key alternative sources of "green" energy. Thanks to scientific and technological progress, the cost of photovoltaic solar radiation converters is steadily decreasing at a high rate, which makes it possible to build solar power plants of sufficiently large capacity. In the coming decades, solar energy will become a stimulus for the economic development of countries that have the maximum "solar" resource. The Republic of Tajikistan is one of these countries with a high potential for solar energy.

The article presents an analysis of the resources and potential of solar energy in the conditions of the Republic of Tajikistan. A study of electromagnetic transients in networks with photovoltaic solar power plants was carried out. Basic equations are presented, a simulation model is presented, and calculations of transient processes are performed, taking into account the change in voltage on the DC buses. An algorithm for controlling the automatic control system for the output parameters of the solar power plant is proposed. The analysis of dynamic and static modes was carried out during parallel operation of a solar power plant with a network. A block diagram was built and a computer model was implemented in the MATLAB package together with Simulink and Power System Blockset.

Key words: solar energy, solar power plant, transient processes, computer mathematical model of a solar power plant.

НАЗОРАТИ ПРОЦЕССХОИ ГУЗАРОНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТИ ДАР СИСТЕМАИ ТАНЗИЗМ НАМУДАНИ ПАРАМЕТРХОИ ИСТЕХСОЛИИ СТАНЦИЯИ ЭЛЕКТРИКИ ОҒОБ ДАР ШАРОИТИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Шарифов Б.Н., Диёров Р.Х., Сайфуллоева О.М., Косимов У.У.

Дар айни замон, бо афзоиши талабот ба нерӯи барқ дар тамоми соҳаҳо, зарурати ҷорӣ намудани манбаъҳои алтернативии барқароршавандаи энергия дар системаҳои муосири энергетикӣ ба миён меояд. Манбаъҳои барқароршавандаи энергия, ки аз энергияи офтобӣ (фотоэлектрикӣ, бодӣ ва гидроэнергетикӣ) иборатанд, манбаи асосии алтернативии энергияи «сабз» мебошанд. Ба шарофати пешрафти илмию техники арзиши табдилдиҳандаҳои радиатсияи офтобии фотоэлектрикӣ бо суръати баланд мунтазам кам шуда истодааст. Ки имкон медиҳад станцияҳои электрикии офтобии дорой иқтидори калон дар даҳсолаҳои наздик энергияи офтоб анғезаи тараққиёти иқтисодии мамлакатҳое ҳоҳад шуд, ки захираи максималии «офтоб» доранд. Ҷумҳурии Тоҷикистон яке аз ин кишварҳост, ки дорой захираҳои энергетикӣ офтоб мебошад.

Дар мақола таҳлили захираҳо ва иқтидори энергияи офтобӣ дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шудааст. Омӯзиши

гузариши электромагнитӣ дар шабакаҳои станцияҳои электрикии офтобии фотоэлектрикӣ гузаронида шуд. Муодилаҳои асосӣ пешниҳод карда мешаванд, модели моделиронӣ пешниҳод карда мешаванд ва ҳисобҳои равандҳои гузаранда бо назардошти тағирёбии шиддат дар автобусҳои DC иҷро карда мешаванд. Алгоритми идора кардани системам автоматии идоракунии параметрҳои баромади станцияи электрикии офтобӣ пешниҳод карда шудааст. Таҳлили режимҳои динамики ва статикӣ хангоми кори параллелни станцияи электрикии офтобӣ бо шабака гузаранда шуд. Диаграммаи блок сохта шуд ва модели компютерӣ дар барномаи MATLAB яқоя бо Simulink ва Power System Blockset амалӣ карда шуд.

Калимаҳои калидӣ: энергияи офтоб, нерӯгоҳи барқи офтобӣ, равандҳои гузаранда, модели математикии компютери нерӯгоҳи барқи офтобӣ.

ВВЕДЕНИЕ

Солнечная энергетика является одним из наиболее перспективных направлений использования возобновляемых и альтернативных источников энергии на планете. Ее развитие также связано с масштабными программами поддержки возобновляемой энергетики, реализуемыми в промышленных развитых странах Европы, США, Китая и Японии. Согласно отчетам Международной сети устойчивой энергетики (INFORSE) REN21 за 2019 г. динамика роста установленной мощности солнечной энергетики достигла 627 ГВт (рисунок 1) [1]. Интенсивный рост солнечной энергетики пришелся на 2007-2011г., после этого динамика развития отрасли несколько стабилизировалась, однако начиная с 2013 г., вновь начала сильно расти на 30% каждый год.

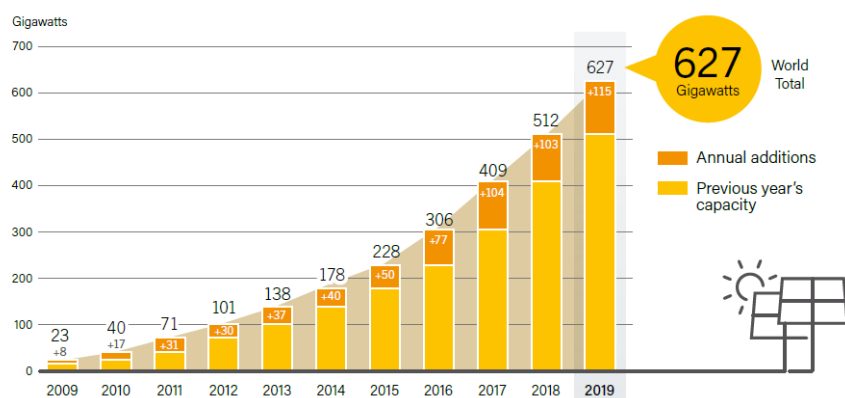


Рисунок 1- Динамика роста кумулятивного объема установленной мощности солнечных фотоэлектрических станций

Республика Таджикистан (РТ) располагает колоссальным потенциалом практически по всем возобновляемым источникам энергии (ВИЭ), в том числе по солнечной энергии. Суммарная солнечная радиация при ясном небе на территории РТ достигает 700-800 Вт/м² или 7,500-8,000 МДж/м² (рис.2.). Эти параметры намного выше в горных территориях, особенно на Восточном Памире, где население имеет ограниченную возможность использовать гидроэнергетические ресурсы.

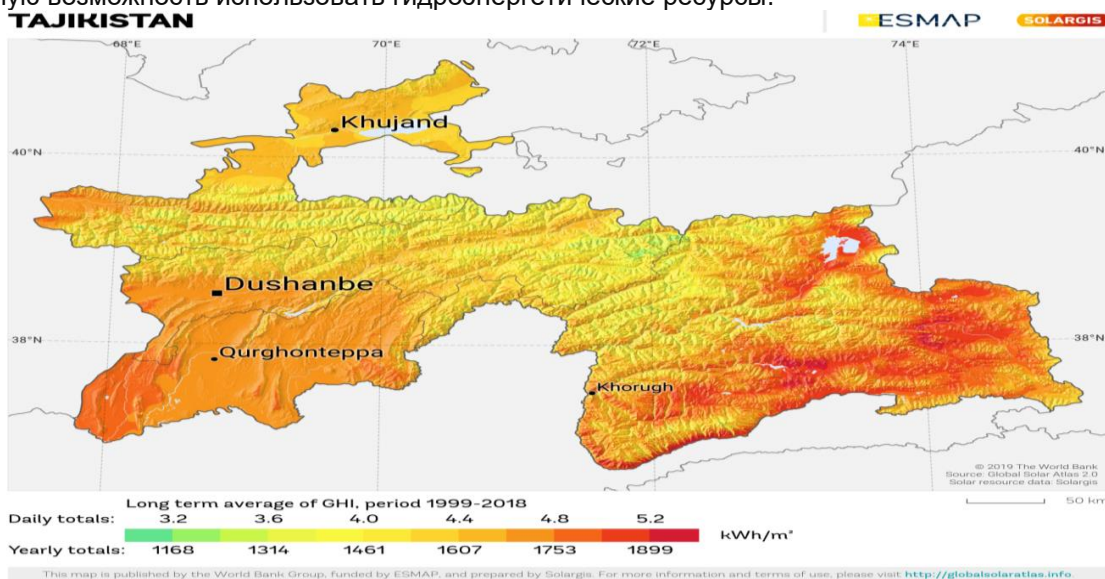


Рисунок 2- Суммарная прямая солнечная радиация на территории Таджикистана

По мере роста мощностей солнечных электростанций (СЭС) возникает вопрос о параллельной работе с энергосистемой (ЭС), так как при больших мощностях электростанций нецелесообразно применение аккумуляторных батарей [1, 2, 3]. При параллельной работе с ЭС энергия, выработанная фотоэлектрическим модулем в виде постоянного тока, преобразуется в трехфазный переменный ток и выдается во внешнюю электрическую сеть. ЭС может принимать выработанную СЭС мощность и компенсировать ее работу при отсутствии солнечного излучения. Однако параллельная работа солнечных электростанций с энергосистемой усложняет их эксплуатацию в целом, так как мощность и напряжение СЭС зависят от климатических факторов, и они могут изменяться в зависимости от погодных условий.

В настоящее время на территории города Душанбе работают две солнечные электростанции параллельно с электроэнергетической системой, общей мощностью 160 кВт. В том числе:

1. СЭС мощностью 120 кВт в г. Душанбе (38°58' с.ш. 68°76' в.д.) – Центральная клиническая больница;
2. СЭС мощностью 40 кВт в г. Душанбе (38°57' с.ш. 68°79' в.д.) – Институт гинекологии;

Исходя из вышесказанного, целью данной работы является разработка имитационной модели системы автоматического регулирования (САР) выходными параметрами СЭС и исследование электромагнитных переходных процессов в системе регулирования выходными параметрами СЭС при параллельной работе с энергосистемой.

Актуальность темы

Для исследования параллельной работы СЭС с сетью была разработана имитационная модель в среде Simulink, на основе структурной схемы (рис.3) и дифференциальных уравнений [3, 4, 5, 6], которые описывают электромагнитные процессы в СЭС.

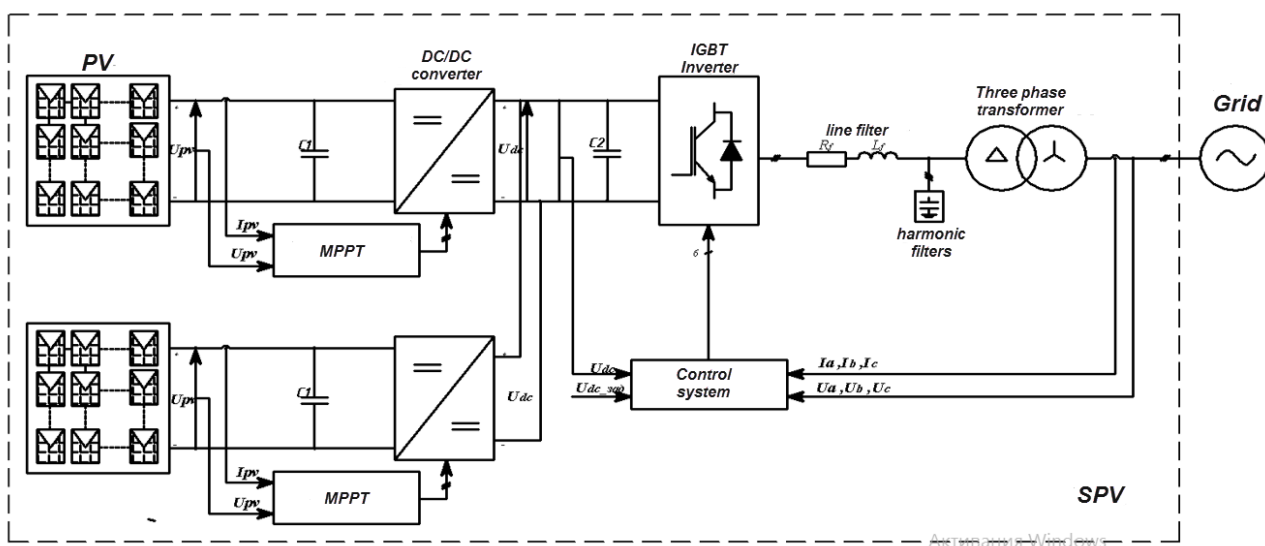


Рисунок 3- Общая структурная схема солнечной электростанции

Основным компонентом СЭС являются преобразователи напряжения, (DC/DC –конвертер), повышающие напряжение от 200 до 700 В, трехфазный инвертор, выполненный на основе IGBT-модулей по трехфазной мостовой схеме, пропорционально-интегральные регуляторы тока и напряжения. Время открытия и закрытия IGBT-модулей составляет несколько миллисекунд, что позволяет эффективно использовать принцип широтно-импульсной модуляции для получения синусоидальных напряжений на выходе инвертора [4, 5, 6].

В составе преобразователя трехфазные инверторы выполняют следующие основные задачи:

- преобразование постоянного напряжения в переменную с частот энергосистемы;
- синхронизации частоты напряжения и тока с ЭС;
- стабилизация выходного напряжения;
- ограничения тока во время перегрузок и коротком замыкании.

Преобразовательные установки являются источником высших гармоник [3, 4, 5, 6]. Коммутация тиристорov и транзисторов искажает форму кривых токов и напряжений в примыкающей сети переменного тока, которая приводит к появлению высших гармоник в сети. Фильтры высших гармоник используются, чтобы ограничить

зоны циркуляции высших гармоник пределами подстанций, исключить неблагоприятное воздействие высших гармонических составляющих токов на электрооборудование примыкающих систем, а также исключить радиопомехи по линиям связи.

Математическая модель

Исследование и анализ переходных процессов в системе управления выходными параметрами СЭС при параллельной работе с ЭС производится на основе анализа электромагнитных переходных процессов на инверторе. Уравнение, описывающее электромагнитные процессы и математическую модель, параллельную работе солнечной электростанции и энергосистемы, было рассмотрено авторами в работе. В данной статье рассматривается более подробно САР с выходными параметрами СЭС и замкнутая структурная схема параллельной работы СЭС и ЭС.

В настоящее время существуют две основные системы управления инвертором напряжения [7]:

векторная система управления на основе линейных регуляторов;

векторная система управления на основе гистерезисных регуляторов.

Векторные системы управления основаны на модели обобщенного вектора на комплексной плоскости, которая строится путем перехода из трехфазной системы в двухфазную систему координат.

Математическая модель инвертора в фазных координатах имеет следующие недостатки:

Трудность расчета электромагнитных процессов в такой модели обусловлена нагрузкой, содержащей переменные параметры. Такой нагрузкой инвертора являются машины переменного тока (асинхронные и синхронные), модель которых, как известно из теории электрических машин, имеет периодически изменяющиеся параметры (индуктивности обмоток) даже при работе машины в установившемся режиме [5].

Большое количество дифференциальных уравнений, что затрудняет расчет электромагнитных переходных процессов.

Эти недостатки применения естественных координат для данного объекта можно устранить полностью либо частично, если перейти к модели инвертора в ортогональной (двухфазной) системе координат или что аналогично, к модели инвертора в плоскости комплексного переменного, называемой моделью инвертора для обобщенных векторов [3, 4, 5, 6].

Прямой и обратный переход из трехфазной системы координат к двухфазной вращающейся системе координат производится следующим образом, [3, 4]

$$\begin{cases} f_d = \frac{2}{3} \left[f_a \cos \gamma + f_b \cos\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right) + f_c \cos\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right) \right], \\ f_q = \frac{2}{3} \left[f_a \sin \gamma + f_b \sin\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right) + f_c \sin\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right) \right]; \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} f_A = f_d \cos \gamma + f_q \sin \gamma + f_0, \\ f_B = f_d \cos\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right) + f_q \sin\left(\gamma - \frac{2\pi}{3}\right) + f_0, \\ f_C = f_d \cos\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right) + f_q \sin\left(\gamma + \frac{2\pi}{3}\right) + f_0, \end{cases} \quad (2)$$

где $f_0 = \frac{1}{3}(f_A + f_B + f_C)$ – вектор нулевой составляющей.

Структурная схема векторной системы автоматического регулирования выходными параметрами СЭС представлена на рисунке 4.

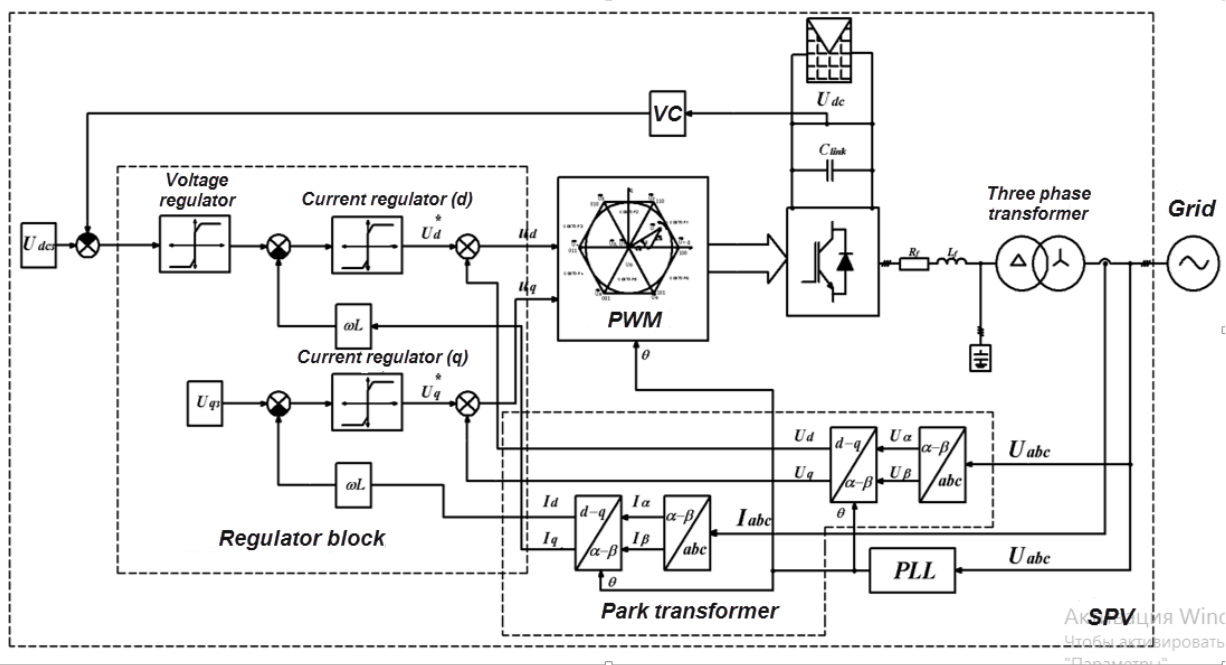


Рисунок 4- Структурная схема векторной системы управления инвертором

Векторная система автоматического регулирования с выходными параметрами СЭС с линейными регуляторами состоит по принципу подчинённого регулирования координат. Система автоматического регулирования является двухконтурной, внешний контур которой отвечает за регулирование выходного напряжения, а внутренний контур для регулирования выходного тока СЭС. Контур регулятора используют проекции векторов на ортогональные оси, вращающиеся с частотой сети.

Блок синхронизации представляет собой систему фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ (Phase Locked Loop(PLL))) [8, 9] который вычисляет частоту сети f_c , полученных с блока датчиков фазных напряжений и производит синхронизацию по частоте, напряжению и углу с ЭС. На сегодняшний день ведущим производителем сетевых инверторов, в которых реализован алгоритм PLL, является фирма-производитель ABB. По информации ABB эти системы обеспечивают высокое быстродействие и точность поддержания частоты на уровне 0,01 % от номинального значения с использованием датчиков фазного напряжения прямой последовательности. Структурная схема ФАПЧ, в которой применяется метод синхронной системы координат (Synchronous Reference Frame PLL) [10,11,12,13, 14], представлена на рисунке 5.

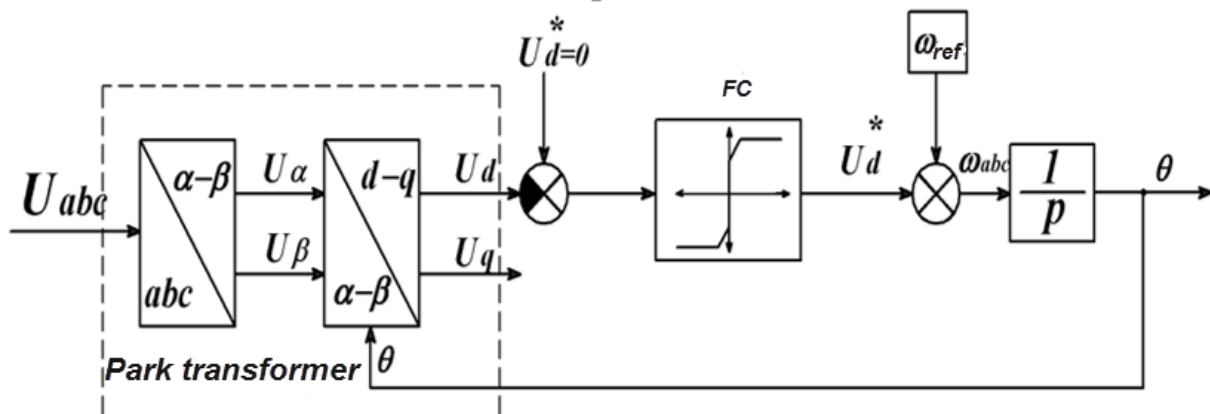


Рисунок 5-Структурная схема фазовой автоподстройки частоты

Имитационная модель САР с выходными параметрами СЭС при параллельной работе с ЭС, созданная на основе программного комплекса MatLab/Simulink [15,16], представлена на рисунке 6.

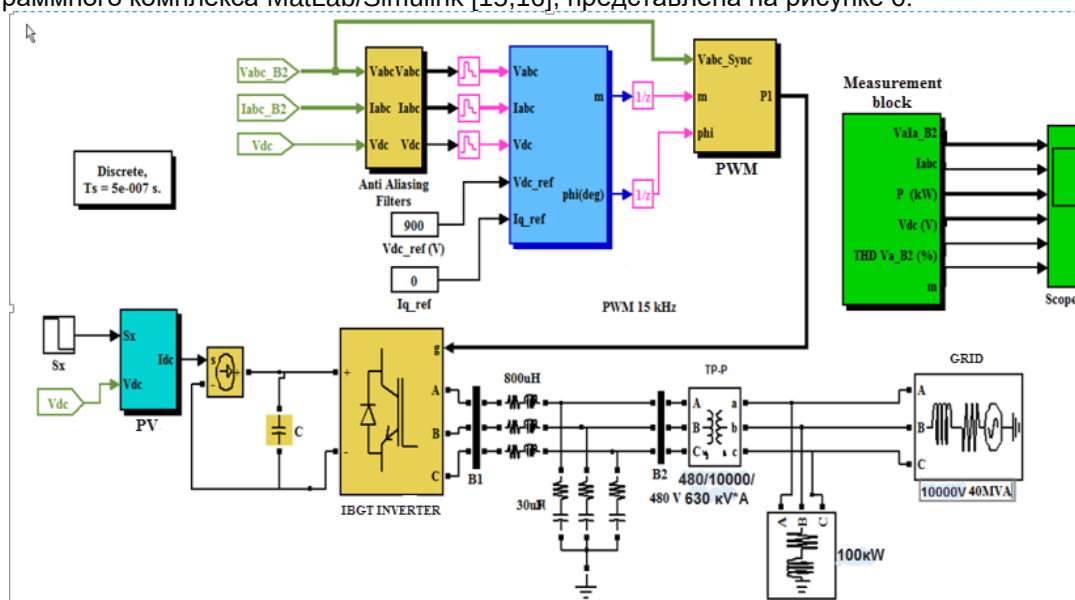


Рисунок 6-Имитационная компьютерная модель системы автоматического регулирования в Matlab/Simulink.

Основные узлы модели: СЭС, IGBT инвертор, блок регуляторов, БШИМ, повышающий трансформатор, измерительный блок и ЭС. Исследование электромагнитных переходных процессов параллельной работы СЭС и ЭС проводились с учетом оптимизированной структуры контуров регулирования. Параметры электроэнергетической системы, принятые для исследования, сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Параметры электроэнергетической системы

Мощность солнечной электростанции	РСЭС, кВт	120
Напряжение на шине постоянного тока	Udc, В	260
Параметры выходного фильтра инвертора	Rf, [Ом]	0.004
	Lf, [Гн]	800*10-6
Фильтр реактивной мощности	C, Ф	30*10-6
Трехфазный повышающий трансформатор:	Uнн/Uвн, [В]	480/10000
	Sh, [кВА]	630
Параметры ЭС	Sh, [МВА]	40
	Un, [В]	10000
Естественная угловая частота	ω_0 , рад/сек	314
Коэффициент затухания	ξ	0.707

На рисунках 7 представлены результаты расчетов переходного процесса изменения параметров СЭС при уменьшении уровня солнечной инсоляции от 1000Вт/м² до 500Вт/м².

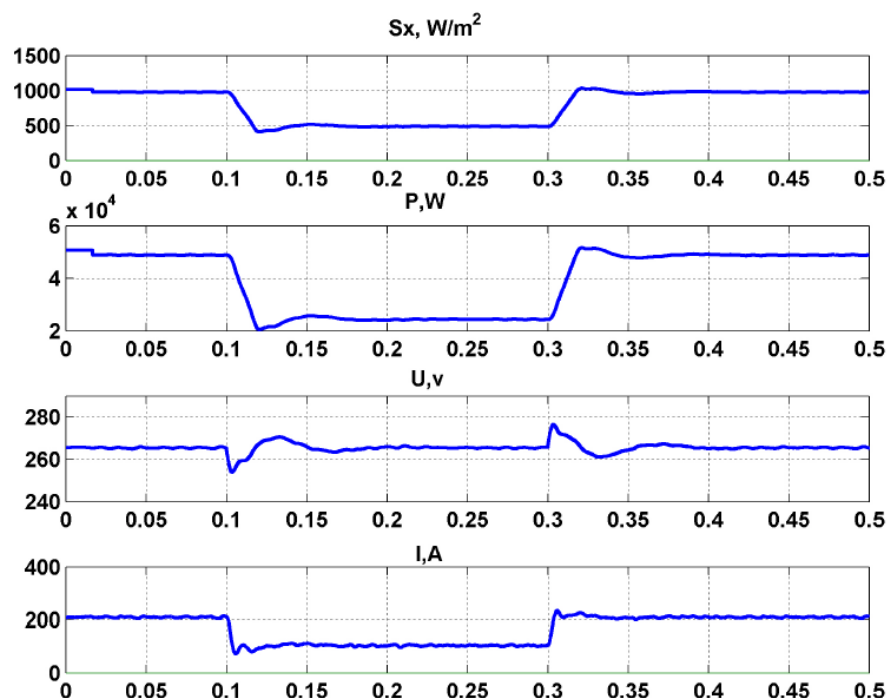


Рисунок 7- Переходный процессы изменения параметров СЭС на стороне постоянного тока при изменении уровня солнечной инсоляции

Видно, что при уменьшении уровня солнечной инсоляции в начальный момент переходного процесса ($t=0.1$ с) напряжение на шине постоянного тока U_{dc} уменьшается, а затем восстанавливается до начального значения 263В. Это объясняется тем, что при снижении уровня солнечной инсоляции уменьшается электрический фототок солнечной панели, вследствие чего снижается напряжение, ток и выходная мощность СЭС. Так как СЭС работает в режиме отбора максимальной мощности в этот момент времени вступает в действие регулятор напряжения и увеличивает напряжение на шине постоянного тока, тем самым компенсируя динамическое падение напряжения.

На рисунке 8 приведены результаты расчетов переходного процесса изменения параметров СЭС на стороне переменного тока. Анализ рисунка показывает, что система автоматического регулирования напряжения на шине постоянного тока обеспечивает стабилизацию выходного напряжения инвертора и СЭС, тем самым защищая ЭС от частых перенапряжений при параллельной работе с энергосистемой.

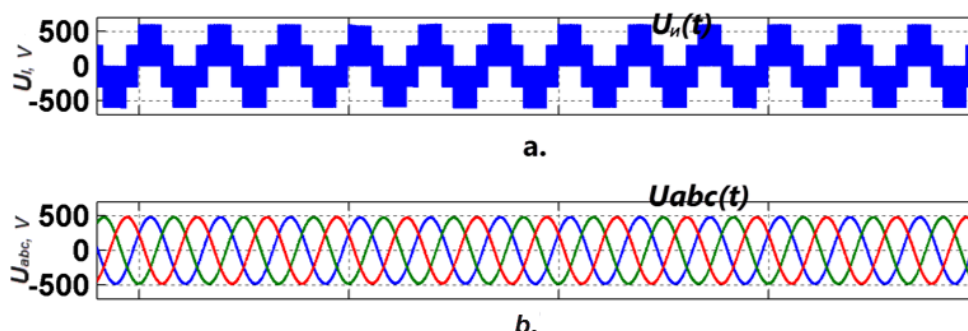


Рисунок 8- Переходные процессы изменения параметров СЭС на стороне переменного тока при изменении уровня солнечной инсоляции: а – выходное напряжение инвертора, б – напряжение после фильтра

Результаты экспериментальных исследований работы СЭС мощностью 120кВт приведены на рисунках 9 и 10. На рисунке 9 показаны диаграмма изменения уровня солнечной инсоляции, температуры окружающей

среды и выработки электрической энергии солнечной электростанции. Анализ диаграммы показывает, что при средненежном значении уровня солнечной инсоляции 5.1 кВт*час/м^2 выработка электрической энергии СЭС составляет 132.9 кВт*час . Кроме того, на диаграмме виден нелинейный характер изменения уровня солнечной инсоляции (красная линия), что пропорционально влияет на выходную мощность и напряжение СЭС.

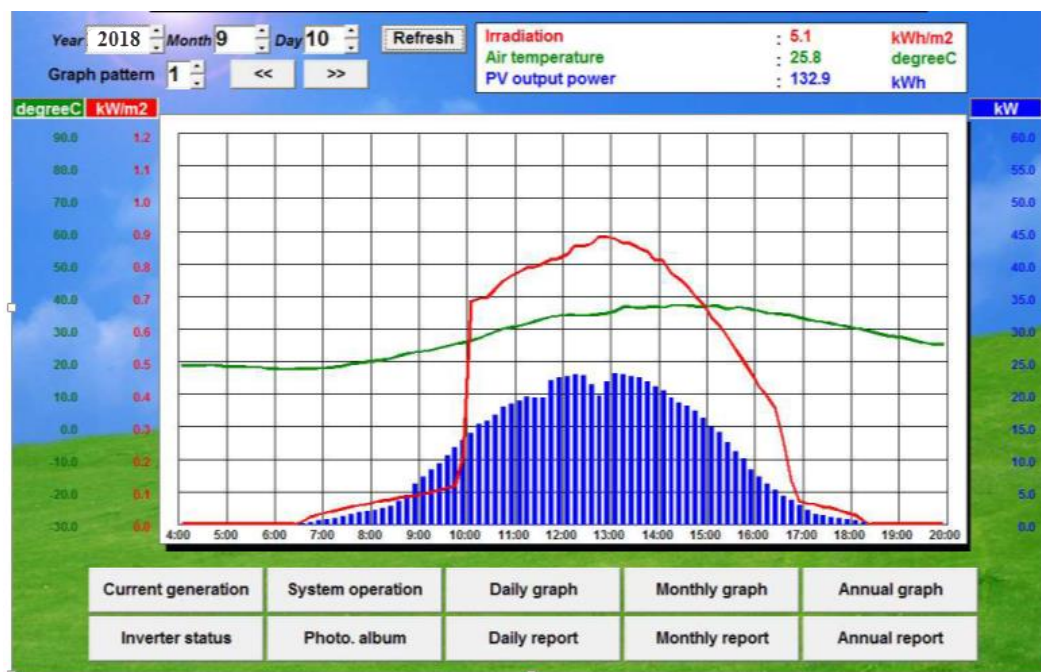


Рисунок 9-Среднедневная выработка электроэнергии СЭС мощностью 120 кВт

Несмотря на нелинейность изменения уровня солнечной инсоляции система управления с пропорционально-интегральным регулятором напряжения обеспечивает стабилизацию выходного напряжения СЭС во всем диапазоне изменения уровня солнечной инсоляции (рисунок 10).

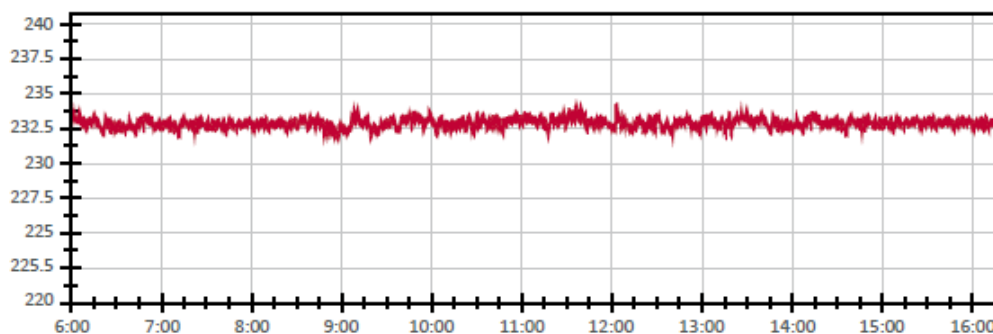


Рисунок 10- Выходное напряжение электростанции на шине постоянного тока

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Представлена универсальная математическая модель, описывающая возможность параллельной работы солнечной электростанции с энергосистемой с учетом установившихся и переходных режимов, позволяющая корректно оценивать работу исследуемой системы в нормальных и аварийных режимах.

2. Предложен алгоритм управления системой автоматического регулирования выходными параметрами солнечной электростанции при параллельной работе с энергосистемой, которая базируется на принципе подчиненного регулирования координат. При этом внешний контур служит для регулирования и стабилизации напряжения, а внутренний контур регулирования обеспечивает стабилизацию выходного тока электростанции.

3. Выполнена программная реализация электромагнитных переходных процессов с выходными параметрами солнечных электростанций при параллельной работе с энергосистемой в программной среде *MatLab / Simulink* и *Power System Blockset*, которая позволяет моделировать параллельную работу станций и энергосистемы.

4. Показано, что электромагнитные переходные процессы при наличии регуляторов тока и напряжения в системе управления обеспечивают высокую надежность и быстродействие при эксплуатации в условиях нормальных и аварийных режимов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Renewables 2020, Global Status Report/ REN 21 Paris-2020.Официальный сайт НП “Ассоциации солнечной энергетики России”. URL. <http://pvruussia.ru> (дата обращения 17.09.2016).
2. Исмагилов Ф.Р., Шарифов Б.Н., Гайсин.Б.М., Терегулов Т.Р., Бабкина Н. Л. Исследование параллельной работы солнечной электростанции с сетью. //Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета 2016 – №4(74) ,–С 71-79.
3. Крючков И. П. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебник для вузов // И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев, М.В. Пираторов; под ред. И.П. Крюčkова. – 2-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009 – 416 с.
4. Зиновьев С.Г. Силовая электроника: учебное пособие для бакалавров / Г.С. Зиновьев – 5-е изд. исп. и доп. – М: Издательство Юрайт, 2015. – 667 с.
5. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. – Екатеринбург: УРО РАН, 2000.– 654 с.
6. Malek Hadi. Control of Grid-Connected Photovoltaic Systems Using Fractional Order Operator // All Graduate Theses and Dissertations 2014. Paper 2157.
7. P. Rodriguez, R. Teodorescu, I. Candela, A.V. Timbus, M. Liserre, F. Blaabjerg, New positive-sequence voltage detector for grid synchronization of power converters under faulty grid conditions // Power Electronics Specialists Conference PESC 06. 37th IEEE. 1–7, 18th June, 2006.
8. N.F. Guerrero-Rodríguez, L.C. Herrero-de Lucas. Performance study of a synchronization algorithm for a 3-phase photovoltaic grid-connected system under harmonic distortions and unbalances. // Electric Power Systems Research 2014. – №116. –pp 252–265.
9. P. Rodriguez, A. Luna, M. Ciobotaru, R. Teodorescu, F. Blaabjerg, Multiresonant frequency-locked loop for grid synchronization of power converters under distorted grid conditions // IEEE Trans. Ind. Electron.2011.– № 58. – pp 127–138.
10. Ключев В.И. Теория электропривода: учебное пособие для вузов / В.И. Ключев – 2-е изд. исп. и доп. – М: Энергоатомиздат, 1998. – 704 с.
11. Чурев П.Я. Разработка систем векторного управления асинхронными приводами на базе специализированных сигнальных микроконтроллеров: Дис. канд. техн. наук: 05.09.03.– Москва, 2002.– 256с.
12. Ильинский Н.Ф., Козаченко В.Ф. Общий курс электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 544 с.
13. F. Ruz, A.B. Rey-Boué, J.M. Torrelo, A. Nieto, F.J. Canovas, Real time test benchmark design for photovoltaic grid-connected control systems, // Electric Power System. Research. 2011.–№ 81 – pp.907–914.
14. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: учебное пособие для вузов.– 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1989.– 304 с.
15. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем: учебное пособие: СПб КОРОНА-принт ,2001 320с
16. Matlab/Simulink. The MathWorks Inc. URL. <http://www.mathworks.com>.

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

TJ	RU	EN
Шарифов Бохирҷон Насруллоевич	Шарифов Бохирджон Насруллоевич	Sharifov Bohirjon Nasrulloevich
ассистент	ассистент	graduate student
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi

Energetik_tty@mail.ru		
TJ	RU	EN
Диёров (Диёрзода) Рустам Ҳакималиевич	Диёров (Диёрзода) Рустам Ҳакималиевич	Diyorov (Diyorzoda) Rustam Hakimalievich
н.и.т	к.т.н.	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
diyorzoda@gmail.com +992907086969		
https://orcid.org/ 0000-0001-8513-9404		
TJ	RU	EN
Сайфуллоева Олуфтами Мируллоевна	Сайфуллоева Олуфтами Мируллоевна	Saifulloeva Oluftamo Mirulloevna
ассистент	ассистент	graduate student
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
diyorzoda@gmail.com		
TJ	RU	EN
Қосимов Улуғбек Умриевич	Косимов Улугбек Умриевич	Kosimov Ulughbek Umrievich
н.и.т	к.т.н.	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
kosimov@list.ru +992927372424		

УДК 621.316

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ГОРОДА ДУШАНБЕ

Рахимов Р.А.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье приведены экспериментальные исследования в осветительных сетях и анализ влияния низкого качества электроэнергии на технические показатели работы современных осветительных систем наружного освещения города Душанбе. Показаны результаты инструментальной оценки качества электроэнергии в электрических сетях наружного освещения города Душанбе.

Ключевые слова: электрическая сеть, наружное освещение, город Душанбе, качество электроэнергии.

ТАҲЛИЛИ СИФАТИ ЭНЕРГИЯИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР ШАБАКАҲОИ ЭЛЕКТРИКИИ РӮШНОИДИҲИИ БЕРУНАИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ

Рахимов Р.А.

Дар мақолаи мазкур таҳқиқоти таҷрибавӣ дар шабакаҳои рӯшноидиҳӣ ва таҳлили таъсири сифати пасти энергияи электрикӣ ба нишондиҳандаҳои техникии системаҳои муосири рӯшноӣ берунии шаҳри Душанбе оварда шудааст. Натиҷаҳои баҳодиҳии асбоби сифати энергияи электрикӣ дар шабакаҳои барқии рӯшноии берунаи шаҳри Душанбе нишон дода шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: шабакаи электрикӣ, рӯшноидиҳии беруна, шаҳри Душанбе, сифати энергияи электрикӣ.

ANALYSIS OF THE QUALITY OF ELECTRIC ENERGY IN ELECTRIC NETWORKS OF EXTERNAL LIGHTING DUSHANBE CITIES

Rakhimov R.A.

The article presents experimental studies in lighting networks and analysis of the impact of low-quality electricity on the technical performance of modern outdoor lighting systems in the city of Dushanbe. The results of an instrumental assessment of the quality of electricity in the electrical networks of outdoor lighting in the city of Dushanbe are shown.

Keywords: electrical network, outdoor lighting, Dushanbe city, power quality.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время увеличиваются количество и мощность осветительных приборов со светодиодными, люминесцентными и лампами ДНаТ, использующимися в качестве наружного освещения. Повышение эффективности работы осветительных систем является одним из основных направлений развития освещения города[3].

Генерируемая электрическая энергия на шинах электрических станций относительно имеет синусоидальную форму кривой, однако при передаче и её распределение в узлах, имеющих электроприемники с нелинейной вольт-амперной характеристикой, форма кривой напряжения искажается. Известно, что электроприемники с нелинейной вольт-амперной характеристикой являются источником высших гармоник тока [2]. Эти токи, распространяясь в сеть, отрицательно влияют на работу электрооборудования, приводят к увеличению потерь мощности, что в свою очередь приводит к увеличению температуры электрооборудования и в конечном итоге снижает их срок службы. [2].

В работе приведены результаты инструментальной оценки качества электроэнергии в электрических сетях наружного освещения г. Душанбе. Объектом исследования являются электрические сети 0,4 кВ наружного освещения г. Душанбе, которые в своем составе имеют современные осветительные приборы с нелинейной вольт-амперной характеристикой. В настоящее время система электроснабжения наружного освещения города Душанбе включает в себя более 33762 тыс. осветительных приборов, из них осветительные установки с лампами ДНаТ составляют-13324 шт., светодиодные - 2562 шт. и люминесцентные-17876 шт., (Рис.1.) общая мощность которых составляет $P=4517794 \text{ Вт} = 4517,794 \text{ кВт}$. (Рис.2.)

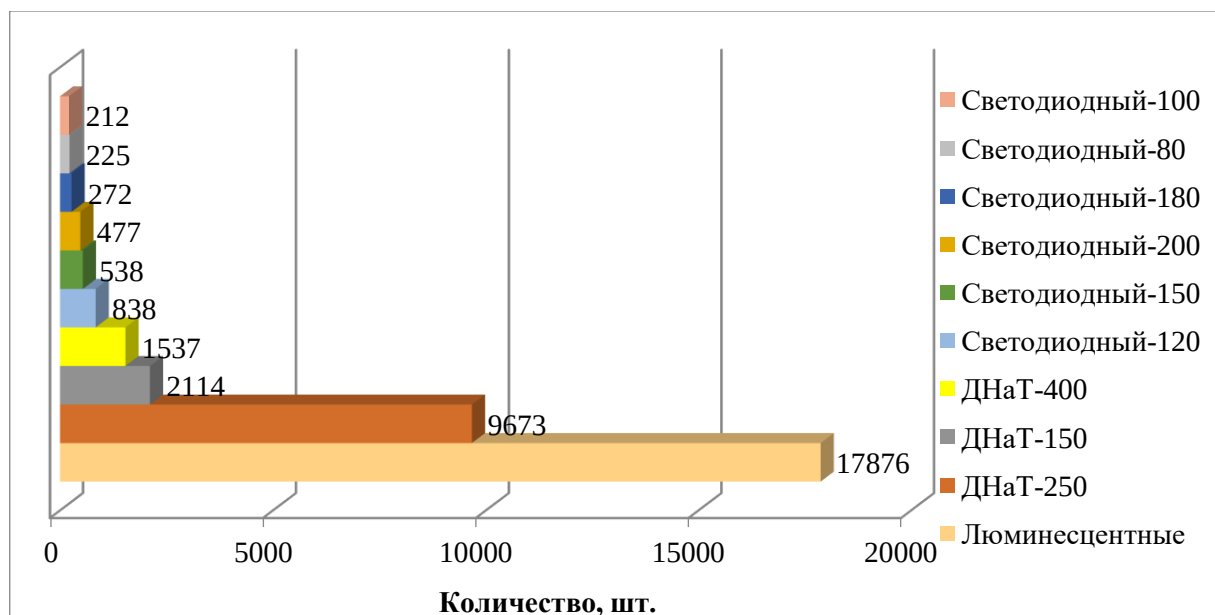


Рисунок 1- Количество, тип и мощность ламп, используемых в системе электроснабжения наружного освещения г. Душанбе

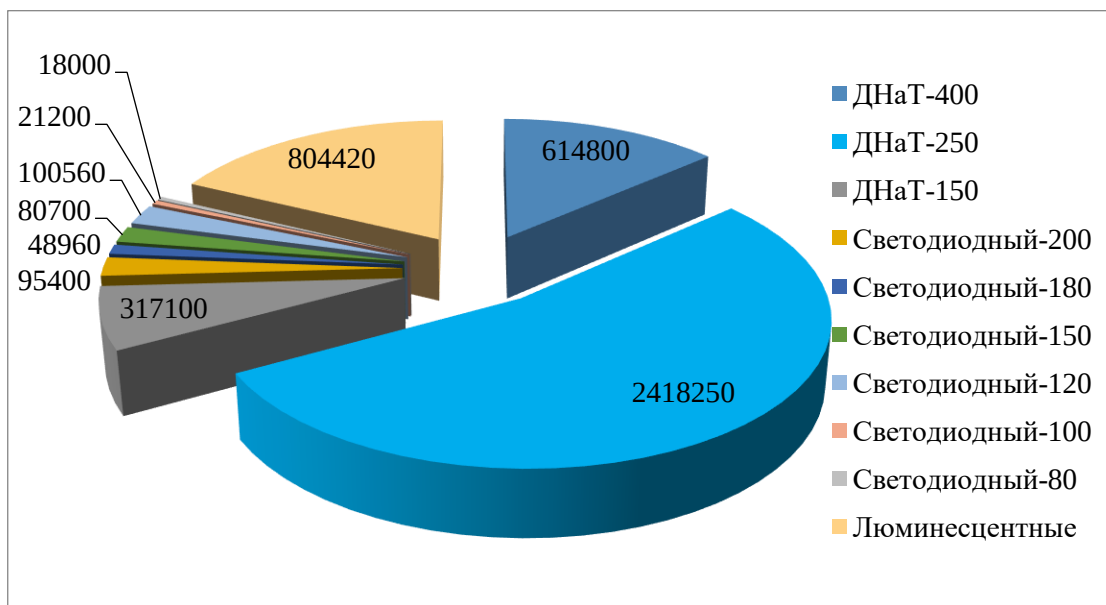


Рисунок 2- Суммарная мощность ламп, используемых в системе электроснабжения наружного освещения г. Душанбе

Из рисунков 1 и 2 видно, что основными типами ламп, используемых для наружного освещения, являются лампы типа ДНаТ, люминесцентные и светодиодные. Как было выше сказано, такие лампы являются источниками высших гармоник тока. Несмотря на незначительную единичную мощность таких ламп, массовое применение их приводит к существенному ухудшению качества электроэнергии в электрических сетях 0,4 кВ.

Поэтому для определения состояния качества электроэнергии в таких сетях, авторами была проведена инструментальная оценка качества электрической энергии в электрических сетях наружного освещения города Душанбе в периоде от 11.03.2020 г. до 21.03.2020 г. Для измерения ПКЭ в электрических сетях использовался анализатор КЭ – FLUKE 1735, обладающий высокой точностью.

Таблица №1 - Результаты инструментального измерения

Наименование осветительных приборов	Отклонение частоты, Гц	Медленное изменение напряжения, %	THDU, %	THDI, %
ДНаТ	+0,18	10,77	7,5	44,13
Светодиодные лампы	-0,09	12,77	2,7	40,18
Люминесцентные лампы	+0,12	11,45	3,85	30,91

Из таблицы №1 видно, что отклонение частоты в пределах нормы, медленное изменение напряжения превышает с 10,77-12,77%, а величины суммарных коэффициентов гармонической составляющей тока (THDI) имеют большие значения [1].

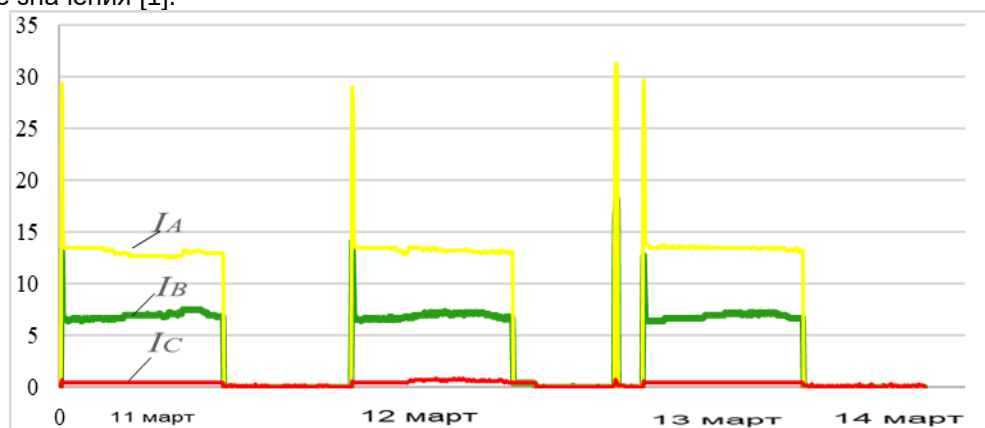


Рисунок 3-График нагрузки на проспекте Рудаки (тип лампы ДНаТ) (с 11.03.20 г. по 14.03.20 г.)

По результатам измерения видно, что нагрузки по фазам распределены неравномерно. Это связано с тем, что при неправильной замене ламп, в случае выхода из строя одной мощности, заменена на другую мощность. Всплеск значения фазного тока связан с пусковым током осветительных приборов.

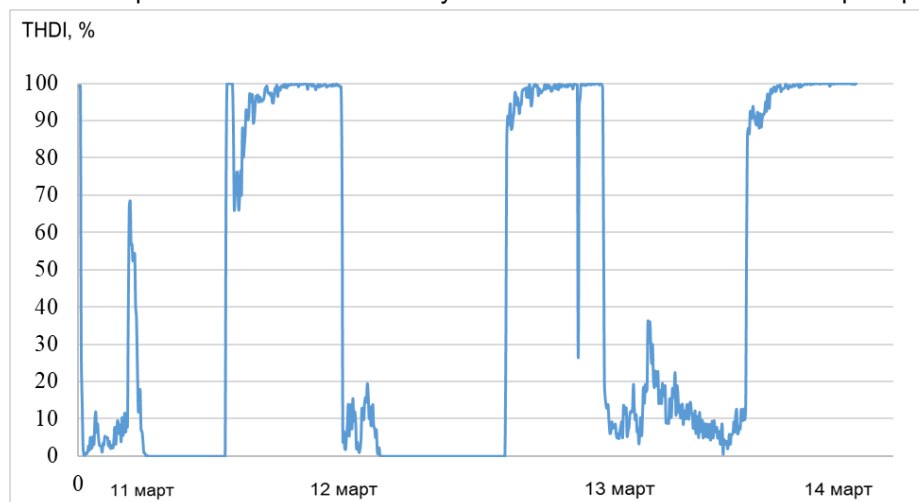


Рисунок 4 - Суммарный коэффициент гармонической составляющей тока (THDI)

Из рисунка 4 видно, что, если в сеть подключены осветительные установки с нелинейной ВАХ значения суммарного коэффициента несинусоидальности имеют большое значение (зашкаливаются в пределах от 70 до 100%) и когда отключена нагрузка днем значение этого коэффициента приравнивается нулю [1].

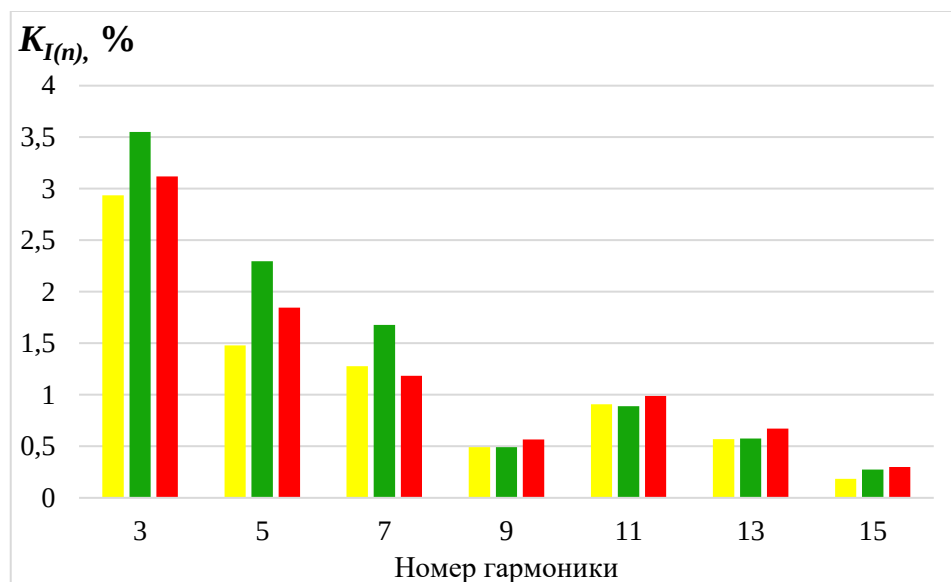


Рисунок 5 - Коэффициент n -ой гармонической составляющей тока

По ряду Фурье известно, что любая периодическая несинусоидальная функция состоит из ряда синусоидальных функций с частотой кратной к основной. Из гистограммы видно, что значение токов 3,5,7,11 гармоники сопоставимо с током основной частоты [3].

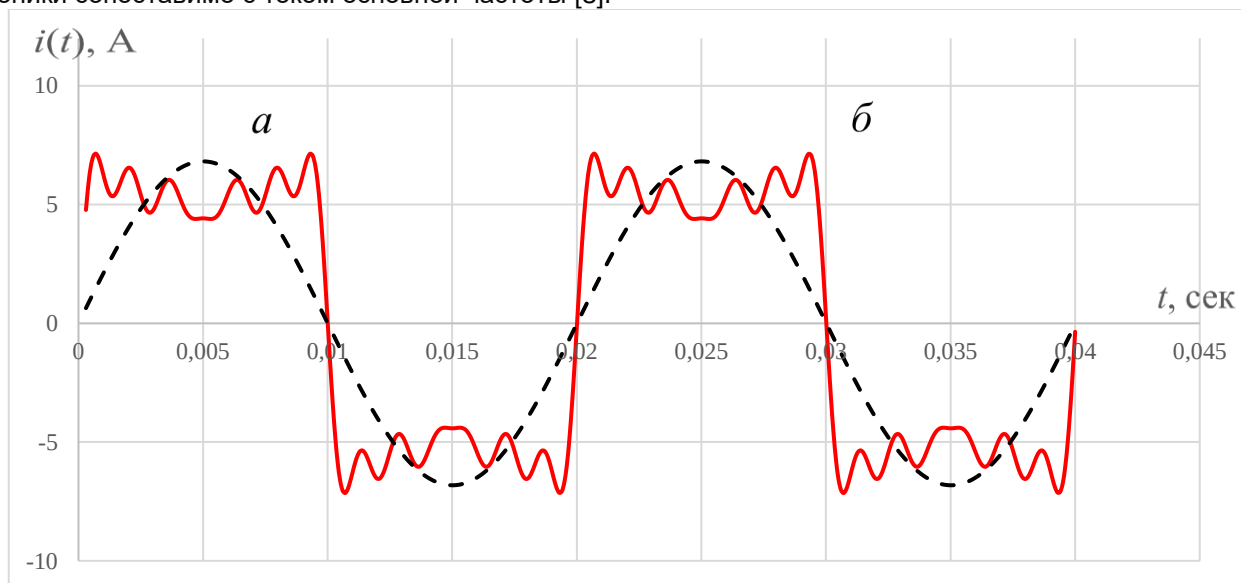


Рисунок 6 - Форма кривого идеального (а) и измеренного (б) тока нагрузки

Далее показана форма кривой идеального (а) и измеренного (б) тока. Измеренное значение тока существенно отличается от идеального, потому что данные осветительные приборы имеют нелинейную ВАХ и являются источником ВГТ [4].

Выводы

Результаты инструментальной оценки качества электроэнергии в электрических сетях наружного освещения г. Душанбе показали, что в большинстве случаев требования ГОСТ 32144-2013 не выполняются по медленному изменению напряжения. Это связано с отсутствием централизованного встречного регулирования напряжения в центре питания.

Отклонение частоты и $THDU$ находится в пределах нормы.

Величины суммарных коэффициентов гармонической составляющей тока ($THDI$) имеют большое значение, которое связаны с работой современных осветительных установок, имеющих нелинейную ВАХ, которые в виде

помех отрицательно влияют на элементы сети и электрооборудование в целом и ухудшают режим работы электрической сети.

Для полноценной оценки состояния качества электроэнергии целесообразно моделировать исследуемые сети для анализа различных её режимов работы.

Литература

1. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Стандартинформ, Москва 2014 г.
2. Карташев И.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Г., Шаров Ю.В., Воробьев А.Ю., «Управление качеством электроэнергии», Москва, Издательский дом МЭИ 2008г.
3. О.Г. Широков., Т.В. Алферова., В.В. Бахмутская., И.Ю. Юрлов «Оценка влияния осветительной нагрузки на показатели несинусоидальности напряжения и потребляемого тока». УО «ГГТУ имени П.О.Сухово», г.Гомель Республика Беларусь.
4. Тульский В.Н., Джураев Ш.Д. Оценка качества электроэнергии в энергосистеме Республики Таджикистан/ Одиннадцатая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых/5-7 апреля 2016г., Том 3, Иваново: ИГЭУ-2016.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Раҳимов Рамазони Амонқулович	Рахимов Рамазони Амонкулович	Rahimov Ramazoni Amonqulovich
унвонҷӯ	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
ramazon.raximov.92@mail.ru		

УДК621.311.243

РАЗРАБОТКА И МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА СИСТЕМЫ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ДЛЯ БЫТОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ

¹Махсумов И.Б., ²Ниёзи С.Р., ²Вохидов М.М.

1Институт энергетики Таджикистана

2Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В данной работе приводятся разработка и методика расчета автономной солнечной системы для электропотребления бытовой техники. Для этой цели был использован солнечный модуль мощностью 70 Вт и обычная батарея 12 В, 30 А·ч в качестве резервной системы. Для увеличения срока службы батареи на нее подается качественное напряжение; контроллер заряда встроен между солнечным модулем и батареей. В качестве нагрузки используется нагрузка постоянного и переменного тока. Вход для контроллера заряда составляет 18 В от солнечной панели с напряжением короткого замыкания около 21,6 В и током короткого замыкания 4,23 А. А также в разработке автономной солнечной системы использован прямоугольный инвертор. Процедура расчета выполняется для определения характеристик батареи, панели и контроллера заряда, в том числе и для инвертора.

Ключевые слова: автономная солнечная система, контроллер заряда и разряда, инвертор, конструкция солнечной фотоэлектрической системы.

ТАҲЯ ВА МЕТОДОЛОГИЯИ ҲИСОБИ НИЗОМИ ОҒТОБИИ ИСТЕҲСОЛКУНАНДАИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ БАРОИ ИСТИФОДАБАРИИ МАИШӢ

¹Махсумов И.Б., ²Ниёзӣ С.Р., ²Воҳидов М.М.

Дар ин мақола таҳия ва методологияи ҳисобкунии системаи автономии оғтобӣ барои истеъмоли нерӯи барқӣ асбобҳои маишӣ пешниҳод карда мешавад. Бо ин мақсад, як модули оғтобии 70 Вт ва батареяи муқаррарии 12 В, 30 А·с, ҳамчун системаи эҳтиётӣ истифода шудааст. Барои зиёд кардани мӯҳлати кории батарея, ба он шиддати баландсифат дода мешавад; назораткунандаи (контроллери) заряд дар байни модули оғтобӣ ва батарея сохта шудааст. Ба сифати бори электрикӣ, бори ҷараёни доимӣ ва тағйирёбанда истифода бурда мешавад. Ба назораткунандаи контроли заряд аз панели оғтобӣ 18 В, ки шиддати расиши ҷутоҳаш тақрибан 21,6 В ва ҷараёни расиши ҷутоҳаш 4,23А шиддат дода мешавад. Инчунин дар қори сохтани системаи автономии оғтобӣ инвертори росткунҷа истифода шудааст. Тартиби ҳисобкунӣ барои муайян кардани хусусиятҳои батарея, панел ва назораткунанда (контроллер), аз ҷумла барои инвертер анҷом дода мешавад.

Калимаҳои калидӣ: системаи автономии оғтобӣ, назораткунандаи заряд ва разряд, инвертор, сохти системаи фотоэлектрикии оғтобӣ.

DEVELOPMENT AND METHODOLOGY FOR CALCULATION OF A SOLAR ENERGY GENERATION SYSTEM FOR HOUSEHOLD USE

¹Makhsumov I.B., ²Niyozzi S.R., ²Vokhidov M.M.

This paper presents the development and methodology for calculating an autonomous solar system for the power consumption of household appliances. For this purpose, a 70 W solar module was used and a conventional 12 V, 30 Ah battery as a backup system. To increase the life of the battery, high-quality voltage is supplied to it; the charge controller is built in between the solar module and the battery. The load is used as a load of direct and alternating current. The input for the charge controller is 18V from the solar panel with a short circuit voltage of about 21.6V and a short circuit current of 4.23A. Also, a rectangular inverter was used in the development of an autonomous solar system. The calculation procedure is performed to determine the characteristics of the battery, panel and charge controller, including for the inverter.

Keywords: autonomous solar system, charge and discharge controller, inverter, solar photovoltaic system design.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее распространенных технологий производства возобновляемой энергии является использование фотоэлектрических (PV) систем, которые преобразуют солнечный свет в полезную электрическую энергию. Этот тип технологии возобновляемой энергии, которая не загрязняет окружающую среду во время работы, уменьшает проблемы глобального потепления, снижает эксплуатационные расходы и предлагает минимальное техническое обслуживание и самую высокую удельную мощность по сравнению с другими технологиями возобновляемой энергии, подчеркивает преимущества солнечной фотоэлектрической (PV) энергии [1].

Система выработки солнечной энергии преобразует падающую солнечную энергию в электричество с помощью полупроводниковых устройств, которые можно использовать в качестве электроэнергии для дома, чтобы удовлетворить его ежедневную потребность в энергии.

Схемы солнечных фотоэлектрических устройств для выработки электроэнергии были организованы во многих частях страны для электрификации везде, где подключение к сети невозможно или неэффективно с точки зрения цены, а также иногда в сочетании с дизельными электростанциями в отдаленных местах и передатчиками связи в дальние локации [2]. Структурная схема автономной солнечной электростанции приведена на рис. 1.

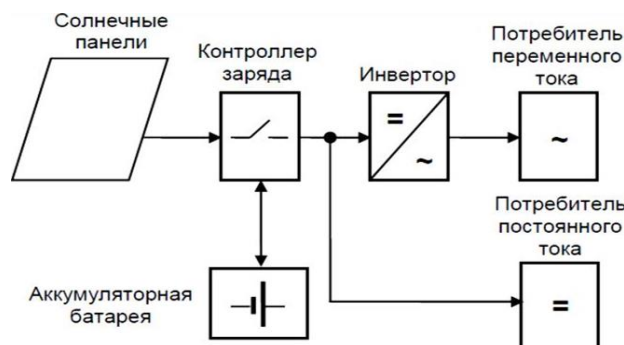


Рисунок 1- Структурная схема автономной солнечной электростанции

Автономная солнечная электростанция представляет собой группу организованных электрических устройств, которые могут производить электроэнергию из солнечного света и удовлетворять наши повседневные потребности в энергии, не беспокоясь о каких-либо перерывах, когда солнечный свет может быть недоступен. Этот тип системы важен только тогда, когда есть необходимость в нагрузке для работы в ночное время или, когда дневной свет недоступен в определенное время.

Автономная система состоит из следующих частей:

1. Солнечная панель;
2. Аккумуляторная батарея;
3. Контроллер заряда;
4. Инвертор;
5. Потребитель переменного и постоянного тока.

На приведенном выше рисунке 1 показана взаимосвязь устройств типичной автономной солнечной системы. В зависимости от необходимости нагрузки и радиационной стойкости на площадке оборудования системы должны быть идентифицированы.

Ниже представлен краткий обзор оборудования.

1. Солнечная панель:

Фотоэлектрический элемент, который вырабатывает электричество из дневного света, является основным компонентом фотоэлектрической системы. Производимые ток и напряжение зависят от диапазона ячейки. Фотогальванический элемент размером 670x670x30 мм может производить напряжение около 70 вольт и плотность тока 55-60 мА/см². Данный тип солнечного модуля используется в данной работе. Для удовлетворения потребности в электроэнергии конкретной системы, необходимо чтобы несколько панелей были связаны следующим образом; (1) Последовательное соединение выполняется для увеличения напряжения, (2) Параллельное соединение сделано для увеличения тока.

2. Аккумуляторная батарея:

Аккумуляторная батарея является важным компонентом автономной системы выработки солнечной энергии. Это запас энергии в светлое время суток и ресурсный ток для загрузки в несолнечные периоды. Существуют различные типы батарей, LA-батареи с регулируемым клапаном, Li-батареи и т. д., которые можно использовать в системе выработки солнечной энергии. Рекомендуемый аккумулятор, который следует использовать в автономной системе выработки солнечной энергии это свинцово-кислотные аккумуляторы из-за его высокой производительности.

3. Контроллер заряда: используется для регулировки и управления текущим движением между солнечной панелью и батареей. Контроллер заряда используется для управления потоком, при котором ток подается на

батарею или снимается с батареи. Он предотвращает перезарядку и защищает аккумулятор от скачков напряжения.

4. Инвертор: Инвертор также определяется как компонент регулирования мощности. Большинство приборов работают от источника переменного тока, а батарея и панель — от источника постоянного тока. Работа инвертора заключается в преобразовании мощности постоянного тока в мощность переменного тока в системе производства солнечной энергии.

5. Нагрузка: Нагрузка — это единица потребляемой мощности для планируемой фотоэлектрической системы. Нагрузка может быть переменного или постоянного тока. Правильная аппроксимация нагрузки имеет важное значение при проектировании автономной системы выработки солнечной энергии. При проектировании солнечной энергосистемы характер нагрузки может быть резистивным или индуктивным. Резистивные нагрузки не требуют значительных импульсных токов при включении. Например, лампы, нагреватели и т. д. С другой стороны, при индуктивной нагрузке во время запуска требуется большое количество импульсного тока, который обычно примерно в 3,5 раза превышает стандартные источники энергии, такие как; электрический вентилятор, двигатель и т.д., которые могут повлиять на приблизительную нагрузку конструкции, если может быть использована правильная конструкция.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В этой главе представлено объяснение размеров и конструкции многочисленных устройств стандартной системы солнечной энергии, содержащих панельный модуль, батарею, контроллер заряда и нагрузку.

А. Определите потребность в мощности: Для схемы солнечной генерирующей системы главным шагом является определение общей потребности в энергии и мощности. Шаг 1: Расчет общего количества ватт-часов в сутки для каждого отдельного устройства. Прежде всего, чтобы получить общее количество ватт-часов в день, нам нужно добавить потребность всех приборов в ватт-часах. Шаг 2: Расчет общей требуемой мощности в ватт-часах на панели. Потери включают в проводке и соединениях около 10%, потери в аккумуляторе около 20%. Теперь сумма всех потерь составит около 30%, поэтому нам необходимо производить достаточно 30% Вт/день, включая нагрузки, чтобы компенсировать потери. Следовательно, мы хотим производить 130% нагрузки. Следовательно, умножив общую нагрузку в 1,3 раза, мы получим общую мощность, которая требуется от модуля.

В. Расчет количества панелей:

Мощность, производимая солнечными панелями разного размера, различна. Пиковая мощность производимой панели зависит от размера панели и погодных условий на площадке. Нам необходимо изучить коэффициент генерации панелей (КГП), который отличается на каждом сайте. Для Таджикистана коэффициент производства панелей составляет около 3,8. Чтобы найти размеры фотоэлектрических модулей, нам необходимо выполнить следующие шаги: Первый шаг: расчет общей пиковой мощности солнечного модуля. Второй шаг: Расчет количества панелей для системы. Количество панелей, необходимое для системы, можно найти, разделив общую пиковую мощность солнечного модуля, которая предварительно рассчитывается на стандартную доступную мощность модуля. Если целое число не получено, просто округлите его до большего числа.

С. Размер батареи: Для генерации солнечной фотоэлектрической системы рекомендуемый тип батарея LA. Аккумулятор должен быть объемным и достаточным, чтобы хранить достаточно энергии для работы системы в ночное время и в пасмурные дни. Чтобы определить параметры батареи, необходимо выполнить следующие шаги: Первый шаг: Расчет общей потребности в энергии в течение дня. Второй шаг: Общая потребляемая мощность в день делится на коэффициент 0,85, который соответствует потере батареи. Третий шаг: Разделите полученный ответ на номинальное напряжение батареи. Четвёртый шаг: Затем дни автономной работы умножаются на полученный выше ответ, в результате чего получается необходимая емкость батареи в ампер-часах.

Емкость аккумулятора в А·ч. (общая потребляемая мощность в течение дня) x (количество дней автономной работы) x (0,6 x 0,85 x номинальное напряжение батареи).

Д. Размер контроллера заряда солнечной батареи:

Контроллер заряда должен иметь характеристическое значение, противоречащее мощностям Ампера и Напряжения. Выбор контроллера заряда, чтобы связать напряжение фотоэлектрического модуля и батареи, а затем определить, какой тип контроллера заряда точно соответствует вашему запросу. Необходимо, чтобы контроллер заряда оставался в состоянии справиться с током КЗ от панели. На практике величина контроллера заряда определяется по току КЗ от панели, а затем умножается на 1,3.

Номинальная мощность контроллера заряда = 1,3 x общий ток КЗ от панели.

Е. Расчет вольт-амперная характеристика инвертора:

На выходе инвертора будет напряжение и ток для устройства. Идеальный КПД инвертора будет центовым процентом. Но практический инвертор будет работать примерно от 60 до 80 процентов. Инвертор будет подавать то же количество энергии, что и нагрузка, когда она равна центам. Говоря практически, инвертор должен обеспечивать на 30 % больше. Номинальная мощность инвертора = общая нагрузка переменного тока/эффективность или коэффициент мощности. Будем считать КПД или коэффициент мощности = 0,7.

Ф. Расчет коэффициента генерации панели:

Солнечная радиация для южной части Таджикистана за месяц показана в таблице 1, приведенной ниже [3].

Таблица 1 - Солнечная инсоляция южного Таджикистана по месяцам

Месяцы	Глобальная горизонтальная солнечная инсоляция, (кВтч/м ² /день)
Январь	3,905
Февраль	4,449
Март	5,825
Апрель	6,539
Май	6,545
Июнь	6,699
Июль	7,332
Август	7,343
Сентябрь	7,164
Октябрь	6,555
Ноябрь	4,8
Декабрь	4,685
Общий за год	71,841

Среднее солнечное излучение составляет $(71,841/12) = 5,98$ кВт·ч/м²/день. Предположим, что самый низкий солнечный месяц имеет дневное среднее значение 5,98. Это эквивалентно 5,98 часам солнечного света мощностью 1000 Вт/м² каждый день. Расчет потерь для температуры составит 15%, дневной свет, не задерживающий панель, составит около 5 %, потери МРР составят около 10 %, а пыль добавит потери 5 %, эффект старения будет иметь потери 10 %. Следовательно, общая мощность = $0,95 \times 0,90 \times 0,90 \times 0,85 \times 0,95 = 0,62$ исходной мощности панели. КГП = $5,98 \times 0,62 = 3,7$.

РАСЧЕТ И ВЫБОР ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Моделирование дома, в котором используются следующие электроприборы:

Таблица 2 - Количество бытовых электроприемников

Бытовая техника	Количество	Мощность потребляемая	Количество часов использования в день	Общая мощность
Светодиодная лампа	4	9 Вт	4	144 Вт
Вентилятор	1	15 Вт	3	45 Вт

А. Определение мощности потребителей: В целом приборы, используемые в течение нескольких часов.

$(9 \text{ Вт} \times 4 \text{ часа} \times 4) + (15 \text{ Вт} \times 3 \text{ часа} \times 1)$ Общая энергия, требуемая от солнечной панели, равна $189 \text{ Вт} \cdot \text{ч/день}$
 $= 189 \times 1,3 = 245,7 \text{ Вт} \cdot \text{ч/день}$.

В. Расчет количество панелей: Общая требуемая пиковая мощность солнечной панели $245,7/3,8 = 64,65 \text{ Вт}$.

В зависимости от расчета мощности панеля, выбираем один солнечный панель в нашей солнечной системе на 70 Вт .

С. Размер батареи: Необходимая общая мощность потребителей $(36 \text{ Вт} \times 4 \text{ часа}) + (15 \text{ Вт} \times 3 \text{ часа}) = 189 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$.

Для системной батареи напряжение (номинальное) = 12 В ,

Дни автономности = 2 дня ,

Емкость батареи = общая мощность потребителей $\times$ дни автономности $= 189 \times 2 = 378 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$

Емкость батареи / напряжение батареи $(0,85 \times 0,6 \times 12) = 378 / 6,12 = 61,76 \text{ Ач}$.

Таким образом на основе расчета выбираем батарею с емкостью $61,76 \text{ Ач}$ и напряжением на 12 В .

Д. Калибровка контроллера заряда солнечной батареи:

Спецификации панели солнечных батарей:

Максимальная мощность = 70 Вт ;

Максимальное выходное напряжение = 18 В постоянного тока;

Максимальный выходной ток = $3,89 \text{ А}$;

Напряжение разомкнутой цепи = $21,6 \text{ В}$;

Ток короткого замыкания = $4,23 \text{ А}$.

Расчет номинального тока контроллера заряда солнечной батареи

Ток контроллера = $(1 \text{ модуль} \times \text{ток короткого замыкания}) \times 1,3$.

$I_{\text{кон}} = 1 \times 4,23 \text{ А} \times 1,3 = 5,499 \text{ А}$.

Итак, контроллер заряда должен быть рассчитан на 6 А при напряжении 12 В или выше.

Е. Инвертор:

Для выбора инвертора (преобразователь напряжения) солнечной системы необходимо просуммировать мощность всех электроприемников, которые одновременно могут быть включены. К нашей солнечной системе могут подключиться 4 светодиодные лампы $4 \times 9 \text{ Вт}$ + вентилятор на 15 Вт . Сумма всех потребителей в нашем случае составляет 51 Вт .

Таким образом, с учетом пусковых токов для нагрузок переменного тока выбираем почти 60 -ваттной инвертор.

РАЗРАБОТКА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ БЫТОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ

А. Солнечная панель:

Таблица 3 - Технические характеристики панели солнечных батарей

Тип солнечная панель	ASM70
Максимальная мощность (Вт)	70 Вт
КПД	15,59 %
Максимальное напряжение (V_{mp})	18 В
Максимальный ток (I_{mp})	3,89 А
Разрыв в цепи напряжения	21,6 В
Ток короткого замыкания (I_{oc})	4,23 А
Размер панели	670x670x30 мм
Масса панели	5 кг
Количество ячеек	36



Рисунок 2 - Внешний вид солнечной панели [4].

В. Солнечный контроллер заряда:



Рисунок 3- Контроллер заряда солнечной батареи [2].

С. Инвертор:



Рисунок 4- Инвертор (преобразователь напряжения) [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе подробно описывается разработка автономной системы производства солнечной энергии для бытового применения. Производятся расчеты и различные параметры элементов солнечной системы, такие как размер панели, необходимое количество панелей, требуемая емкость аккумулятора, технические характеристики контроллера заряда и инвертора. Прототип контроллера заряда солнечной батареи и инвертора изготовлен в соответствии с расчетными характеристиками. Был проведен успешный эксперимент с моделью-прототипом от солнечной панели к контроллеру заряда, к батарее и от батареи к инвертору, а также к нагрузкам постоянного тока. Светодиодный индикатор показывает уровень заряда батареи, при этом срабатывает соответствующее реле.

Литература:

1. Siecker, J. & Kusakana, K. & Numbi, B.P., 2017. "A review of solar photovoltaic systems cooling technologies," Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, vol. 79 (C), p. 192-203. DOI: 10.1016/j.rser.2017.05.053
2. Jayesh S. Barad, Mahesh S. Chauhan, Dharmesh S. Barad, Prof. Hitesh Parmar Calculation methodology and development of solar power generating system for household appliances // International Journal of Novel Research and Development. April 2017. Volume 2, Issue 4, p. 142-147.
3. Европейская комиссия > Научный центр ЕС > PVGIS > Интерактивные инструменты — Фотоэлектрическая географическая информационная система: [Электронный ресурс]. – URL: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html?fbclid=IwAR31kB5y3ihYCIW1kASiTq-WnYb8jsWih9kd_rPLaWaKPJG2BA1bjSq5Arg#PVP (дата обращения 20.09.2022).
4. Super мощность 70Вт монокристаллический модуль солнечной панели солнечных батарей: [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.made-in-china.com/co_abotree/product_Super-Power-70W-Mono-Solar-Module-Solar-Panel_ruhinirg.html (дата обращения 30.09.2022).

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ-ABAUT AUTHORS

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Махсумов Илҳом Бурҳонович	Махсумов Илхом Бурхонович	Makhsumov Ilkhom Burkhonovich
Дарача ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title	н.и.т.	к.т.н.	Candidat of engineering sciences
Ташкилот, Организация, Organization	Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон	Институт энергетикӣи Тоҷикистона	Energy Institute of Tajikistan
e-mail	messi.ilhom@gmail.com		
ORCID Id	0000-0001-7985-1315		
	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Ниёзи Сирожиддин Раҷаббоки	Ниёзи Сироҷиддин Ражабоки	Niyozhi Shirojiddin Rajabboki
Дарача ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title	н.и.т.	к.т.н.	Candidat of engineering sciences
Ташкилот, Организация, Organization	Вазорати маориф ва илми Ҷумҳурии Тоҷикистон	Министерство образования и науки Республики Таджикистан	Ministry of Education and Science of the Republic of Tajikistan
e-mail			
ORCID Id			
	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Воҳидов Миробид Мирвоҳидович	Вохидов Миробид Мирвохидович	Vokhidov Mirobid Mirvokhidovich
Дарача ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title	н.и.т., и.в. дотсент	к.т.н., и.о. доцента	Candidat of engineering sciences
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	supergold84@mail.ru		
ORCID Id			

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

УДК. 621.383

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ КОМПОНЕНТОВ СЫРЬЯ ДЛЯ ВЫПЛАВКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

¹Абдурахманов Б.М., ²Кадыров А.Л., ²Касымов Д.А.

¹Институт ионно-плазменных и лазерных технологий Академии наук Республики Узбекистан,

²ГОУ Худжандский государственный университет имени академика Бабаджана Гафурова.

Указано место и роль возобновляемых источников энергии в национальной стратегии развития Республики Таджикистан. Изучены месторождения гидротермальных кварцевых жил и зон прожилкования и окварцевания Северного Таджикистана. Жильный кварц Шокадамбулакского месторождения определен как самое подходящее сырьё для получения технического кремния. Месторождение состоит из четырёх участков: Западный, Центральный, Восточный и крайний Восточный, разделённых его долинами меридиальных саев. Показано, что по сравнению с данными лучших месторождений стран СНГ жильный кварц Шокадамбулакского месторождения по своим физико-химическим показателям, по содержанию наиболее нежелательных примесей (бор, бериллий, литий) наиболее пригоден для его использования в качестве сырья для получения технического кремния высших сортов. Каменный уголь, коксы на его основе, антрациты, пековые и нефтяные коксы, в первую очередь древесный уголь считаются вторым главным компонентом шихты электродугового производства технического кремния в качестве УВ.

Установлено, что антрацит Назарайлоцкого месторождения по своим качественным показателям является уникальным углеродосодержащим восстановителем для выплавки технического кремния. Сравнение технических характеристик углей украинских, кузнецких и узбекских месторождений с Назарайлоцким антрацитом показывает, что наш восстановитель имеет на порядок лучшие характеристики и по главным показателям приближается к лучшему в мире знаменитым вьетнамским антрацитам месторождения Ха-Ху.

Ключевые слова: солнечная фотоэнергетика, жильный кварц, антрацит, технический кремний, поликристаллический и монокристаллический кремний.

МАЪЛУМОТИ НАВ ДАР БОРАИ ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКАӢ ХИМИЯВИИ АШЪӢИ ХОМ БАРОИ ГУДОХТАНИ КРЕМНИИ МЕТАЛЛУРГИИ.

Абдурахманов Б.М., Кадыров А.Л., Касымов Д.А.

Дар стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷой ва нақши манбаъҳои барқароршавандаи энергия нишон дода шудааст. Конҳои гидротермалии кварси рагдор ва минтақаҳои рагкашӣ ва силитшавии Шимоли Тоҷикистон таҳқиқ карда шудаанд. Кварси рагдори кони Шокадамбулоқ барои истеҳсоли силитсии техникаӣ ашъӣи хоми мувофиқтари муайян карда шудааст. Кон аз чор қисм иборат аст: ғарбӣ, марказӣ, шарқӣ ва шарқи канорӣ, ки бо водихоӣ қабатҳои минералӣ ҷудо карда шудаанд. Нишон дода шудааст, ки дар муқоиса бо маълумоти бехтарин конҳои кишварҳои ИДМ, кварси рагдори кони Шокадамбулоқ аз рӯи параметрҳои физикӣ ва химиявии худ, аз рӯи миқдори ифлосиҳои номатлуб (бор, бериллий, литий), барои истифода ба сифати ашъӣи хом барои ба даст овардани силитсии техникаӣ дараҷаи олӣ мувофиқтар аст. Ангисти сангин, коксҳои ба он асосёфта, антрацитҳо, коксонатрон ва нафт, пеш аз ҳама ангишт, ки ҷузъи дуҷумлаи асосӣ барои ҳосил кардани силитсии техникаӣ тариқи камони электрикӣ ба ҳисоб меравад.

Муқаррар карда шудааст, ки антрацити кони Назарайлоқ аз ҷиҳати нишондиҳандаҳои сифатӣ худ барои гудохтани силитсии техникаӣ як барқароркунондаи карбондори беназир мебошад. Муқоисаи характеристикаҳои техникаӣ ангиштҳои конҳои Украина, Кузнецк ва Узбекистон бо антрацити Назарайлоқ нишон медиҳад, ки барқароркунондаи мо аз ҷиҳати нишондиҳандаҳои асосӣ ба антрацитҳои машҳури кони Вьетнам Ха-Ху наздик мебошад.

Калимаҳои калидӣ: фотоэнергияи офтобӣ, кварси рагдор, антрацит, силитсии техникаӣ, силитсии поликристаллӣ ва монокристаллӣ.

NEW INFORMATION ON THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF RAW MATERIAL COMPONENTS FOR SELTING METALLURGICAL SILICON

¹Abdurakhmanov B.M., ²Kadirov A.L., ²Qosimov D.A.

The place and role of renewable energy sources in the national development strategy of the Republic of Tajikistan is indicated. The deposits of hydrothermal quartz veins and zones of veining and silicification of Northern Tajikistan have been studied. The vein quartz of the Shokadambulak deposit has been identified as the most suitable raw material for the production of technical silicon. The deposit consists of four

part: Western, Central, Eastern and extreme Eastern, separated by its valleys of mineral layers. It is shown that, in comparison with the data of the best deposits of the CIS countries, the vein quartz of the Shokadambulak deposit, in terms of its physical and chemical parameters, in terms of the content of the most undesirable impurities (boron, beryllium, lithium), is most suitable for its use as a raw material for obtaining technical silicon of the highest grades. Hard coal, cokes based on it, anthracites, pitch and petroleum cokes, primarily charcoal, which is considered the second main component of the charge for the electric arc production of technical silicon as a carbonaceous reducing agent.

It has been established that the anthracite of the Nazarailokskoye deposit, in terms of its quality indicators, is a unique carbon-containing reducing agent for the smelting of technical silicon. Comparison of the technical characteristics of coals from Ukrainian, Kuznetsk and Uzbek deposits with Nazarailok anthracite shows that our reducing agent has an order of magnitude better characteristics and, in terms of main indicators, is close to the world's best famous Vietnamese anthracites of the Ha-Hu deposit.

Key words: solar photoenergy, vein quartz, anthracite, technical silicon, polycrystalline and monocrystalline silicon.

Введение.

В национальной стратегии развития Республики Таджикистан (РТ) отрасль энергетики определена как приоритетная, а сектору возобновляемых источников энергии (ВИЭ) отведена большая роль в жизнеобеспечении и развитии. Прогрессирующее развитие солнечной энергетики предусматривает доведение мирового производства солнечного элемента (СЭ), фотоэлектрических модулей и солнечных фотоэлектрических станций (СФЭС) в 2020 г. до ~ 30 ГВт в год, а в 2030 году до > 300 ГВт с выходом в начале 40-х на объем производства электроэнергии с помощью СФЭС, превышающий 30% его производства всеми известными способами [1].

Фундаментальные компоненты элементной базы фотоэлектричества можно разделить на два больших релевантных способа для изготовления СЭ на основе монокристаллического кремния (МК) и крупноблочного поликристаллического кремния (ПК), а его базовым материалом, несомненно, прошедшим многочисленные испытания в различных условиях, а также по его доступности в природе порядка 27%÷28% является кремний. В настоящее время более 90% всех типов фотопреобразователей для СЭ изготавливаются на основе кремния. Исходя из гигантских темпов роста кремниевой отрасли данная тенденция позволяет прогнозировать перспективное будущее, оставляя позади своих конкурентов химических элементов, которые способны выполнять схожие функции, но из-за доступности и (или) высокой стоимости производства уступают кремнию. По роду своей доступности кремний является самым оптимальным и способным удовлетворить всевозрастающие потребности в развитии создания СЭ.

Бурное развитие микроэлектроники и солнечной энергетики привели к резкому росту спроса на кристаллический кремний, который, в свою очередь, обусловил дефицит сырья для карботермического восстановления кремния и сделал первоочередной задачей использование более чистых компонентов исходного сырья (шихты), а именно, кремнийсодержащей руды и углеродсодержащего восстановителя (УВ). Несмотря на широкое распространение кремнезема во всех генетических группах для получения полупроводникового кремния может служить лишь чистая его разновидность-кварц различных модификаций. Однако сведения по кварцу отсутствуют или имеются в недостаточном объеме в периодической печати, справочниках и учебниках. В обзорах [2] являются приятным и своевременным исключением. К сожалению, в этих источниках и в работах других авторов [3] Центрально-Азиатскому региону в целом, и Таджикистану в частности, не уделено достаточное внимание. С целью определения возможности и перспективы развития солнечной энергетики в РТ, опираясь на данные наших геологов и с учетом последних результатов анализа химического состава жильного кварца (ЖК) и антрацита наших месторождений, проведенных нами более современными методами, также анализируется потенциал сырьевых ресурсов на предмет их годности для получения технического кремния (ТК) высокой чистоты электродуговым способом.

Материалы и методы. Ниже аналитическим методом путем сравнения новых, последних данных о физико-химических свойствах компонентов сырья таджикских месторождений исследуется возможность получения ТК высших сортов в РТ.

Северная часть Таджикистана весьма плодородна ресурсами кварцевого сырья. В Согдийской области в течение нескольких десятилетий проводились геологические исследования и были обнаружены свыше десятков проявлений и источники кварцевого сырья многочисленных генетических видов: зон прожилкования и окварцевания (Шокадам – Булак, Консой, Канджол, Такели, и др.), связанных с магматическими эманациями и вулканогенно-гидротермальными вторичными кварцитами (Тутлы, Кудук, Токмак и др.), связанных с гипогенным окварцеванием верхнепалеозойских вулкани-тов и осадочных кварцевых песков (Курганчи и др.), связанных с палеогеновыми морскими отложениями гидротермальных кварцевых жил. Более подробно были исследованы гидротермальные виды источников. Учитывая анализ автора [2], о том, что одним из перспективных генетических видов для изготовления высококачественного, доля процента примесей в кремнии

которого сведена к минимуму, являются гидротермальные средне- и низкотемпературные кварцевые жилы. В данном разделе также описываются характеристики некоторых источников гидротермальных кварцевых жил и зон окварцевания и прожилкования Северного Таджикистана [4], среди которых следует выделить Шокадамбулакское месторождение жильного кварца.

На этом месторождении кварца образуется превосходное сырье почти мономинерального состава, заполняющее каверны Шокадамбулакского разлома, секущего массива магматическо-плутонической горной породы кислого состава средне-карбонного возраста. В южной части можно увидеть место разлома мощностью более 50 м, а в северной - кварцевую жилу брекчиевидную, содержащую обломки боковых пород, обычно выполняет сбросовую трещину с брекчией трения, где кварцевой жилой раздроблены, интенсивно перетерты, и характеризующие окварцеванием, серитизацией, хлоритизацией и другими изменениями. Месторождение источника делится на четыре части: Западный, Центральный, Восточный и Крайний Восточный.

Среди четырех участков больше всего исследованным и перспективным из перечисленных является Восточный участок, с общей длиной 1,3 км, который разведан канавами и скважинами на протяжении 1,0 км и на глубину 50÷70 м., мощность кварцевой жилы которой колеблется от 2,5 до 30 м.

Минералогический состав кварцевой жилы очень прост и немногочислен. Исследовав тщательно жильный минерал-кварц, можно спорадически встретить незначительные доли пирита, гематита, галенита, барита, золота и серебра.

Результаты и обсуждения. Исходя из сравнительного анализа (табл. 6) можно прийти к заключению, что исследованный нами ЖК Шокадамбулакского месторождения по своим физико-химическим показателям наиболее пригоден для его использования в качестве сырья для получения ТК, а затем и ПК и МК на нужды солнечной энергетики.

Таблица 1 - Химический состав и параметры жильного кварца месторождений Согдийской области.

№	Месторождение	Химический состав кварца, %					Удельный вес, г/см ³	Объемный вес, т/м	Пористость, %
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	P	S			
	Шокадамбулакское	95,6÷98,4	0,22÷1,54	0,06÷0,89	0,0÷0,04	0,01÷0,03	2,64÷2,66	2,57÷2,62	0,2÷5
	Кансойское	95,7÷96,5	1,17÷1,74	0,10÷0,36	0,01÷0,02	0,01÷0,02	2,68	2,55	3,6
	Канджольское	95,6÷96,1	1,81÷1,9	0,25÷0,27	0,01÷0,02	0,01÷0,02	-	-	-
	Такелийское	95,7	1,42	0,22	0,02	0,01	-	-	-

Последние более точные результаты масс-спектрометрического анализа химического состава ЖК Шокадамбулакского месторождения (таблица 2) подтверждают такое заключение еще ярче не только по сравнению с нашими сведениями по другим месторождениям республики, но и по сравнению с данными лучших месторождений стран СНГ (таблица 3).

Таблица 2 - Результаты масс-спектрометрического анализа химического состава жильного кварца Шокадамбулакского месторождения Северного Таджикистана

Проба	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	MgO
№ Т-1	99,73	0,087	0,020	0,024	0,053	0,024	0,043	0,009	0,006
№ Т-1	99,71	0,091	0,021	0,031	0,048	0,034	0,044	0,014	0,007

Стоит отметить, что по проведенному нами исследованию в кварцах не было обнаружено химических элементов В, Ве, Sb, Li, которые способны ухудшить полупроводниковые свойства чистого кремния. Не отрицается также факт того, что более тщательные химические исследования выявят эти химические

элементы в небольших количествах, но все же их наличие по данным [2] никак не влияет на полупроводниковые свойства элитного кремния гидротермального происхождения.

Таблица 3 - Химический состав жильного кварца и кварцитов различных месторождений стран СНГ

№	Наименование месторождений	Химический состав кварца, %				
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
1	Гора Хрустальная (Россия)	99,4	0,7	0,21	0,3	0,01
2	«Надырбай» (Казахстан)	98,8	0,25	0,26	-	-
3	Кыргызстан	99,04	0,19	0,2	-	-
4	Заргарское (Узбекистан)	98,98	0,1	0,4	0,3	0,1

В процессе производства ТК вторым по значимости сырьём шихты является УВ (древесный уголь, антрацит, полукокс, бурый уголь, пековый кокс, каменный уголь, нефтяной кокс, лигниновый и целлюлозолигниновый коксы, торфяные брикеты и торфяной кокс, древесная щепа, кусковая сырая древесина и другие чистые углеродистые материалы).

Из имеющихся у нас месторождений угля [5] антрацит Назарайлоцкого разреза по своим качественным показателям является уникальным в среднеазиатском регионе и больше подходит нашим требованиям. Петрографическое изучение разреза показало, что угли дюрено-клареновые исходным материалом при образовании углей служили в основном стеблевые части растений и споры, листья и смолы. Площадь залежи примерно 25 км², протяженность пластов более 10 км. В угленосной толще выявлены 16 угольных пластов полого-наклонного падения, мощностью от 1,3÷9,0, из них 9 являются антрацитами, остальные каменноугольные.

По своим качественным показателям они превосходят украинские, кузнецкие, узбекские и в целом приближаются к знаменитым вьетнамским антрацитам месторождения Ха-Ту [5], что наглядно показывают данные (таблицы 4,5).

Таблица 4 - Технические характеристики углей Байсунского, Шаргуньского и Назарайлоцкого месторождений

Шахта, разрез	Технические условия	Марка, класс	Размер кусков, мм	Зольность, %	Массовая доля общей влаги, %	Массовая доля серы, %	Выход летучих веществ, %
Байсунская	ТУ Уз 12-11-90	ITR	0÷200	21,0	7,4	0,7	16,0
Шаргуньская	ТУ Уз 12-11-90	ICCCШ	0÷13	25,5	8,0	0,7	25,0
Назарайлоцкая	-	-	-	1,2÷4,2	0,78÷4,66	0,13÷0,62	3,0÷5,0

Видно, что Назарайлоцкий антрацит (позиции 3÷6 таблицы 5) имеет на порядок лучшие характеристики по сравнению с углями других месторождений (таблица 4) и по главным показателям сопоставимые параметры с данными древесного угля и металлургического кокса, но следует заметить, что по стоимостным показателям древесный уголь и металлургический кокс стоят намного дороже антрацита. Частично такой дисбаланс по цене компенсируется дополнительными затратами разработки Назарайлоцкого антрацита, связанными с высокогорным расположением месторождения и удаленностью от железнодорожных путей.

Таблица 5 - Качественный анализ различных углеродосодержащихся восстановителей

№ лабор. Пробы	Наименование показателей, массовая доля, %	Марка изделий	Факт
278-1-15	Массовая доля зольности	Древесный уголь ДУ	1,95
	Массовая доля влаги		6,35
	Массовая доля общей серы		0,15
278-2-15	Массовая доля зольности	Металлургический кокс	12,67
	Массовая доля влаги		2,86
	Массовая доля общей серы		0,42
278-3-15	Массовая доля зольности	Антрацит А/Т-1	2,02
	Массовая доля влаги		1,19
	Массовая доля общей серы		0,26
278-4-15	Массовая доля зольности	Антрацит А/Т-2	1,91
	Массовая доля влаги		1,30
	Массовая доля общей серы		0,25
278-5-15	Массовая доля зольности	Антрацит А/Т-3	3,12
	Массовая доля влаги		-
	Массовая доля общей серы		-
278-6-15	Массовая доля зольности	Антрацит А/Т-4	1,06
	Массовая доля влаги		-
	Массовая доля общей серы		-

Выводы. Исходя из вышеперечисленных анализа и перспектив для производства ТК является ЖК из источника Шокадамбулака и антрацит Назарайлокского месторождения. Так как их физико-химические данные превосходят в целом исследованные и использованные нами сырьевые ресурсы Узбекистана, на которых получался ТК марки Кр1 [6]. С внедрением и использованием последних разработок в этом направлении появляется возможность получить ТК марки Кр0 и более высоких марок.

Для окончательного ответа на вопрос о возможности использования жильного кварца и антрацита месторождений Таджикистана в качестве сырья для получения ТК высокой чистоты с дальнейшим использованием в солнечной фотоэнергетике необходимо проведение следующих мероприятий [4]:

1. Дополнительно, детально, с применением современных методов анализа, изучить химический и минералогический состав, а также другие физико-химические свойства жильного кварца Шокадамбулакского и антрацит Назарайлокского месторождений, как наиболее пригодного сырья для выплавки кремния электродуговым способом, на предмет получения на их основе ТК высших сортов.

2. Провести пробные выплавки ТК в лабораторных условиях, используя в качестве сырья Шокадамбулакский жильный кварц и в качестве УВ Назарайлокский антрацит, исследовать полученный ТК на предмет годности нуждам фото- и теплоэнергетики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безруких П.П. Возобновляемая энергетика: вчера, сегодня, завтра. // Электрические станции, 2005. №2. 122 с.
2. Ясаманов Н.А. Сырьевая база кремния для новейших технологий. // Отечественная геология, 1999. №1. С.19-24.

3. Минералы жильного кварца. / Под ред. Кузьмина В.Г., Кравца Б.Н. -М.: Недра. 1990. 256 с.
4. Абдулахат К.Л. Получение и свойства вторичного литого поликристаллического кремния. // 2018. Худжанд. Нури маърифат. 396 с.
5. Мухамадиев П.А., Лучников В.С. Освоение угольных месторождений Таджикистана: прошлое и настоящее // Горный журнал. Спецвыпуск «Цветные металлы». 2003. С.19-23.
6. Кадыров А.Л. Абдурахманов Б.М., Абдурахманов К.П., Гугушвили Б.В., Кожевников В.М., Саидов М.С., Костецкий М.О., Умаров Т.А. Опытное производство технического кремния и возможности расширения разработок солнечных элементов в Узбекистане. // Гелиотехника. 2003. №2. С.79-88.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ-ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Қодиров Абдулахат Лақимович д.и.ф.-м., профессори кафедраи электроника	Кадыров Абдулахат Лақимович д.ф.-м.н, профессор кафедры электроники	Kadirov Abdulakhat Lakimovich d.f-m.s., professor of the Department of Electronics
МДТ-и «ДДХ ба номи академик Бобочон Гафуров»	ГОУ «ХГУ имени академика Бабаджана Гафурова»,	PEI «KSU named after academic Bobojon Gafurov»
abdulakhatkadirov@gmail.com		
TJ	RU	EN
Қосимов Далер Абдуқодирович унвонҷӯи кафедраи электроникаи	Касымов Далер Абдукадырович соискатель кафедры электроники	Qosimov Daler Abdukadirovich degree applicant of the Department of Electronics
МДТ-и «ДДХ ба номи академик Бобочон Гафуров»,	ГОУ «ХГУ имени академика Бабаджана Гафурова»	PEI «KSU named after academic Bobojon Gafurov»
kosimov.ygt@gmail.com		
TJ	RU	EN
Абдурахмонов Борис Маликович Ходими калони илмии озмоишгоҳи конвертерҳои фотоэлектрикӣ	Абдурахманов Борис Маликович главный научный сотрудник лаборатории фотоэлектрических преобразователей	Abdurakhmanov Boris Malikovich Chief Researcher of the laboratories of Photoelectric Converters
Институти технологияи ион- плазма ва лазерии Академияи илмҳои Узбекистон.	Институт ионно-плазменных и лазерных технологий Академии наук Республики Узбекистан	Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.
bogarab@mail.ru		

УДК: 621.923.74

МУАЙЯН КАРДАНИ МЕҲНАТТАЛАБИИ ИСТЕҲСОЛИ МАҲСУЛОТ АЗ САНҒҲОИ РАНГА

Хоҷаев Т.А.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар ин мақола усули ба ҳисоб гирифтани меҳнатталабии амалиётҳои технологӣ ва ҳисоб кардани арзиши аслии маҳсулот аз санғҳои рангаи нимқиматбаҳо тавсиф карда шудааст. Нишондиҳандаҳои асосии техникӣ ва иқтисодии истеҳсоли маҳсулоти стандартӣ, инчунин маҳсулоте, ки аз рӯйи лоиҳаҳои алоҳида истеҳсол карда мешаванд, нишон дода шудаанд.

Калидҳои калиди: санги ранга, меҳнатталабӣ, ҳосилнокӣ, арзиши аслӣ, коркарди санги ранга.

DETERMINATION OF THE LABOR INTENSITY OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS AND CALCULATING THE COST OF PRODUCTION OF SEMI-PRECIOUS STONES

Khodzhaev T.A.

This article describes a method for calculating the labor intensity of technological operations and calculating the cost of production of semi-precious stones. The main technical and economic indicators of the production of standard products, as well as products manufactured according to special projects, are shown.

Key words: semi-precious stone, labor intensity, productivity, initial cost, stone processing.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ САМОЦВЕТНЫХ КАМНЕЙ

Ходжаев Т.А.

В данной статье описана методика расчета трудоемкости технологических операций и расчета себестоимости производства полудрагоценных камней. Показаны основные технико-экономические показатели производства стандартной продукции, а также продукции, выпускаемой по специальным проектам.

Ключевые слова: самоцветный камень, трудоемкость, производительность, первоначальная стоимость, обработка камня.

Самаранокҳои меҳнат дар раванди истеҳсоли маҳсулот аз санғҳои рангаи нимқиматбаҳо бо ҳосилнокӣ меҳнат муайян карда мешавад. Баҳодихӣ ҳосилнокӣ меҳнат бо роҳи муқоисаи ҳаҷми маҳсулоти истеҳсолшуда бо сарфи меҳнат сурат мегирад. Дар баробари ин яке аз нишондиҳандаҳои самаранокӣ меҳнат меҳнатталабии амалиёти технологӣ мебошад.

Таҷрибаи амалӣ нишон медиҳад, ки дар марҳалаи тасдиқи пешакии лоиҳа баробари баҳодихӣ масрафи масолеҳ инчунин баҳодихӣ меҳнатталабӣ низ зарур аст, чунки он арзиши аслии маҳсулотро муайян мекунад.

Меҳнатталабӣ робитаи бевоситаи байни ҳаҷми истеҳсолот ва сарфи вақти кориро нисбат ба воҳиди маҳсулот муқаррар мекунад. Нишондиҳандаи меҳнатталабӣ сарфакорӣ меҳнати зиндари зерин таъсири тағйирёбии шароити истеҳсолот ба таври воқеӣ инъикос мекунад. Ҳангоми баҳодихӣ меҳнатталабӣ хароҷотҳо аз рӯйи вазифаҳо, ки корманд дар раванди истеҳсолот иҷро мекунад, гурӯҳбандӣ карда мешавад [1].

Усули арзишнокии ченкунии ҳосилнокӣ меҳнат ҳам дар истеҳсоли маҳсулоти навъи гуногун ва ҳам ҳангоми истеҳсоли оммавии як навъ маҳсулот (стандартӣ) истифода мешавад.

Меҳнатталабии корҳо вобаста ба намуди амалиётҳои иҷрошаванда ба таври зерин муайян карда мешавад:

-асосӣ (арра кардан (буридан), тарошидан, суфта кардан, сайқал додан);

-иловагӣ (тар кардан бо елим, андова ва пур кардани тарқишҳо, холигиҳо, шикастагиҳо, барқароркунии ранг, муқаввукунӣ ва ғ.);

-мушаххас (пармакунӣ, буридани галтелҳои профилӣ, коркарди новачаи сутуни бино, кандакорӣ санг, навъҳои гуногуни кандакорӣ ва нақшу нигорӣ, тайёр кардани унсурҳои гулмонӣ, гузоштани ҷузъҳои алоҳида ва ғ.);

-васл ва насби маснуоти композитӣ.

Меҳнатталабии иҷрои корҳо дар намуди умумӣ бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$T_{ик} = \frac{t_a + t_i + t_m + t_k}{Q} \quad (1)$$

дар инҷо t_a - вақти сарфшуда барои иҷрои корҳои асосии коркарди санг; t_i - вақти сарфшуда барои иҷрои амалиёти иловагии коркарди санг; t_m - вақти сарфшуда барои амалиёти мушаххас; t_k - вақти сарфшуда барои насби маснуоти композитӣ; Q - ҳаҷми маҳсулоти истеҳсолшуда.

Шумораи амалиётҳои иҷрошуда вобаста ба мураккабии маҳсулот метавонанд дар доираи хеле васеъ фарқ кунанд.

Амалҳои коркарди сангро ба таври зерин тақсим кардан мумкин аст:

- 1) буридан, суфта кардан ва сайқал додани сатҳи 1 дм² маҳсулоти коркардшаванда;
- 2) корҳои харротӣ ва фрезерӣ оид ба коркарди 1 метри тӯлонӣ дар рӯи сатҳи маҳсулот ё коркарди чуқурии сатҳи дохилӣ ба андозаи 1 см;
- 3) насби маҳсулоти ниҳой.

Меҳнатталабӣ барои амалиёти асосии технологӣ бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$T_{ма} = \frac{t_6}{S_6} + \frac{t_t + t_c}{N_{мс} \cdot S_{им}} + \frac{t_n}{L_n} + \frac{t_\phi}{L_\phi} + \frac{t_d + t_m}{N_{си}} \quad (2)$$

ки дар инҷо $N_{мс}$ - миқдори маҳсулоти сериявӣ, ки дар фосилаи муайян

истеҳсол мешавад; t_6 - вақти сарфшуда барои буридани санг вобаста ба хусусиятҳои маҳсулот инҳоро дарбар мегирад: дар шакли блокҳо буридани масолеҳи ибтидоӣ, арра кардани блокҳо ва лавҳаҳои технологӣ, буридани канораҳо ва кунҷҳо, буриши тарҳи сатҳи профилӣ, хатҳои каҷ ва ғайра; t_t - вақте, ки барои тарошидан, суфта кардан ва реза кардани сатҳи санги коркардшуда сарф мешавад; t_c - вақти сарфшуда барои сайқал додани сатҳҳои коркардшудаи санг; t_n - вақти сарфшуда барои парма кардани санг; L_n - дарозии умумии чуқурии пармакунӣ; S_6 - майдони умумии буриш; t_ϕ - вақти сарфшуда барои бо шаклҳои гуногун фрезеронидани профилҳо (чӯйчаҳо, чуқурчаҳо, галтелҳо ва ғ.); L_ϕ - дарозии профилҳои фрезеронидашуда; $S_{иб}$ - майдони сатҳи коркарди маҳсулоти i -юм.

Хароҷоти умумии иҷрои корҳо оид ба амалиёти асосии технологӣ бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$C = K_c \cdot (C_a + C_c + C'c) \cdot S_6 + C_{и} \cdot L_\phi + C_{п} \cdot L_B \quad (3)$$

ки дар инҷо C_a - нишондиҳандаи додашудаи арзиши арракунӣ, C_c - нишондиҳандаи додашудаи арзиши суфта кардан ва $C'c$ - нишондиҳандаи додашудаи арзиши сайқал додани 1 дм² сатҳи коркардшуда (сом/дм²); $C_{ш}$, $C_{ф}$ - нишондиҳандаҳои арзиши амалиёти фрезеронии сатҳ (сом/мт) ва чуқурии пармакунии сӯроҳӣ (сом/см); $C_{и}$, $C_{п}$ - арзиши корҳои иловагӣ мувофиқ ба насбкунӣ (ба ҳисоби фоиз аз ҳаҷми умумии корҳо оид ба корҳои асосии технологӣ).

Масоҳати сатҳи ҳамвори коркардшудаи $S_{сх}$ бо шаклҳои стандартӣ геометрӣ муайян карда мешавад [2]. Барои ҷисмҳои даврзананда, ки дар блоки технологӣ андозаҳои ба таври номуттасил тағйирёбанда доранд, майдони сатҳи маҳсулот S_m бо назардошти майдони сатҳи коркардшудаи дохилии S_d бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$S_m = \sum_{i=1}^N S_{и} + \sum_{i=1}^M S_{в} = 2\pi(\Delta h_{и} \sum_{i=1}^N R_{и} + \Delta h_{в} \sum_{i=1}^N R_{в}) \quad (4)$$

ки дар инҷо $R_б$ радиуси берунии маҳсулот дар фосилаи i -юми дискретии $h_б$; R_d - радиуси дохилии маҳсулот дар фосилаи j -юми дискретии h_d . Коэффисиенти ислоҳкунанда ки ба арзиши аслии қор ва ҳосилнокии меҳнат таъсири калон мерасонад. Масалан, ҳангоми истеҳсоли куб бо андозаи 6х6х6см аз маводе, ки зичии $\gamma = 3$ г/см³ дорад, вазни намуна ба $m = 0,648$ кг ва майдони сатҳи коркардшавандаи он $S = 0,261$ дм² баробар мешавад.

Ҳангоми ба андозаи 1 см зиёд шудани дарозии рӯи куб вазни он $m = 1,029$ кг, масоҳати сатҳи он $S = 0,343$ дм² ва ҳангоми ба андозаи 2 см зиёд шудани дарозии рӯи куб вазни он $m = 1,536$ кг, масоҳати сатҳи он $S = 0,512$ дм² баробар мешавад. Ҳамин тариқ, ҳаҷми маҳсулот ва аз ин рӯ, вазн мутаносибан бо дараҷаи сеюм ва

майдони сатҳи коркардшуда - мутаносибан бо дараҷаи дуҷум тағйир меёбад. Дар баробари ин махсусан қайд кардан лозим аст, ки тағйир додани вазн ва андозаҳои маҳсулот бо параметрҳои техникии дастгоҳи коркардкунанда маҳдуд карда мешавад.

Масалан: андозаҳои мизи кори дастгоҳ барои коркарди фрезерии канораҳо, масофаи байни марказҳои дастгоҳи харротии рахпечбур, чуқурии буриши дастгоҳи арракунанда ва ғайра.

Дар ҳисобҳои амалӣ, барои маҳсулоти хурдандоза арзишҳои зерин тавсия карда мешаванд:

ки =1 ҳангоми $S \leq 1$ дм², ки =1,2 ҳангоми $S = 1-1,5$ дм², ки =1,5 ҳангоми $S = 1,5-2$ дм², ки =2 ҳангоми $S = 1,5-2$ дм² ва ки =3,5 ҳангоми $S = 2-3$ дм²

Истифодаи нишондиҳандаҳои тавсифшуда барои иҷрои амалиётҳои технологӣ имкон медиҳад, ки арзиши асли ва вақти истеҳсоли маҳсулот бо нишондиҳандаҳои меъёрии сарфи меҳнат мувофиқат карда шавад.

Адабиёт:

1. Семенов В.М. Экономика предприятия. М.; Центр экономики и маркетинга. 1998.
2. Кори Г., Кори Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. _ М., Наука, 1984.
3. Путолова Л.С. Самоцветы и цветные камни. М.; Наука, 2004.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-AVAUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Хоҷаев Тоҷиддин Авғонович	Ходжаев Таджиддин Авғонович	Khodzhaev Tajiddin Avgonovich
Номзади илмҳои техникӣ	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
tojiddin67@mail.ru		
(+992) 934477381		

ИСТЕҲСОЛИ МАҲСУЛОТИ КУРАШАКЛ АЗ САНҶОИ РАНГА БО КОРКАРДИ МАРКАЗГУРЕЗИ АБРАЗИВӢ

Хоҷаев Т.А., Мирзоалиев А.И.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Шарҳи мухтасар: Ҳадафи ин мақола баланд бардоштани ҳосилнокии раванди истеҳсоли маҳсулоти курашакл аз маводҳои зудшикан – санҷҳои ранга, бо истифодаи дастгоҳи марказгурези абразивии бисёрҷойдор мебошад. Усули нави коркарди маҳсулоти курашакл аз санҷҳои ранга ва дастгоҳҳо барои татбиқи он пешниҳод карда мешаванд.

Калимаҳои калиди: дастгоҳи марказгурези абразивӣ, қувваи соиш, маводи абразивӣ, ҳосилнокӣ, қувваи марказгурез, устувона, таҷҳизотҳо.

PRODUCTION OF BALL PRODUCTS FROM GEM STONES BY CENTRIFUGAL ABRASIVE PROCESSING

Khodzhaev T.A., Mirzoaliev A.I.

The purpose of this article is to increase the productivity of the process of manufacturing spherical products from brittle materials using multi-seat centrifugal abrasive equipment. New methods of processing balls and balls made of semi-precious stones and a device for its implementation are proposed.

Key words: centrifugal abrasive equipment, friction force, abrasive material, productivity, centrifugal force, drum, devices.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШАРОВИДНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ САМОЦВЕТНЫХ КАМНЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКОЙ

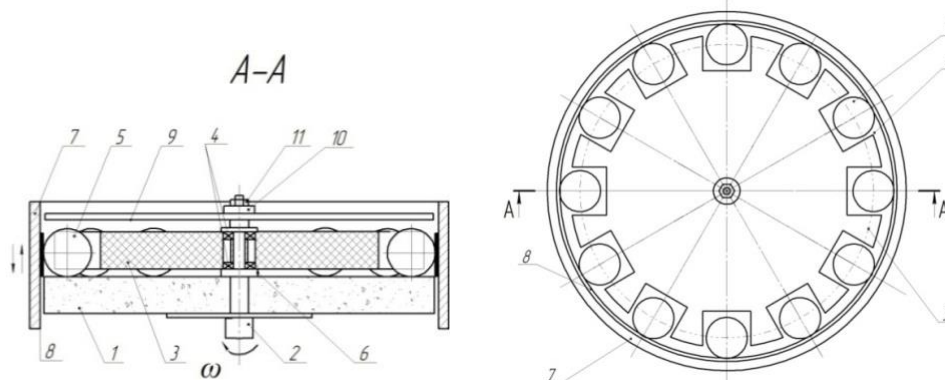
Ходжаев Т.А., Мирзоалиев А.И.

Целью данной статьи является повышение производительности процесса изготовления шаровидных изделий из хрупких материалов на примере самоцветных камней с использованием многоместного центробежно-абразивного оборудования. Предложены новые способы обработки сферических поверхностей и устройства для их осуществления.

Ключевые слова: центробежно-абразивное оборудование, сила трения, абразивный материал, производительность, центробежная сила, барабан, устройство.

Ба сифати намунаҳои коркардшаванда санҷҳои нимқиматбаҳои ранга дар шакли куб бо кунҷҳои мудаввар иҷрошуда, ки пештар бо амалиёти галтовкакунӣ дар устувонаи бо меҳвари уфуқӣ ҷархзананда коркард шудаанд, истифода мешаванд. Намунаҳое, ки дар ҷӯяҳои сепаратор ҷойгиранд, зери таъсири қувваи соиш дар атрофи меҳварҳои худ озодона давр мезананд.

Ба сифати асбоби корӣ барои коркарди механикӣ, планшайбаи алмосӣ ё ҷархи абразивӣ хизмат мекунад. Ҳангоми ҷархзании сепаратор дар зери таъсири қувваи марказшитоби инерсия, ҷисмҳои коркардшаванда ба девори дарунии устувона пахш карда мешаванд. Дар сатҳи дарунии устувона масолеҳи коэффисиенти соиши баланддошта (резина ё пӯст) ҷаспонида шудааст. Мувофиқи тарҳи устувона он метавонад ҳаракати мутақобилаи амудиро аз як ҳаракатовари лomarказӣ (эксентрикӣ) ба амал орад.



Расми 1 - Дастгоҳ барои суфтакунӣ ҷисмҳои курашакл

Дар зери таъсири қувваи соиш бо сепаратор ва планшайбаи алмосӣ (чархи суфтакунӣ) ва аз ҳисоби ҳаракатҳои мутақобилаи устувона, ҷисмҳои коркардшаванда чархзании маҷбуриро дар се меҳвар гирифта метавонанд ва ин имкон медиҳад, ки тамоми сатҳҳои коркард шаванд.

Бо мақсади таъмин намудани суръати фарқкунандаи сепаратор нисбати планшайбаи алмосӣ, сепаратор дар наварди чархзананда бо ду подшипники 4 васл карда шудааст.

Намунаҳои 5 ба ҷӯйчаҳои дар канори сепаратор вучуддошта ҷойгир карда мешаванд. Барои он, ки намунаҳо ҳангоми коркард наафтанд, аз сарпӯши 9 истифода мешавад.

Ҳангоми бо суръати кунҷии ω чарх задани сепаратор бо намунаҳои дар ҷӯйчаҳои он ҷойгирбуда, намунаҳои коркардшаванда аз таъсири қувваҳои марказгурез ба масолеҳи коэффисиенти баланди соишдошта, ки дар сатҳи дарунии устувона часпонида шудааст, пахш мешаванд ва бо ҳамин даврзаниро дар гирди меҳвари ОУ таъмин менамоянд.

Зери таъсири планшайбаи алмосӣ, намунаҳо дар гирди меҳвари ОХ ва аз ҳисоби ҳаракатҳои боло ва поёни устувона, намунаҳои коркардшаванда дар атрофи меҳвари ОZ давр мезананд. Дастгоҳи мазкур аз ҳисоби гардиши семехвара, ба таври хушсифат коркард намудани сатҳи берунии маҳсулоти курашакро таъмин мекунад. Суръати лағзиши нисбӣ ва дар навбати худ маҳсулнокии коркард аз суръати муқарраршудаи даврзании сепаратор вобаста мебошад. Истифодаи дастгоҳи пешниҳодшуда имкон медиҳад, ки сифат ва маҳсулнокии коркард аз сангҳои нимқиматбаҳои ранга ба таври назаррас баланд бардошта шавад.

Сепаратори даврзананда ва планшайбаи алмосӣ, инчунин намунаҳои коркардшавандаро ҳамчун як система дида мебароем. Барои муайян кардани моменти муқовимат ва вобастагӣ аз суръатҳои кунҷии ҷисмҳои даврзананда ва планшайбаи алмосӣ, теорема барои тағйир додани моменти кинетикии система, ки мувофиқи он: вақти ҳосилшуда аз моменти кинетикии система нисбати меҳвари даврзананда, ба суммаи алгебравии моментҳои ҳама қувваҳои беруна нисбати ин меҳвар баробар аст.

$$\frac{dK_z}{dt} = \sum_{k=1}^n m_k (\bar{F} k^e) \quad (1)$$

$$K_z = K_{z_1} + K_{z_2} + K_{z_3} \quad (2)$$

дар ин ҷо, K_{z_1} , K_{z_2} , K_{z_3} - моментҳои кинетикии планшайбаи алмосӣ, сепаратор ва намунаҳои коркардшаванда.

$$K_z = J_{zi} \cdot \omega_i; \quad J_{zi} = \frac{m_i R_i^2}{2}; \quad \omega_i = \frac{\pi n_i}{30} \quad (3)$$

$$K_{z_1} = \frac{m_1 R^2}{2} \cdot \frac{\pi n_1}{30} = \frac{\pi m_1 R^2 \cdot n_1}{60} \quad (4)$$

$$K_{z_2} = J_{z_2} \cdot \omega_2; \quad J_{z_2} = \frac{m_2 R_2^2}{2}; \quad K_{z_2} = \frac{m_2 R_2^2}{2} \cdot \omega_2$$

Намунаи коркардшаванда бо вазни m_3 ҳаракати мураккабро иҷро мекунад, яъне

$$K_{z_3} = J_{z_3} \cdot \omega_1 + m_3 \cdot V_3 \cdot R_1, \quad J_{z_3} = \frac{2m_3 \cdot R_3^2}{5}$$

$$\text{дар ин ҷо } V_3 = \omega_3 \cdot R_3; \quad K_{z_3} = \frac{\pi m_3 R_3^2 \cdot n_2}{75} + m_3 \cdot \omega_3 \cdot R_3 \cdot R_1;$$

$$K_z = \frac{\pi m_1 R^2 \cdot n_1}{60} + \frac{m_2 R_2^2}{2} \cdot \omega_2 + \frac{\pi m_3 R_3^2 \cdot n_2}{75} + m_3 \cdot \omega_3 \cdot R_3 \cdot R_1 \quad (5)$$

Қувваҳои берунии ба система таъсир расонанда:

$\bar{P}_1, \bar{P}_2$ – қувваҳои вазнинии планшайбаи алмосӣ ва сепаратор;

$M_{кр}$ – моменти қувваҳои фаъол, ки системаро ба ҳаракат мебароранд;

$\bar{F}$ тр – қувваи соиш, ки дар нуқтаи расиши ҷисми коркардшаванда бо асбоб ба амал меояд;

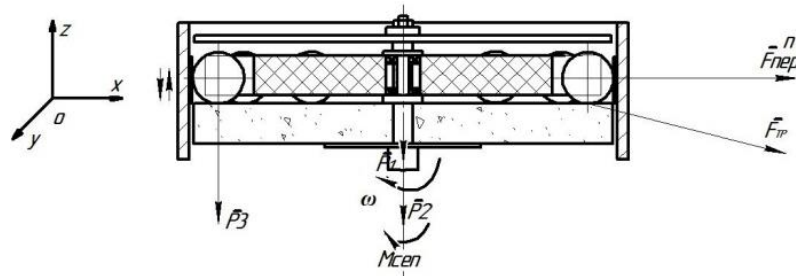
$F_{ппер}$ – қувваи интиқолшавандаи инерсия;

$\bar{P}_3$ – вазни ҷисми коркардшаванда;

$M_{сопр}$ – моменти муқовимати даврзанӣ;

R – радиуси планшайбаи алмосӣ;

R_1 – масофа аз маркази даврзанӣ то маркази вазни кура ҳангоми коркарди онҳо;
 R_2 – радиуси сепаратор;
 R_3 – радиуси кура.



Расми 2 - Нақшаи таъсири қувваҳо ҳангоми коркарди кураҳо аз санғҳои нимқиматбаҳои ранга.

$$F_{\text{пер}}^n = -m_3 \cdot \frac{\pi n_1}{30} \cdot R_1 \quad (6)$$

$F_{\text{кор}}^u$ – қувваи инерсияи Кориолисӣ баробар аст:

$$F_{\text{кор}}^u = -m_3 \cdot \omega_3 \cdot R_3 \cdot \frac{\pi n_1}{30} \cdot \sin 90^\circ = -m_3 \cdot \omega_3 \cdot R_3 \cdot \frac{\pi n_1}{30} \quad (7)$$

$\bar{R}_1, \bar{R}_2$ – реаксияи подшипникҳо.

Нисбат ба меҳвари гардиши OZ моментҳои ҳамаи қувваҳои беруниро муайян мекунем:

$$m_z(\bar{P}_1) = 0; \quad m_z(\bar{P}_2) = 0; \quad m_z(\bar{P}_3) = 0 \quad (8)$$

ин қувваҳо ба меҳвар параллел мебошанд.

Моменти қувваҳои реаксия дар нуқтаи таъахуи А ва подшипник дар нуқтаи В:

$$m_z(R_A) = 0; \quad m_z(R_B) = 0 \quad (9)$$

тавре ки ин қувваҳо тири меҳварро бурида мегузаранд

$$\sum m_z(\bar{F}_k^e) = M_{\text{кр}} - M_{\text{сопр}} - F_{\text{тр}} \cdot R_1 \quad \text{дар ин ҷо } m_z(\bar{F}_{\text{кор}}^u) = 0 \quad (10)$$

$$F_{\text{ТР1}} = f \cdot N_1 = n \cdot f \cdot P_3 = n \cdot f \cdot m_3 \cdot g$$

дар ин ҷо n – шумораи кураҳои коркардшаванда.

аз ин ҷо

$$\begin{aligned} \sum_1^n m_z(\bar{F}_k^e) &= M_{\text{кр}} - M_{\text{сопр}} - F_{\text{тр}} \cdot R_1 \\ M_{\text{сопр}} &= \delta \cdot N_3 = \delta \cdot P_3 \end{aligned} \quad (11)$$

дар ин ҷо δ –коэффисиенти соиши лағжиш,

$m_z(\bar{F}_{\text{кор}}^u) = 0$, зеро вектор аз тири OZ убуру мекунад,

f –коэффисиенти соиш дар нуқтаи расиши кура бо планшайбаи алмосӣ.

$$\sum_1^n m_z(\bar{F}_k^e) = M_{\text{кр}} - \delta \cdot m_3 \cdot g - n \cdot f \cdot m_3 \cdot g \quad (12)$$

Баробарии (5) ва (12)-ро ба муодилаи (1) гузошта, ҳосил мекунем:

$$\begin{aligned} d \left[\frac{\pi R^2 n_1}{60} + \frac{m_2 R_2^2}{2} \cdot \frac{\pi n_2}{30} + \frac{\pi m_3 R_3^2 \cdot n_2}{75} + m_3 \cdot \omega_3 \cdot R_3 \cdot R_1 \right] = \\ = (M_{\text{кр1}} - \delta \cdot m_3 \cdot g - n \cdot f \cdot m_3 \cdot g) dt \end{aligned} \quad (13)$$

аз ин ҷо

$$\begin{aligned}
 m_3 \omega_3 R_3 R_1 &= M_{kp} \cdot t - \delta \cdot m_3 \cdot g \cdot t - n \cdot f \cdot m_3 \cdot g \cdot t - \frac{\pi R^2 n_1}{60} - \\
 &\quad - \frac{\pi m_2 R_2^2 n_2}{60} - \frac{\pi m_3 R_3^2 n_2}{75}, \\
 \omega_3 &= \frac{M_{kp} \cdot t - \delta \cdot m_3 \cdot g \cdot t - n \cdot f \cdot m_3 \cdot g \cdot t - \frac{\pi R^2 n_1}{60} - \frac{\pi m_2 R_2^2 n_2}{60} - \frac{\pi m_3 R_3^2 n_2}{75}}{m_3 \cdot R_3 \cdot R_1} = \\
 &= \frac{300 M_{kp} \cdot t - 300 \delta m_3 g t - 300 n f m_3 g t - 5 \pi R^2 n_1 - 5 \pi m_2 R_2^2 n_2 - 4 \pi m_3 R_3^2 n_2}{300 m_3 \cdot R_3 \cdot R_1}
 \end{aligned} \quad (14)$$

Аз ин ифода бармеояд, ки ғангоми кам намудани басомади даврзании сепаратор n_2 -басомади мутлақи гардиши кураҳо зиёд мешавад. Дар навбати худ, афзоиши басомади даврзании кураҳо боиси зиёд шудани коркард ва ислоҳи шакли онҳо мегардад. Инчунин ба сепаратор додани басомади гардиш ба самти муқобили гардиши планшайба басомади даврзании кураҳоро афзоиш медиҳад. Дар ин сурат лозим мешавад, ки барои сепаратор ҳаракатовари иловагӣ сохта шавад. Ин бошад мураккабии конструксияро зиёд мекунад. Дар оянда сохтани конструксияи нав ва тадқиқоти он аз манфиат ҳолӣ нест.

Адабиёт:

1. **Патент №ТJ649**, Таджикистан МПК (2014), B28D1/00. Устройство для формообразования сферических поверхностей изделий из самоцветных камней / Т.А. Ходжаев; И.М. Мирзоалиев [и др.]. - №1300826; заявл. 09.12.2016. опубл. 10.11.2014 // Бюллетень. - №99 - С.16
2. **Патент №ТJ650**, Таджикистан МПК (2014), B24B1/00. Устройство для центробежной абразивной обработки сферических поверхностей изделий из самоцветных камней. / Ходжаев Т.А.; И.М. Мирзоалиев [и др.]. - №1300825; заявл. 09.12.2016. опубл. 10.11.2014 // Бюллетень. - №99 - С.15.
3. **Ходжаев Т.А.** Повышение эффективности процесса изготовления шаровидных изделий из самоцветных камней совершенствованием конструкторско - технологических решений: [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.02.07/ Т.А. Ходжаев. - Душанбе, 2018. - С.37-41.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ-AVOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Хочаев Тоҷиддин Авғонович	Ходжаев Таджиддин Авғонович	Khodzhaev Tajiddin Avgonovich
Номзади илмҳои техникӣ	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
tojiddin67@mail.ru (+992) 934477381		
TJ	RU	EN
Мирзоалиев Азим Исроилович	Мирзоалиев Азим Исроилович	Mirzoaliev Azim Isroilovich
Номзади илмҳои техникӣ	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
azimjon86_86@mail.ru (+992) 935391113		

СИНТЕЗ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АНТИМОНИДОВ Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$)

Балаев М.А.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье приведены оптимальные условия синтеза антимонидов Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) с использованием в качестве исходных компонентов предварительно синтезированных моаноантимонидов LnSb ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$), а также результаты исследования электрофизических свойств указанных антимонидов.

Аттестацию полученных антимонидов проводили рентгенофазовым и микроструктурным методами анализов.

Кристаллохимический анализ показал, что указанные антимониды изоструктурны и кристаллизуются в кубической структуре типа анти-Th₃P₄ с пространственной группой $\bar{I}43d$.

Исследованием электрофизических свойств антимонидов Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) установлено, что по электропроводности они занимают промежуточное положение между проводниками и полупроводниками. Относительные низкие значения электропроводности антимонидов объясняются вкладом магнитной части электросопротивления в общее электросопротивление и наличием в них ионной связи $\text{Ln} - \text{Sb}$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$).

Ключевые слова: синтез, удельное электросопротивление, электропроводность, термо-Э.Д.С., антимониды, моаноантимониды.

СИНТЕЗ ВА ХОСИЯТҲОИ ЭЛЕКТРОФИЗИКИИ АНТИМОНИДҲОИ Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$)

Балаев М.А.

Дар мақола шароити оптималии синтези антимонидҳои Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) бо истифодаи ба сифити компонентҳои аввала моаноантимонидҳои пешаки синтез карда шудаи LnSb ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$), инчунин натиҷаҳои таҳқиқи хосиятҳои электрофизикии антимонидҳо оварда шуданд.

Аттестатсияи антимонидҳои ҳосилшударо бо усулҳои таҳлили рентгенофазӣ ва микроструктурӣ гузаронида шуд.

Таҳлили рентгенофазӣ нишон дод, ки антимонидҳои нишондодашуда изоструктурӣ буда, дар структураи кубии навъи анти-Th₃P₄, бо гурӯҳи фазоии $\bar{I}43d$ кристаллизатсия мешаванд.

Бо таҳқиқи хосиятҳои электрофизикии антимонидҳо, муайян карда шуд, ки онҳо аз ҷиҳати электргузaronӣ байни ноқилҳо ва нимноқилҳо мавқеи мобайнро ишғол менамоянд. Нисбатан паст будани электргузaronии антимонидҳо ба саҳми қисми магнитии муқовимати электрикӣ ба муқовимати умумии электрикӣ ва дар онҳо будани банди ионӣ $\text{Ln} - \text{Sb}$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) шарҳ дода мешавад.

Калимаҳои калидӣ: синтез, муқовимати хоси электрикӣ, электргузaronӣ, гармо-қ.Э.Х (термо-Э.Д.С.), антимонидҳо, моаноантимонидҳо.

SYNTHESIS AND ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF ANTIMONIDES Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$)

Balaev M.A.

The article presents optimal conditions for the synthesis of antimonides Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) using pre-synthesized monoantimonides Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) as initial components, as well as the results of the study of the electrophysical properties of these antimonides.

Certification of the obtained antimonides was carried out by X-ray phase and microstructural analysis methods.

Crystal chemical analysis has shown that these antimonides are isostructural and crystallize in a cubic structure of the anti-Th₃P₄ type, with a spatial group of $\bar{I}43d$.

The study of the electrophysical properties of antimonides Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) has established that they occupy an intermediate position between conductors and semiconductors in terms of electrical conductivity.

The relative low values of the electrical conductivity of antimonides are explained by the contribution of the magnetic part of the electrical resistance to the total electrical resistance and the presence of the $\text{Ln} - \text{Sb}$ ionic bond in them ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$).

Key words: synthesis, electrical resistivity, electrical conductivity, thermo-EMF, antimonides, monoantimonides

Согласно литературным данным [1] сплавы и соединения на основе редкоземельных элементов (РЗЭ) находят широкое применение во многих областях техники. Так, ортоферриты РЗЭ являются лучшим магнитооптическим материалом, ферриты - гранаты находят применение для создания магнитных холодильников, а некоторые интерметаллические соединения РЗЭ с сурьмой проявляют полупроводниковые свойства.

В этом плане актуальной задачей представляется получение и исследование электрофизических свойств сплавов и соединений РЗЭ с разными элементами периодической системы Д.И. Менделеева, в частности с сурьмой.

Целью данной работы явилось получение антимонидов Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) и исследование их электрофизических свойств в диапазоне температур 298-773 К.

В качестве исходных компонентов при синтезе указанных антимонидов использовали предварительно синтезированные моноантимониды и соответствующие им РЗЭ. При синтезе моноантимонидов в качестве исходных компонентов использовали дистилляты РЗЭ (ТУ 48-1303-173-76), и сурьму марки СУ-18-4 (ТУ 48-14-18-75).

Антимониды Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) получали посредством моноантимонидов и соответствующих им РЗЭ. Для этого порошок моноантимонида и РЗЭ в виде мелкой стружки, взятых в соотношении 57,14 ат.% РЗЭ и 42,86 ат.% Sb (массой 8-10 г.), тщательно перемешивали, спрессовывали в цилиндрический штабик, помещали в герметизированный молибденовый тигель и подвергали нагреванию.

Оптимальная температура синтеза антимонидов Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Yb}$) составляла 1573 ± 50 К, а время выдержки при этой температуре $4 \pm 0,5$ ч. Антимониды Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}$) получали при температуре 1673 ± 50 К и времени выдержки $3 \pm 0,5$ ч.

Получение необходимого количества моноантимонида РЗЭ не вызывало затруднений. Нами установлено, что однофазные порошки моноантимонидов РЗЭ можно получить не только ампульным синтезом [1], но и прямым взаимодействием РЗЭ с сурьмой в герметизированных молибденовых тиглях. Для этого навеску (10-15 г), состоящую из РЗЭ в виде стружки и порошок сурьмы, взятых в соотношении 1:1, спрессовывали в штабик и помещали в герметизированный молибденовый тигель. Нагревание тигля с навеской проводили поэтапно от комнатной температуры до температуры активного взаимодействия РЗЭ с сурьмой (723-873 К) [1], с последующей выдержкой при этих температурах в течение 4-5 ч.

Синтезированные антимониды Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) и моноантимониды, LnSb ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) подвергали аттестации на однофазность методами рентгенофазового и микроструктурного анализов.

Рентгенофазовый анализ проводили на дифрактометре «ДРОН-2» с использованием отфильтрованного (фильтр-Ni) $\text{CuK}\alpha$ излучения. Микроструктурный анализ сплавов осуществляли на микроскопе «НЕОФОТ-21».

Рентгенографическим исследованием установлено, что антимониды Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$), кристаллизуются в кубической сингонии типа $\text{anti-Th}_3\text{P}_4$, с пространственной группой $\bar{I}43d$, а моноантимониды LnSb ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) в кубической структуре типа NaCl , с пространственной группой $\text{Fm}3m$.

Кристаллохимические характеристики синтезированных антимонидов представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Кристаллохимические характеристики антимонидов РЗЭ

Антимониды	Структурный тип	Пространственная группа	Параметр элементарной ячейки, $\pm 0,0005$ нм	Плотность расчетная, кг/м^3
PrSb	NaCl	Fm3m	0.6386	6696
NdSb	-/-	-/-	0.6222	7334
GdSb	-/-	-/-	0.6213	7770
TbSb	-/-	-/-	0.6176	7970
DySb	-/-	-/-	0.6154	8140
YbSb	-/-	-/-	0.6108	8590
Pr_4Sb_3	анти- Th_3P_4	$\bar{I}43d$	0.9362	7516
Nd_4Sb_3	-/-	-/-	0.9398	7582
Gd_4Sb_3	-/-	-/-	0.9240	8420
Tb_4Sb_3	-/-	-/-	0.9165	8665
Dy_4Sb_3	-/-	-/-	0.9120	8921
Yb_4Sb_3	-/-	-/-	0.9312	8747

($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$)

Результаты рентгенофазового анализа подтверждают и данные микроструктурного анализа. Согласно микроструктурному анализу антимониды представляли собой однофазные образцы.

Для установления характера проводимости антимонидов Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) проведено исследование их температурной зависимости удельного электросопротивления и термо-э.д.с. в диапазоне температур 298-773 К.

Результаты исследования удельного электросопротивления и термо-э.д.с. антимонидов Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) в диапазоне температур 298-773 К приведены на рисунке 1, 2 и в таблице 2. Из рисунков видно, что как удельное электросопротивление, так и термо-э.д.с. антимонидов Ln_4Sb_3 во всем диапазоне температур изменяется линейно, что свидетельствует об их металлической проводимости.

Таблица 2 -Электрофизические свойства РЗЭ и антимонидов при 298 К

РЗЭ и антимониды	Удельное электросопротивление ρ $\times 10^6, \text{Ом} \cdot \text{м}$	Электропроводность $\sigma \times 10^{-5},$ $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$	Термо-э.д.с. - α , мкВ/К
РЗЭ [2]			
Pr	0.68	15.5	2.0
Nd	0.64	16.12	2.1
Gd	1.40	7.24	1.4
Tb	1.16	8.62	0.98
Dy	0.91	10.2	1.2
Yb	0.27	37.03	+27
Антимониды Ln_4Sb_3			
Pr_4Sb_3	1.86	5.37	8.2
Nd_4Sb_3	2.38	4.20	8.8
Gd_4Sb_3	8.24	1.21	10.8
Tb_4Sb_3	9.22	1.08	9.4
Dy_4Sb_3	4.8	2.08	9.8
Yb_4Sb_3	3.25	3.07	7.8

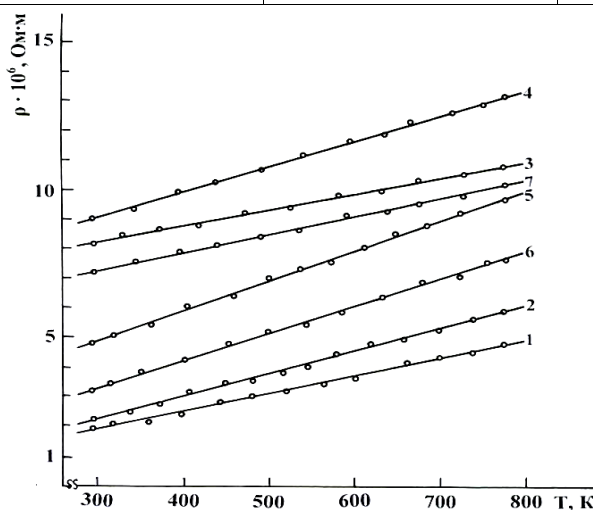


Рисунок 1 -Температурная зависимость удельного электросопротивления антимонидов: 1- Pr_4Sb_3 , 2- Nd_4Sb_3 , 3- Gd_4Sb_3 , 4 - Tb_4Sb_3 , 5- Dy_4Sb_3 , 6- Yb_4Sb_3

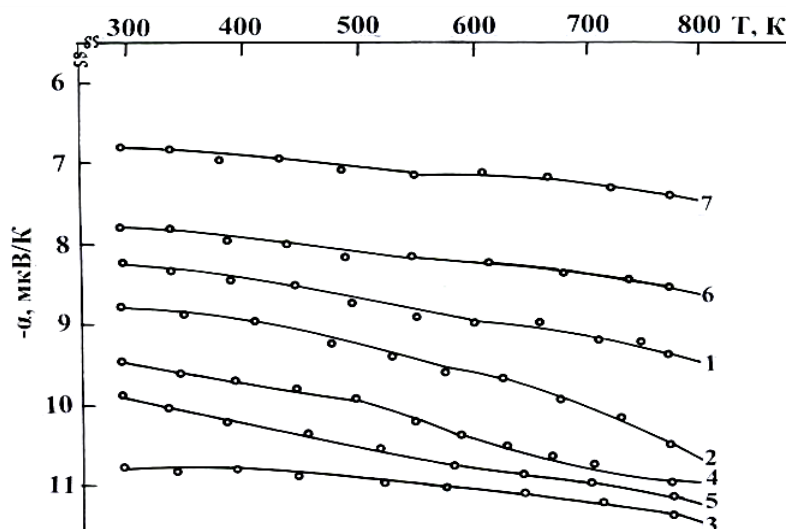


Рисунок 2 - Температурная зависимость термо-э.д.с. антимонидов: 1- Pr_4Sb_3 , 2- Nd_4Sb_3 , 3- Gd_4Sb_3 , 4- Tb_4Sb_3 , 5- Dy_4Sb_3 , 6- Yb_4Sb_3 .

Электропроводность антимонидов Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) оказалась меньше электропроводности самих РЗЭ (таблица 2) и на два порядка меньше электропроводности известных проводников - серебра, меди и алюминия ($6.80 \cdot 10^7$, $6.45 \cdot 10^7$, $4.0 \cdot 10^7 \text{ Ом} \cdot \text{м}^{-1}$) [3].

Относительно низкую электропроводность антимонидов Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) можно объяснить вкладом магнитной составляющей удельного электросопротивления в общее удельное электросопротивление и влиянием химической связи.

Согласно [4] для РЗЭ в парамагнитной области справедливо выражение:

$$\rho_{\text{общ.}} = \rho_0 + \rho_{\text{ф}} + \rho_{\text{м}},$$

где: ρ_0 – остаточное удельное электросопротивление, не зависящее от температуры и обусловленное рассеянием электронов на нейтральных примесях и дефектах кристаллической решетки; $\rho_{\text{ф}}$ – удельное электросопротивление, возникающее из-за рассеяния электронов на акустических колебаниях решетки (фононах); $\rho_{\text{м}}$ – магнитное удельное электросопротивление, связанное с обменным взаимодействием электронов проводимости с локализованными магнитными моментами $4f$ – электронов ионов РЗЭ. Принимается то, что это взаимодействие зависит от относительной ориентации спина s -проводимости и результирующего спина $4f$ – слоя. При 0 К спины $4f$ – электронов упорядочены и магнитное сопротивление равно нулю. При повышении температуры магнитный порядок нарушается и появляется дополнительное магнитное сопротивление, возрастающее при приближении к точке магнитного упорядочения. Выше этой температуры, когда упорядочение $4f$ – слоя полностью разрушено (парамагнитная область), магнитное сопротивление достигает своего максимального значения и становится постоянным.

На электрофизические свойства антимонидов Ln_4Sb_3 ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$) может оказать и гетеродесмичный характер их химической связи в структурах. Так, проявление указанными антимонидами металлической проводимости, видимо, обусловлено наличием в их структуре металлической связи $\text{Ln} - \text{Ln}$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$). С другой стороны, электропроводность всех исследованных антимонидов оказалась меньше электропроводности самих РЗЭ. Это указывает на то, что в их структуре, в отличие от РЗЭ, какая-то часть свободных электронов локализована и не участвует в переносе электрического заряда. По всей видимости, это связано с наличием в структурах антимонидов ионной составляющей химической связи $\text{Ln} - \text{Sb}$ ($\text{Ln} = \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Yb}$).

Литература

1. Абулхаев В.Д. Синтез и физико-химические свойства сплавов и соединений редкоземельных элементов с сурьмой и висмутом: дис...д-ра хим. наук. – Душанбе., 1996. -355 с.
2. Савицкий Е.М., Терехова В.Ф. Металловедение редкоземельных металлов. М.: Наука. 1975. -270 с.
3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа 1981. -679 с.
5. Тейлор К., Дарби М. Физика редкоземельных соединений. М.: Мир.1974. -374 с.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-ABOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Балаев Мухамадшо Аҳтамович	Балаев Мухамадшо Ахтамович	Balaev Muhamadsho Ahtamovich
Н.и.т. дотсент	к.т.н., доцент	Ph.D, Associate Professor
Донишгоҳи давлатии омӯзгорӣи Тоҷикистон ба номи С. Айни.	Таджикский государственный педагогический университет им. С. Айни.	the Technology and Design, S. Ayni Tajik State Pedagogical University
muhamad65.balaev @mail.ru		
-		

УДК 669.017.12.22

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТ МЕЖЧАСТИЧНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ, АКТИВНОСТИ И СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ ГИББСА В СИСТЕМАХ Ag-ХАЛЬКОГЕНЫ (S, Se и Te)

Нимонов Р.А.

Таджикский технический университет имени акад. М.С.Осими

С применением термодинамического анализа, основанного на теории идеальных и регулярных растворов с учетом неаддитивности энергии бинарного раствора, получены значения констант межчастичного взаимодействия (Q_1 и Q_2), которые позволили вывести уравнения для расчета коэффициентов активности (f_i) и термодинамической активности компонентов (a_i), а также свободной энергии Гиббса (ΔG) сплавов систем серебро-халькогены, результаты которых подтвердили существование области монотектического типа взаимодействия наряду с образованием химических соединений и механических смесей в ранее изученных системах Ag-S, Ag-Se, Ag-Te и позволили впервые установить в них координаты критического распада гомогенного раствора на две гетерогенные фазы.

Ключевые слова: серебро, сера, селен, теллур, энергия Гиббса, термодинамическая активность, диаграмма состояния, расслаивание.

МУАЙЯН НАМУДАНИ КОНСТАНТАҲОИ БОҲАМТАЪСИРИ БАЙНИЗАРРАҲО, ФАЪОЛНОКӢ ВА ЭНЕРГИЯИ ОЗОД ГИББС ДАР СИСТЕМАҲОИ Ag-ХАЛКОГЕНҲО (S, Se, Te)

Нимонов Р.А.

Дар асоси назарияи маҳлулҳои идеалӣ ва муқаррарӣ, бо назардошти иловагии энергияи маҳлули бинарӣ системаи нуқра-халкоген таҳлили термодинамикӣ гузаронида шудааст. Дар натиҷа арзишҳои константаҳои мутақобилаи байнизарраҳо (Q_1 ва Q_2) ба даст оварда шуданд, ки онҳоро барои ҳисоб кардани коэффциентҳои фаъолнокӣ (f_i) ва фаъолнокии термодинамикии ҷузъҳо (a_i), инчунин энергияи озоди Гиббс-и (ΔG) ҳулаҳои системаҳои нуқра-халкогенҳо муайян карда шуд. Натиҷаҳои онҳо мавҷудияти минтақаи як намуди монотектикии мутақобила дар баробари ба вучуд омадани пайвастиҳои химиявӣ ва омехтаҳои механикӣ дар системаҳои қаблан омӯхташудаи Ag-S, Ag-Se, Ag-Te – ро тасдиқ намуданд. Инчунин, имкон пайдо шуд, ки онҳоро бори аввал барои муайян намудани координатаҳои таҷзияи критикии маҳлули гомогениро ба ду фазаи гетерогении моеъ дар системаи Ag-Se истифода бурда шуд.

Калидмаҳои калиди: нуқра, сулфур, селен, теллур, энергияи Гиббс, фаъолнокии термодинамикӣ, диаграммаи ҳолат, ба қабатҳо ҷудошавӣ.

DETERMINATION OF THE CONSTANTS OF INTERPARTICLE INTERACTION, ACTIVITY, AND FREE GIBBS ENERGY IN Ag-CHALCOGENES (S, Se, and Te) SYSTEMS

Nimonov R.A.

Using thermodynamic analysis based on the theory of ideal and regular solutions, taking into account the non-additivity of the energy of a binary solution, the values of the interparticle interaction constants (Q_1 and Q_2) were obtained, which made it possible to derive equations for calculating the activity coefficients (f_i) and the thermodynamic activity of the components (a_i), as well as the Gibbs free energy (ΔG) of alloys of the silver-chalcogen systems, the results of which confirmed the existence of a region of a monotectic type of interaction along with the formation of chemical compounds and mechanical mixtures in the previously studied systems Ag-S, Ag-Se, Ag-Te and allowed for the first time to establish they contain the coordinates of the critical decomposition of a homogeneous solution into two heterogeneous phases.

Key words: silver, sulfur, selenium, tellurium, Gibbs energy, thermodynamic activity, state diagram, delamination.

Введение

Как и все благородные металлы, серебро является инертным металлом и в природе практически не вступает во взаимодействие с другими веществами. Однако в ряду драгоценных металлов серебро является наиболее реакционноспособным, поэтому добыча серебра ведется также путем извлечения его попутно при переработке халькогенидных руд, где оно концентрируется в виде примесей. В этом случае очень важно оценить насколько могут компоненты растворяться друг в друге – ограничено, либо неограниченно. Для оценки возможностей растворимости уже применялось большое число энергетических и других констант (размерный и электрохимический фактор, валентности компонентов и др.) [1-3], но они не явились определяющими. Только величины энергии взаимообмена, характеризующие межчастичное взаимодействие между компонентами и учитывающие все параметры, количественно определяют [4-7] условия растворимости. Значения энергии взаимообмена также важны при расчетах термодинамических свойств сплавов.

Методика и обработка результатов

Опытные данные по термодинамическим свойствам (константы межчастичного взаимодействия, активность, свободная энергия Гиббса) компонентов систем серебра с халькогенами (S, Se и Te) отсутствуют. Они являются основой изучения многих других физико-химических свойств сплавов. В связи с этим мы попытались получить эти значения с использованием термодинамических представлений. Единственным источником для их расчёта к настоящему времени являются диаграммы состояния на основе изучаемых систем.

Для расчета энергии Гиббса (ΔG) при образовании раствора необходимо знать величину энтальпии (ΔH) и энтропии (ΔS) образования:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S. \quad (1)$$

Большой вклад в энергию Гиббса вносится первым слагаемым, которое почти всегда отличается от суммы энтальпий составляющих (ΔH_i^0) на величину теплоты смешения (ΔH^{cm}):

$$\Delta H = \Delta H_1^0 x_1 + \Delta H_2^0 x_2 + \Delta H^{cm}. \quad (2)$$

Концентрационная зависимость теплоты смешения часто описывается симметричной параболой

$$\Delta H^{cm} = x_1 x_2 Q_{12}, \quad (3)$$

где x – атомные доли и Q_{12} – энергия взаимообмена [5], которая представляет собой среднее увеличение энергии одной молекулы того или иного сорта при замене всех ее соседей молекулами другого сорта.

Это приближение регулярных растворов позволяет количественно определить пределы взаимной растворимости. Однако теория регулярных растворов оказывается неприменимой для описания рассматриваемой системы сплавов серебра с халькогенами, так как в этих системах наблюдаются сильные взаимодействия, которые приводят к образованию механической смеси, химических соединений и смещению области расслаиваний в сторону серебра. В подобных системах наблюдается существенная асимметрия свойств.

Для таких систем, учитывая неаддитивность энергии бинарного раствора [1], можно получить значения энергии Гиббса по уравнению:

$$\Delta G = \Delta G_1^0 x_1 + \Delta G_2^0 x_2 + x_1 x_2 Q_1 + x_1 x_2^2 Q_2 + RT (x_1 \ln x_1 + x_2 \ln x_2) \quad (4)$$

где Q_1 и Q_2 – константы межчастичного взаимодействия, которые могут зависеть от температуры.

Из этого уравнения выводятся значения парциальных и интегральных величин. Для химических потенциалов компонентов (μ_1 и μ_2) имеем:

$$\mu_1 = \mu_1^0 + RT \ln x_1 + x_2^2 (Q_1 - Q_2) + 2x_2^3 Q_2 \quad (5)$$

$$\mu_2 = \mu_2^0 + RT \ln x_2 + x_1^2 (Q_1 + 2Q_2) - 2x_1^3 Q_2 \quad (6)$$

С помощью уравнений (3.14) и (3.16) можно удовлетворительно описать термодинамические свойства систем серебра с серой, селеном и теллуром. В состоянии равновесия химические потенциалы компонентов для расслаивающихся систем равны

$$\mu'_1 = \mu''_1 \text{ и } \mu'_2 = \mu''_2, \quad (7)$$

где штрихи относятся к номеру фазы, а подстрочные индексы к номеру компонента. Первым компонентом будем считать серебро, а вторым – халькогены, соответственно.

С учетом уравнений (5) и (6) имеем:

$$RT \ln x_1''/x_1' + [(x_2'')^2 - (x_2')^2] (Q_1 - Q_2) + 2Q_2 [(x_2'')^3 - (x_2')^3] = 0 \quad (8)$$

$$RT \ln x_2''/x_2' + [(x_1'')^2 - (x_1')^2] (Q_1 + 2Q_2) - 2Q_2 [(x_1'')^3 - (x_1')^3] = 0, \quad (9)$$

где R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура; $x_1' + x_2' = 1$ и $x_1'' + x_2'' = 1$.

Построенные диаграммы состояния систем Ag-S, Ag-Se и Ag-Te, представляют собой системы с расслаиванием монотектического типа, где также образуются механические смеси и химические соединения [8]. Следует отметить, что в системе Ag-Se существуют две области расслаивания.

В (8)-(9) входят параметры, которые нетрудно определить, используя данные о фазовых равновесиях систем Ag-S, Ag-Se и Ag-Te. Значения констант межчастичного взаимодействия рассчитали из условия равенства химических потенциалов компонентов в равновесных жидкостях при температуре монотектического превращения и с использованием уравнений, приводимых в [4,5] координаты критического распада (см. табл.1).

На основании этих данных в таблице 2 приведены полученные нами уравнения для расчета коэффициентов термодинамической активности компонентов в изучаемых системах.

Таблица 1 - К расчёту констант межчастичного взаимодействия и координат критического распада в системах Ag-S, Ag-Se и Ag-Te

Система	Т _м , К	Состав фаз, ат. доли		Q ₁	Q ₂	Х _{кр.} , ат.доли	Т _{кр.} , К
		х ₂ '	х ₂ "	Дж/г-ат.			
Ag-S	1179	0.070	0.320	12852	-55616	0.1799	1092
Ag-Se	1163	0.120	0.300	16481	-38585	0.2031	956
Ag ₂ Se-Se	889	0.170	0.930	16389	5999	0,6016	1223
Ag-Te	1166	0.090	0.310	14446	-47251	0.1889	1014

Таблица 2 – К расчету коэффициентов термодинамической активности компонентов в системах Ag-S, Ag-Se и Ag-Te

Система	Т _м , К	Q ₁	Q ₂	Уравнения
		Дж/г-ат.		
Ag-S	1179	12852	-55616	$\ln f_{Ag} = 6.98 (1 - x_{Ag})^2 - 11.35 (1 - x_{Ag})^2$ $\ln f_S = -10.04 (1 - x_S)^2 + 11.35 (1 - x_S)^2$
Ag-Se	1163	16481	-38585	$\ln f_{Ag} = 5.69 (1 - x_{Ag})^2 - 7.98 (1 - x_{Ag})^2$ $\ln f_{Se} = -6.28 (1 - x_{Se})^2 + 7.98 (1 - x_{Se})^2$
Ag ₂ Se-Se	889	16389	5999	$\ln f_{Ag} = 1.41 (1 - x_{Ag})^2 + 1.62 (1 - x_{Ag})^2$ $\ln f_{Se} = 3.84 (1 - x_{Se})^2 - 1.62 (1 - x_{Se})^2$
Ag-Te	1166	14446	-47251	$\ln f_{Ag} = 6.36 (1 - x_{Ag})^2 - 9.75 (1 - x_{Ag})^2$ $\ln f_{Te} = -8.26 (1 - x_{Te})^2 + 9.75 (1 - x_{Te})^2$

Рассчитанные по уравнениям (см. табл. 2) кривые активности серебра с халькогенами (серой, селеном и теллуром), с учётом $a = f \cdot x$, приведены на рисунке. Можно видеть, что в системах наблюдаются ассиметричные знакопеременные отклонения. Большие положительные отклонения от закона Рауля характерны для областей с низкой концентрацией обоих компонентов. Участки концентрационной зависимости активностей компонентов, где $a_i > 1$, указывают на появление ограниченной растворимости в жидком состоянии и возможности расслоения раствора на две фазы.

Точка пересечения кривых активностей определяет концентрацию раствора, соответствующую критическому распаду гомогенного раствора.

Концентрационную зависимость избыточной свободной энергии Гиббса для сплавов системы серебра с халькогенами можно определить выражением (примерно такое же значение будет для теплоты смешения, если принять $\Delta G = \Delta H \neq 0$):

$$\Delta G = \Delta H = x_1 x_2 Q_1 + x_1 x_2^2 Q_2, \quad (10)$$

где x – атомные доли.

Результаты расчётов по уравнению (10) показаны на рисунке. Отсюда можно видеть, что при взаимодействии серебра с халькогенами в зависимости от величины энергии Гиббса и концентрации можно наблюдать как экзотермический, так и эндотермический процессы. Эти данные хорошо согласуются с характером фазового равновесия систем.

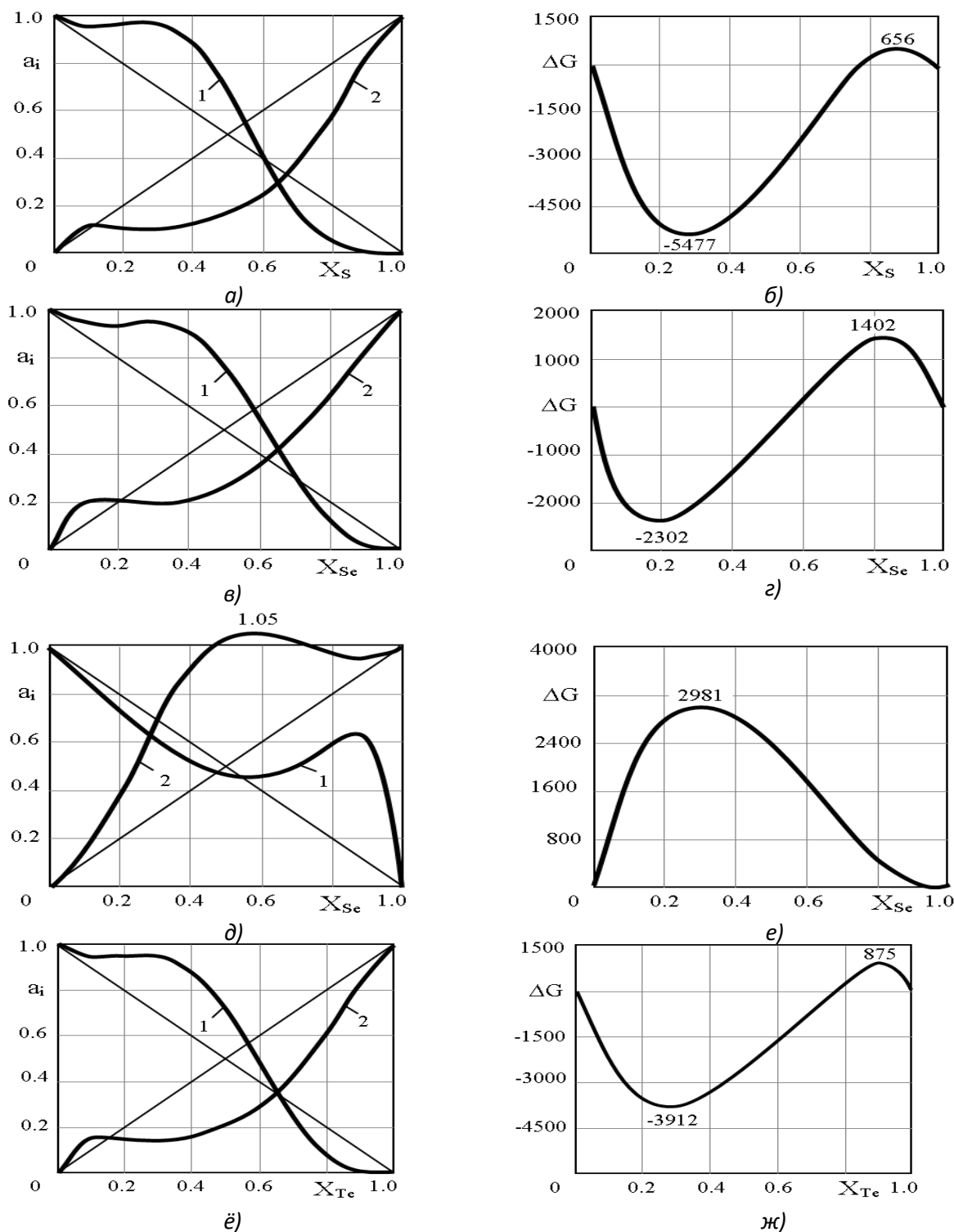


Рисунок 1 – Зависимость термодинамической активности (a_i) и свободной энергии Гиббса (ΔG , Дж/г-ат.) в системах Ag(1)-халькогены(2) от концентрации (X) 2-го компонента: Ag-S (а, б), Ag-Se (в, г), Ag_2Se -Se (д, е) и Ag-Te (ж, з)

Таким образом, на основании построенных диаграмм состояния расслаивающихся систем Ag-S, Ag-Se и Ag-Te [8] нами рассчитаны константы межчастичного взаимодействия, активности компонентов и свободная энергия Гиббса в зависимости от концентрации. Также рассчитаны в системах серебро - халькогены

координаты критического распада гомогенного расплава на две сосуществующие жидкие гетерогенные фазы. Сравнение существующих опытных и расчетных данных в системах Ag-S и Ag-Te показывают на их удовлетворительное согласие. Следуют отметить, что координаты критического распада для системы Ag-Se определены впервые.

Автор признателен профессору Джураеву Т. Д. за консультации и советы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воздвиженский В.М. Прогноз двойных диаграмм состояния. М.: Металлургия, 1975. 224 с.
2. Юм-Розери В. Основы физического металловедения / В. Юм-Розери. – М. Металлургия, 1964. 223 с.
3. Даркен Л.С. Физическая химия металлов / Л.С. Даркен Л.С., Р.В. Гурри – М. Металлургиздат, 1960. - 398 с.
4. Джураев Т.Д. Физико-химические основы разработки композиций и сплавов кальция, стронция и бария: дисс. докт хим. Наук: 02004/ Джураев Тухтасун Джураевич. – М.: 1991. 374с.
5. Бурылёв Б.П. Термодинамика металлических растворов внедрения. / Б.П. Бурылёв. – Ростов-на-Дону: Ростовский университет, 1984. – 160 с.
6. Джураев, Т.Д. Диаграмма состояния и термодинамические свойства системы барий-лантан / Т.Д. Джураев // Докл. АН Тадж.ССР, – 1989. Т. 32. – № 11. – С. 754-756.
7. Джураев Т.Д., Расчет термодинамических свойств сплавов системы Cu-Nb. / Т.Д. Джураев, М.Т. Тошев, Р.А. Нимонов // Вестник педагогического университета. – Душанбе, № 1(10-11). 2021. С 82-85
8. Лякишев Н.П. Диаграммы состояния двойных металлических систем. / Н.П. Лякишев. – М.: Машиностроение, 1996. 1997. 2001. Т. 1-3. – 992, – 1024, – 1320 с.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-AVOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Нимонов Ривож Амирович	Нимонов Ривож Амирович	Nimonov Rivoj Amirovich
Муаллими калон	Старший преподаватель	Senior Lecturer
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
rivoj1964@list.ru		
(+992) 918-39-09-90		
0000-0002-6821-7025		

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНИЧЕСКОЙ ФРИКЦИОННОЙ ПЕРЕДАЧИ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ВАЛАМИ С ОБОСНОВАНИЕМ ВЫБОРА МАТЕРИАЛОВ

Акрамов Б.Н., Одиназода Б.Н., Тошев М.А., Исмаев И.А.

Таджикский технический университет имени акад. М. С. Осими

В статье рассмотрена задача проектирования конической фрикционной передачи с параллельными осями при обоснованном выборе материалов фрикционной пары. Рассматриваются две задачи: 1) проектирование по главному параметру при известных силовых нагрузках; 2) задача проверочного расчета, заключающаяся для данного механизма в подборе допустимого значения силы прижатия катков друг к другу. В зависимости от материала катков проектирование ведется или по допускаемым контактным напряжениям, или по допускаемой линейной нагрузке на единицу длины контакта. Рассмотрен также вопрос обоснованного выбора материала фрикционных конических катков.

Ключевые слова: коническая фрикционная передача, оси параллельны, допустимая нагрузка, проектный расчет, проверочный расчет, обоснованный выбор материала, расчет при стальных катках, расчет при катках неметаллического типа.

ТЕХНИКАИ ФРИКСИОНИИ КОНУСИ БО ШАФТҲОИ ПАРАЛЛЕЛӢ БО АСОСИИ ИНТИХОБИ МАТЕРИАЛҲО

Акрамов Б.Н., Одиназода Б.Н., Тошев М.А., Исмаев И.А.

Дар мақола масъалаи тарҳрезии фишанги фриксионӣ конусӣ бо меҳварҳои параллелӣ бо интиҳоби оқилонаи мавод барои ҷуфти фриксионӣ баррасӣ карда мешавад. Ду масъалаи баррасӣ мешавад: 1) тарҳрезӣ аз рӯи параметри асосӣ бо сарбориҳои қувваи маълум; 2) вазифаи ҳисобкунии санҷиш, ки барои ин механизм аз интиҳоби кимати иҷозатдодаи қувваи паҳшкунӣ ғилдиракҳо ба ҳамдигар иборат аст. Вобаста ба масолеҳи роликҳо тарҳрезӣ ё аз рӯи фишорҳои иҷозатдодашудаи тамос ё аз рӯи сарбории ҳаттии иҷозатдодашуда ба як воҳиди алоқа амалӣ карда мешавад. Масъалаи интиҳоби оқилонаи мавод барои роликҳои конусии фриксионӣ низ баррасӣ карда мешавад.

Калимаҳои калидӣ: фишангҳои фриксионӣ ҳамвор, меҳварҳои параллелӣ, сарбории иҷозатдодашуда, ҳисобкунии тарҳ, ҳисобкунии санҷиш, интиҳоби оқилонаи ҳисобкунии мавод барои роликҳои пӯлод, ҳисоб барои роликҳои навъи ғайриметаллӣ.

DESIGN OF A BEVERED FRICTION GEAR WITH PARALLEL SHAFTS WITH SUBSTANTIATION OF THE CHOICE OF MATERIALS

Akramov B.N., Odinazoda B.N., Toshev M.A., Ismatov I.A.

The article considers the problem of designing a conical friction gear with parallel axes with a reasonable choice of materials for the friction pair. Two problems are considered: 1) design according to the main parameter with known force loads; 2) the task of the verification calculation, which for this mechanism consists in the selection of the permissible value of the force of pressing the rollers to each other. Depending on the material of the rollers, the design is carried out either according to the allowable contact stresses or according to the allowable linear load per unit contact length. The issue of a reasonable choice of material for friction conical rollers is also considered.

Key words: bevel friction gear, parallel axes, allowable load, design calculation, verification calculation, reasonable choice of material calculation for steel rollers, calculation for non-metallic type rollers.

Введение

Фрикционные передачи служат в основном для передачи и преобразования вращательного движения. Принцип работы данной передачи основан на создании контактного трения между катками 1 и 2 за счет силы прижатия катков друг к другу.

Условие работоспособности передачи имеет вид:

$$F_{\text{тр}} \geq F_t \quad (1)$$

где: $F_{\text{тр}}$ – сила трения между катками, F_t – окружное усилие на ведущем катке. Данная сила трения может быть создана различными способами – предварительно затянутыми пружинами (в приборах), гидроцилиндрами (силовые передачи) и т.д. В машинах данная передача обычно используется в виде вариатора.

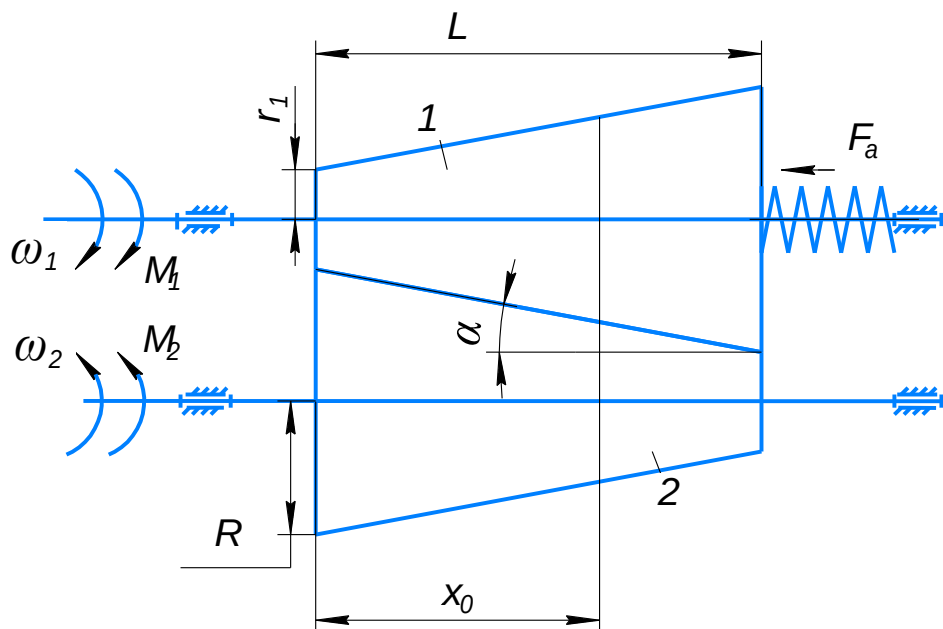


Рисунок 1 – Фрикционная передача с параллельными осями.

Фрикционные передачи делятся обычно на цилиндрические, в которых оси параллельны друг другу, и конические передачи, в которых оси пересекаются. Достоинствами фрикционной передачи являются – простота конструкции и обслуживания, плавность работы и бесшумность, буксование (при перегрузках), бесступенчатое изменение скорости, возможность реверсирования на ходу, включение и выключение передачи на ходу без остановки. Недостатки – малая передаваемая мощность, сравнительно малый КПД, большое и неравномерное изнашивание катков, и главное – необходимость прижатия катков друг к другу для создания необходимой силы трения между катками. Последнее делает передачу громоздкой. Коническая фрикционная передача с параллельными валами (как у цилиндрической фрикционной передачи) выгодно отличается особо малой компактностью. Особенностью данной конической фрикционной передачи с параллельными валами является то, что ее передаточное отношение зависит от силовой нагрузки и является переменной величиной, зависящей от многих факторов.

Методика анализа передачи

Известны силовая нагрузка на ведомый каток M_2 , угловая скорость ведущего катка ω_1 и межосевое расстояние между осями катков $A = R_{1i} + R_{2i} = \text{const}$. Необходимо установить: $U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$ – передаточное отношение передачи, ω_2 – угловую скорость ведомого катка, $[M_1]$ – допустимую величину нагрузки на ведущем катке.

Передача работает следующим образом. Ведущий каток 1, получив вращательное движение с постоянной угловой скоростью $\omega_1 = \text{const}$ через силу трения между ведущим и ведомым катками, передает движение на ведомый каток, который в зависимости от силовой нагрузки на ведущий каток M_1 может иметь переменную угловую скорость ω_2 . Обозначим через x_0 координату сечения на ведущем катке, для которой отсутствует проскальзывание между катками (назовем это сечение критическим), т.е. в данном сечении сила трения отсутствует. В сечениях до критического сечения радиус ведущего катка меньше радиуса ведомого катка (соответственно окружная скорость на ведущем катке меньше окружной скорости на ведомом катке) и сила трения между катками играет роль силы полезного сопротивления, т.е. является тормозящей силой. В противоположность этому для сечений ведущего катка после критического сечения, радиус ведущего катка больше радиуса ведомого катка (соответственно окружная скорость на ведущем катке больше окружной скорости на ведомом катке) и сила трения между катками играет роль движущей силы, т.е. является движущей силой.

Выражение для координаты критического сечения имеет вид:

$$x_0 = \frac{L}{2} + \frac{M_1 * (R_1 - r_1)}{F_a * f * (R_1 + r_1)} \quad (2)$$

где: M_1 - силовая нагрузка на ведущий каток, F_a – сила нажатия на катки со стороны прижимного механизма, f - коэффициент трения скольжения; R_1 и r_1 – максимальный и минимальный радиусы концевых сечений ведущего катка, L – длина катка. Усилие прижатия катков друг к другу F_a может быть создано различными способами: затяжкой пружины на необходимое силовое усилие (малые усилия), использованием пары винт – гайка (средние по величине усилия), применением силовых пневмоцилиндров или гидроцилиндров (большие усилия).

Угловую скорость ведомого катка найдем через линейные скорости точек катков в критическом сечении:

$$\omega_2 = \omega_1 * \frac{x_0}{(L - x_0)} \quad (3)$$

Передачное отношение передачи равно:

$$U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{L - x_0}{x_0} = \frac{L}{x_0} - 1 \quad (4)$$

Величина предельно допустимой силовой нагрузки на передачу [M1] при заданном усилии прижатия F_a составит:

$$[M_1] \leq \frac{L * (R_1 + r_1) * F_a * f}{2 * (R_1 - r_1)}$$

Обоснование выбора материалов фрикционной пары

Методика подбора материалов фрикционной пары требует предварительного решения следующих задач: анализ условий эксплуатации узла трения (продолжительность работы, температурный режим и т.д.), создание набора требований к работе узла, определение показателей работы (удельной нагрузки, коэффициента трения скольжения, средней температуры поверхности контакта, коэффициента температуропроводности), требования к интенсивности изнашивания и прочее (влаго- и маслостойкость, возможность охлаждения и т.д.). Она состоит из 3-х шагов: предварительный выбор материала (по справочным данным), расчетно-конструктивная оценка работоспособности системы (конструкция, способ охлаждения), тепловой расчет узла трения (при возможности), окончательный выбор материала (лабораторное и опытные исследования).

К материалам катков фрикционной передачи предъявляются следующие требования - высокая износостойкость, коэффициент трения f , модуль упругости первого рода E и влагостойкость.

КПД передачи зависит от потерь на трение скольжения и потерь на трение в опорах валов передачи (величина силы прижатия здесь является критическим фактором). Так как теоретический расчет сложен, предпочтительно экспериментальное исследование.

При выборе материала надо учитывать: 1) физико-механические и теплофизические свойства материала, определяемые в статике (E , G , $[GP]$, $[G]C$, $[G]I$, HB , теплопроводность, теплоемкость, коэффициент линейного и объемного расширения; 2) физико-механические и теплофизические свойства материала, определяемые в динамических условиях при повышенной температуре, переменных скоростях и силовых нагрузках, приближающихся к эксплуатационным (фрикционная теплостойкость, термоустойчивость, усталостная прочность).

Передача может работать всухую (слабонагруженные передачи – МРС, с/х техника). Для средненагруженных передач (прессы, транспортные машины) и тяжелонагруженных передач предпочтительно использование смазки (легкость и надежность охлаждения, высокая износостойкость и долговечность и т.д.). В основном используются минеральные и синтетические масла (оптимально – спеченные материалы на основе медных сплавов).

Важную роль играет контактная жесткость материала пар трения, которая определяется типом обработки поверхности (шероховатость и волнистость элементов пары), податливость материала (обеспечивает равномерное распределение нагрузки и постоянство коэффициента трения f (часто обеспечивается введением подслоя или конструктивно).

Применяемое в некоторых случаях (тяжелые нагрузки) охлаждение рекомендуется ограничить воздушным (естественная конвекция или обдув струей воздуха) или эмульсионным (учет условий работы за счет правильного подбора соотношений между компонентами смеси).

Проектирование передачи на основе разработанной методики

Катки можно изготавливать из разнородных материалов, причем ведущий каток выполняется из более износостойкого материала. Возможны различные сочетания материалов, но всех их можно разделить на две большие группы:

- для быстроходных и силовых передач применяют сочетания: 1) закаленная сталь – по закаленной стали (шарикоподшипниковые стали с закалкой до HRC 55-60); 2) СЧ по СЧ или сталь – СЧ (всухую и со смазкой);
- для малонагруженных и кинематических передач применяют сочетания: 1) сталь (СТ 10 или СТ45, 30 ХСГА, 65Г, 12Х18Н9Т) или чугун по неметаллам (БРАЖМн, текстолит, гетинакс, резина, фибра и т.д.) – высокий коэффициент трения и малая сила прижатия; 2) сталь или чугун по коже, дереву или резине – высокий коэффициент трения, малая поверхность трения и слабая чувствительность к влажности воздуха).

Рассмотрим проектирование передачи в зависимости от сочетания материала катков.

Сочетание металл по неметаллу.

В этом случае критерием работоспособности передачи является износостойкость. Условие прочности имеет вид:

$$q \leq [q] \quad (5)$$

где: q – силовая нагрузка (нормальная) на единицу длины контактных линий, $[q]$ – допускаемая нагрузка, которая зависит от материала ведомого катка (материал – неметалл).

Для данного вида конической фрикционной передачи величина q имеет вид:

$$q = \frac{N * \cos \alpha}{L} = \frac{K_c * M_1 * \cos \alpha}{f * L * (r_1 + x_0 * \tan \alpha)}$$

где: K_c – коэффициент запаса сцепления, который связан с необходимостью предупреждения пробуксовки от перегрузок в период пуска передачи; он зависит от вида передачи – кинематическая или силовая передача.

Подставив в это выражение значение координаты критического (рабочего) сечения, получим:

$$q = \frac{K_c * M_1 * \cos \alpha}{f * L * \left\{ r_1 + \tan \alpha * \left[\frac{L}{2} + \frac{M_1 * (R_1 - r_1)}{F_a * f * (R_1 + r_1)} \right] \right\}} \quad (6)$$

С учетом $R_1 - r_1 = L * \tan \alpha$ и $\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}$ после некоторых преобразований для q выражение (6) примет вид:

$$q = M_1 * \frac{K_1}{K_2 + K_3 * \frac{M_1}{F_a}} \leq [q] \quad (7)$$

где коэффициенты K_i находятся по следующим формулам:

$$K_1 = \frac{K_c}{\sqrt{1 + \left(\frac{R_1 - r_1}{L} \right)^2}} \quad (8)$$

$$K_2 = \frac{L * f * (R_1 + r_1)}{2} \quad (9)$$

$$K_3 = \frac{(R_1 - r_1)^2}{(R_1 + r_1)} \quad (10)$$

По этой формуле мы будем проводить проверочный расчет по известным геометрическим параметрам передачи, M_1 – известному вращающему моменту на ведущем катке, F_a – сила нажатия на катки.

Проектировочный расчет заключается в определении величины силы F_a нажатия на катки, которая позволяет передавать необходимую силовую нагрузку M_1 . Величину этой силы получим решением уравнения (7) относительно силы F_a :

$$F_a \leq \frac{K_3 * [q]}{K_1 - K_2 * ([q] / M_1)} \quad (11)$$

Сочетание металл по металлу.

В этом случае критерием работоспособности передачи является усталостная прочность (предотвращение усталостного выкрашивания поверхности контакта). Условие прочности имеет вид:

$$G_H \leq [G]_H \quad (12)$$

где: $[G]_H$ – допускаемое контактное напряжение для материала катков (наименее прочного катка).

Наибольшие контактные напряжения находим по формуле Герца:

$$G_H = 0,418 * \sqrt{q * \frac{E_{np}}{\rho_{np}}} \quad (13)$$

где: $E_{пр} = \frac{2 \cdot E_1 \cdot E_2}{E_1 + E_2}$ – приведенный модуль упругости, $\rho_{пр}$ – приведенный радиус кривизны профиля катков. Формула (13)

применима в пределах закона Гука.

Для нашей передачи приведенный радиус кривизны профиля катков имеет вид:

$$\rho_{пр} = 2 \cdot \frac{R_{1i} \cdot R_{2i}}{R_{1i} + R_{2i}} \quad (14)$$

где: R_{1i} и R_{2i} – радиусы конических катков в критическом сечении:

$$R_{1i} = r_1 + x_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad R_{2i} = R_1 - x_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

С учетом значений координаты критического сечения x_0 по формуле (2), значения силовой нагрузки на единицу длины контактных линий q по формуле (6) и приведенного радиуса кривизны $\rho_{пр}$ по формуле (14) условие (12) можно записать в следующем виде:

$$G_H = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{E_{пр} \cdot M_1 \cdot \frac{K_1}{K_2 + K_3 \cdot \frac{M_1}{F_a}}}{1 - K_4 \cdot \left(\frac{M_1}{F_a}\right)^2}} \leq [G]_H \quad (15)$$

По формуле (15) проводим проверочный расчет.

Получим уравнение для проектного расчета. В качестве проектного параметра примем выражение $\frac{M_1}{F_a}$, где M_1 – известная величина, а F_a – вычисляемая величина. Обозначив $y = \frac{M_1}{F_a}$ и возведя выражение (15) в квадрат, получим:

$$\frac{0,175 \cdot E_{пр} \cdot M_1 \cdot \frac{K_1}{K_2 + K_3 \cdot y}}{1 - K_4 \cdot y^2} \leq [G]_H^2$$

Проведя некоторые преобразования, это выражение можно привести к виду:

$$y^3 \cdot [K_3 \cdot K_4 \cdot [G]_H^2] + y^2 \cdot [K_2 \cdot K_4 \cdot [G]_H^2] + y \cdot [-K_3 \cdot [G]_H^2] + [0,175 \cdot E_{пр} \cdot M_1 \cdot K_1 - K_2 \cdot [G]_H^2] \leq 0$$

Это кубическое уравнение приводится к каноническому виду:

$$y^3 \cdot a + y^2 \cdot b + y \cdot c + d = 0 \quad (16)$$

$$\text{где: } a = [K_3 \cdot K_4 \cdot [G]_H^2], \quad b = [K_2 \cdot K_4 \cdot [G]_H^2], \quad c = [-K_3 \cdot [G]_H^2],$$

$$d = [0,175 \cdot E_{пр} \cdot M_1 \cdot K_1 - K_2 \cdot [G]_H^2]$$

Решение этого уравнения приведено в [3] на стр. 138-139. По уравнению (16) находим F_a – силу прижатия катков друг к другу.

Заключение

Сила трения в передаче играет двоякую роль – на участке от большого основания до критического сечения она выполняет роль силы полезного сопротивления, а на участке от критического сечения до малого основания – роль движущей силы.

В критическом сечении скольжение (и соответственно сила трения скольжения) отсутствует, что позволяет найти передаточное отношение передачи и угловую скорость ведомого катка. Допускаемая нагрузка в передаче зависит от материала катков, силы прижатия ведомого катка к ведущему катку и от геометрических параметров ведущего катка. Проектирование передачи зависит от материала катков. Правильный выбор материала пар трения и создание нормальных эксплуатационных условий обеспечат передаче высокую надежность и долговечность.

Литература

1. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов/ К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др.; под ред. К.В. Фролова – М.: Высш. Шк., 1987–496с:
2. Мархель И.И. Детали машин: Программированное учебное пособие для средних специальных учебных заведений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986 – 448 с.
3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике/для инженеров и учащихся втузов – М.: Гос. Изд-во технико-теоретической литературы, 1953 – с. 608
4. Федорченко Н.М. и др. Современные фрикционные механизмы – Киев: Наукова думка, 1975 -341 с.
5. Иванов М. Н. Детали машин: Учебник для машиностроительных специальностей вузов/М.Н. Иванов, В.А. Финогенов. — 12-е изд. испр. — М.: Высш. шк., 2008. — 408 с:.
6. Ряховский О.А. Детали машин: Учеб.для ссузов / О.А. Ряховский, А.В. Калыпин. – М.:Дрофа, 2002 - 288 с.
7. Горячева И.Г. Механика фрикционного взаимодействия - М.: Наука, 2001 -477 с.

8. Андриенко Л.А., Байков Б.А., Ганулич И.К. и др. Детали машин: Учебник для вузов / Под ред. О.А. Ряховского – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.

9. Прянин Б.А., Ревков Г.А. Бесступенчатые клиноременные и фрикционные передачи (вариаторы) – изд. 3-е перераб. И доп. М.: Машиностроение, 1980 - 360 с.

10. Ряховский О.А., Воробьев А.Н. Экспериментальные исследования фрикционных планетарных передач – Инженерный журнал: наука и инновации, 2016, №10 – с. 1-9

11. Сигаев П.А. Анализ и обзор поведения фрикционного взаимодействия цилиндров в зоне силового контакта – Молодой ученый, №29 (215), июль 2018 – с. 35-38

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФОН-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ-ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Акрамов Баҳром Ниёзович	Акрамов Баҳром Ниязович	Akramov Bahrom Niyozovich
дотсент	доцент	docent
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
akramov57@bk.ru		
ORCID Id: 0000-0002-0049-0463		
TJ	RU	EN
Одиназода Бозорали Неъмат	Одиназода Бозорали Неъмат	Odinazoda Bozorali Nemat
н.и.т	к.т.н	candidate of technical sciences
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
bnodinazoda@gmail.com		
TJ	RU	EN
Тошев Мирзо Амруллоевич	Тошев Мирзо Амруллоевич	Toshev Mirzo Amrulloevich
Ассистент	Ассистент	assistant
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
mirzo.toshev1965@gmail.com		
ORCID Id: 0000-0002-4400-8050		
TJ	RU	EN
Исмаев Исмоилҷон Аҳмадович	Исмаев Исмоилджон Ахмадович	Ismatov ismoiljon Ahmadovich
н.и.т.	к.т.н.	candidate of technical sciences
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
ismatov.ismoiljon@mail.ru		
ORCID Id: 0000-0003-2176-6219		

ТЕХНОЛОГИИ КИМИЙ - ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ - CHEMICAL TECHNOLOGY

УДК 541.4:(4546.74.2+548.736)

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАСТВОРИТЕЛЯ НА ТЕРМОДИНАМИКУ СОЛЬВАТАЦИИ 2-МЕТИЛИМИДАЗОЛА

Содатдинова А.С.

Таджикский национальный университет

Методом межфазного распределения рассчитаны коэффициенты распределения и изменения энергии Гиббса переноса 2-метилимидазола (2МИМ) из воды в водно-этанольные растворители. Показано, что изменение энергии Гиббса переноса 2МИМ из воды в водно-этанольный растворитель имеет сложный характер. Установлено, что экстремум на зависимости $\Delta_{tr}G_{2MIM}=f(X_{C_2H_5OH})$ при малых добавках соразвителя связан с упорядочением структуры воды малыми добавками этанола. При возрастании концентрации этанола в смешанном растворителе происходит пересольватация пиридинового атома азота 2МИМ.

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

ТАЪСИРИ ТАРКИБИ ҲАЛКУНАНДА БА ТЕРМОДИНАМИКА ВА СОЛВАТАТСИЯИ 2-МЕТИЛИМИДАЗОЛА

Содатдинова А.С.

Бо усули тақсими байнифазаӣ баънифазаӣ энергияи Гиббси гузариш ва коэффитсиенти тақсими 2-метилимидазол (2МИМ) ҳангоми гузаштан аз ҳалқунандаи обӣ ба ҳалқунандаи обӣ-этанолӣ муайян карда шуд. Муқарар гардид, ки энергияи Гиббси гузариши 2МИМ дар вақти гузаштан аз об ба ҳалқунандаи обӣ-этанолӣ характери мураккаб дорад. Муайян карда шуд, ки экстремум дар вобастагии $\Delta_{tr}G_{2MIM}=f(X_{C_2H_5OH})$ бо иловаи ками ҳалқунанда аз тартиби сохтори об ва иловаи ками этанол алоқаманд мебошад. Бо зиёд шудани консентратсияи этанол дар маҳлул, атоми нитрогени ғуруҳи пиридинии 2МИМ пересольвататсия мешавад.

Калимаҳои калиди: термодинамика, солвататсия, 2-метилимидазол, энергияи Гиббси гузариш, этанол.

EFFECT OF SOLVENT COMPOSITION ON THE THERMODYNAMICS OF SOLVATION OF 2-METHYLIMIDAZOLE

Sodatdinova A. S.

The distribution coefficients and changes in the Gibbs energy of the transfer of 2-methylimidazole (2MID) from water to aqueous ethanol solvents were calculated by the interfacial distribution method. It is shown that the change in the Gibbs energy of 2MIM transfer from water to water-ethanol solvent has a complex character. It has been established that the extremum in the dependence $\Delta_{tr}G_{2MIM}=f(X_{C_2H_5OH})$ with small additions of a co-solvent is associated with the ordering of the water structure by small additions of ethanol. With an increase in the concentration of ethanol in the mixed solvent, the pyridine nitrogen atom 2MIM is resolvated.

Keywords: thermodynamics, solvation, 2-methylimidazole, Gibbs energy of transfer, ethanol.

Введение

Для характеристики сольватного состояния молекулы или иона в растворе используются термодинамические параметры сольватации (энергия Гиббса, энтальпия и энтропия). Они позволяют судить о силе взаимодействия, наличии или отсутствии ассоциации между частицами, а также выявить и описать влияние среды на процессы в растворах. В [1] исследован процесс переноса 18-краун-6 из воды в водно-этанольные растворители переменного состава при 298K. На основании полученных экспериментальных данных рассчитаны $\Delta_{tr}G$. Увеличение концентрации этанола в смеси приводит к ослаблению сольватации макроцикла за счёт энтальпийного вклада в энергию переноса краун-лиганда. Для никотиамида такие же данные в воде, водно-спиртовых и водно-ДМСО растворителях получены в работе [2]. Нами в работах [3,4] определены и изменения $\Delta_{tr}G_{2MIM}$ и $\Delta_{tr}G_{1MIM}$ из воды в водно-этанольные растворители. Показано, что значения энергии Гиббса переноса ($\Delta_{tr}G_{1MIM}$) положительны во всей области исследуемых составов водно-этанольного растворителя. В растворителе, содержащем 0,10 мол.доли этанола, наблюдается значительное ослабление сольватации 1МИ.

В работах [5,6] определены константы кислотной диссоциации протонированного имидазола в водно-спиртовых растворителях. Установлено, что зависимость pK_a от состава водно-спиртовых растворителей имеет экстремальный характер. Такое поведение имидазола объясняется экстремальным изменением свободной энергии сольватации протона [7]. Авторам [8] методом потенциометрического титрования удалось определить величину pK_a 2-метилимидазола в воде и водно-спиртовых растворах. Из-за отсутствия экспериментальных данных об энергии Гиббса переноса 2-метилимидазола в водно-спиртовых растворителях авторам этой работы не удалось объяснить изменение кислотно-основных свойств 2-метилимидазола при переходе из воды в водно-спиртовые растворители.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния водно-этанольных растворителей на термодинамику сольватации 2-метилимидазола (2МИМ) методом межфазного распределения.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Энергию Гиббса переноса 2МИМ из воды в водно-этанольные растворители определяли по методике, рекомендованной в [9]. Равновесные концентрации 2МИМ в воде и водно-этанольных растворителях определяли спектрофотометрическим методом при длине волны 206нм ($l=1\text{см}$, $C_{2\text{МИМ}} = 0,6 - 1,4 \cdot 10^{-4}$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 1 представлен УФ-спектр 2МИМ в водно-этанольном растворителе, содержащем 0,1 мол.доли спирта.

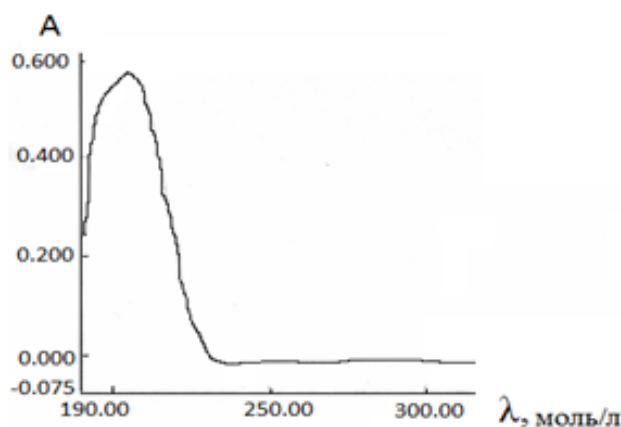


Рисунок 1- Экспериментальная кривая УФ спектра поглощения 2МИМ в водно-этанольном растворителе, содержащем 0,1мол.доли этанола. $C_{2\text{МИМ}} = 0,0001\text{моль/л}$.

Молекула 2МИМ при 206нм имеет характеристическую полосу. На рисунке 2 в качестве примера приведён калибровочный график, который был использован для определения равновесной концентрации 2МИМ в водно-этанольном растворителе, содержащем 0,1мол.доли этанола.

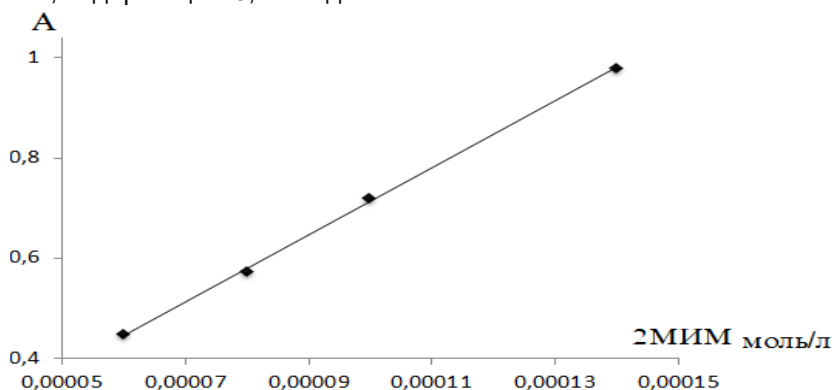


Рисунок 2 - Калибровочный график для определения концентрации 2МИМ в водно-этанольном растворителе, содержащем 0,1мол.доли этанола. $\lambda=206\text{нм}$. $T=298\text{K}$.

Рассчитанные методом межфазного распределения величины $\Delta_{tr}G_{2МИМ}$ приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Равновесные концентрации 2МИМ в воде и в водно-этанольных растворителях; коэффициенты распределения 2МИМ (P_1) в системах H_2O -Гекс и H_2O - C_2H_5OH -Гекс (P_2) и изменение энергии Гиббса переноса 2МИМ из воды в водно-этанольные растворители. $T=298,15K$

$\chi_{C_2H_5OH}$, мол.доли	$[2МИМ]_{H_2O-C_2H_5OH}$ $\cdot 10^5$, моль/л	$[2МИМ]_{ГЕКС} \cdot 10^5$, моль/л	P_1	P_2	$\Delta_{tr}G_{2МИМ}$, кДж/моль
0,00	9,196	0,804	0,089±0,04	-	0
	9,488	0,512			
	9,013	0,987			
	9,038	0,962			
0,10	8,283	1,722	-	0,205±0,006	2,16±1,3
	8,268	1,732			
	8,343	1,657			
	8,299	1,701			
0,25	9,421	0,580	-	0,057±0,02	-1,528±1,1
	9,400	0,600			
	9,392	0,608			
	9,620	0,380			
0,50	9,756	0,244	-	0,0194±0,009	-3,868±1,7
	9,817	0,183			
	9,878	0,122			
	9,781	0,219			

Анализ данных таблицы показывает, что в области составов $\Delta X(EtOH)=0,1$ м.д. наблюдается дестабилизация 2МИМ, затем энергия Гиббса переноса 2МИМ уменьшается. Необходимо отметить, что авторы [10-13] также наблюдают эндотермические максимумы при переходе гетероциклических аминов из воды в её смеси с этанолом. В работах [14-15] на основании собственных и литературных данных установлено, что в сильное увеличение эндотермичности растворения неэлектролита при переходе от воды к смесям с малыми добавками неводного компонента обусловлено увеличением эффекта образования полости в растворителе. Скорее всего экстремум на зависимости $\Delta_{tr}G_{2МИМ}=f(\chi_{C_2H_5OH})$ при малых добавках соразтворителя также связан с упорядочением структуры воды малыми добавками этанола.

Изменение энергии Гиббса переноса производных имидазола из воды в водно-этанольные растворители приведено на рисунке 3.

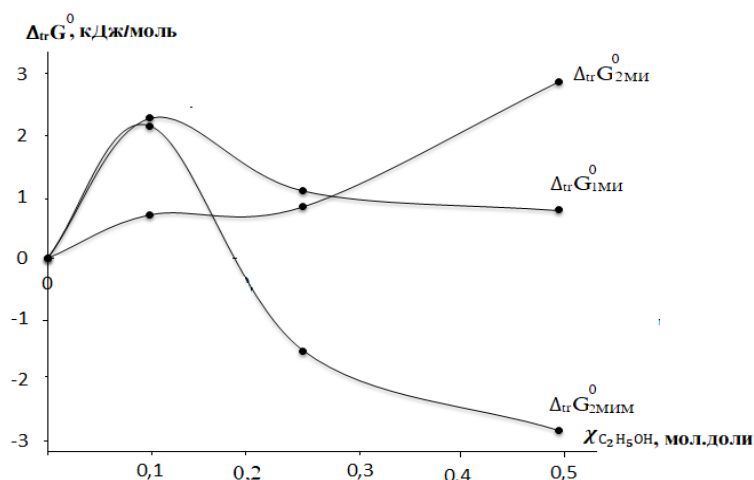


Рисунок 3 - Изменение энергии Гиббса 2-метилимидазола (2МИИ), 2-меркаптоимидазола (2МИ) и 1-метил-2-меркаптоимидазола (1МИ) из воды в водно-этанольные растворители.

Как видно из рисунка 3, для 2-метилимидазола и 1-метил-2-меркаптоимидазола наблюдается максимум на зависимостях $\Delta_{tr}G_{2MIM}=f(\chi_{C_2H_5OH})$, а для 2-меркаптоимидазола величины $\Delta_{tr}G^0$ с ростом концентрации этанола в смещенном растворителе плавно возрастают. Возникновение экстремума функции $\Delta_{tr}G^0$ можно объяснить стабилизацией структуры смещенного растворителя [16]: молекулы этанола встраиваются в пустоты льдоподобного каркаса воды, тем самым стабилизируя структуру растворителя, и увеличивают энергозатраты на образование полости. При возрастании концентрации этанола в смешанном растворителе скорее всего происходит пересольватация пиридинового атома азота 2МИМ. Полученные экспериментальные данные по изменению $\Delta_{tr}G^0$ переноса 2МИМ в дальнейшем нами будут использованы при исследовании кислотно-основных и комплексообразующих свойств 2МИМ.

Литература

1. Усачёва Т.Р., Кузмина И.А., Джумашева М.О., Сидоренко Н.С., Шарнин В.А. Термодинамика сольватации эфира 18-краун-6 в бинарной смеси вода-этанол. // Журнал химия и химическая технология, -Иванова, 2010. -Т.53. - Вып.12. - С. 51-54.
2. Зевакин М.А., Душина С.В., Шарнин В.А. Энергия Гиббса переноса реагентов и реакции образования никотинамидного комплекса серебра (I) из воды в водно-этанольную среду // Журн. физ. хим. -2006. -Т. 80. - № 8. -С. 1445-1448.
3. Содатдинова А.С., Усачёва Т.Р. Сафармамадзода С.М. комплексообразование серебра (I) с 1- метил-2- меркаптоимидазолом в растворителе вода-этанол // Известия высших учебных заведений. Серия: химия и химическая технология. -2022. -Том. 65.- №8. -С.22-31.
4. Сурайё С.Б., Содатдинова А.С., Сафармамадзода С.М., Саидов С.С. Влияние состава растворителя на кислотно-основные и комплексообразующие свойства 2-меркаптоимидазола// вестник Таджикского национального университета. Душанбе 2022. №3.с 65-76.
5. Koryakin Yu. S., Shormanov V.A., Krestov G.A. // Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved., Khim. Khim. Tekhnol. -1979. С.500
6. Popovich O., Gibovsky A., Berne D.H. Analit. Chem. -1972. -V.44. -No4. -p.811.
7. Kalidas C., Glen Hefter., Yizhak Marcus. Gibbs Energies of Cations from water to mixed aqueous organic solvents. - 2000. -Vol.100. - No3. 821 с.
8. Сафармамадов С.М., Мирзохонов Д.Ч., Мабаткадамзода К.С. комплексообразование кадмия (II) с 2- метилимидазолом в водных и водно-спиртовых растворах // Изв. вузов. Химия и хим. технология. -2020. -Т. 63. -Вып. 10. С.36-45.
9. Куранова Н., Кабиров Д.Н., Кашина О.В., Фам Тхи Лан, Усачева Т.Р. Термодинамика сольватации кверцетина в растворителе вода-диметилсульфоксид //Изв. Высш. Учеб. Зав.Хим. Хим.Технол. -2020. -Вып.63. -№10. - С.23-28.
10. Бычкова Т.И., Боос Г.А. Протолитические и комплексообразующие свойства гидразидов бензойной и изоникотиновой кислот в некоторых водно-органических средах // Коорд. хим. -1986. -Т. 12. - Вып. 2. - С.180 -183.
11. Корягин, Ю.С., В.А., Шорманов., Крестов Г.А. Калориметрическое изучение кислотной диссоциации протонированного имидазола в водно-метанольных растворителях // Коорд. хим.-1985. -Т. 11. - Вып. 8. - С. 1046 – 1049.
12. Смирнова (Поткина), Антонова О.А., Кустов А.В., Королев В.П. Термохимия растворения бензола в смесях // Сб. тр. Межд. конф. «Физико-химический анализ жидкофазных систем». - Саратов. -2003. - С. 92.
13. Шарнин, В.А. Термодинамика реакций образования аминных и карбоксилатных комплексов в водно-органических растворителях: дисс.... д-ра хим. наук: 02.00.04.- Иваново. - 1996. -316 с.
14. Крестов, Г.А. Никифоров М.Ю., Альпер Г.А. и др. Растворы неэлектролитов (Проблемы химии растворов) // М.: Наука. -1989. -263 с.
15. Arnett, E.M. Bentrude W.G., Burke J.J., Mec Duglabby P. Solvent effect in Organic Chemistry. V. Molecules, ions, and transition in aqueous ethanol // J. Amer. Chem. Soc. - 1965. —V.87. - N 7. -1541- 1552.
16. Куранова Н.Н. Комплексообразование и кислотно-основные равновесия в водно-органических растворах Cu^{2+} , Fe^{3+} и никотиновой кислоты. Дисс.. кан. хим наук: 02.00.01. Иванова -2019.149 с.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-ABAUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Содатдинова Анҷуман Садридиновна	Содатдинова Анджуман Садридиновна	Sodatdinova Anjuman Sadridinovna
номзади илмҳои химия	кандидат химических наук	Candidate of Chemical Sciences, associate professor
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон	Таджикский национальный университет	Tajik national university
E-mail: anjuman87@mail.ru		
ORCID 0000-0001-5934-9918		

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

Шарифов Д.А.

Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими

Проведено исследование термической устойчивости и процесса парообразования технических масел (ТМ) марки ТМ-2-18 или ТЭП-15, Lumix transmission oil TM- 5-18 80-90APT GL-5, Vanellus Super 20W-50BP методом тензиметрии с мембранным нуль-манометром в равновесных условиях. Установлен ступенчатый характер процесса парообразования ТМ, определен интервал температур протекания отдельных ступеней и рассчитаны их термодинамические брутто-характеристики. Установлены закономерности изменения термической устойчивости ТМ и термодинамических характеристик ступеней процесса парообразования в зависимости от марки ТМ.

Ключевые слова: технические масла, термическая устойчивость, процесс парообразования, термодинамика.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THERMAL STABILITY AND THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF SOME WORKING FLUIDS

Sharifov D.A.

The study of thermal stability and the process of vaporization of technical oils (TM) brand TM-2-18 or TEP-15, Lumix transmission oil TM-5-18 80-90APT GL-5, Vanellus Super 20W-50BP by the method of tensimetry with a membrane zero -manometer in equilibrium conditions. The stepwise nature of the HM vaporization process has been established, the temperature interval for the flow of individual steps has been determined, and their thermodynamic overall characteristics have been calculated. Regularities of changes in the thermal stability of TM and thermodynamic characteristics of the stages of the process of vaporization depending on the grade of TM have been established.

Key words: industrial oils, thermal stability, vaporization process, thermodynamics.

ТАҲЛИЛИ МУҚОИСАВИИ УСТУВОРИИ ТЕРМИКӢ ВА ХОСИЯТҲОИ ГАРМОФИЗИКИИ БАЪЗЕ МОЕЪҲОИ ҚОРӢ

Шарифов Д.А.

Таҷқиқоти устувории термикӣ ва раванди буғҳосилкунии рағғанҳои техникӣ (ТМ) тамғаи ТМ-2-18 ё ин ки ТЭП-15, Lumix transmission oil TM- 5-18 80-90APT GL-5, Vanellus Super 20W-50BP бо усули тензиметрӣ бо нул-манометри мембранӣ дар шароитҳои мувозинагӣ иҷро карда шудааст. Характери зинагии раванди буғҳосилкунии рағғанҳои техникӣ муқарар карда шудааст, фосилаи ҳарорати гузаштани зинаҳои алоҳида муайян карда шуда ва брутто тавсифдиҳандаҳои теормодинамикии зинаҳои раванди буғҳосилкунӣ ҳисоб карда шудааст. Қонуниятҳои тағйирёбии устувории термикии рағғанҳои техникӣ ва тавсифдиҳандаҳои теормодинамикии зинаҳои раванди буғҳосилкунӣ вобаста аз тамғаи рағғани техникӣ ТМ муқарар карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: рағғанҳои техникӣ, устувории термикӣ, раванди буғҳосилкунӣ, теормодинамика.

Введение

Эффективная и ритмичная работа дорогостоящей техники и механизмов в высокогорных условиях (свыше 800 до 3000 метров) затрудняется интенсивным воздействием многочисленных отрицательных факторов, приводящих к частой остановке и потере их мощности. Установлено, что около 75% всех неисправностей появляется под влиянием следующих трех факторов: загрязнения, нагрева рабочих жидкостей (РЖ) – технические масла (ТМ), смазочные материалы (СМ) и насыщение их воздухом. Совокупность составляющих потерь мощности зависит, в первую очередь, от температуры трансмиссионного (технического) масла и, как следствие, от её вязкости [1-4].

Фундаментальное исследование технологических, физико-химических и термических свойств РЖ в высокогорных условиях, разработка способов переработки отработанных РЖ на основе местных сорбентов имеет научно-прикладное значение. Настоящая работа посвящена обобщению результатов серии наших исследований [5-11], посвящённых изучению термической устойчивости, характеру и термодинамическим свойствам процесса парообразования некоторых РЖ, широко применяемых в машинах и механизмах, эксплуатируемых в высокогорных условиях Республики Таджикистан.

Экспериментальная часть

Термическая устойчивость и особенность процесса парообразования ТМ ТМ-2-18 или ТЭП-15, Lumix transmission oil TM- 5-18 80-90APT GL-5, Vanellus Super 20W-50BP изучены методом тензиметрии с мембранным нуль-манометром [12,13]. Метод основан на измерении изменения давления паров в зависимости от температуры с использованием мембранного нуль – манометра. По виду графика зависимости давления пара

от температуры (барограммы), полученного в равновесных условиях, можно определить характер процессов парообразования, протекающих в гомогенных и гетерогенных системах. Каждая фигуративная точка, изображённая на барограмме, выдерживалась в изотермических условиях в течение 20-24 часов для достижения равновесия в системе. Равновесие считалось достигнутым, если давление в мембранной камере остаётся неизменным в течение двух часов.

Исследования, проведённые в равновесных условиях, показали, что процесс парообразования указанных ТМ имеет многоступенчатый характер. В качестве примера на рисунке 1(а) приведен вид графика барограммы процесса парообразования ТМ марки Lumix transmission oil TM- 5-18 80-90APT GL-5.

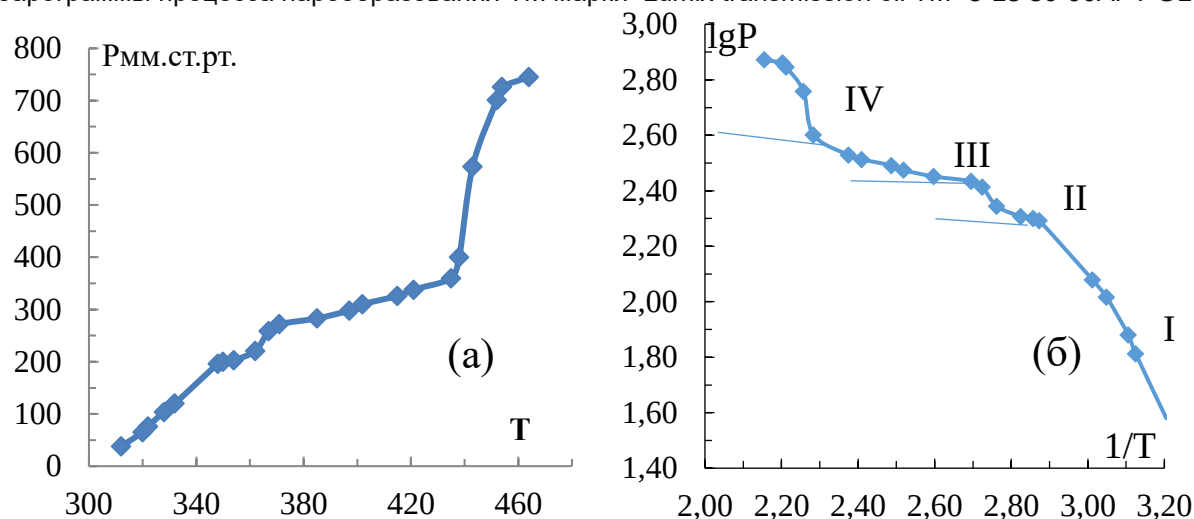


Рисунок 1- Барограмма (а) и зависимость $\lg P$ от $1/T$ (б) процесса парообразования ТМ Lumix transmission oil TM- 5-18 80-90APTGL-5.

Экспериментальные данные, приведённые в виде $\lg P$ от обратной температуры (рисунок 1(б)) четко определяют число ступеней и интервал температур протекания процесса парообразования ТМ.

Давление пара последующей ступени процесса определено путём вычета из общего давления давления предыдущих ступеней. Обработка данных произведена по методу наименьших квадратов с использованием значения t – коэффициента Стьюдента [14] при 95% доверительного уровня. Результаты обработки экспериментальных данных по отдельным ступеням приведены на рисунке 2.

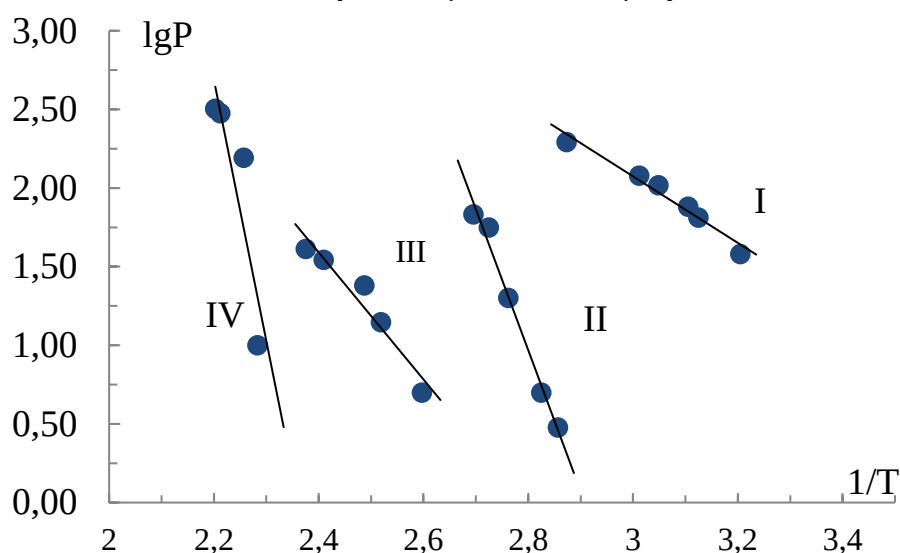


Рисунок 2 – Зависимость $\lg P$ от обратной температуры ($1/T$) ступеней процесса парообразования масла марки Lumix transmission oil TM- 5-18 80-90APTGL-5.

Полученные уравнения прямых линий и температурный интервал протекания ступеней процесса парообразования исследованного масла приведены в таблице 1. В таблице приведены значения доверительного уровня (R^2).

Полученные уравнения прямых линий позволили рассчитать термодинамические брутто-характеристики – энтальпию (ΔH , кДж/моль), энтропию (ΔS , Дж/моль·К) и энергию Гиббса (ΔG_{298}^0) всех ступеней процесса парообразования исследованных масел, которые приведены в таблице 2. При расчётах использовано значение давление пара, приведённое в атмосферах путём вычисления $B = B' - 2,881$.

Таблица 1 - Значения коэффициентов уравнения барограммы процесса парообразования ТМ

Марка ТМ	№ ступеней	Интервал температур, ΔT , К	Уравнение барограммы $LgP_{(at)} = B - A \cdot 10^3/T$		R^2
			$A \pm 0,02$	$B \pm 0,04$	
Lumix transmission oil ТМ - 5-1880-90 APT GL-5	I	310-350	2,115	5,538	0,97
	II	350-370	8,965	23,189	0,99
	III	385-420	4,037	8,399	0,93
	IV	438-455	16,588	36,300	0,79
ТМ-2-18 (ТЭП-15)	I	300-370	$3,96 \pm 0,04$	$10,87 \pm 0,08$	0,97
	II	370-455	$2,81 \pm 0,05$	$5,83 \pm 0,09$	0,96
	III	470-520	$4,68 \pm 0,04$	$8,14 \pm 0,08$	0,95
	IV	525-575	$5,56 \pm 0,06$	$9,07 \pm 0,13$	0,95
	V	580-600	$13,07 \pm 0,1$	$21,59 \pm 0,21$	0,93
Vanellus Super 20W-50BP	I	300–370	$1,65 \pm 0,04$	$4,09 \pm 0,08$	1,00
	II	395–440	$3,69 \pm 0,05$	$7,52 \pm 0,09$	1,00
	III	460–475	$13,80 \pm 0,04$	$28,30 \pm 0,08$	0,96
	IV	485–510	$6,93 \pm 0,06$	$12,60 \pm 0,13$	0,99

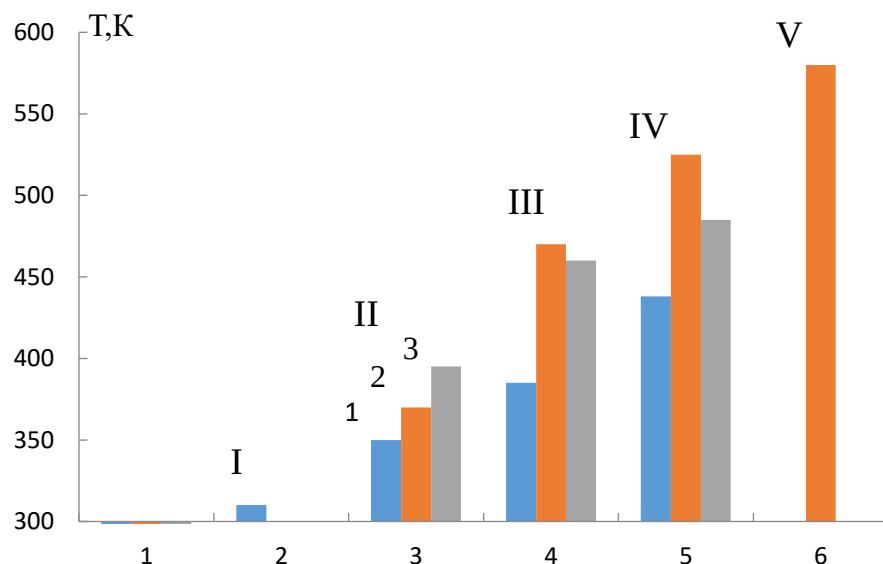
Таблица 2 – Термодинамические брутто-характеристики процесса парообразования ТМ

№ масло	Марка масло	№ ступеней	Термодинамические брутто-характеристики процесса		
			ΔH_T^0 , кДж/моль	ΔS_T^0 , Дж/моль·К	ΔG_T^0 , кДж/моль
2	ТМ-2-18 (ТЭП-15)	I	$18,13 \pm 0,15$	$49,73 \pm 0,37$	$3,15 \pm 0,2$
		II	$12,86 \pm 0,19$	$26,7 \pm 0,41$	$5,1 \pm 0,2$
		III	$21,42 \pm 0,14$	$37,24 \pm 0,39$	$10,4 \pm 0,25$
		IV	$25,42 \pm 0,18$	$41,52 \pm 0,54$	$12,9 \pm 0,15$
		V	$18,13 \pm 0,15$	$49,73 \pm 0,37$	$3,15 \pm 0,2$
1	Lumix transmission oil ТМ - 5-1880-90 APT GL-5	I	$9,68 \pm 0,3$	$25,34 \pm 0,5$	$2,13 \pm 0,3$
		II	$41,01 \pm 0,2$	$106,09 \pm 0,4$	$8,40 \pm 0,2$
		III	$18,47 \pm 0,3$	$38,42 \pm 0,6$	$7,02 \pm 0,3$
		IV	$75,89 \pm 0,4$	$166,07 \pm 0,9$	$26,40 \pm 0,4$
3	Vanellus Super 20W-50BP	I	$7,56 \pm 0,15$	$18,70 \pm 0,37$	$2,00 \pm 0,2$
		II	$17,50 \pm 0,19$	$47,60 \pm 0,41$	$3,3 \pm 0,2$
		III	$63,10 \pm 0,14$	$148,0 \pm 0,39$	$18,0 \pm 0,25$
		IV	$31,70 \pm 0,18$	$70,09 \pm 0,54$	$19,8 \pm 0,15$

Обсуждение результатов

Полученные сведения позволили установить многоступенчатый характер процесса парообразования ТМ, закономерности изменения термической устойчивости термодинамических характеристик изученных технических масел.

Первая ступень процесса парообразования ТМ (таблица 1) связана с выделением поглощённого воздуха и других газов. Она начинается при близких интервалах температур (300-310)К. Относительно динамики начала последующих ступеней процесса парообразования ТМ в зависимости от их марки (гистограмма 1) наблюдается постепенное повышение температуры начала ступеней с максимумом для ТМ марки ТЭП-15.



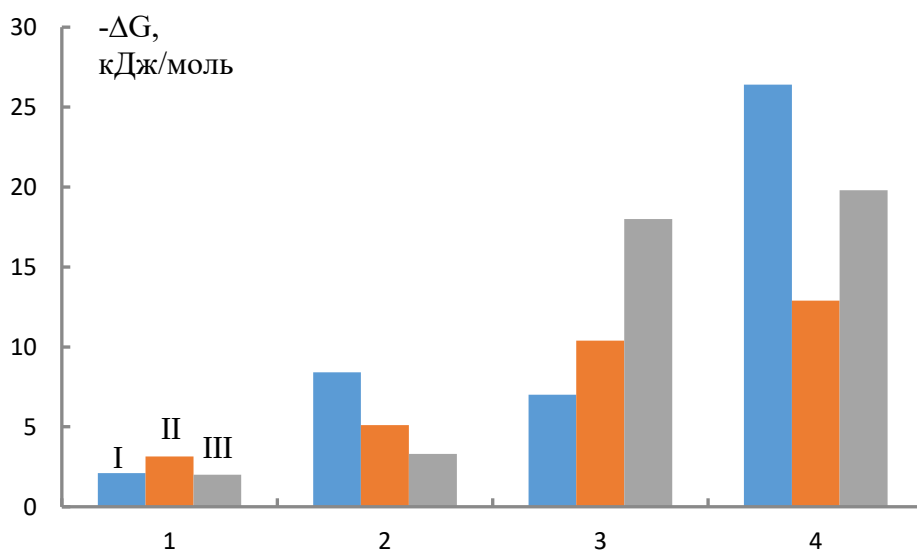
Гистограмма 1- Температура начала степеней (I–V) процесса парообразования в зависимости от марки технических масел: 1- Lumix transmission oil TM- 5-18 80-90APTGL-5; 2- TM-2-18; 3- Vanellus Super 20W-50BP.

Определённые фундаментальные сведения о термодинамических характеристиках ТМ (таблица 2) позволили установить закономерности их изменения в зависимости от марки ТМ. Термодинамическая устойчивость ТМ и отдельных ступеней процесса их парообразования оценена по формуле

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S,$$

которая учитывает влияние двух факторов – энтальпийного (ΔH) и энтропийного (ΔS). Из гистограммы 2, в целом, наблюдается рост термодинамической устойчивости ступеней процесса парообразования ТМ. Сложный характер данной закономерности, возможно, связан с влиянием энтропийного фактора.

Полученные сведения о термической устойчивости и термодинамических характеристиках процессов парообразования ТМ пополняют банк данных и по мере накопления сведений позволят научно обоснованному подбору рабочих жидкостей в зависимости от условия эксплуатации.



Гистограмма 2- Термодинамическая устойчивость степеней (I-4) процесса парообразования в зависимости от марки технических масел: I- Lumix transmission oil TM- 5-18 80-90APTGL-5; II- TM-2-18; III- Vanellus Super 20W-50BP.

Литература

1. Мировая горная промышленность 2004–2005: история, достижения, перспективы. – М.: НТЦ «Горное дело», 2005. – 376 с.
2. Венцель, С.В. Смазка и долговечность двигателей внутреннего сгорания / С.В. Венцель – Киев: Наукова Думка. 1977. –208 с.
3. Квагинидзе, В.С. Эксплуатация карьерного оборудования / В.С. Квагинидзе, В.Ф. Петров, В.Б. Корецкий. – М.: «Мир горной техники», Изд. МГТУ, «Горная книга», 2007. – 587 с.
4. Евдокимов, А.Ю. Смазочные материалы и проблемы экологии / А.Ю. Евдокимов, И.Г.Фукс, Т.Н. Шабалина, Л.Н. Багдасаров. –РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. –М.: ГУП Издательство “Нефть и газ”. 2000. –424 с.
5. Юнусов, М.Ю. Физико-химические основы утилизации отработанных смазочных материалов: Дис... канд. техн. наук / М.Ю. Юнусов. – Душанбе, 2006. – 103 с.
6. Халилов, И.Х. Исследование процесса парообразования моторного масла дизельных двигателей / И.Х. Халилов, Д.А. Шарифов, М.Ю. Юнусов, Ш.З. Нажмудинов, А.Б. Бадалов // Горные науки и технологии. Серия: Горные машины, транспорт и машиностроение. – 2018. №1. – с.99-107.
7. Халилов, И.Х. Теплофизические свойства и аспекты технологии очистки технических масел бентонитовыми глинами Таджикистана: Дис. ... канд. тех. наук / И.Х. Халилов –Душанбе. 2021. –137 с.
8. Шарифов Д.А. Процесс парообразования моторного масла марки ТЭП-15 при равновесных условиях / Д.А. Шарифов, С.К. Насриддинов, М.М. Сафаров, А. Бадалов // Вестник Таджикского технического университета. –Душанбе, 2015. -№3(31). –С.28-31.
9. Шарифов Д.А. Термодинамические характеристики процесса термического разложения моторного масла марки М-10Г2. / Д.А. Шарифов, И.Х. Халилов, М.Ю. Юнусов, А. Бадалов // Политехнический вестник. Серия: Интеллект, Инновации, Инвестиции. – Душанбе, 2018. -№1(41). -С. 54-60.
10. Шарифов Д.А. Теплофизические свойства некоторых промышленных масел / Д.С. Джураев, Д.А. Шарифов, М.М. Сафаров, Ш.З. Нажмудинов // Матер. десятой междунар. теплофиз. шк. «Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий» (МТФШ-10). -Тамбов-Душанбе, 2016. –С.310-313.
11. Шарифов Д.А. Технические масла и смазочные материалы – физико-химические свойства, применение и экология / Д.А. Шарифов, И.Х. Халилов, М.Ю. Юнусов, Ш.З. Нажмудинов, А.Б. Бадалов, М.А. Тошев // Химия и инженерная экология – XVIII. Сб. трудов междунар. науч. конф. (школа молодых ученых). - Казань, 2018. –С.236-239.
12. Новиков, Г.И. Физические методы неорганической химии / Г.И. Новиков. – Минск: Высшая школа, 1975. - 261 с.
13. Суворов, А.В. Термодинамическая химия парообразного состояния / А.В. Суворов. - Л.: Химия, 1970. -208 с.
14. Гордон, А., Форд, Р. Спутник химика /А. Гордон, Р. Форд. –М.: Мир. 1976. –541 с.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-AVOUT AUTHOR

TJ	RU	EN
Шарифов Дилшод Абдусаматович	Шарифов Дилшод Абдусаматович	Sharifov Dilshod Abdusamadovich
Н.и.т., и.в.дотсент	к.т.н., и.о. доцента	candidate of technical sciences
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
Тел:(+992)935998939		
Email: sharifov.mexroj@mail.ru		
ORCID Id 0000-0002-5749-3067		

УДК.664.292

ФРАКЦИОННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Икромии Х. И.

Технологический университет Таджикистана

Пектиновые полисахариды (ПП) являются ценными биополимерами, которые находят широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности и медицины. В данной работе метод непрерывного фракционирования в динамическом режиме был применен для изучения процесса экстракции ПП корзинки подсолнечника. Полученные данные демонстрируют неоднородность структуры макромолекулы ПП сырья. Применение метода непрерывного фракционирования в динамическом режиме позволяет получать целевые продукты с регулируемыми физико-химическими параметрами, что особенно актуально для их целевого применения в медицине и фармацевтике.

Ключевые слова: пектиновые полисахариды, гидролиз, корзинки подсолнечника, динамический режим, молекулярная масса.

ЧУДО КАРДАНИ ФРАКСИЯИ ПОЛИСАХАРИДҲОИ ПЕКТИНИ ОФТОБПАРАСТ БО РЕЧАИ ДИНАМИКӢ

Икромии Х. И.

Полисахаридҳои пектинӣ (ПП) биополимерҳои пурарзиш мебошанд, ки дар соҳаҳои гуногуни саноати ҳуҷроворӣ ва тиб васеъ истифода мешаванд. Дар ин кор усули фраксиябандии муттасил дар речаи динамикии барои омӯхтани раванди аз сабади офтобпараст гирифтани ПП истифода шудааст. Маълумоти бадастомада гетерогенӣ сохтори макромолекулаи ПП-и ин маводи растаниро нишон медиҳанд. Истифодаи усули фраксияи муттасил дар речаи динамикии имкон медиҳад, ки маҳсулоти мавриди ҳадаф бо нишондиҳандаҳои физикӣ-химиявӣ идорашаванда ба даст оварда шаванд, ки ин барои истифодаи мақсаднокӣ онҳо дар соҳаҳои тиб ва дорусозӣ маҳсусан муҳим аст.

Калимаҳои калиди: полисахаридҳои пектинӣ, гидролиз, сабади офтобпараст, речаи динамикии, вазни молекулаи.

FRACTIONAL ISOLATION OF SUNFLOWER PECTIN POLYSACCHARIDES IN DYNAMIC MODE

Ikromi Kh. I.

Pectin polysaccharides (PP) are valuable biopolymers that are widely used in various fields of the food industry and medicine. In this work, the method of continuous fractionation in dynamic mode was applied to study the process of extraction of PP from the sunflower head residue. The data obtained demonstrate the heterogeneity of the structure of the plant polysaccharide matrix. The use of the method of continuous fractionation in a dynamic mode makes it possible to obtain value-add products with controlled physicochemical parameters, which is especially important for their intended use in medicine and pharmaceuticals.

Keywords: pectin polysaccharides, hydrolysis, sunflower head residue, dynamic mode, molecular weight.

Введение

Пектиновые полисахариды (ПП), являясь ценными биополимерами, всё больше находят широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности и медицины. На сегодняшний день пектин известен как компонент полисахаридного матрикса клеточных стенок растений, включающий гомогалактуронан (HG), рамногалактуронан-I (RG-I) и рамногалактуронан-II (RG-II) [1]. За исключением RG-II, эти полисахариды не имеют устойчиво определенной структуры [1]. В целом основная цепь пектина состоит как из HG, так и из ядра RG-I, причём последний разветвлён боковыми цепями из ксилогалактуронана, арабинана и арабиногалактана (XGA, AG-I и AG-II) [2].

Технологический процесс получения ПП является достаточно сложным, ввиду особенностей использования различного сырья и трудности регулирования процессов гидролиза-экстракции с целью получения целевых продуктов с заданными физико-химическими характеристиками. По настоящее время основным и наиболее эффективным способом получения ПП является гидролиз-экстракция под воздействием растворов кислот в условиях статки. Этим методом ПП экстрагируются как смесь молекул, различающихся по составу, структуре и молекулярной массе (ММ). Для стандартизации и дальнейшего использования полученных полисахаридов, особенно для медицины и фармацевтики, необходимо включение в технологический процесс стадии очистки продукта, т.е. фракционирования по компонентам. Помимо практического значения такой подход также необходим для изучения структуры ПП [3].

Постановки задачи: Методы фракционирования полимеров основываются на их способности к растворению и на их гидродинамические поведения в растворе. Полимеры можно фракционировать в аналитическом масштабе с помощью эксклюзионной хроматографии (SEC), матричной лазерной десорбции, ионизации (MALDI) или фракционирование потока поля (FFF) [4]. Эти методы в основном используются для определения молекулярно-массового распределения (ММР) [5].

В Институте химии им. В. И. Никитина НАНТ разработан метод динамического фракционирования, позволяющий исключить стадии выделения и повторного растворения пектиновых полисахаридов. Разработанный метод позволяет одновременно экстрагировать пектиновые полисахариды из растительной клеточной стенки и разделять их на фракции, отличающиеся по физико-химическим и молекулярно-массовым параметрам [6].

Методы исследования: В данной работе для изучения процесса экстракции ПП корзинки подсолнечника (КП) был применен метод непрерывного фракционирования в динамическом режиме.

Фракционирование было проведено следующим образом: высушенное, измельченное сырье после набухания помещали в колонку с нагревом (высота колонки 78 см, диаметр 3,3 см) для проведения экстракции при pH 2.0, температуре 85°C, скорости потока 6 мл/мин с получением восьми фракций. В качестве гидролизующего агента использовался раствор соляной кислоты. Максимальная загрузка сырья в экстрактор составляла 20 г. В процессе гидролиз-экстракции раствор-гидролизат выводился из системы со скоростью, равной скорости поступления гидролизующего агента в экстрактор. Полученные фракции разделяли на микрогель (МГ), пектиновые вещества (ПВ) и олигосахариды (ОС) [7], суммарное содержание которых принимали за распад полисахаридного матрикса (ПМ) клеточной стенки растительного сырья.

Содержание галактуроновой кислоты (ГК), количество свободных (K_c) и этерифицированных карбоксильных групп (K_a), а также степень этерификации (СЭ) карбоксильных групп ГК определяли методами, описанными в работах [8,9], соответственно.

Для определения ММ и ММР полисахарида готовили его раствор (2.0-5.0 мг/мл) в растворе подвижной фазы путём перемешивания при комнатной температуре (20°C) в течение 12 часов. Подвижная фаза состояла из 50 мМ NaNO_3 , содержащей 0.01% азид натрия (NaN_3). Растворы полисахаридов фильтровали через фильтр с диаметрами пор 0.45 мкм (Millex HV, PVDF, Millipore Corp., Billerica, MA) перед тем как вводить его в систему высокоэффективной эксклюзионной жидкостной хроматографии (ЭЖХ) в сочетании с вискозиметрическим (Viscostar, Wyatt technology, США) и рефракто-метрическим (Differential refractometer Waters 2410, США) детекторами. Объем ввода образца составлял 200 мкл, а скорость потока поддерживалась на уровне 0.8 мл/мин. Образец вводили трёхкратно и в расчётах использовали среднее значение полидисперсности (M_w/M_n , M_z/M_n), среднечисловую молярную массу (M_n), средневесовую молярную массу (M_w), z-среднюю молярную массу (M_z), характеристическую вязкость $[\eta_w]$ и гидродинамический радиус $[R_h]$. Хроматографические колонки PL-Aquagel OH-60 и PL-Aquagel OH-40 были откалиброваны с использованием ряда стандартных образцов Пуллулана (Showa Denko KK, Япония) с M_w равной: 788 кДа; 667 кДа; 404 кДа; 112 кДа; 47.3 кДа и 22.8 кДа. Все сигналы от двух детекторов были проанализированы с помощью программного обеспечения ASTRA 5.3.4.13 (Wyatt Technology) [10]. Изменение коэффициента преломления в зависимости от концентрации полимера dn/dc в растворе 50 мМ NaNO_3 , равное 0.132, было рассчитано согласно [11].

Результаты и их обсуждения: В таблице 1 представлена динамика распада ПМ КП на МГ и ПВ. Из данных таблицы следует, что в потоке гидролизующего раствора вначале выделяются ПП (при объеме 100-250 мл) в виде как растворимого ПВ, так и геля – МГ. ПВ содержится во всех фракциях, причём уменьшение выхода МГ приводит к росту выхода их в последующих фракциях, что связано с последовательностью реакции распада ПМ.

В то же время, вне зависимости от природы сырья, закономерности распределения ПП с различной структурой во фракциях ПМ остаются схожими. В начале процесса экстрагируются нативные высокомолекулярные ПП, при охлаждении раствора агрегируются в виде МГ, значение выходов которых проходит через максимум, приходящийся на третью фракцию (объем раствора 150 мл).

Таблица 1 – Выход фракций МГ, ПВ и содержание остатков ГК и их СЭ

Номер фракций	Объем выхода, мл	Выход МГ, %	Выход ПВ, %	ГК, %	СЭ, %
F1	50	0	0.25	45.3	40.8
F2	100	1.70	0.35	64.2	56.4
F3	150	8.50	0.40	82.2	63.6
F4	200	4.50	2.20	70.8	72.0
F5	250	1.00	2.90	67.2	76.2
F6	300	0	3.10	65.4	74.4
F7	350	0	3.30	56.9	68.4
F8	400	0	3.50	43.6	60.6
Сумма выхода продуктов гидролиза ПМ		15.7	16.0		

Далее, выход МГ резко снижается, и в области снижения его выхода происходит увеличение выхода полимера с разветвленной структурой – RG, содержание которых в первых трех фракциях было незначительным. Резкое возрастание выхода ПП наблюдается до пятой фракции (объем раствора 250 мл), после чего данная величина стабилизируется, оставаясь практически постоянной в течение всего процесса гидролиз-экстракции. Последовательное увеличение численных значений выходов ПП доказывает поэтапное превращение МГ в ПВ (RG и HG), а затем в ОС.

В связи со значительным возрастанием выхода МГ в динамическом режиме гидролиза ПМ естественным является вопрос о структуре макромолекул и его молекулярных параметрах. Эти физико-химические величины, как правило, измеряются в разбавленном растворе и являются основными параметрами, характеризующими качество полученного ПП.

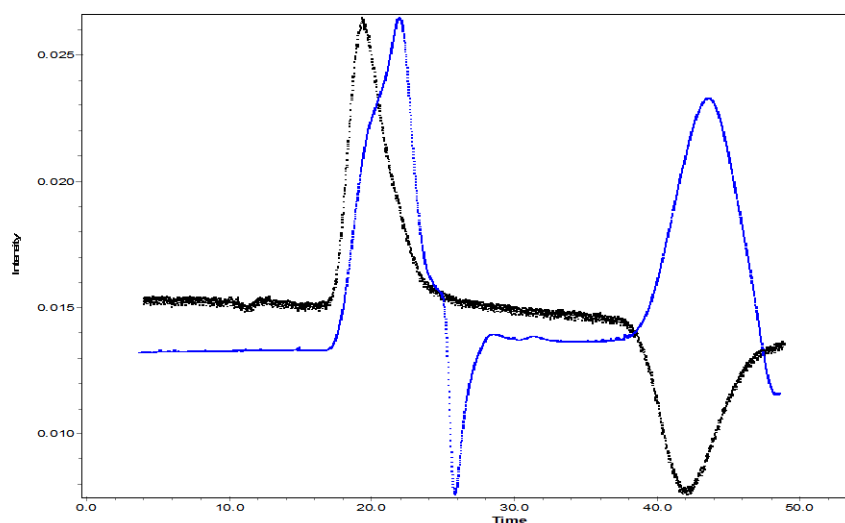


Рисунок 1 – Профиль элюирования фракции F4 на хроматограмме ЭЖХ: сигнал от визкозиметрического (чёрная линия) и рефрактометрического (синяя линия) детекторов.

На рисунке 1 в качестве примера показан профиль элюирования фракции F4 на хроматограмме ЭЖХ: сигнал от визкозиметрического детектора проявляется в виде симметричного максимума, в то время, как сигнал от рефрактометрического детектора в области высокомолекулярных фракций несколько искажен и скорее состоит из двух самопокрывающихся пиков.

На рисунке 2 приведены дифференциальные кривые MMP изученных фракций, полученные с использованием универсальной калибровки и программы ASTRA, предварительно обработанными солевыми растворами, и экстрагированы при pH 2.0.

Молекулярная масса, индекс полидисперсности (M_w/M_n) и гидродинамические параметры для фракций растворимых пектинов и четырёх фракций гели представлены в таблице 2. Полученные

молекулярные параметры фракций пектинов продемонстрируют, что фракции пектинов, которые диффундируют из клеточных стенок за исключением второй фракции мало отличаются по значениям M_w и M_w/M_n . Фракции, представляющие основную часть ПВ (F4-F6) с M_w 130-160 кДа, и относительно полидисперсные ($M_w/M_n = 3-8$) имеют почти одинаковые значения характеристической вязкости.

Как и следовало ожидать, M_w пектинов последних фракций (F7 и F8) уменьшались до 80 кДа, они были полидисперсными, что говорит о смеси экстракции ПВ с гемицеллюлозом.

Форма макромолекул по найденному коэффициенту (а) уравнения Марка-Хаувинка-Сакурада [11] относится к конформации гибкой цепи линейного полимера и имеет гидродинамический радиус, равный 22-29 нм.

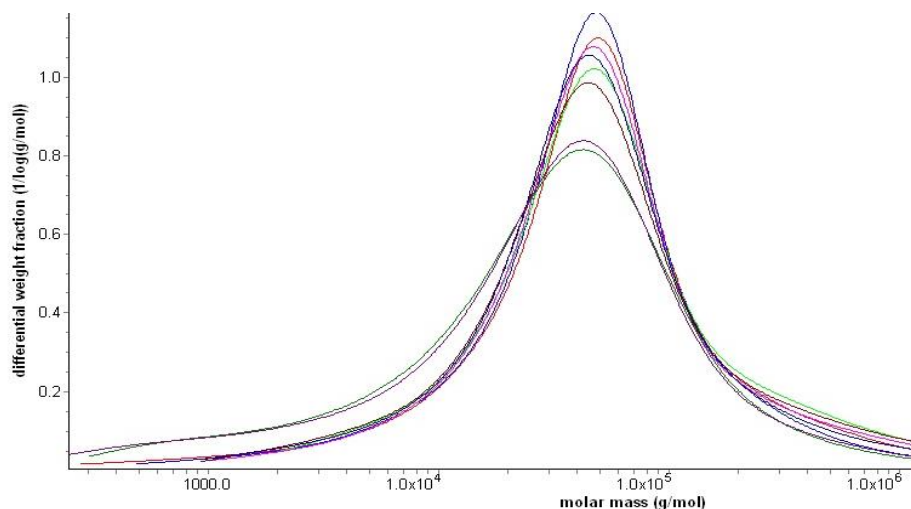


Рисунок 2 – Дифференциальные кривые зависимости массовой доли фракции пектинов (F1-F8) от их молекулярной массы (обозначение пиков сверху вниз: F2, F1, F4, F6, F3, F5, F8, F7)

Таблица 2 – Молекулярные параметры фракций ПП, полученные путем предварительной обработки 2М NaCl и экстракции в колонке при pH 2.0

Фракции пектина	Фракция растворимости						Фракция гели	
	$M_w \cdot e^{-3}$ SEC, кДа	$M_w \cdot e^{-3}$ SEC MALS*, кДа	M_w/M_n	$[\eta]$, дл/г	R_{gz} , нм	a^*	$M_w \cdot e^{-3}$	M_w/M_n
SPD2M-2-F1	130.30		6.25	0.663			34,92	2,6
SPD2M-2-F2	98.70		4.79	0.296			47,62	1,6
SPD2M-2-3f	160.76	139.00	6.13	0.684	29.0	0.769	44,66	3,1
SPD2M-2-4f	149.50	122.00	6.65	0.698	22.0	0.770	39,93	3,4
SPD2M-2-5f	161.50		8.67	0.630				
SPD2M-2-6f	130.90	129.00	3.20	0.636	29.1	0.880		
SPD2M-2-7f	80.41		13.40	0.380				
SPD2M-2-8f	89.60		13.45	0.280				

* Данные по ЭЖХ с детектором многоуглевого лазерного светорассеяния (MALS), предоставленные Н. К. Chau, ERRC ARS USDA (США).

Как видно из данных таблицы 2, мы не обнаружили корреляцию между значениями M_w ПВ, последовательно экстрагированными из колонки в динамическом режиме. Это говорит о том, что макромолекулы пектинов из клеточной стенки подсолнечника экстрагируются поэтапно в

зависимости от растворимости, не по значениям молекулярной массы. Следует также отметить, что значения M_w обнаруженной при помощи ЭЖХ с универсальной калибровки коррелируется с результатами, полученными с применением абсолютного метода определения ММ полимеров – многоуглового лазерного светорассеяния (МУЛС) [12].

Таким образом, полученные данные демонстрируют неоднородность макромолекулы ПП растительного сырья по структуре и составу. Применение метода непрерывного фракционирования в динамическом режиме позволяет получать целевые продукты с регулируемыми физико-химическими характеристиками, что особенно актуально для их целевого применения в медицине и фармацевтике.

ЛИТЕРАТУРА

- Willats, W.G.T. Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel / W.G.T. Willats, J.P. Knox, J. Mikkelsen // Trends Food Sci. Technol. – 2006. – V. 17. – № 3. – P. 97–104.
- Yapo, B.M. Pectic substances: From simple pectic polysaccharides to complex pectins – A new hypothetical model / B. M. Yapo // Carbohydrate Polymers. – 2011. – V. 86. – P. 373–385. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.05.065>
- Muhidinov, Z.K., Ikromi, K.I., Jonmurodov, A.S., Nasriddinov, A.S., Usmanova, S.R., Bobokalonov, J.T., Strahan, G.D., Liu, L.S. Structural characterization of pectin obtained by different purification methods // International Journal of Biological Macromolecules. – 2021. – V.183. – P. 2227–2237.
- <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.05.094>
- Natural Polymers: Volume 1: Composites (Green Chemistry Series, Volume 16) 1st Edition / Ed. Maya J. John, Sabu Thomas // Royal Society of Chemistry. – 2012. – P. 332.
- Francuskiewicz, F. Polymer Fractionation. Berlin: Springer, 1994.
- ЕА Патент 016871. Способ получения пектина из подсолнечника / З.К. Мухидинов, М.Л. Фишман, Л.Ш. Лиу. № 200900674; заяв. 05.05.2009; опуб. 30.08.2012; бюл. № 8.
- Мухидинов, З.К., Халиков, Д.Х., Григорьева, В.Э., Панов, В.П. О структуре гомогалактуронана пектина // Химия природных соединений. – 1993. – №4. – С. 91–95.
- Filisetti-cozzi, C., Carpita, N.C. Метод определения уоновых кислот без учета нейтральных сахаров // Anal. Biochem. – 1991. – P. 197.
- CP Kelco Control methods // Determination of degree of methyl esterification, March 7. –2001. – P.3.
- Muhidinov, Z.K., Teshayev, Kh.I., Dzhonmurodov, A.S., Khalikov, D.Kh., Fishman, M.L. Physico-chemical characterization of pectic polysaccharides from various sources obtained by steam-assisted flash extraction (SAFE) // Macromolecular Symposia. Editors: V. Aseyev, H. Tenhu. – 2012. –V. 317–318 (1). – P. 142–148. <https://doi.org/10.1002/masy.201100108>.
- Teraoka I. Polymer solutions. An Introduction to Physical Properties. John Wiley & Sons, Inc., New York, 2002, p.216.
- Muhidinov, Z.K., Bobokalonov, J.T., Ismoilov, I.B., Strahan, G.D., Chau, H.K., Arland, T., Hotchkiss, A.T., Liu, L.S. Characterization of two types of polysaccharides from Eremurus hissaricus roots growing in Tajikistan // Food Hydrocolloids. – 2020. – V. 105.
- <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105768>.

МАЪЛУМОТ ОИД БА МУАЛЛИФ-СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ-ABAUT AUTHOR

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Икромӣ Хуршед Икром	Икром И Хуршед Икром	Ikromi Khurshed Ikrom
Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title	н.и.т., и.в. дотсент	к.т.н., и.о. доцента	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Ташкилот, Организация, Organization	Донишгоҳи технологии Тоҷикистон	Технологический университет Таджикистана	Technological University of Tajikistan
e-mail	x_teshayev@yahoo.com		
ORCID Id	https://orcid.org/0000-0001-8845-1778		

НАҚЛИЁТ - ТРАНСПОРТ - TRANSPORT

УСУЛҲОИ ТАҲЛИЛИИ ТЕХНИКӢ-ИҚТИСОДИИ КОРХОНАИ НАҚЛИЁТИИ БОРКАШОНӢ ВА МУСОФИРБАРӢ (дар мисоли корхонаи ҶДММ

“Хатлонтранс”- и ш. Бохтар)

Ҷалолзода Д.С., Абдуллоев С.С.

Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

Рушди корхонаҳои нақлиётӣ ҳамчун ҷузъи муҳими системаи нақлиёти кишвар зарур шуморида мешавад. Дар ҷунин шароит танҳо ягона воситаи нақлиёте, ки истифодабарияш афзалиятнок аст, ин воситаи нақлиёти автомобилӣ мебошад. Дар мақола корхонаҳои нақлиётиро ҳамчун ҷузъи ҷудонашавандаи иқтисодиёти имрӯза ва мавзӯи рузафзуну ҷолиб ва муҳим барои омӯхтан маънидод карда шуда, мавқеи онро дар рушди иқтисодиёти миллии мамлакат, таъсири онро дар саноатикунони босуръати мамлакат ва ба минтақаи транзитӣ табдил ёфтани он мавриди барраси қарордода шудааст. Инчунин дар мақола, усулҳои таҳлилии техникӣ-иқтисодии корхонаи нақлиётии боркашонӣ ва мусофирбарӣ дар мисоли корхонаи нақлиётии ҶДММ “Хатлонтранс”-ро мавриди омӯзиш қарор дода, усулҳои таҳлилии ва пешниҳодҳои зарурӣ барои рушди корхонаҳои нақлиётии боркашонӣ ва мусофирбарӣ дар шароити муосир пешниҳод карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: корхона, нақлиёт, инфрасохтори нақлиётӣ, иқтисодиёти миллий, усулҳои таҳлилӣ, системаи нақлиётӣ, сохтори корхона, саноатикунонӣ, боркашонӣ, мусофирбарӣ.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ГРУЗОПАССАЖИРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ (на примере ООО «Хатлонтранс» в г. Бохтар)

Джалолзода Д.С., Абдуллоев С.С.

Развитие транспортных предприятий считается важной частью транспортной системы страны. В таких обстоятельствах единственным транспортным средством, которое имеет приоритетное использование, является автомобиль. В статье транспортные предприятия определяются как неотъемлемая часть современной экономики и развивающаяся, интересная и важная тема для изучения, а также рассматривается их роль в развитии национальной экономики, влияние на стремительную индустриализацию страны и превращение в транзитную зону. В статье также рассмотрены технико-экономические методы анализа деятельности грузопассажирского транспортного предприятия на примере транспортного предприятия ООО «Хатлонтранс» и приведены необходимые аналитические методы и рекомендации по развитию грузопассажирских транспортных предприятий в современных условиях.

Ключевые слова: предприятие, транспорт, транспортная инфраструктура, народное хозяйство, аналитические методы, транспортная система, структура предприятия, индустриализация, грузоперевозки, пассажирские перевозки.

TECHNICAL AND ECONOMIC METHODS OF ANALYSIS FREIGHT AND PASSENGER TRANSPORT ENTERPRISE (on the example of “Khatlontrans” LLC in the city of Bokhtar)

Jalolzoda D.S., Abdulloev S.S.

The development of transport enterprises is considered an important part of the country's transport system. In such circumstances, the only vehicle that has priority use is the car.

The article defines transport enterprises as an integral part of the modern economy and a developing, interesting and important topic for study, and also discusses their role in the development of the national economy, the impact on the country's rapid industrialization and transformation into a transit zone. The article also discusses the technical and economic methods for analyzing the activities of a cargo-passenger transport enterprise using the example of the transport enterprise Khatlontrans LLC and provides the necessary analytical methods and recommendations for the development of passenger-and-freight transport enterprises in modern conditions.

Key words: enterprise, transport, transport infrastructure, national economy, analytical methods, transport system, enterprise structure, industrialization, cargo transportation, passenger transportation.

Дар сохтори системаи нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон корхонаҳои нақлиётии автомобилӣ дар соҳаи хизматрасонӣ нақши муҳимро мебозанд, зеро он зиёда аз 90 фоизи интиқолдиҳиро дар дохили кишвар ба анҷом мерасонанд. Корхонаҳои нақлиётӣ дар мамлакат ҳамчун як унсuri калони системаи иқтисодиёт баррасӣ мешаванд, инчунин барои муносибатҳои иқтисодӣ дар соҳаи мумоилот аз рӯи ҳама намудҳои нақлиёт, аз ҷумла шахрӣ, саноатӣ (технологӣ) ва махсусгардонидашуда хизмат мекунанд.

Яке аз ҳадафҳои стартегии ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки саноатикунони босуръати мамлакат мебошад, рушди корхонаҳои нақлиётии минтақаҳои ҷумҳурӣ яке аз масъалаҳои калидӣ шуморида мешавад, ки метавонад дар ҳалли масъалаҳои ба минтақаи транзитӣ табдил додани Ҷумҳурии Тоҷикистон мусоидат намояд.

Корхонаҳои нақлиётии боркаш ва мусофирбарро зарур аст, ки барои ноил шудан ба ин ҳадафҳои гузошта шуда ва рақобатпазир будан дар бозори хизматрасонии нақлиётӣ, таҳлилҳои саривақти намуда вобаста ба арзаю тақозои бозор дар қадом сатҳ қарордоштани корхонаҳоро муайян намоянд. Дар робита ба таҳлили корхонаҳои нақлиётӣ, таҳлили инфрасохторҳои нақлиётӣ ва сатҳи сифтаи хизматрасонии нақлиётӣ дар минтақаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, корҳои илмӣ зиёде бахшида шудаанд [1-6].

Дар мувофиқа ба омӯзиш, таҳқиқ ва мушоҳидаҳо, тасмим гирифтм, ки маълумотҳои оморӣ ҶДММ “Хатлонтранс”-ш. Бохтар ва РМД “НАВАХЛ”-и минтақаи Бохтар, аз давраи соли 2012-ум то соли 2019-умро истифода намуда, яқчанд роҳ ва усулҳои таҳлили корхонаҳои боркашонӣ ва мусофирбариро оиди таҳлили техникӣ-иқтисодии корхонаҳо пешниҳод намоем.

Дар корхонаи нақлиёти автомобилӣ, чун дар дигар соҳаҳои хоҷагии халқ, рушди техникӣ яке аз воситаҳои муҳими баландшавии маҳсулнокии меҳнат, беҳтаршавии сифат ва пастшавии арзиши асли ба шумор меравад. Инчунин барои дар давоми сол банақшагирии корхона таҳлили даромаднокии ва хароҷоти истеҳсолии солони корхона яке аз масъалаҳои муҳим дар корхона баҳисоб меравад. Дар корхонаи таҳлилшавандаи ҶДММ “Хатлонтранс”-ш. Бохтар, мувофиқи маълумотҳои ҳамаҷумла нақли боркашонӣ ва мусофирбарӣ дар солҳои 2012-2019-ум нишон медиҳад, ки сатҳи хизматрасонии нақлиёти афзоиш ёфта истодааст.

Ҳангоми иҷрои нақшаи мусофирбарӣ ва боркашонӣ аввалан тамоми ҷамъбастиҳои иҷрои нақшаро аз рӯи шумораи мусофирони кашонида шуда ва бор (тонна), авто – мусофир – соати кор, авто – тонна – соати кор, тавсиф медиҳанд. Барои ҳулосаи дуруст оид ба фаъолияти истеҳсолии корхона барқароркунии дараҷаи иҷрои нақшаи кашониш дар давраи таҳлили нопурра аст. Ин моро водор месозад, ки ҳаҷми кашонишро тартиб диҳем, иҷроиш як қатор давраҳои мавҷударо бубинем, ки оид ба динамикаи ҳаҷми кашониш чиқадар маълумот медиҳад. Дар ин ҳолат лозим аст, ки сабабҳои шартӣ ин ё он динамикаи ҳаҷми кашониш ва гардиши мусофирон ва борро тартиб диҳем.

Барои ин, баланд бардорӣ ҳаҷми кашониш қулайтар буда, гоҳе пастшавии суръати рушд на ҳама вақт пастравии кори корхонаро шаҳодат медиҳад. Камшавии ҳарсолаи рушди ҳаҷми кашониш метавонад, ки тағйироти талаботи мусофирбарӣ ва боркашонӣ мизочонро аниқ намояд, инчунин тағйироти миқдори автомобилҳо дар корхона, сохтори парки автомобилӣ, масофаи кашониш ва яқчанд сабабҳои дигарро муайян гардонад. Ҳаммаи ин бояд ҳангоми таҳлили суръати равнақи ҳаҷми кашониш ҳисоб карда шаванд.

Ахбороти муфиде, ки динамикаи дидашавандаро эзоҳ медиҳад, метавонад аз муқоисаи суръати равнақи истеҳсолот аз рӯи нақша ва амалия ба даст орад. Агар динамикаи амалия бо нақша мувофиқват кунад ва дигар, агар вай дар натиҷаи пастравии суръати рушди нақшаи додашуда шавад ҳарду як натиҷа ё як кор доништа мешавад. Баъзан ҳолатҳо бархе аз пастравии суръати рушд дар ҳуди нақша дида мешавад. Барои он ки мушоҳида гардад, бояд ҳатман таҳлили динамикаи истифодаи нишондиҳандаҳои таркиби ҳаракаткунанда гузаронида шавад.

Ахбороти солони, чоряки ва моҳонаро истифода карда метавонем, ки афзоиши мутлақи кашониш, суръати равнақ, қимати мутлақи 1%-и суръатро ҳисоб кунем. Нишондиҳандаҳои додашуда ҳангоми таснифи кашониш дар давраи таҳлили барои муқоисаи он ба давраи гузашта истифода мешавад. Барои таснифи динамикаҳо, суръати рушди ҳаҷми кашониш ва гардиши мусофирон ва ё ин ки гардиши бор дар асоси ягон сол, ё моҳи яқум ё чоряки яқум гирифта мешавад. Мо саравал таҳлили хизматрасонии мусофирбарӣ дар корхонаро дида мебароем.

Мутобиқи нишондодҳои оморӣ ва маълумотҳое, ки аз корхона ва аз РМД “НАВАХЛ”-и минтақаи Бохтар, ба даст омадааст, нишондиҳандаҳои ҳаҷми мусофирбарӣ, гардиши мусофирон ва теъдоди автомобилҳои фаъолият кунанда дар корхонаи ҶДММ “Хатлонтранс” сол аз сол афзуда истодааст. Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки агар дар соли 2012-ум ба 86,84 ҳазор мусофир хизмат расонида шуда бошад, пас ин нишондод дар соли 2016-ум ба 717,26 ҳаз.мус. ва дар соли 2019-ум 2254,05 ҳаз.мусоф. расидааст, яъне хизматрасонии мусофирбарӣ дар соли 2019-ум ба мусофирон нисбат ба соли 2012-ум 25,9 маротиба афзудааст [7].

Ҷадвали 1. - Динамикаи иҷроиш ҳамаҷумла нақли мусофирбарӣ дар корхонаи нақлиёти ҶДММ “Хатлонтранс”-и ш. Бохтар

ҶДММ “Хатлонтранс”-и ш. Бохтар						
Солҳо	Ҳаҷми мусофирбарӣ (ҳаз.мус.)			Гардиши мусофирбарӣ (млн.мус.км)		
	Нақша	Иҷро	% нисбат ба нақша	Нақша	Иҷро	% нисбат ба нақша
Соли 2012	80,0	86,84	108,6	1740,0	1825,30	104,9
Соли 2013	307,34	326,80	106,3	8723,0	9011,34	103,3
Соли 2014	138,0	276,0	200,0	13200,0	20690,0	156,7
Соли 2015	432,0	698,41	161,7	17320,0	24741,60	142,8
Соли 2016	639,0	717,26	112,2	27600,0	29441,0	106,7
Соли 2017	564,0	601,0	106,6	30300,0	31593,0	104,3
Соли 2018	1775,0	1483,15	83,6	36400,0	38628,35	106,1
Соли 2019	3155,0	2254,05	71,5	47150,0	85261,14	2,2 бар
2019-2016 %	3,1 бар			2,8 бар		

Манбаъ: аз ҷониби муаллиф дар асоси маълумотҳои РМД “НАВАХЛ” дар минтақаи Бохтар солҳои 2012 – 2019-ум, тартиб дода шудааст.

Нишондодҳои ҳаҷми гардиши мусофирбарӣ чадвали 1, аз он дарак медиҳанд, ки дар давоми ҳашт соли таҳлил шаванда 46,7 маротиба боло рафтааст, яне ин нишондиҳанда дар соли 2012-ум 1825,30 млн.мус.км-ро ташкил дода, соли 2016-ум 29441,0 млн.мус.км. ва соли 2019-ум 85261,14 млн.мус.км.-ро дар бар мегирад. Нишондиҳандаи ҳаҷми гардиши мусофирбарӣ дар соли 2019-ум нисбат ба дурнамои ҳаминсол 2,2 маротиба боло рафта, нисбат ба соли 2016-ум 2,8 баробар афзудааст. Из нишондодҳои чадвали 1, мушоҳида намудан мумкин аст, ки нақшаи ҳаҷми мусофирбарӣ солҳои 2018-2019-ум иҷро нашудаанд, вале нисбат ба соли гузашта фарқияти зиёд дорад. Илова бар ин дар соли 2019-ум нисбат ба соли 2017-ум, шумораи воситаи нақлиёти мусофирбарии корхона аз ҳисоби ронандагони нақлиёти шахсӣ аз 90 адад ба 193 адад, яъне 114 % зиёд шудааст, ки ин аз як тараф барои ба қор таъмин намудани аҳолии бекор мусоидат намуда, аз тарафи дигар барои пардохт намудани андозҳои ҷорӣ ба буҷаи маблағи алоҳидаеро илова менамояд.

Рушди мутлақ ($A_{руш.мут.}$) – ро аз рӯи ҳисоби дараҷаи ояндаи ҳаҷми мусофирбарӣ ва гардиши мусофирбарӣ нисбат ба дараҷаи гузашта дар асоси ифодаи зерин мегиранд:

$$A_{руш.мут.} = P_{ниш.тах.} - P_{ниш.зам.};$$

дар ин ҷо:

$P_{ниш.тах.}$ ва $P_{ниш.зам.}$ – нишондиҳандаҳо вобаста ба марҳилаҳои таҳлили заминавӣ.

Аз рӯи ҳаҷми мусофирбарӣ (Q):

$$A^1_{руш.мут.} = (2016) P_{ниш.тах.} - (2012) P_{ниш.зам.} = 717,26 - 86,84 = 630,42 \text{ ҳаз.мус.}$$

$$A^2_{руш.мут.} = (2019) P_{ниш.тах.} - (2016) P_{ниш.зам.} = 2254,05 - 717,26 = 1536,79 \text{ ҳаз.мус.}$$

$$A^3_{руш.мут.} = (2019) P_{ниш.тах.} - (2012) P_{ниш.зам.} = 2254,05 - 86,84 = 2167,21 \text{ ҳаз.мус.}$$

Аз рӯи гардиши мусофирон (P):

$$A^1_{руш.мут.} = (2016) P_{ниш.тах.} - (2012) P_{ниш.зам.} = 29441,0 - 1825,30 = 27615,7 \text{ ҳаз.мус.км.}$$

$$A^2_{руш.мут.} = (2019) P_{ниш.тах.} - (2016) P_{ниш.зам.} = 85261,14 - 29441,0 = 55820,14 \text{ ҳаз.мус.км.}$$

$$A^3_{руш.мут.} = (2019) P_{ниш.тах.} - (2012) P_{ниш.зам.} = 85261,14 - 1825,30 = 83435,84 \text{ ҳаз.мус.км.}$$

Суръати рушди ($T_{сур.руш.}$) ҳаҷми мусофирбарӣ ва ҳаҷми гардиши мусофирбарӣ аз рӯи ифодаи зерин муайян намудан мумкин аст:

$$T_{сур.руш.} = (P_{ниш.тах.} / P_{ниш.зам.}) \times 100 - 100;$$

$$T_{сур.руш.} = (A_{руш.мут.} / P_{ниш.зам.}) \times 100;$$

Аз рӯи ҳаҷми мусофирбарӣ (Q):

$$T^1_{сур.руш.} = (P_{ниш.тах.} / P_{ниш.зам.}) \times 100 - 100 = 717,26 / 86,84 \times 100 - 100 = 725,9 \text{ (7,2 бар)};$$

$$T^2_{сур.руш.} = (P_{ниш.тах.} / P_{ниш.зам.}) \times 100 - 100 = 2254,05 / 717,26 \times 100 - 100 = 214,2 \text{ (2,1 бар)};$$

$$T^3_{сур.руш.} = (P_{ниш.тах.} / P_{ниш.зам.}) \times 100 - 100 = 2254,05 / 86,84 \times 100 - 100 = 2495,6 \text{ (24,9 бар)};$$

Аз рӯи гардиши мусофирон (P):

$$T^1_{сур.руш.} = (P_{ниш.тах.} / P_{ниш.зам.}) \times 100 - 100 = 29441,0 / 1825,30 \times 100 - 100 = 1512,9 \text{ (15,1 бар)};$$

$$T^2_{сур.руш.} = (P_{ниш.тах.} / P_{ниш.зам.}) \times 100 - 100 = 85261,14 / 29441,0 \times 100 - 100 = 189,6$$

$$T^3_{сур.руш.} = (P_{ниш.тах.} / P_{ниш.зам.}) \times 100 - 100 = 85261,14 / 1825,30 \times 100 - 100 = 4516,2 \text{ (45,1 бар)};$$

Қимати мутлақии 1% - и рушд дар давоми сол метавонад, ки гуногун шавад. Барои ҳисоби ин нишондиҳанда лозим мешавад, ки фоизҳои бадаст омадаи рушди ҳаҷми мусофирбарӣ ва гардиши мусофирбариро бо яқоягии суммаҳои мутлақии тавсифдиҳанда дида бароем. Қимати 1% -и рушд ($A_{1\%}$)-ро аз мутаносибии қимати афзоиши мутлақ бо суръати рушд, ки бо фоиз ҳосил мешавад ёфтан мумкин аст.

$$A_{1\%} = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.};$$

Аз рӯи ҳаҷми мусофирбарӣ (Q):

$$A^1_{1\%} = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.} = 630,42 / 725,9 = 0,86 \%$$

$$A^2_{1\%} = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.} = 1536,79 / 214,2 = 7,1 \%$$

$$A^3_{1\%} = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.} = 2167,21 / 2495,6 = 0,86\%$$

Аз рӯи гардиши мусофирбарӣ (P):

$$A^1_{1\%} = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.} = 27615,7 / 1512,9 = 18,2\%$$

$$A^2_{1\%} = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.} = 55820,14 / 189,6 = 294,4\%$$

$$A^3_{1\%} = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.} = 83435,84 / 4516,2 = 18,4$$

Аз нишондодҳо ва таҳлилҳои ҳаҷми мусофирбарӣ ва гардиши мусофирон дар корхонаи нақлиёти ЧДММ “Хатлонтранс”-и ш. Бохтар, хулоса намудан мумкин аст, ки тайи солҳои таҳлилшаванда яъне аз соли 2012 то соли 2019-ум корхона фаъолияти бо самар дошта, дар ин баробар дар пешрафт ва рушди минтақа дар хизматрасонии мусофирбарӣ таъсири назаррас гузоштааст.

Дар корхонаҳои нақлиётӣ боркашонӣ иҷроиши нақшаи боркашонӣ яке масъалаҳои калидии даромаднокии корхона баҳисоб меравад. Иҷроиши нақшаи пеш аз ҳама ба дуруст ташкил кардани кори парки автомобилӣ, яъне дар ҳолати хуби техникаӣ нигоҳ доштани автомобилҳои боркаш вобастагии калон дорад.

Ҳангоми таҳлил ва мушоҳидаҳо аз корхонаи ҶДММ “Хатлонтранс”, тасмим гирифтём, ки таҳлили иҷроиши нақшаи боркашониро дар мувофиқа бо ҳисоботҳои солони корхона ва РМД “НАВАХЛ”-и минтақаи Бохтар, аз давраи соли 2012-ум то соли 2019-ум ҳисоб карда бароем. Таҳлили иҷроиши нақшаҳои боркашонӣ бо чунин нишондиҳандаҳо ифода меёбанд:

Баҳо додан ба факторҳои алоҳидаи ҳаҷми бори мекашонидагӣ;

Аз худ кардан ва баланд бардоштани самаранокии иҷроиши нақшаи боркашонӣ;

Дуруст тартиб додани шартномаи дучониба ва қадвали ҳаракати автомобилҳо дар роҳи таъин шуда.

Иҷроиши нақшаи боркашонӣ, бо ду роҳи асосӣ муайян карда мешавад:

Ҳаҷми умумии боркашонӣ бо ҳисоби тонна (Т);

Гардиши боркашонӣ бо ҳисоби тонна-километр (ТКМ).

Истгоҳи асосии автомобилҳои боркаши корхонаи таҳлил шаванда, истгоҳи автоваказали ш. Бохтар ва истгоҳи автомобилии бозори Ҳочи Шариф мебошад. Автомобилҳои боркаши контейнерии корхона барои кашонидани молу маҳсулоти хурукворӣ, либоса, молҳои рузгор ва масолеҳи сохтмонӣ аз ҷумлаи тахта, шифр арматур ба шаҳри Душанбе, ки масофаи он 93,5 км.-ро ташкил медиҳад ва ш. Хучанд, ки масофаи он 440 км.-ро ташкил медиҳад, вобаста ба дархости мизоҷ ва шартномаи байни онҳо сафарбар карда мешаванд. Инчунин вобаста ба дархости аҳолии ноҳияҳои гириду атрофи ш. Бохтар аз ноҳияи Ёвон, ки масофаи он 92,5 км.-ро ташкил медиҳад масолеҳи сохтмонии сement интиқол дода мешавад.

Мувофиқи маълумотҳое, ки аз корхона ба даст омадааст, автомобилҳои боркаши худҳоликунӣ корхона, ки дар истгоҳи автоваказали ш. Бохтар меистанд, мувофиқи дархости шаҳрвандони ноҳияҳои гирду атрофи ш. Бохтар ба кашонидани масолеҳи сохтмонии сангу шағал ва қум ба карерае, ки дар маҷрои дарёи Вахш ҷойгир аст, ки масофаи миёнаи он 10 км.-ро ташкил медиҳад равон карда мешавад. Инчунин ин намуди автомобилҳо вобаста ба дархости аҳолии барои кашонидани хишти пухташуда ба заводи хиштбарории ш. Сарбанд, ки масофаи миёнаи он 20 км.-ро ташкил медиҳад равона карда мешаванд. Умуман корхонаи ҶДММ “Хатлонтранс” барои кашонидани бор ва молу маҳсулоти ниёзи мардум дар минтақаи Бохтар ва берун аз он ҷойи махсуси худро ишғол мекунад.

Таҳлили иҷроиши нақшаи ҳаҷми боркашонии корхона аз давраи соли 2012-ум то давраи соли 2019-ум нишон медиҳад, ки ҳаҷми умумии боркашонӣ дар соли 2012-ум 195,75 ҳаз.тоннаро ташкил дода нисбат ба нақшаи ҳамин давра 115,0 фоиз иҷро гардидааст. Нишондоҳои ҳаҷми боркашонӣ дар давоми ҳаштсоли таҳлилшаванда назаррас буда соли 2019-ум ба 520,62 ҳаз.тонна баробар шудааст, ки нисбат ба соли 2016-ум 2,5 маротиба ва нисбат ба соли 2012-ум 2,6 маротиба рушд намудааст. Аз нишондодҳои қадвали 2. бар меояд, ки ҳаҷми гардиши боркашонӣ дар корхона соли 2019-ум нисбат ба нақшаи ҳаминсол 2,3 маротиба боло рафта фарқияти он 108710,43 млн.тон.км.-ро ташкил медиҳад [7].

Нишондиҳандаи ҳаҷми боркашонӣ соли 2019-ум нисбат ба соли 2016-ум 7,7 маротиба ва нисбат ба соли 2012-ум 9,2 маротиба рушд намудааст, ки фарқияти он нисбат ба соли 2012-ум 166817,43 млн.тон.км. мебошад. Ҷамъи умумии ҳаҷми гардиши боркашонӣ дар корхонаи ҶДММ “Хатлонтранс” солҳои 2012-2019-ум 440644,18 млн.тон.км. ташкил медиҳад.

Қадвали 2. - Динамикаи иҷроиши ҷамлу нақли боркашонӣ дар корхонаи

ҶДММ “Хатлонтранс”-и ш. Бохтар

ҶДММ “Хатлонтранс”-и ш. Бохтар						
Солҳо	Ҳаҷми боркашонӣ (ҳаз.тонна.)			Гардиши боркашонӣ (млн.тонна.км)		
	Нақша	Иҷро	% нисбат ба нақша	Нақша	Иҷро	% нисбат ба нақша
Соли 2012	170,20	195,75	115,0	19400,0	20193,0	104,1
Соли 2013	181,90	183,15	100,7	18588,0	19105,0	102,8
Соли 2014	234,0	311,70	133,2	26000,0	37900,0	145,8
Соли 2015	190,40	341,40	179,3	22800,0	34572,0	151,6
Соли 2016	183,0	202,99	110,9	23200,0	24020,0	103,5
Соли 2017	206,0	224,0	108,7	24400,0	25687,0	105,3
Соли 2018	305,0	415,29	136,2	28500,0	92161,75	323,4
Соли 2019	388,0	520,62	134,2	78300,0	187010,43	238,8
2019-2016 %	2,6 бар			7,7 бар		

Манбаъ: аз ҷониби муаллиф дар асоси маълумотҳои РМД “НАВАХЛ” дар минтақаи Бохтар солҳои 2012 – 2019-ум, тартиб дода шудааст.

Аз нишондиҳандаҳое, ки дар қадвали 2, оварда шудааст рушди мутлақ, суръати рушд ва ҳаҷми аналитикии боркашониро дар корхонаи таҳлилшаванда дида мебароем.

Дар ин ҷо, рушди мутлақро бо ($A_{руш.мут.}$) ишора намуда аз руи чуни формула ҳисоб намудан мумкин аст:

$$A_{руш.мут.} = P_{ниш.тах.} - P_{ниш.зам.}$$

Дар ин ҷо: P_n ва P_b – нишондиҳандаи таҳлили дар вақти муайян.

($A_{руш.мут.}$) – ро бо нишондиҳандаҳои ҷадвали 9. ҳисоб мекунем.

Аз рӯи ҳаҷми боркашонӣ (Q):

$$2016 - 2012 (A_{руш.мут.}) = 202,99 - 195,75 = 7,24 \text{ ҳаз.тон.}$$

$$2019 - 2016 (A_{руш.мут.}) = 520,62 - 202,99 = 317,63 \text{ ҳаз.тон.}$$

$$2019 - 2012 (A_{руш.мут.}) = 520,62 - 195,75 = 324,87 \text{ ҳаз.тон.}$$

Аз рӯи ҳаҷми гардиши боркашонӣ (P):

$$2016 - 2012 (A_{руш.мут.}) = 24020,0 - 20193,0 = 3827 \text{ млн.тон.км.}$$

$$2019 - 2016 (A_{руш.мут.}) = 187010,43 - 24020,0 = 162990,43 \text{ млн.тон.км.}$$

$$2019 - 2012 (A_{руш.мут.}) = 187010,43 - 20193,0 = 166817,43 \text{ млн.тон.км.}$$

Суръати рушдро аз рӯи ҳаҷми боркашонӣ ва гардиши боркашонӣ бо чунин формула ҳисоб намудан мумкин аст, ки мо дида мебароем:

$$T_{сур.руш.} = \frac{P_{ниш.тах.}}{P_{ниш.зам.}} \times 100;$$

Аз рӯи ҳаҷми боркашонӣ (Q):

$$2016 - 2012 T_{сур.руш.} = \frac{7,24}{195,75} \times 100 = 3,7\%$$

$$2019 - 2016 T_{сур.руш.} = \frac{301,63}{202,99} \times 100 = 148,5\%$$

$$2019 - 2012 T_{сур.руш.} = \frac{324,87}{195,75} \times 100 = 166,5\%$$

Аз рӯи ҳаҷми гардиши боркашонӣ (P):

$$2016 - 2012 T_{сур.руш.} = \frac{3827}{20193,0} \times 100 = 19\%$$

$$2019 - 2016 T_{сур.руш.} = \frac{162990,43}{24020,0} \times 100 = 678,5 \text{ (6,7бар)}$$

$$2019 - 2012 T_{сур.руш.} = \frac{166817,43}{20193,0} \times 100 = 826,1 \text{ (8,2бар)}$$

Қимати як фоизаи рушд ($A_{1\%}$)-ро аз мутаносиби қимати рушди мутлақ бо суръати рушд, ки бо фоиз ҳосил мешавад аз рӯи ҳаҷми боркашонӣ ва гардиши боркашонӣ бо ифодае, ки қимати як фоизаи рушди ҳаҷми мусофирбариро ҳисоб намудем муайян намудан аст.

$$A_{1\%} = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.};$$

Аз рӯи ҳаҷми боркашонӣ (Q):

$$A_{1\%}^1 = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.} = 7,24 / 3,7 = 2\%$$

$$A_{1\%}^2 = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.} = 317,63 / 148,5 = 2,1\%$$

$$A_{1\%}^3 = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.} = 324,87 / 166,5 = 2\%$$

Аз рӯи ҳаҷми гардиши боркашонӣ (P):

$$A_{1\%}^1 = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.} = 3827 / 19 = 201,4\%$$

$$A_{1\%}^2 = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.} = 162990,43 / 678,5 = 240,2\%$$

$$A_{1\%}^3 = A_{руш.мут.} / T_{сур.руш.} = 166817,43 / 826,1 = 202\%$$

Корхона дар давоми солҳои таҳлилшаванда яъне аз соли 2012-ум то соли 2019-ум ба натиҷаҳои назаррас дар хизматрасонии боркашонӣ расидааст. Аз таҳлилҳои дар боло овардашуда бар меояд, ки суръати рушди ҳаҷми боркашонӣ соли 2019-ум нисбат ба соли 2016-ум 148,5 фоизро ташкил дода, нисбат ба соли 2012-ум 166,5 фоизро дар бар мегирад.

Аз рӯи ҳаҷми гардиши боркашонӣ мо бубинем, соли 2019-ум нисбат ба соли 2016-ум 6,7 баробар ва нисбат ба соли 2012-ум 8,2 баробар боло рафтааст. Ҳисоботҳое, ки дар боло кардашудааст ба рушди мутлақ назар андозем дар давоми ҳашт соли таҳлил шаванда ҳаҷми боркашонӣ 324,87 ҳаз.тон. ва гардиши боркашонӣ 166817,43 млн.тон.км. боло рафтааст.

Дар мувофиқа бо маълумотҳои омории корхонаи ЧДММ “Хатлонтранс”-и ш. Бохтар, таҳлили техникӣ-иқтисодии корхонаи мазкурро бо усули индексии таҳлил дида мебароем.

Усули мазкури таҳлил, ки бо истифодаи индексҳои агрегатӣ (факторӣ) асосе ҷифтааст, чун василаи аусули ихроҷ кардан шарҳ додан лозим аст. Тарҳрезии моделҳои (амсилаҳои) падидаҳои иқтисодӣ ва ё равандҳо бо истифодаи чунин индексҳо ихроҷ кардани омилҳои ҷудогонаро бо нишондодҳои ниҳой имкон медиҳад. Индекс ҳамчун бузургии нисбӣ, динамикаи муваққатии нишондоди индексшаванда, сатҳи аҳамияти базавӣ ва ғайраро нишон медиҳад. Бачурин Александр Афанасевич дар он нуқтаи назар аст, ки “бартарияти усули индексии таҳлил аз он иборат аст, ки вай ба муайян намудани таъсири омилҳо на танҳо дар воҳидҳои мутлақ, балки нисбӣ имкон медиҳад” [6. С.50].

Нишондод – фактор ҷудогона не, балки дар алоқамандӣ бо дигар омилҳо баррасӣ мешавад. Барои ҳамин ҳам, индекс одатан, аз якчанд компонентҳо (ҷузъҳо), ки нишондоди индексшаванда ва хусусияти вазнии онро мефаҳмонанд, иборат мебошад.

Бигзор нишондод – натиҷа ба ду ҳамзарбхуранда $Y = ab$, баробар бошад.

Индекси он ба пайдоиши индексҳои элементҳо, ки ба формулаи зерин дохил аст, баробар мебошад, яъне [1. С.51].

$$l_Y = l_a l_b .$$

$$l_Y = \frac{\sum a^a b^a}{\sum a^b a^b}, \quad l_a = \frac{\sum a^a b^b}{\sum a^b a^b}, \quad l_b = \frac{\sum a^a b^a}{\sum a^b a^b},$$

$$l_Y = \frac{\sum a^a b^b}{\sum a^b a^b} \cdot \frac{\sum a^a b^a}{\sum a^b a^b} .$$

Дар ҳолати зерин аломати сумма нишон медиҳад, ки яке аз нишондодҳо – факторҳо метавонад ба ҷойи якдигар ояд.

Бо истифода аз методи индексӣ таъсири нишондод – факторҳои ҷудогона ба тағйири мутлақии нишондод – натиҷа муайян гардида, маҳраҷи формула барои ёфтани индекси мувофиқро аз сурати он имконпазир мешавад [6. С.51]:

$$\Delta Y_a = \sum a^a b^b - \sum a^b b^b, \quad \Delta Y_b = \sum a^a b^a - \sum a^a b^b .$$

Бо ёрии усули индексӣ тағйироти сохторӣ, яъне дигаргун шудани ҳиссаҳои гурӯҳи муайяни бузургӣҳо дар маҷмӯъ миқдор, барои мисол ҳиссаи категорияҳои алоҳидаи кормандон дар шумораи умумии корхонаи нақлиёти автомобилӣ.

Назариҳои индексҳо дар моделҳои муқараркунию таҳлилий фактори ададҳои каратӣ ва мултипликативӣ (фузунсозӣ) истифода бурдан мумкин аст.

Маълумоти аввалини дар ҷадвали 3. овардашударо истифода бурда, таъсири нишондод – факторҳо ба коркарди W , т·км/с, ки чун кори нақлиётӣ, ки аз тарафи як автомобил дар ҳиссаи вақт иҷро гардидааст, ҳисоб мекунем:

$$W = \frac{Q l_n}{A_3 T_n}$$

Дар ин ҷо:

Q - ҳаҷми умумии боркашонӣ, (т); l_n - масофаи миёнаи боркашонӣ, (км); A_3 – Шумораи миёнаи миқдори автомобилҳо, ки истифода мешаванд; T_n – давомнокии кори автомобил дар наряд (иҷрои супориш), (соат).

Ҷадвали 3 - Маълумотҳо барои таҳлил бо усули индексӣ дар корхонаи нақлиёти ҶДММ “Хатлонтранс”-и ш. Бохтар, соли 2019-ум

Нишондодҳо	Ифода		Фарқияти мутлақии нишондодҳо
	Базисӣ	Аслий	
Ҳаҷми умумии боркашонӣ Q , (т)	1293	1734 (1,341)	441
Масофаи миёнаи боркашонӣ, l_n (км)	202	360 (1,782)	158
Шумораи миёнаи миқдори автомобилҳо, ки истифода мешаванд, A_3	203	202 (0,99014)	-1
Давомнокии кори автомобил дар наряд (иҷрои супориш), (соат) T_n	8,3	8,8 (1,0602)	0,5
Коркарди W , т·км/автосоат	155,01	351,37 (2,27)	196,36

Манбаъ: дар асоси ҳисоботҳои бухгалтерии корхонаи ҶДММ “Хатлонтранс”-и ш. Бохтар дар соли 2019-ум тартиб дода шудааст.

Эзоҳ: дар қавс индексҳои ба нишондодҳо мувофиқ оварда шудааст.

Истифодаи базисии (бунёдии) коркарди т·км/автосоат ба

$$W^b = \frac{Q^b l_n^b}{A_3^b T_n^b} = \frac{1293 \times 202}{203 \times 8,3} = \frac{261186}{1684,9} = 155,01 \text{ баробар буда,}$$

ва ифодаи аслии он ба

$$W^a = \frac{Q^a l_n^a}{A_3^a T_n^a} = \frac{1734 \times 360}{202 \times 8,8} = \frac{624600}{1777,6} = 351,37 \text{ баробар мебошад.}$$

Индекси коркард баробар аст ба:

$$I_w = \frac{W^a}{W^b} = \frac{Q^a l_n^a}{A_3^a T_n^a} \cdot \frac{A_3^b T_n^b}{Q^b l_n^b} = \frac{I_Q I_{l_n}}{I_{A_3} I_{T_n}} = \frac{1,341 \times 1,782}{0,99014 \times 1,0602} = \frac{2,3896}{1,0497} = 2,2764$$

Тағйири мутлақии умумии коркард т·км/автосоат чунин навишта шуда баробар мебошад ба:

$$\Delta W = W^a - W^b = W^b \left(\frac{W^a}{W^b} - 1 \right) = W^b (I_w - 1) = 155,01(2,27 - 1) = 197,86 \quad (2.1)$$

Тағйироти нисбии коркард, ки бо фоиз (%) ҳосил мешавад,

$$\Delta W\% = \frac{\Delta W}{W^b} \cdot 100 = (I_w - 1)100 = (2,27 - 1)100 = 127,5\% \text{-ро ташил медиҳад.}$$

Тағйироти мутлақии коркард т·км/автосоат аз ҳисоби таъсири ҳаҷми умумии боркашонӣ баробар аст ба

$$\Delta W_Q = \frac{Q^a l_n^b}{A_3^b T_n^b} - \frac{Q^b l_n^b}{A_3^b T_n^b} = \frac{Q^a l_n^b}{A_3^b T_n^b} \left(\frac{Q^a}{Q^b} - 1 \right) = W^b (I_Q - 1) = 155,01(1,341 - 1) = 52,8584,$$

ва ё бо ҳисоби фоиз (%):

$$\Delta W_Q^{\%} = \frac{\Delta W_Q}{W^6} 100 = (I_Q - 1)100 = (1,341 - 1)100 = 34,1\% \text{-ро дар бар мегирад.}$$

Тағйироти мутлақӣ коркард т-км/автосоат аз ҳисоби таъсири масофаи миёнаи боркашонӣ метавонад дар чунин шакл таҳлил намуд, ва баробар мебошад ба:

$$\Delta W_{t_n} = \frac{Q^a I_n^a}{A_3^6 T_n^6} - \frac{Q^a I_n^a}{A_3^6 T_n^6} = \frac{Q^a I_n^a}{A_3^6 T_n^6} - \frac{Q^6}{Q^6} \left(\frac{I_n^a}{I_n^6} - 1 \right) = W^6 \frac{Q^a}{Q^6} \left(\frac{I_n^a}{I_n^6} - 1 \right) = W^6 I_Q (I_{t_n} - 1) =$$

$$= 155,01 \times 1,341(1,782 - 1) = 162,5531$$

ва ё ин ки бо ҳисоби фоиз (%) агар ҳисоб намоем:

$$\Delta W_{t_n}^{\%} = \frac{\Delta W_{t_n}}{W^6} 100 = I_Q (I_{t_n} - 1)100 = 1,341(1,782 - 1)100 = 104,8 \text{ \% -ро ташкил медиҳад.}$$

Тағйироти мутлақӣ коркард т-км/автосоат аз ҳисоби миёнаарӯйхати миқдори автомобилҳои дар истифодабуда аз рӯи ифодаи зерин ҳисоб мекунем, ки баробар мебошад ба:

$$\Delta W_{A_3} = \frac{Q^a I_n^a}{A_3^6 T_n^6} - \frac{Q^a I_n^a}{A_3^6 T_n^6} = \frac{Q^a I_n^a}{A_3^6 T_n^6} - \frac{Q^6 I_n^6}{A_3^6 T_n^6} \left(\frac{A_3^6}{A_3^6} - 1 \right) = W^6 I_Q I_{t_n} \left(\frac{1}{I_{t_n}} - 1 \right) = W^6 \frac{I_Q I_{t_n}}{I_{A_3}} (1 - I_{A_3}) =$$

$$= \frac{155,01 \times 1,341 \times 1,782(1 - 0,99014)}{0,99014} = \frac{3,6523}{0,99014} = 3,6886$$

Ин нишондиҳандаҳои тағйироти мутлақӣ коркардро ба ҳисоби фоиз дида бароем:

$$\Delta W_{A_3}^{\%} = \frac{\Delta W_{A_3}}{W^6} 100 = \frac{I_Q I_{t_n}}{I_{A_3}} (1 - I_{A_3})100 = \frac{1,341 \times 1,782(1 - 0,99014)}{0,99014} 100 = \frac{0,02356}{0,99014} 100 = 2,3796\% \text{-ро дар бар мегирад.}$$

Тағйироти мутлақӣ коркард аз ҳисоби таъсири давомнокии кори автомобил ҳангоми дар наряд будан чунин ҳисоб карда мешавад [6. С.51]:

$$\Delta W_{T_n} = \frac{Q^a I_n^a}{A_3^6 T_n^6} - \frac{Q^a I_n^a}{A_3^6 T_n^6} = \frac{Q^a I_n^a}{A_3^6 T_n^6} - \frac{Q^6 I_n^6}{A_3^6 T_n^6} \left(1 - \frac{T_n^6}{T_n^6} \right) = W^a (1 - I_{T_n}). \quad (2.2)$$

Аз таносуби (2.2) бармеояд, ки $W^a = W^6 I_W = W^6 \frac{I_Q I_{t_n}}{I_{A_3} I_{T_n}}$, мебошад.

W^a – ро бо формулаи (2.2) ҳисоб намуда, т-км/автосоати зеринро ҳосил мекунем:

$$\Delta W_{T_n} = W^6 I_W (1 - I_{T_n}) = W^6 \frac{I_Q I_{t_n}}{I_{A_3} I_{T_n}} (1 - I_{T_n}) = -155,01 \frac{1,341 \times 1,782}{0,99014 \times 1,0602} 0,0602 = -21,2424$$

Бо ҳисоби фоиз

$$\Delta W_{T_n}^{\%} = \frac{\Delta W_{T_n}}{W^6} 100 = \frac{I_Q I_{t_n}}{I_{A_3} I_{T_n}} (1 - I_{T_n})100 = -\frac{1,341 \times 1,782}{0,99014 \times 1,0602} 0,0602 \times 100 = -13,7039$$

Натиҷаҳои ҳисоботҳоро бароварда маълум мекунем, ки $\Delta W = \Delta W_Q + \Delta W_{t_n} + \Delta W_{A_3} + \Delta W_{T_n} = 52,8584 + 162,5531 + 3,6886 - 21,2424 = 197,86$ т-км/автосоат буда, ба ҳисоби фоиз $\Delta W^{\%} = 34,1 + 104,8 + 2,3796 - 13,7039 = 127,5\%$ мебошад. Тағйири натиҷавӣ ба ҳосили ҷамъи таъсирҳои алоҳида баробар аст. Ин таносуб ҳангоми риояи қоидаҳои усулҳои иртиботи зичдошта, ки ба таъсири нишондод-(фактор) мусоидат мекунад, вобаста мебошад.

Доир ба усули таҳлили индексӣ, Бачурин А.А. чунин назар дорад, ки “усули индексии таҳлил, мутаассифона универсалӣ нест, аммо истифодаи он дар таҳлили техникий-иқтисодӣ дар ҳолатҳои муайян натиҷаҳои хуб додааст” [6. С.51].

Гарчанде таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки ҳаҷми боркашонӣ ва мусофирбарӣ дар корхонаи таҳлилшаванда мувофиқи нақша аст, аммо мушкilot дар сатҳу сифати хизматрасонӣ дида мешавад.

Аз дастурҳое, ки пайваста дар Паёмҳои Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Пешвои миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ба Маҷлиси Олии ҚТ [8-10], дар самти нақлиёт пешниҳод мегардад бармеояд, ки Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон барои таҳия ва татбиқ намудани чунин лоиҳаҳо оид ба рушди инфрасохтори нақлиёти мамлакат, махсусан рушди инфрасохтори нақлиётӣ-логистикӣ минтақавӣ таваҷҷуҳи беандоза дорад. Дар шароити муосир корхонаҳои нақлиётро зарур аст, ҷиҳати баланд бардоштани сатҳу сифати хизматрасонӣ, бояд оид ба мукаммалгардонии парки автомобилӣ дар корхонаҳо чораҳои зарури андешида қарорҳои саривақтӣ қабул намоянд.

Қайд кардан ба маврид аст, ки ҳангоми ташкил намудан дар терминалҳои логистикӣ таҷҳизотҳои рақамии муосир дар сатҳи 3PL (Third Party Logistics- логистикаи зиннаи сеюм) ё миёнарави логистикӣ, ки имкон медиҳад маҷмӯи хизматрасонӣ, ки дар равандҳои интиқол, навъбандӣ, борбардорӣ, борфарорӣ, тақсимот, коркарди борҳо, барасмиятдарорӣ ва расонидан то истеъмолкунандаи ниҳой ба анҷом расонида шавад аз манфиат холи набуда, метавонад дар рушди корхонаҳои боркаш ва мусофирбарии минтақаҳои ҷумҳури мусоидат намояд. Дар хизматрасонии логистикӣ сатҳи 3PL, муштарӣ маҷмӯи ҳама хидматҳои заруриро мегарад, ки ниёзи ўро пурра қонеъ мегардонад.

Дар ҳолати сатҳи нокифояи рушд, корхонаҳои нақлиётӣ ба як ҳолати бозистӣ ва дар ҳолати рушди босуръат – ба як муҳаррики рушди иқтисодии кишвар табдил меёбад, ки метавонад дар саноатикунӣ бо суръати малакат ва сатҳи баланди хизматрасонии нақлиётӣ дар соҳаи туризм ҳисагузор бошад.

Адабиёт

1. Амонуллоев И.А. Повышение эффективности функционирования транспортной системы в условиях горного региона (на материалах Республики Таджикистан) // дис. ... к.э.н. – Душанбе, 2017. 174 с.
2. Афанасенко И.Д., Барисова В.В. Экономическая логистика: учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. СПб.: Питер, 2013. 432 с., С. 280.
3. Ашуров Н.А. Таҳлили ҳамлу накли мусофирбарӣ ва боркашонӣ дар вилояти Хатлонӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ ва ҷамъиятӣ, - Душанбе, 2021, №4. - С. 117-129.
4. Ашуров Н.А. Таҳлили ҳолат ва рушди роҳҳои автомобилгард ва нақлиёти автомобилӣ дар вилояти Хатлонӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Силсилаи илмҳои гуманитарӣ ва иқтисодӣ. - Бохтар, 2021, №1/3(89). - С. 213-220.
5. Ашуров Н.А., Раҷабов Р.К., Холназаров М.Х., Баҳодиҳии ҳолати ҳозира ва тамоюли рушди боркашонӣ дар вилояти Хатлон // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Силсилаи илмҳои гуманитарӣ ва иқтисодӣ, - Бохтар, 2019, 1/3(65). - С. 282-288.
6. Бачурин А.А. Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных организаций. // Учебное пособие для СПО. // 4-е издание, Москва – Юрайт – 2017. С. 319, С. 54.
7. Маълумоти Раёсати Муассисаи давлатии “Нақлиёти автомобилӣ ва хизматрасонии логистикӣ” дар минтақаи Бохтари вилояти Хатлон.
8. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ба Маҷлиси Олии ҚТ санаи 23.04.2014. <http://www.president.tj>
9. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ба Маҷлиси Олии ҚТ санаи 22.12.2017. <http://www.president.tj>.
10. Суханронии Пешвои миллат Эмомалӣ Раҳмон дар форуми дуҷони ҳамкорӣ байналмилалӣ “Як камарбанд – як роҳ”, Чин, 26 апрели соли 2019 “Таҳкими муносибатҳои дӯстона тақозои замон аст” // Ҷумҳурият, Душанбе, 29 апрели соли 2019. №81 (23 684)

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

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Дилшодҷони Сайкабири Ҷалолзода	Дилшодджони Сайкабири Джалолзода	Dilshodjoni Saikabiri Jalolzoda
Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title	муаллими калон	старший преподаватель	Senior Lecturer
Ташкилот, Организация, Organization	Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав	Бохтарский государственный университет им. Носири Хусрава	Bokhtar State University named after Nosiri Khusrava
e-mail	jalolzoda@mail.ru		
ORCID Id			
	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Абдуллоев Сафарбек Саъдуллоевич	Абдуллоев Сафарбек Саъдуллоевич	Abdulloev Safarbek Sadulloevich
Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title	дотсент	доцент	docent
Ташкилот, Организация, Organization	Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Н. Хусрав	Бохтарский государственный университет им. Носири Хусрава	Bokhtar State University named after Nosiri Khusrava
e-mail	abdulloev58@mail.ru		
ORCID Id			

УДК 656.13.629

РОҲҲОИ БЕҲДОШТИ НАЗОРАТ ВА ТАНЗИМИ ФАЪОЛИЯТИ НАҚЛИЁТИ МУСОФИРБАРӢ ДАР ШАҲРИ ДУШАНБЕ

Исмоилов М. И., Саидзода М. Р.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

Дар мақолаи мазкур оиди мушкилиҳо ва роҳҳои муносиби танзим ва ташкили ҳаракати нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ дар сектори давлатӣ ва хусусӣ дар шаҳри Душанбе ҳангоми истифодаи технологияҳои муосири иттилоотӣ ва таъсиси маркази ягонаи танзимгарии автоматонидашуда дар назди МДК «Душанбенақлиётҳадамотрасон» тавсияҳои судманд пешниҳод карда мешавад.

Камбудихон системаҳои иттилоотии истифодашаванда дар муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ ошкор ва чорабинихон мушаххас дар асоси таҷрибаи давлатҳои пешрафта ҷиҳати бартараф намуданашон пешниҳод шудааст.

Калимаҳои калидӣ: нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ, технологияҳои иттилоотӣ, танзимгарӣ, самаранокӣ, системаҳои автоматонидашудаи идоракунии, корхонаҳои нақлиётҳои мусофирбар ва бозори хизматрасониҳои нақлиётӣ.

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ НАДЗОРА И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ГОРОДА ДУШАНБЕ

Исмоилов М. И., Саидзода М. Р.

В данной статье рассматриваются вопросы внедрения информационных систем в сфере городского пассажирского транспорта, представлены полезные рекомендации о способах регулирования городских пассажирских перевозок в городе Душанбе с учетом создания единого диспетчерского центра при ГУП «Душанбенаклиятхадомотрасон».

Выявлены конкретные недостатки существующих информационных систем, применяемых на предприятиях автомобильного транспорта, предлагаются различные мероприятия, основанные на опыте и ошибках развитых стран.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, информационные технологии, регулирование, эффективность, автоматизированные системы управления, предприятия пассажирского транспорта и рынок транспортных услуг

WAYS TO IMPROVE OVERSIGHT AND REGULATION OF PASSENGER TRANSPORT IN DUSHANBE CITY

Ismoilov M. I., Saidzoda M. R.

This article discusses the implementation of information systems in the field of urban passenger transport, provides useful recommendations on how to regulate urban passenger traffic in the city of Dushanbe, taking into account the creation of a single dispatch center at the State Unitary Enterprise "Dushanbenakliyotkhadamotrason".

Specific shortcomings of the existing information systems used in road transport enterprises are identified, various measures based on the experience and mistakes of developed countries are being proposed.

Keywords: urban passenger transport, information technology, regulation, efficiency, automated control systems, passenger transport enterprises and the transport services market

МУҚАДДИМА

Инкишоф ва танзими фаъолияти нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ ба болоравии шароити иқтисодии аҳоли, афзоиши ҳосилнокии меҳнат, дараҷаи истироҳат, истифодаи дурусти вақти ҳолӣ, инкишофи алоқаҳои дохилию берунӣ ва дигар тарафҳои иқтимоии ҳаёти ҷамъият таъсири мусбӣ мерасонад. Тартиби ташкили ҳамлу нақли мусофирон бо нақлиёти автомобилӣ дар Љумҳурии Тоҷикистон дар асоси Кодекси нақлиёти автомобилии Ҷумҳурии Тоҷикистон, Қоидаҳои ҳамлу нақли мусофирон ва бори дастиву бағоч бо нақлиёти автомобилӣ, Оинномаи нақлиёти автомобилии Ҷумҳурии Тоҷикистон (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон №396 аз 14.09.1999с), Низомномаи Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон (Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон № 602 аз 28.12.2006с), Қонуни Љумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи илҳозатномадихӣ ба баъзе намудҳои фаъолият» аз 17 майи соли 2004 таҳти рақами 37 ва дигар санадҳои меъёрию ҳуқуқӣ танзим карда мешавад. Риояи қоидаҳои зикргардида дар тамоми қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон барои тамоми шахсони ҳуқуқӣ ва воқеӣ, ки ба ҳамлу нақли мусофирон машғул мебошанд, ҳатмист.

Яке аз масъалаҳои муҳим ва ҳалталаб дар нақлиёти автомобилӣ ин идораи фаврии кори воқеии ронандагон дар хатсайрҳои ҳаракат аз тарафи танзимгарони марказӣ мебошад. Инкишофи нақлиёти мусофирбарӣ ва афзоиши аҳолии шаҳри Душанбе зарурияти истифодаи самаранокӣ технологияҳои муосири иттилоотиро ҳангоми банақшагирӣ, ташкили ҳаракат, назорат бо назардошти риояи ҳатмии ҷадвали ҳаракат пеш меорад. Мақсади асосии автоматикунории раванди нақлиётӣ дар ин самт аз идораи самаранокӣ нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ ва таъмини мунтазамнокии ҳаракат ҷиҳати баланд

бардоштани нишондиҳандаҳои сифатии миқдории кори нақлиёт бо истифодаи самараноки захираҳои кадрӣ, техникий ва ҳуқуқӣ мебошад.

Муҳимтарин вазифаҳои низоми идоракунии танзимгарӣ ин таъмин намудани мунтазамнокии ҳаракати воситаҳои нақлиёти мусофирбари шаҳрӣ аз рӯи ҷадвалҳои ҳаракати тасдиқшуда дар хатсайрҳои муқарраршуда мебошанд. Мунтазамнокии ҳаракат ҳангоми саривақт ба сафар баровардани воситаҳои нақлиёти мусофирбарӣ ба хатсайр, риоя намудани фосилаҳои ҳаракат, таъмин намудани меъёри суръати ҳаракат, таъмини бозгашт ба муассиса ва риояи ҷадвали ҳаракат мебошад.

МАВОД ВА УСУЛ

Аҳолии шаҳри Душанбе ҳамасола афзоиш ёфта, тибқи маълумотҳои омӯрӣ соли 2021 нисбати соли 2020 ба 0,11 маротиба зиёд шуда ба 880,8 ҳазор нафар расидааст. Талаботи нақлиёти аҳолии шаҳри Душанбе аз тарафи 4 адад корхонаи коммуналии воҳиди давлатӣ, 17 муассисаҳои нақлиёти сектори хусусӣ ва 11 адад ҷамъиятҳои сектори таксомоторӣ қонеъ гардонидани мешавад. Дар шаҳри Душанбе 26 адад хатсайри автобусӣ, 8 адад хатсайри троллейбусӣ ва 49 адад хатсайри микроавтобусӣ ба қайд гирифта шудааст. Теъдоди умумии воситаҳои нақлиёти истифодаи умум дар тавозуни корхонаҳои нақлиёти шаҳр 4835 ададро ташкил медиҳанд, ки аз ин миқдор 528 адад воситаҳои нақлиёти корхонаҳои коммуналӣ, 1557 адад микроавтобусҳои сектори хусусӣ ва 2750 адад воситаҳои нақлиёти сабуқрави таксӣ мебошанд. Дар шабакаи хатсайрҳои шаҳрӣ ба ҳисоби миёна ҳамаҷумла 365 адад автобус, 47 адад троллейбус, 1190 адад микроавтобусҳо ва 1570 адад воситаҳои нақлиёти кироӣ сабуқрави таксӣ фаъолият менамоянд.

Дар самти амалигардонии сиёсати созандагии Ҳукумати кишвар аз соли 2000-ум сар карда стратегияи махсуси рушди комплекси нақлиёт то соли 2025 қабул гардид, ки натиҷаҳои ин стратегия имрӯз дар шаҳри Душанбе ва минтақаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон баръало дида мешаванд. Баҳри баланд бардоштани сатҳи сифати хизматрасонии нақлиёт дар шаҳри Душанбе Раиси Маҷлиси миллии Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон, Раиси шаҳри Душанбе, мухтарам Рустами Эмомалӣ барои бунёди IT парк дар маркази Ҷумҳурии Тоҷикистон ва минтақаҳо ҳамчунин ҷалб намудани КВД "Шаҳри Хушманд" ва донишгоҳҳои соҳавӣ дастуру супоришҳои мушаххас дода шуд [1]. Парки рӯйхати корхонаҳои коммуналии воҳиди давлатӣ бо воситаҳои нақлиёти нави замонавӣ таъмин буда, сокинони пойтахт ҳангоми истифодаи нақлиёт аз пардохти ғайринақдӣ роҳкиро бо истифодаи технологияҳои муосири иттилоотӣ, ки як қатор имтиёзҳои пеш меорад қаноатбахш мебошанд.

МУҲОКИМАИ НАТИҶАҲО

Аз маълумотҳои овардашуда бармеояд, ки барои пешбурди фаъолияти соҳаи нақлиёти мусофирбари шаҳрӣ тамоми заминаҳои меъёрию ҳуқуқӣ ва захираҳои техникий ва кадрӣ фароҳам оварда шудаанд. Сохтори парки автомобилии нақлиёти истифодаи умумии мусофирбарии шаҳрӣ аз троллейбусҳо, автобусҳо, микроавтобусҳо ва нақлиёти автомобилии сабуқрави таксӣ ва шахсӣ иборат аст. Дар бозори хизматрасонии нақлиёти шаҳрӣ сектори давлатӣ ва хусусӣ ҷиҳати қонеъ намудани талаботи мизочон бо ҳам рақобат менамоянд. Фаъолияти воситаҳои нақлиёт дар сектори хусусӣ бахусус аз тарафи ширкатҳои таксӣ дар шаҳри Душанбе, ки аз ҷониби танзимгарони марказӣ бо истифодаи технологияҳои муосири иттилоотӣ идора мешаванд, хуб ба роҳ монда шудааст. Маълумотҳои омӯрӣ нишон медиҳанд, ки бинобар сабаби таъмин намудани сифати хизматрасонӣ ба мусофирон ва пешниҳоди номгӯи зиёди хизматрасониҳо истифода аз низомҳои автоматонидашуда дар ин сектор ҳаҷми мусофирбарӣ ҳамасола афзоиш меёбад.

Танзими нақлиёти истифодаи умумии мусофирбарӣ дар шаҳри Душанбе бо истифодаи технологияҳои муосири иттилоотӣ дар сектори давлатӣ дар сатҳи начандон хуб қарор дорад. Технологияҳои муосири иттилоотӣ дар ин бахш ҳангоми ҳалли масъалаҳои баҳисобгирӣ-омӯрӣ истифода мешаванд, на аз рӯи идораи фаврии истеҳсолӣ.

Фаъолияти нақлиёти истифодаи умумии мусофирбарӣ дар шаҳр дар ду ҳолат таъмин мегардад:

1. Дар ҳолати пурра иҷро намудани ҳамаи сафарҳои аз рӯи ҷадвали пешбинишуда (шарти зарурӣ);
2. Дар ҳолати таъмини умумии гардишҳо аз ҷониби ронандагон (шарти кифоягӣ).

Таҳлилҳои нишон медиҳанд, ки хизматрасонии нақлиёт дар шаҳри Душанбе ба мусофирон дар сектори давлатӣ ва хусусӣ дар ҳолати дуҷум, яъне бо тарзи кифоя ба роҳ монда шудааст. Тарзи кифоягии ташкили ҳаракати воситаҳои нақлиёт дар хатсайрҳо бо иҷрои теъдоди умумии гардишҳо ҳангоми риоя нашудани ҷадвали ҳаракат маънидод мегардад.

Чи тавре маълум аст аз ҷониби комиссияи босалоҳияти нақлиётӣ (намоёнҳои аз вазорату идораҳои дахлдор) ҳангоми пайдо шудани талабот хатсайрҳои нав таъсис дода шуда бо тариқи озмун хатсайр ба ягон ҷамъият вобаста қарар мешавад. Тибқи муқаррароти комиссияи нақлиёти амалкунанда ҳангоми риоя нашудани ҷадвалҳои ҳаракат дар давоми 3 моҳ ва дар ҳаҷми аз 30 % кам таъмин шудани иҷрои гардишҳои нақшаӣ фаъолияти хатсайр бояд қатъ карда шавад, ки ба фаъолияти нақлиёти истифодаи умум дар шаҳри Душанбе хос аст.

Фаъолияти нақлиёти автомобилии истифодаи умуми мусофирбарӣ дар шаҳри Душанбе аз ҷониби корхонаҳои нақлиётӣ вобаста шуда аз рӯи нақшаҳои тасдиқшуда ҳамаҷуз дар 84 хатсайр ба нақша гирифта шудаанд. Танзимгарони муассисаҳои нақлиётӣ ва масъулини МДК “Душанбенақлиётҳадамотрасон” барои амалисозии ҳаракати воситаҳои нақлиёт аз рӯи ҷадвали ҳаракат ҷиҳати баланд бардоштани сифати мусофирбарӣ ва таъмини бехатарии ҳаракат дар роҳ ҳамаҷуз фаъолият намуда, дар ин самт то андозае муваффақ мешаванд. Сабаби пурра таъмин нагардидани фаъолияти нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ аз норасоии системаҳои иттилоотӣ автоматонидашуда дар ин самт хабар медиҳад.

Идораи самараноки воситаҳои нақлиётӣ аз як марказ дар муассисаҳои нақлиётӣ бинобар сабаби норасоии мутахассисон ҷиҳати тарҳрезӣ ва истифодаи технологияҳои иттилоотӣ арзёбӣ мегардад. Танзимгарони хаттӣ дар нуқтаҳои ибтидоӣ ва интиҳои хатсайр воситаҳои нақлиётро бидуни риоя шудани ҷадвали ҳаракат аз меъёр зиёд пур намуда, қисми зиёди мусофирон дар фосилаҳои гуногуни хатсайри ҳаракат аз норасоии нақлиёт танқиси мекашанд. Ҳолати мазкур ба коҳишёбии сифати хизматрасониҳои нақлиётӣ, таъмирталаб шудани воситаҳои нақлиётӣ, тақсими нобаробари селайи мусофирон дар фосилаҳои хатсайр, тамбашавии нақлиётӣ ва пурра истифода нашудани коэффитсиенти мусофиргунҷоиш мегардад.

Ташкили идораи муттамаркази ҳаракати воситаҳои нақлиёти мусофирбарии истифодаи умум дар заминаи шӯъбаи танзимгарии муассисаҳои нақлиётӣ ва таъсиси низоми автоматонидашудаи идораи танзимгари метавонанд мушкилиҳои ҷойдоштаро то андозае бартараф намояд. Таҷрибаи давлатҳои пешрафта исбот менамоянд, ки идораи воситаҳои нақлиёти мусофирбарии шаҳрӣ аз як марказ ҳангоми истифодаи технологияҳои муосири иттилоотӣ самаранок аст.

Дар Британияи Кабир сабти видеои автоматии ҳаракати воситаҳои нақлиётӣ ба роҳ монда шудааст. Воридшавӣ ба маркази Лондон барои тамоми воситаҳои нақлиётӣ хусусӣ бо пардохти муайян амали мешавад. Камераҳои назорати ин ҳолатро ба таври худкор ба қайд гирифта расмро ба манбаи маълумотии полиция ирсол менамояд. Барои ҳар як даромад аз тарафи масъулин расиди пардохт ба нишонаи соҳиби нақлиёт фиристонида мешавад. Ба ҳамин тарик, барои вайрон кардани қоидаҳои пешбинишуда ҷазои иқтисодӣ пешбини мешавад. [2]. Истифодаи таҷрибаи мазкур ба коҳиш додани шиддатнокии ҳаракати воситаҳои нақлиётӣ дар шаҳри Душанбе мусоидат менамояд.

Дар нақлиёти автомобилии мусофирбар истифодаи низомҳои автоматонидашуда асосан барои идораи саривақтии фаъолияти воситаҳои нақлиётӣ бо ҳисоби кори илғошуда, танзими ҳаракат ва баланд бардоштани маҳсулнокии меҳнат равона карда шудааст [3].

Бо мақсади мукамал намудани кори шӯъбаи танзимгарии муассисаҳои нақлиётӣ ва таъмини идораи фаврии ҳаракат дар шаҳр иҷрои масъалаҳои зерин саривақтӣ доништа мешавад [4]:

- назорати автоматии ғараёни барориши ҳаракати воситаи нақлиёт ба хатсайр;
- назорати фаврии таркиби ҳаракаткунанда бо назардошти интиқоли хабар оиди дур шудани нақлиёт аз ғадвали ҳаракат;
- амаликунии таъсири идоракунии танзимгар бо ислоҳоти ғадвали ҳаракат;
- барориши воситаҳои нақлиётӣ эҳтиётӣ ба хатсайр ва бозгашти саривақтии воситаҳои нақлиётӣ ба муассиса.

Фаъолияти нақлиёти автомобилии мусофирбарӣ дар шаҳри Душанбе аз ҷониби Вазорати нақлиётӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон ва сохторҳои дахлдор бахусус МДК “Душанбенақлиётҳадамотрасон” амали мешавад. Танзими фаврии фаъолияти нақлиёти автомобилии мусофирбарӣ дар ин самт ҳангоми таъсиси шӯъбаи автоматонидашудаи идораи танзимгарӣ дар назди МДК “Душанбенақлиётҳадамотрасон” бо назардошти иҷрои масъалаҳои зерин муҳим арзёбӣ мегардад:

Таъминоти иттилоотии интиқол: тартибдиҳии шиносномаи хатсайр, таҳияи ғадвали электронии ҳаракат, ташкили харитаи электронии шаҳр ва ноҳияҳои наздишаҳрӣ, тартибдиҳии супориши шабонарӯзӣ ва ғайра.

Идоракунии фаврии ҳаракат.

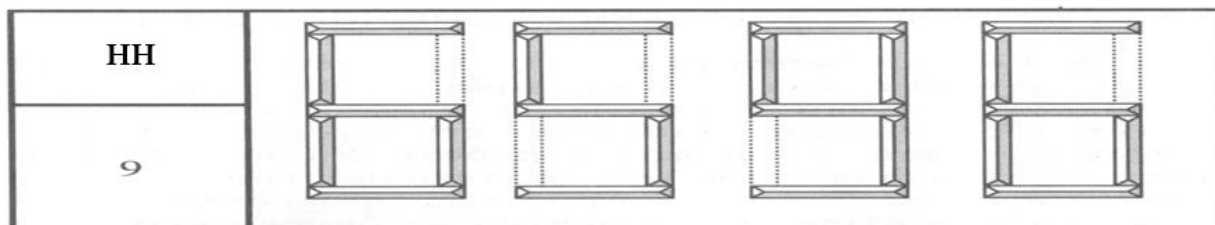
Бавуҷудорӣ ва ғамбасти маълумотҳои натиҷавӣ дар интиҳои бастии корӣ.

Барои ташкили ШАИТ дар навбати аввал муҷаҳҳаз намудани тамоми воситаҳои нақлиётӣ бо таъхизотҳои навигатсионӣ, ки макони ҷойгиршавии воситаи нақлиётро муайян месозанд ва маълумотҳои саривақтиро пешниҳод менамоянд, зарур аст. Муҷаҳҳаз намудани воситаҳои нақлиётӣ нави замонавӣ бо таъхизотҳои навигатсионӣ имконияти назорати ҳарчи сӯзишворӣ, назорати суръати ҳаракат, истифодаи низоми системаҳои зидифорати ва танзими ҳаракати воситаҳои нақлиётро аз рӯи ҷадвали ҳаракати тасдиқшуда фароҳам меоранд.

Танзим ва назорати воситаҳои нақлиётӣ мусофирбарӣ дар се ҳолат имконпазир аст: ҳангоми истифодаи навигатсияи спутникӣ, навигатсияи локалӣ ва навигатсияи гибридӣ.

Дар мақолаи мазкур бо мақсади баланд намудани нишондиҳандаҳои сифатии миқдории кори нақлиёти мусофирбари шаҳрӣ ва таъмини мунтазамнокии ҳаракат чор ҳолати татбиқӣ ва истифодаи технологияҳои навии иттилоотӣ пешниҳод карда мешавад:

Усули муосири нимаавтоматонидашудаи танзим ва назорати микроавтобусҳо дар хатсайрҳои шаҳрӣ аз рӯи ҷадвали ҳаракат ҳангоми истифодаи системаи рамзгузори ҳаракати микроавтобусҳо (Расми 1). Системаи мазкур аз ду элемент иборат аст: намолавҳаи электронӣ ва компютер.

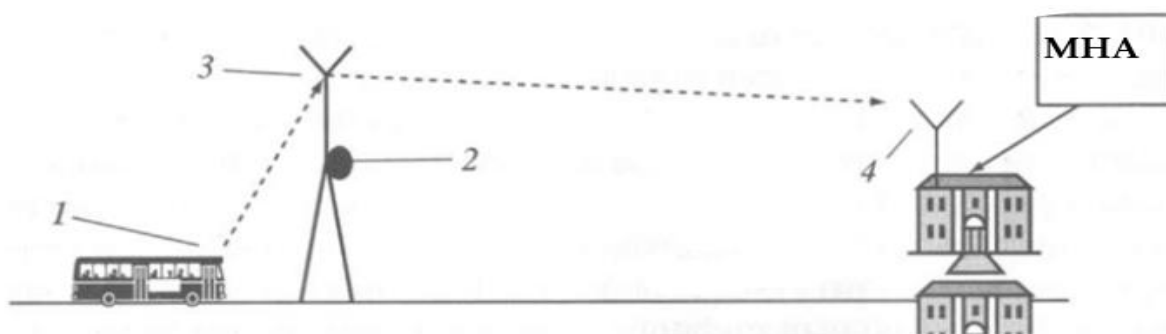


Расми 1- Намуди зоҳирии намолавҳаи электронӣ

Намолавҳаи электронӣ дар хатсайри ҳаракати микроавтобусӣ назб карда шуда бо ёрии алгоритми махсус вақт ва санаи рӯз рамзгузори карда мешавад. Варақаи мунтазамнокии ҳаракати ронанда дар интиҳои бастаи қорӣ тавассути барномаи махсуси компютерӣ бо муқоисаи ҷадвали ҳаракат коркард мешавад.

Истифодаи регистратори навигатсияи автономии кори нақлиёт (РНАК-Н) бо истилоҳи «Черный ящик», ки аз қабулкунаки мавҷҳои навигатсионӣ (контролёр ва радиомодем) иборат аст, пешниҳод мегардад. Истифодаи РНАК дар автобусҳои шаҳрӣ, ки воситаи фаврии радиоалоқа бо радиомарказ надоранд бомаврид мебошад. Таъмини сабти таърих ва суръати ҳаракат таркиби ҳаракаткунанда дар дилхоҳ нуқтаи хатсайр тавассути бақайдгирии сигналҳои навигатсионӣ дар речаи «Of-line» амали мешавад.

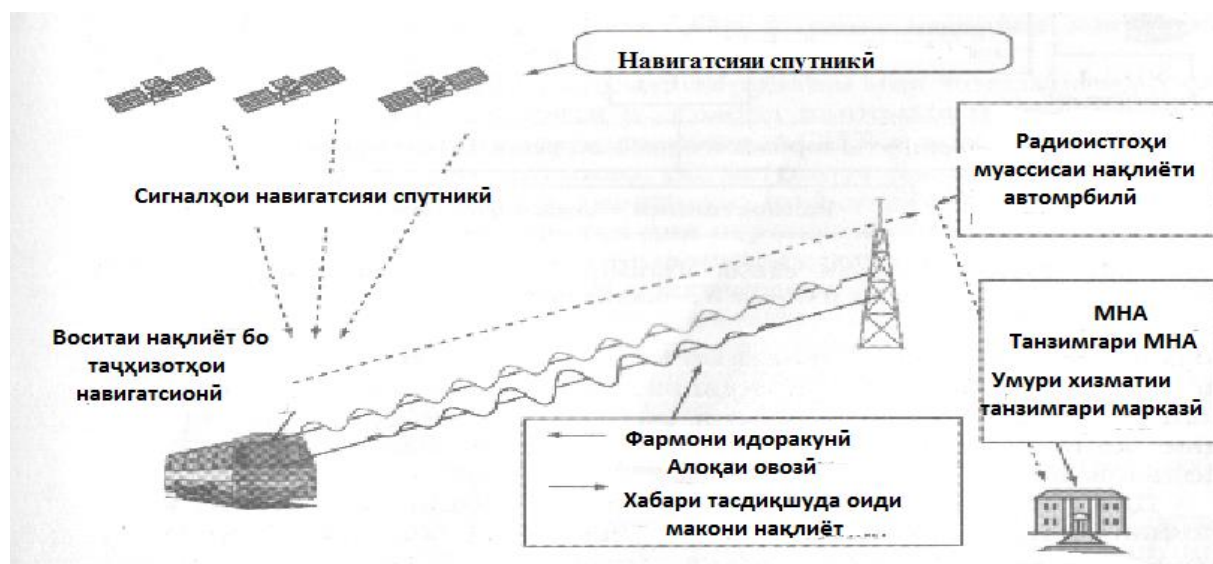
Танзими ҳаракати воситаҳои нақлиёти мусофирбари шаҳрӣ дар асоси истифодаи идентификацияи радиобасомадӣ ҳангоми истифодаи навигатсияи локалӣ (Расми 2) [5].



Расми 2 - Усули кори технологияи идентификационии радиобасомадӣ

1 – воситаи нақлиёт бо дачики рамзгузори канорӣ; 2 – сканер ва радиомодем; 3 – антеннаи интиқол; 4 – антеннаи қабулкунандаи маълумот дар муассиса

Муаллифи китоби [6] усули интегралӣ танзими ҳаракати воситаҳои нақлиёти мусофирбарии шаҳриро дар ҷунин шакл пешниҳод менамояд, ки шароити беҳтарини танзими фаъолияти нақлиёти мусофирбарии шаҳриро аз лиҳози техника-технологӣ, ҳуқуқӣ ва иқтисодӣ фароҳам меорад [Расми 3].



Расми 3 - Нақшаи интегралӣ хизматҳои ШАИТ

Хулоса, дар шароити муосир идора ва банақшагирии фаъолияти муассисаҳои нақлиётӣ бо усулҳои муқаррарӣ қаблан 30-40 сол пеш истифодашаванда имконнопазир аст. Бартараф намудани мушкилиҳои мавҷудбуда бо тарҳи системаҳои муосири иттилоотии овардашуда бо назардошти рушд ва татбиқи системаҳои интеллектуалии нақлиётӣ дар назди сохторҳои дахлдор зарур доништа мешавад. Таъсиси ШАИТ дар назди МДК “Душанбенақлиётхизматрасон” ба афзоиши самаранокии кори нақлиёти истифодаи умум, таъмини бехатарии ҳаракат ва баланд намудани сифати хизматрасонӣ замина мегузорад. Татбиқи низоми мазкур ва танзими мутаммаркази идораи фаъолияти воситаҳои нақлиёти истифодаи умум дар шаҳр ҳангоми риояи шудани чадвали ҳаракат, воридсозии тағиру иловагиҳо ба хатсайрҳои ба беҳдошти фаъолияти нақлиёти автомобилии мусофирбарӣ дар шаҳр мусоидат менамояд.

Адабиёт:

1. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон “Дар бораи самтҳои сиёсати дохилӣ ва хориҷии Ҷумҳурии Тоҷикистон”, ш. Душанбе, 26.12.2019
2. Масъалаи истифодаи системаҳои иттилоотӣ дар муассисаҳои нақлиёти автомобилии шаҳри Душанбе / М.И. Исмоилов // ВЕСТНИК ТУТ, 2021. - №1(53) – С. 80-84
3. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В.М. Власов., А.Б. Николаев., А.В. Постоит., В.М. Приходко // Москва наука 2006, стр 3-10.
4. Повышение эффективности работы и конкурентоспособности пассажирского автотранспорта Хатлонской области / М.И. Исмоилов Р.Х. Рахимова, // ВЕСТНИК ТУТ, 2018. - №2(33) – С. 97-105
5. Информационные технологии на автомобильном транспорте / Е. А. Ощепкова // Учебное пособие Кемерово 2012, стр 22-25.

МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН - СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Исмоилов Маҳмуд Исоқович	Исмоилов Махмуд Исокович	Ismoilov Mahmud Isokovich
н.и.и.	к.э.н.	Ph.D.
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
mahmud_7@inbox.ru		
TJ	RU	EN
Саидзода Муҳаммадҷон Раҳимҷон	Саидзода Мухаммаджон Рахимджон	Saidzoda Muhammadjon Rahimjon
ассистент	ассистент	assistant
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
muhammadjon_R@mail.ru		

СОХТМОН ВА МЕЪМОРӢ - СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА - CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

УДК.626/627:691.32

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНО – ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ НА СУЛЬФАТОСТОЙКОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО БЕТОНА

Акрамов А.А.

Таджикский технический университет имени акад. М.С.Осими

В статье приведены результаты исследования влияния минерально-химических добавок из местного сырья на прочностные характеристики гидротехнического бетона. В качестве химических добавок использовали декстрин, модифицированный лигносульфонат технический (МЛСТ) и экстракт стеблей хлопчатника (ЭСХ), а в качестве минеральных добавок – природный волластонит и отходы обогащения флюоритовых руд. Приведены химический состав минеральной добавки из волластонита и отходы обогащения флюоритовых руд Такобского горно – обогатительного комбината Республики Таджикистан. Для проведения экспериментов изготавливали образцы-кубики размером 10х10х10 см из смеси состава 1:1,51:2,57:0,4 и образцы-балочки согласно ГОСТу размером 4х4х16 см из смеси стандартного состава 1:3:0,4 (вязущие:вольский песок:вода). Испытания проводилось на образцах, твердевших в течение 28 суток, в нормальных условиях, нагруженных в сосудах с агрессивными веществами. Длительность действия агрессивных веществ составила 360 суток. Растворы заменялись через каждые 20 суток. Результаты исследований указывают на то, что при введении органо-минеральных добавок в состав цемента повышается стойкость бетона к влиянию агрессивных веществ, также уменьшается расход цемента от 15 до 20 %.

Ключевые слова: цемент, бетон, органо-минеральная добавка, прочность, коррозионностойкость, агрессивные вещества.

ТАЪСИРИ ИЛОВАҲОИ МИНЕРАЛИ ВА ХИМИЯВИИ АШЪӢИ ХОМИ МАҲАЛЛӢ БА ТОБОВАРИИ СУЛФАТИ БЕТОНИ ГИДРОТЕХНИКӢ

Акрамов А.А.

Дар мақола натиҷаҳои омӯзиши таъсири иловаҳои минералӣ ва кимиёвӣ аз ашъи хомӣ маҳаллӣ ба хусусиятҳои мустаҳкамӣ бетони гидротехникӣ оварда шудаанд. Ба сифати иловаҳои кимиёвӣ декстрин, лигносульфонати модификацияи техникӣ (ЛСМТ) ва экстракҳои ғузаӣ пахта (ЕСХ) ва инчунин иловаҳои минералӣ волластонити табиӣ ва партовҳои ғанисозии маъданҳои флюорити истифода шудаанд. Таърифи химиявии иловаи минералии волластонит ва партовҳои ғанисозии маъданҳои флюорити комбинати маъдантозакунии Такоб оварда шудаанд. Барои таҷрибаҳои намунаҳои кубии андозаи 10х10х10 см аз омехтаи таркибашон 1: 1,51: 2,57: 0,4 ва намуна-болорчаҳо мувофиқи ГОСТ бо андозаи 4х4х16 см аз омехтаи таркиби стандартӣ 1: 3: 0,4 (часпанда: куми волский: об) тайёр карда шудаанд. Санҷишҳо аз рӯи намунаҳои гузаронида шудаанд, ки дар давоми 28 шабонарӯз дар шароити муқаррарӣ мустаҳкам шудаанд, ва дар зарфҳои дорои моддаҳои хашмгин гузошта шудаанд. Давомнокии таъсири моддаҳои хашмгин 360 рӯзро ташкил дод. Маҳлӯлҳо ҳар 20 рӯз иваз мешудаанд. Натиҷаҳои таҳқиқот нишон медиҳанд, ки хангоми ба таркиби цемент дохил намудани иловаҳои органикӣ-минералӣ тобоварии бетон ба таъсири моддаҳои хашмгин зиёд мешавад, сарфи цемент бошад аз 15 то 20 фоиз кам мешавад.

Калимаҳои калиди: семент, бетон, иловаҳои органикӣ-минералӣ, мустаҳкамӣ, базангзанитобовар, маҳлӯлҳои хашмгин.

INFLUENCE OF MINERAL AND CHEMICAL ADDITIVES FROM LOCAL RAW MATERIALS ON SULFATE RESISTANCE OF HYDROTECHNICAL CONCRETE

Akramov A.A.

The article presents the results of a study of the influence of mineral and chemical additives from local raw materials on the strength characteristics of hydraulic concrete. Dextrin, modified technical lignosulfonate (MTLS) were used as chemical additives and cotton stem extract (CSE), and natural wollastonite and fluorite ore enrichment waste as mineral additives. The chemical composition of the mineral additive from wollastonite and the waste from the enrichment of fluorite ores of the Takob Mining and Processing Plant of the Republic of Tajikistan are given. For the experiments, cube samples 10x10x10 cm in size were made from a mixture of composition 1: 1,51: 2,57: 0,4 and beam samples according to GOST 4x4x16 cm in size from a mixture of standard composition 1: 3: 0,4 (binder: volsky sand: water). Tests were carried out on samples hardened for 28 days under normal conditions, loaded in vessels with aggressive substances. The duration of action of aggressive substances was 360 days. Solutions were replaced every 20 days. The research results indicate that with the introduction of organo-mineral additives in the composition of cement, the resistance of concrete to the effects of aggressive substances will increase. The consumption of cement will also decrease from 15 to 20%.

Key words: cement, concrete, organo-mineral additive, strength, corrosion resistance, aggressive substances.

Введение

Современное строительство невозможно представить без применения бетона. В настоящее время в строительных объектах стран мира применяется более 2 млрд м³ бетона в год. Огромная потребность в применении бетона в первую очередь объясняется его технологичностью, позволяющей изготовить из него строительные изделия и конструкции различных форм и назначений при одновременном обеспечении ими высоких эксплуатационных качеств.

Основным показателем характеристики бетона является прочность, в зависимости от которой определяется его марка (класс) и область применения. От значения прочности бетона зависят и другие характеристики его свойства: водонепроницаемость, морозостойкость, коррозионная стойкость и т.п. Показатель прочности бетона не остается постоянным в течение длительного срока эксплуатации. При благоприятных условиях эксплуатации (влажность и положительная температура среды) прочность бетона имеет тенденцию возрастания. Однако имеются такие факторы, отрицательно влияющие на прочность и другие показатели качеств бетона. К ним можно отнести периодическое колебание температуры и влажности среды, замерзание воды и оттаивание льда в порах цементного камня, влияние агрессивных по отношению компонентов цементного камня веществ, особенно сульфатсодержащих, на бетон. Воздействие агрессивных веществ на бетон, если структура бетона проницаема и малопрочна, может разрушить эту структуру в результате коррозии цементного камня. Исследование процессов отрицательного влияния внешней среды на бетон, определение признаков и скоростей коррозионного разрушения структуры бетона позволяют принять меры защиты бетонных конструкций от коррозии, а также оценить необходимость их применения в тех или иных условиях эксплуатации, дать технико-экономическую оценку их эффективности, определить кинетику процесса с тем, чтобы обеспечить своевременную защиту строительных сооружений. Повышение долговечности бетонных изделий и сооружений путём устранения коррозии цементного камня является актуальной проблемой строительной индустрии. Решение данной проблемы позволяет не только увеличить долговечность строительных сооружений и надёжность их эксплуатации, но и сэкономить огромные материальные ресурсы для ремонта и замены разрушенных в результате коррозии бетонных материалов.

В настоящее время наиболее рациональным и технологически легко выполняемым способом получения высокопрочных бетонов с непроницаемой или малопроницаемой структурой цементного камня является модифицирование составов цементов добавками минерального и органического происхождения. Данный способ способствовал тому, что в развитых странах мира с каждым годом растёт выпуск цементов с добавками. В Таджикистане, где природно-климатические параметры создают сильноагрессивные среды для строительных сооружений, практически отсутствует промышленное производство добавок к бетону. В то же время в республике с каждым годом расширяется строительство гидротехнических, ирригационных и дорожных сооружений (гидроэлектростанции, туннели, мосты, каналы и т.п.). Долговечность этих сооружений должна обеспечиваться применением высококачественных бетонов, что требует найти местные источники получения добавок, иначе модифицирование цементов добавками теряет свою эффективность, поскольку обеспечить возрастающую потребность строительной индустрии республики в добавках зарубежного производства требует многомиллионные затраты.

Материалы и методы исследования

Основным материалом является бетон, состоящий из вяжущего – цемент марки М400 Душанбинского цементного завода «Таджик Мохир», вольского песка, воды и минерало-химических добавок в % от массы цемента. В качестве органических добавок использованы декстрин, модифицированный лигносульфонат технический (МЛСТ) и экстракт стеблей хлопчатника (ЭСХ), а в качестве минеральных добавок – природный волластонит и отходы обогащения флюоритовых руд. Исследование влияния органо-минеральных добавок на повышение коррозионностойкости бетона проведено на образцах размерами 10х10х10 см, изготовленных из бетонной смеси состава 1:1,51:2,57:0,4 и 4х4х16, изготовленных из стандартной растворной смеси состава 1:3:0,4 (цемент:вольский песок:вода), предварительно твердившихся 28 сут в нормальных условиях, путём их хранения в сосудах с растворами агрессивных веществ. В качестве раствора агрессивных веществ применялись: дистиллированная вода, 3%-ный раствор MgSO₄, 6 %-ный раствор MgSO₄, 0,25 моль/л H₂SO₄, 0,5 моль/л H₂SO₄ и минерализованная вода. Эквивалентные образцы из каждого состава бетона или раствора твердели в нормальных условиях. Длительность влияния агрессивных веществ на образцы бетона продолжалась до 360 сут. При этом периодически через каждые 20 суток, меняли отработавшие растворы на новые порции.

Результаты исследования и обсуждения

Были проведены широкие исследования по повышению сульфатостойкости бетона путем модифицирования обычных цементов органо-минеральными добавками из местного сырья. Некоторые результаты исследования были опубликованы в работах [1-5].

Химический состав минеральных добавок выглядит следующим образом. Химический состав волластонита, масс.%, CaO – 45.76, SiO₂ – 47.4, TiO₂ – 0.02, Al₂O₃ – 0.79, Fe₃O₄ – 0.71, MnO – 0.53, MgO – 0.39, Na₂O+K₂O – 0.03, п.п.п. – 3.83. [6]

Отходы обогащения флюоритовых руд Такобского горно – обогатительного комбината (Таджикистан) представляют собой мелкозернистый порошок с модулем крупности частиц М_к=1,57. Средний химический состав отхода, масс.%, CaO – 6.28; SiO₂ – 74.54; TiO₂ – 0.01; Al₂O₃ – 7.33; Fe₃O₄ – 1.31; MnO – 0.12; MgO – 0.45; Na₂O+K₂O – 3.55; P₂O₅ – 0.11; Собщ. – 0.1; CO₂ – 1.62; CaF₂ – 4.26; п.п.п. – 2.76.

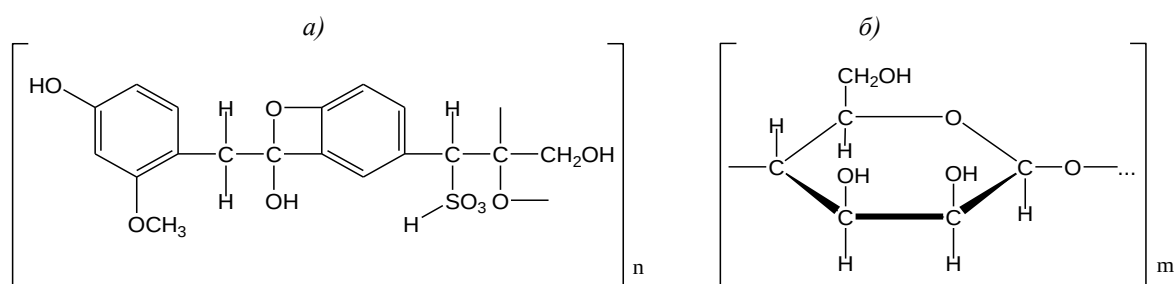


Рисунок 1 - Структурные формулы технического лигносульфоната (а) и декстрина (б)

Химические формулы декстрина и МЛСТ приведены на рис.1. Обе добавки являются высокомолекулярными полимерами с разветвленной структурой, имеют кислородсодержащие циклические элементы с кислородным мостиком – О – (связь –С–О–С–) и функциональные гидроксильные (–ОН), гидроксиметильные (–СН₂ОН) и спиртовые (–С–ОН) группы. В то же время в молекуле технического лигносульфоната имеются фенольные гидроксильные группы и бензольные кольца, а также ионногенная функциональная группа (–SO₃H), которые отсутствуют в молекуле декстрина. Наличие всех этих функциональных групп в молекулах технического лигносульфоната и декстрина определяет их активность по изменению свойств вяжущих веществ.

В табл.1 указаны агрессивные вещества, содержание агрессивных ионов и их количественное влияние на стойкость бетона при замене отработавших растворов на свежие через каждые 20 сут в течение 360 сут нахождения образцов бетона в агрессивной среде.

Таблица 1-Агрессивные среды, содержание ионов в агрессивных растворах и их количество на период влияния на образцы бетона

Среда твердения бетона	Агрессивные ионы и их количество (г-ион/л)	Количество агрессивного иона за 360 сут влияние среды на бетон, г-ион/л	Суммарное содержание ионов за 20/360(сут) влияние среды на бетон, г-ион/л
Дистиллированная вода	–	–	–
3%-ный раствор MgSO ₄	Mg ²⁺ – 0.72 SO ₄ ²⁻ – 2.88	12.96 51.84	3.6 / 64.8
6 %-ный раствор MgSO ₄	Mg ²⁺ – 1.44 SO ₄ ²⁻ – 5.76	25.92 103.68	7.2 / 129.58
0,25 моль/л H ₂ SO ₄	H ⁺ – 0.25 SO ₄ ²⁻ – 12.0	4.5 21.6	12.5 / 225.0
0,5 моль/л H ₂ SO ₄	H ⁺ – 0.50 SO ₄ ²⁻ – 24.0	9.0 43.2	24.5 / 441.0
Минерализованная вода	Mg ²⁺ – 1.62 Na ⁺ – 1.257 H ⁺ – 0.113 SO ₄ ²⁻ – 11.904 Cl ⁻ – 7.317 CO ₃ ²⁻ – 8.49	29.16 22.626 2.034 21.472 131.707 152.82	30.971 / 557.478

Основным показателем оценки коррозионностойкости бетона является коэффициент стойкости, вычисляемый как

$$K_c = R_{a,c} / R_3,$$

где K_c – коэффициент стойкости бетона в агрессивной среде; $R_{a,c}$ – прочность образца бетона, твердевшего в агрессивной среде, МПа; R_3 – прочность эквивалентного образца бетона, твердевшего в нормальных условиях, МПа.

В течение 360 сут влияния агрессивной среды миграция воды и агрессивных ионов вглубь бетона и выщелачивание извести из состава цементного камня с органо-минеральными добавками незначительны по сравнению с аналогичными характеристиками бетона без добавок, что обеспечивает повышение стойкости бетона в агрессивных средах.

Коэффициент стойкости бетона (K_c) для образцов с органо-минеральными добавками при их нахождении в агрессивных водах и растворах $MgSO_4$ изменяется от 0,95 до 1,22 против 0,82, в растворе 0,25 моль/л H_2SO_4 – от 0,34 до 0,48 против 0,25 и в растворе 0,5 моль/л H_2SO_4 возрастает от 0,52 до 0,77 против 0,44 для образцов бетона без добавки.

Вывод

Установлено, что модифицирующее качество добавок для повышения прочности и стойкости бетона проявляется как при одинарном, так и при их совместном введении в составе цемента. Эффективность комплексного введения органо-минеральных добавок в составе цемента выше, чем при одинарной дозировке каждой из них. Исследуемые органо-минеральные добавки также снижают удельный расход цемента в составе бетона: минеральные добавки эквивалентны их количеству, органические добавки при получении равнопрочностных бетонов – до 15–20%. Использование добавок в составах бетона одновременно снижает энергоёмкость производства бетонных изделий и сооружений.

Литература:

1. Шарифов А. Умаров У.Х., Камолов Г., Саидов Д.Х., Хокиев М.М. Регулятор процесса схватывания неорганических вяжущих веществ. -Вестник Таджикского технического университета им. акад М.Осими, 2010, №2 (10), с.50–51.
2. Акрамов А., Умаров У.Х., Хокиев М.М., Шарифов А. Комплексные химические добавки для цементных бетонов. -Вестник Таджикского технического университета им. акад М.Осими, 2010, №3(11), с.69–72.
3. Шарифов А., Акрамов А.А., Хокиев М.К., Камолов С.Г. Волластонит и его техническое применение. -Вестник Таджикского технического университета им. акад М.Осими, 2010, №4(12), с.30–33.
4. Шарифов А., Хокиев М.К., Умаров У.Х., Акрамов А.А., Саидов Д.Х. Механизмы влияния декстрина и модифицированного лигносульфоната технического на процессы гидратации и твердения портландцемента. Изв.АН РТ.Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. н., 2010, №4 (141), с.78–84.
5. Шарифов А., Умаров У.Х., Камолов Г., Саидов Д.Х., Хокиев М.К. Эффективный регулятор схватывания вяжущих веществ.-Сухие строительные смеси, 2011, №4, с.32-33.
6. П. С. Гордиенко, С. Б. Ярусова, А. В. Козин, В. В. Ивин, В. Е. Силантьев, П. Ю. Лизунова, К. О. Шорников Материал на основе синтетического волластонита и его влияние на функциональные свойства мелкозернистого бетона Перспективные материалы 2017 № 9, с.40-46

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

TJ	RU	EN
Акрамов Авазҷон Абдуллоевич	Акрамов Авазжон Абдуллоевич	Akramov Avazjon Abdulloevich
Номзади илмҳои техникӣ, дотсент	Кандидат технических наук, доцент	Candidate of technical sciences, assistant professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ кафедраи “Соҳтмони саноатӣ ва шаҳрвандӣ”	Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими, кафедра “Промышленное и гражданское строительство”	Tajik Technical University named after Acadtmician M.S. Osimi, Department of Industrial and Civil Engineering
e-mail: akramov.avaz@mail.ru		
ORCID Id 0000-0002-7084-9128		

УДК 534.01

О МЕТОДОЛОГИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, НАУЧНЫХ МЕТОДАХ ПОЗНАНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Фазилов А.Р.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Настоящая статья посвящена вопросам методологии научных исследований различных объектов, процессов и явлений, в частности физических, обоснованному выбору научных подходов и методов решения задач с использованием соответствующих приемов и способов, в том числе физической интерпретации процесса, применения математического аппарата, физического и математического моделирования и др.

Научные методы познания (исследования) природных объектов, процессов и явлений классифицированы по отраслям науки: математические, технические, биологические, медицинские, социально-экономические, правовые и т.д. Методы познания многообразны, как и сама действительность. При всем различии и многообразии методов они могут быть разделены на три основные группы:

- всеобщие, философские методы, сфера применения которых наиболее широка;
- общенаучные подходы и методы исследования, находящие применение во всех или почти во всех науках;
- частные, или специальные методы, характерные для отдельных наук или областей практической деятельности. Это методы физики, биологии, политологии, социологии и, конечно же, архитектуры и строительства.

Наиболее распространенный метод построения моделей исследований состоит в применении фундаментальных законов природы к решению конкретной задачи. Эти законы общепризнаны, многократно подтверждены опытом, служат основой множества научно-технических достижений. Поэтому их обоснованность не вызывает сомнений. При этом важно на первый план выдвигать вопросы и задачи, связанные с тем, какой закон или законы следует применять в каждом конкретном случае и как это правильно делать.

В статье приведен рекомендуемый алгоритм (последовательность) действий при проведении научного исследования, решения какой-либо научной задачи, выбора вариантов научных подходов и методов.

Ключевые слова: общенаучные методы, общелогические методы, эмпирическое познание, теория колебаний, модель, моделирование, фундаментальные законы природы.

ДАР БОРАИ МЕТОДОЛОГИИ ТАҲҚИҚОТИ ИЛМӢ, УСУЛҲОИ ИЛМИИ ДАРК КАРДАН ВА ТАМСИЛАСОЗИИ МАТЕМАТИКӢ

Фазилов А.Р.

Мақолаи мазкур ба масъалаҳои методологияи таҳқиқоти илмӣ равандро ва ҳодисаҳои гуногун, аз ҷумла физикӣ, интиҳоби боасоси нуктаи назар ва усулҳои илмӣ ҳалли масъалаҳо бо истифода аз воситаҳои мувофиқ, аз он ҷумла, шарҳи физикии раванд, татбиқи аппарати математикӣ, тамсиласозии физикӣ ва математикӣ ва а.о. бахшида шудааст.

Усулҳои илмӣ дарк кардан ва омӯзиши (таҳқиқи) объектҳо, равандро ва ҳодисаҳо аз рӯи соҳаҳои илм синфбандӣ шудаанд: математикӣ, техникӣ, биологӣ, тиббӣ, иқтисодӣ-иҷтимоӣ, ҳуқуқӣ ва а.о. Усулҳои дарк кардан ва омӯзиш гуногун мебошанд, мисли ҳуди воқеият. Бо вучуди тафовут ва гуногун будани усулҳо онҳоро ба се ғуруҳи асосӣ ҷудо кардан мумкин аст:

- умумӣ, усулҳои фалсафӣ, ки соҳаи истифодабарии онҳо аз ҳама бештар васеъ мебошад;
- нуктаи назар ва усулҳои умумиилмӣ таҳқиқот, ки дар ҳама ҷо қариб ҳама илмҳо татбиқи бештар пайдо карда истодаанд;

- усулҳои ҷузъӣ ё махсус, ки ба илмҳои алоҳида ё соҳаҳои фаъолияти амалидошта хос мебошанд. Ин усулҳои физикӣ, биологӣ, сиёсатшиносӣ, сотсиология ва албатта меъморӣ ва сохтмон мебошад.

Усули аз ҳама бештар паҳнгардидаи сохтани тамсилаҳои илмӣ ин татбиқи қонунҳои бунёдии табиат ба ҳолати воқеӣ мебошад. Қонунҳои мазкур маъмуланд, дар амалия ва таҷриба чандинбора тасдиқ шудаанд, ба дастовардҳои зиёди илмӣ-техникӣ ҳамчун асос хизмат менамоянд. Бинобар ин дар боасос будани онҳо ягон шубҳа нест. Дар айни ҳол ба ҷойи аввал мондани масъалаҳо ва вазифаҳои ба масъалаи кадом қонун ё қонунҳоро дар ҳар як ҳолати воқеӣ бояд татбиқ кард алоқаманданд ва чи тавр инро дуруст амалӣ намуд, муҳим мебошад.

Дар мақола алгоритми (пайдарҳамии) тавсиявии амалҳо ҳангоми гузаронидани таҳқиқоти илмӣ, ҳалли ягон масъалаи илмӣ, интиҳоби вариантҳои нуктаи назар ва усулҳои илмӣ оварда шудааст.

Калидмаҳои калиди: усулҳои умумиилмӣ, усулҳои умумиматематикӣ, дарки эмпирикӣ, назарияи лапшиҳо, тамсила, тамсиласозӣ, қонунҳои бунёдии табиат.

METHODOLOGY OF SCIENTIFIC RESEARCH, SCIENTIFIC METHODS OF COGNITION (RESEARCH) AND MATHEMATICAL MODELING

Fazilov A.R.

This article is devoted to the issues of methodology of scientific research of various processes and phenomena, in particular physical ones, a reasonable choice of scientific approaches and methods for solving physical problems using appropriate technique and tools, including the physical interpretation of the process, the use of mathematical apparatus, physical and mathematical modeling, etc.

Scientific methods of cognition (research) of natural processes and phenomena are systematized and classified by branches of

science: mathematical, technical, biological, medical, socio-economic, legal, etc. The methods of cognition are as diverse as reality itself. With all the differences and variety of methods, they can be divided into three main groups:

- universal, philosophical methods, the scope of which is the widest;
- general scientific approaches and research methods that are used in all or almost all sciences;

- private, or special methods, characteristic of individual sciences or areas of practice. These are the methods of physics, biology, political science, sociology and, of course, architecture and construction.

The most common method of building models is to apply the fundamental laws of nature to a specific situation. These laws are universally recognized, repeatedly confirmed by experience, and serve as the basis for many scientific and technological achievements. Therefore, their validity is not in doubt. At the same time, it is important to bring to the fore questions and tasks related to what law or laws should be applied in each specific case and how to do it correctly.

The article provides a recommended algorithm (sequence) of actions when conducting scientific research, solving any scientific problem, options for choosing scientific approaches and methods.

Key words: *general scientific methods, general logical methods, empirical knowledge, oscillation theory, model, modeling, fundamental laws of nature.*

Введение

Настоящая статья посвящена вопросам методологии научных исследований различных объектов, процессов и явлений, в частности физических, обоснованному выбору научных методов решения задач с применением соответствующих приемов и способов, в том числе их интерпретации, математического аппарата, физического и математического моделирования и др.

Научные методы познания (исследования) природных объектов, процессов и явлений подразделяются на отдельные классы по отраслям науки: математические, физические, технические, биологические, медицинские, социально-экономические и т.д. Все научные методы исследования можно свести к трем основным группам:

- всеобщие, которые имеют весьма широкое применение;
- общенаучные методы исследования. Эти методы используются почти во всех науках;
- специальные методы. Эти методы характерны для отдельных наук, к которым можно отнести методы в области физики, биологии, социологии, архитектуры, градостроительства и строительства.

В отдельную группу можно вынести методики, включающие приемы и способы, разрабатываемые для решения какой-то особой, частной задачи.

В современной научной литературе излагаются различные подходы и методы, приемы и способы, которые независимо от конкретных областей науки позволяют создавать соответствующие модели изучаемых объектов (математические, физические и др.).

Наибольшее применение имеет метод создания моделей, основанный на использовании фундаментальных законов природы к решению конкретной задачи. Здесь важное значение имеет акцентирование на вопросах и задачах, связанное с тем, какой закон следует применять и как это правильно делать.

Цель работы

- предложить алгоритм (последовательность) действий при проведении научного исследования различных объектов, процессов и явлений, в частности физических, обоснованного выбора адекватных научных подходов и методов решения задач с применением соответствующих способов и приемов для достижения поставленной цели;

- оценка роли математического моделирования в общей схеме выбора научных подходов и методов для решения различных задач исследования физических объектов, процессов и явлений.

Методология и методы проведения работы

Анализ существующих научных подходов и методов познания (исследования) природных процессов и явлений, систематизированных по отраслям науки: математические, физические, технические, биологические, медицинские, социально-экономические, правовые и т.д., а также структуры общенаучных подходов и методов и выработка рекомендаций по их применению для решения различных задач исследования физических объектов и процессов.

1. Общенаучные методы исследования

Широкое использование общенаучных методов исследования является одним из основных путей создания нового знания, и это имеет весьма важное значение.

К общенаучным методам, применяемым при проведении как теоретических, так и экспериментальных исследований, можно отнести:

- анализ и синтез;

- абстрагирование и конкретизацию;
- индукцию и дедукцию;
- аналогию и моделирование;
- подобия и размерности в механике [4];
- вероятностный;
- формализацию и ряд других.

Структура общенаучных методов может включать следующие уровни: общелогические методы и приемы; методы эмпирического исследования; методы теоретического познания.

1.1. Общелогические методы и приемы исследования

Общелогические методы и приемы исследования рассмотрим на примере методов анализа, синтеза, абстрагирования.

Анализ - это метод исследования, заключающийся в том, что предмет исследования расчленяется на отдельные составные элементы, далее каждая из частей исследуется отдельно.

В качестве иллюстрации данного метода в сопротивлении материалов, строительной механике, теории упругости и пластичности, строительных конструкциях можно привести: представление реального здания или сооружения в виде расчетной схемы, состоящей из отдельных конструктивных элементов. Другие примеры иллюстрации с учетом соответствующей классификации приведены ниже.

Разновидностью анализа является разделение классов предметов на подклассы (см. ниже). Здесь предметом анализа является не отдельный предмет, а класс предметов.

При создании классификаций предметы или явления, составляющие определенную совокупность, разделяются на классы и группы по наличию, объединяющим их свойствам и характерным признакам. Например, деление стержневых систем на рамы, фермы, арки, арочные фермы, вантовые системы и т. п.

В наиболее общем виде в качестве примеров иллюстраций метода анализа можно привести следующую классификацию:

1) Физика, состоящая из разделов: кинематика, динамика, статика, гидростатика, энергия, молекулярная физика, термодинамика, электростатика, электрический ток, магнетизм, колебания, оптика, теория относительности, атомная и ядерная физика и др.

2) Механика (теоретическая механика), состоящая из разделов – кинематика, статика и динамика.

3) Механика твердого деформируемого тела, включающая техническую механику, сопротивление материалов, строительную механику, теорию упругости и пластичности, некоторые другие.

4) Техническая механика в строительстве, включающая разделы: теоретическая механика, сопротивление материалов, детали машин.

5) Наука о сопротивлении материалов является основой всех инженерных расчетов на прочность, деформируемость и устойчивость элементов конструкций.

6) Теория колебаний (в том числе акустика) - один из разделов физики. В теории колебаний колебательные процессы, имеющие разную физическую природу, имеют общие закономерности (механические и электрические колебания).

Синтез - это метод исследования, позволяющий осуществлять соединение элементов (частей) объекта, расчлененного в процессе анализа, устанавливать связи между ними и познавать объекты исследования как единое целое.

Если анализ – реальное или мысленное разделение объекта на составные части, а синтез – их объединение в единое органическое целое; результат синтеза – новое, прежде неизвестное знание.

Абстрагирование – мысленное внесение определенных изменений в изучаемый объект в соответствии с целями исследования. В результате идеализации из рассмотрения могут быть исключены некоторые свойства, признаки объектов, которые не являются существенными для данного исследования с одновременным выделением интересующих исследователя свойств.

Более развитыми с точки зрения оперирования абстрактными объектами являются математика, логика, диалектика, ряд других наук. В математике оперируют математическими абстракциями, и рассуждения строятся на общих положениях.

1.2. Научные методы эмпирического исследования

Цель эмпирического познания - нахождение научного факта, или получение фактуального знания, или выявление эмпирического закона.

К основным эмпирическим методам относятся: наблюдение, эксперимент, сравнение.

Наблюдение – целенаправленное изучение предметов, опирающееся в основном на данные органов чувств.

В ходе наблюдения мы получаем знания не только о внешних сторонах объекта познания, но – в качестве конечной цели – о его существенных свойствах и отношениях.

В ходе наблюдения исследователь должен руководствоваться определенной идеей, концепцией или гипотезой. В данном случае не просто регистрируются факты, а сознательно отбираются те из них, которые либо подтверждают, либо опровергают его идеи.

Интерпретация наблюдения осуществляется с помощью определенных теоретических положений (см. пример 1).

Пример 1. Существующие методы расчета звуковых полей помещений основаны на положениях волновой, статистической и геометрической акустики. Волновая теория базируется на физических закономерностях звуковых процессов. Связанная с волновой теорией сложность применения математического аппарата не позволяет получать необходимые для акустического проектирования помещения расчетные формулы. Поэтому при решении задач архитектурно-акустического проектирования в большинстве случаев применяют методы статистической и геометрической теорий.

Например, формула для определения времени реверберации T помещения, полученная Сэбиным по результатам натурных исследований и основанная на статистической теории является эмпирической и имеет вид

$$T=0,163V/(\alpha_{\text{ср}} \cdot S_{\text{общ}}). \quad (1)$$

где V - объем помещения, в м³; $\alpha_{\text{ср}}$ - средний коэффициент звукопоглощения, безразмерная величина; $S_{\text{общ}}$ – общая площадь внутренних поверхностей, м².

Если проанализировать структуру формулы (1), то при подсчете времени реверберации по этой формуле, единица измерения получается «метр», а на самом деле принимается «секунда». Это подтверждает эмпирический характер данной формулы, полученной по результатам наблюдений.

По сути это доказывает, что при этом исследовании физика процесса отсутствует и как таковая модель в «явном виде» отсутствует.

Пример 2. Исследование движения людских потоков в зданиях, характеризующегося субъективными (человек) и объективными параметрами (скорость и плотность потока) движения. Методы расчета основаны на результатах натурных, экспериментальных исследований, мониторинга и хронометража процесса.

Пример 3. Уровень интенсивности звука в акустике, в дБ, выражается следующей формулой

$$L_I = 10 \lg(I/I_0), \text{ дБ}. \quad (2)$$

где I – фактическое значение интенсивность звука, Вт/м²; где I_0 – интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости ($I_0=10^{-2}$ Вт/м² на частоте 1000 Гц).

Здесь «дециБелл» (дБ) представляет собой безразмерную нефизическую логарифмическую величину.

В данном случае для упрощения процесса исследования и анализа акустического и вибрационного процессов применен условный подход. И здесь также модель в «явном виде» отсутствует.

Эксперимент – активное и целенаправленное вмешательство в протекание изучаемого процесса, соответствующее изменение объекта или его воспроизведение в специально созданных и контролируемых условиях. В эксперименте объект или воспроизводится искусственно, или ставится в определенным образом заданные условия, отвечающие целям исследования. В ходе эксперимента изучаемый объект изолируется от влияния побочных, затемняющих его сущность обстоятельств и представляется в «чистом виде». При этом конкретные условия эксперимента не только задаются, но и контролируются, модернизируются многократно.

Всякий научный эксперимент всегда направляется какой-либо идеей, концепцией, гипотезой. Без идеи нельзя увидеть факта.

Сравнение - познавательная операция, лежащая в основе суждений о сходстве (подобии) или различии объектов. С помощью сравнения выявляются качественные и количественные характеристики предметов. Сравнить - это сопоставить одно с другим с целью выявить их соотношение [3, 4].

Сравнение предметов в классе осуществляется по признакам, существенным для данного рассмотрения, при этом предметы, сравниваемые по одному признаку, могут быть несравнимы по другому (например, механические и электрические колебания) [3].

1.3. Научные методы теоретического познания

Методы теоретического познания довольно многообразны в зависимости от предмета наук и определяются его спецификой.

Структура и порядок теоретического познания включает: построение идеализированного объекта; построение научной теории; обоснование и доказательство научной теории (абстрагирование, формализация и мысленный эксперимент, математическое (компьютерное), физическое моделирование и др.); научные методы; (гипотетико-индуктивный, конструктивно-генетический; понятия, идеи, принципы; идеальные (знаковые) модели; законы, аксиомы, постулаты; гипотеза, научное понятие, концепт, теория и др.

1.4. Модель и моделирование

Моделирование - воспроизведение свойств объекта познания на специально устроенном его аналоге - модели. Модели могут быть реальными (материальными), например, модели самолетов, макеты зданий, фотографии, и т.п. и идеальными (абстрактными), создаваемые средствами языка, как естественного человеческого языка, так и специальных языков, например, языком математики. В последнем случае мы имеем математическую модель. Обычно это система уравнений, описывающая взаимосвязи в изучаемой системе.

В первом случае моделирование это есть замена изучения интересующего нас явления в природе изучением аналогичного явления на модели меньшего или большего масштаба, обычно в специальных лабораторных условиях. Основным смыслом такого моделирования заключается в том, чтобы по результатам опытов с моделями можно было давать необходимые ответы о характере эффектов и о различных величинах, связанных с явлением в природных условиях.

В большинстве случаев моделирование основано на рассмотрении физически подобных явлений. Изучение интересующего нас природного явления мы заменяем изучением физически подобного явления, которое удобнее и выгоднее осуществить.

В современной науке широко применяется математическое моделирование. Сущность этой методологии состоит в замене исходной сложной системы, объекта его «образом» — математической моделью - и дальнейшем изучении модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов. Этот метод познания, конструирования, проектирования сочетает в себе многие достоинства как теории, так и эксперимента. Работа не с самим объектом (явлением, процессом), а с его моделью дает возможность безболезненно, относительно быстро и без существенных затрат исследовать его свойства и поведение в любых мыслимых ситуациях (преимущества теории) [6].

При этом, не умаляя преимуществ и достоинств математических моделей и математического моделирования, следует констатировать целесообразность и обоснованность использования и других моделей, в частности физических, адекватно и полно отражающих физические процессы и явления. В данном случае математика может выступать как один из приемов и средств решения научной задачи, т.е. представлять собой математический аппарат.

2. Правильный выбор метода научного исследования

Выбор метода научных исследований должен основываться на применении фундаментальных законов природы к решению конкретной задачи. При этом важное значение имеет акцентирование на вопросах и задачах, связанное с тем, какой закон следует применять и как это правильно делать, какие «методы» и «приемы» использовать.

Понятия «методы» и «приемы» употребляются весьма часто, при этом они могут и различаться, когда методами называют более сложные познавательные процедуры, которые включают в себя целый набор различных приемов исследования.

В научной литературе [6] излагаются универсальные методологические подходы, позволяющие безотносительно к конкретным областям приложений строить адекватные математические модели изучаемых объектов. В них представлены методы и примеры построения и анализа математических моделей для решения различных задач механики, физики, биологии, экономики, социологии на основе использования фундаментальных законов природы, вариационных принципов, иерархических цепочек, метода аналогий.

Использование математического моделирования для решения различных задач механики, физики, биологии, экономики, социологии и других наук должно быть обоснованным и адекватным.

Считаем, что под общими понятиями математические модели и математическое моделирование весьма часто объединяются все виды моделей, описывающих различные объекты, процессы и явления в природе. Если утверждается, что построение моделей основывается на фундаментальных законах природы, то и подход к выбору методов и приемов исследования должен быть дифференцированным.

В частности, процессы и явления в механике, физике, которые основываются на фундаментальных законах природы, следует интерпретировать как физические, механические, электрические модели, для решения которых можно использовать соответствующие приемы и способы, в том числе математический аппарат.

Исходя из этого при проведении научных исследований важно правильное и логически обоснованное использование различных подходов, методов, способов и приемов, адекватно отражающих особенности исследуемых задач механики, физики, биологии, экономики и др. с использованием математического аппарата разного уровня - простого (алгебраические, логарифмические, тригонометрические уравнения и/или более сложного (дифференциальные уравнения и т.п.), вычислительной математики, численных методов, математического и/или физического моделирования и т.д.

Можно сказать, что математическое моделирование, как было отмечено выше, может являться, с одной стороны, непосредственно одним из научных методов исследования, а с другой, представлять собой совокупность способов и приемов теоретического познания.

Следует отметить, что иногда предмет теории колебаний относят к математическим курсам. Однако это не совсем правильно. Теория колебаний представляет собой самостоятельную дисциплину, так как разнообразные применения ее настолько тесно связаны друг с другом, что их необходимо изучать с единой точки зрения; не только математической, а главным образом физической. Изучение колебаний в различных системах с единой физической точки зрения в значительной степени облегчает анализ и исследование тех колебательных процессов, в которых имеет место закономерная связь колебаний различных физических величин, например, механических и электрических [1-3].

В качестве обоснования такого подхода можно привести исследование колебательного процесса (механических и электрических колебаний) [1-3], основанного на законах теории колебаний в физике и технике, приведенного на рис. 1 и 2 и представляющего собой физическую (отображение физического процесса), а не математическую модель. В электрических цепях, также как и в механических системах, таких как груз на пружине или маятник, могут возникать свободные колебания (см. пример 4 и рис. 1). Простейшей электрической системой, способной совершать свободные колебания, является последовательный LC-контур (см. пример 4 и рис. 2). При решении задачи в примере 4 использован математический аппарат в виде математических уравнений.

Пример 4. Уравнение для колебаний груза на пружине (рис. 1) при наличии силы трения, зависящей линейно от скорости, имеет следующий вид

$$mx'' + hx' + kx = 0, \quad (3)$$

где $h \cdot x'$ - сила трения, h — коэффициент силы трения, имеющий размерность $н \cdot сек/м$ или $кг \cdot сек/см$ или $дин \cdot сек/см$. В электрическом контуре (рис. 2), содержащем индуктивность L и емкость C , омическое сопротивление R будет аналогом коэффициента силы трения в механике.

Действительно, если за переменную выберем не ток I , а q - заряд на конденсаторе, причем $q' = I$, по определению, то уравнение напряжений для контура будет иметь вид

$$Lq'' + Rq' + (1/C)q = 0. \quad (4)$$

Очевидно, что с точки зрения математики уравнение (3) ничем не отличается от уравнения (4). Полезно провести аналогию между этими двумя системами: если смещение x аналогично заряду q , то масса m аналогична самоиндукции L , коэффициент сопротивления h - омическому сопротивлению R , жесткость k - обратной величине емкости $1/C$.

Для анализа колебательного процесса уравнения (3) и (4) можно представить в одном виде

$$x'' + 2\delta x' + \omega^2 x = 0, \quad (5)$$

где под x понимаем или смещение, или заряд, а

$$\delta = h/(2m) \quad \text{или} \quad R/(2L) \quad (6)$$

и

$$\omega^2 = k/m \quad \text{или} \quad 1/(LC) \quad (7)$$

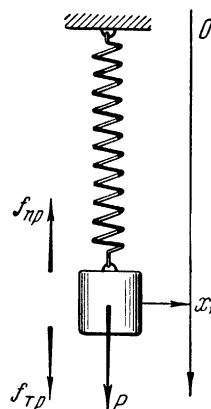


Рисунок 1

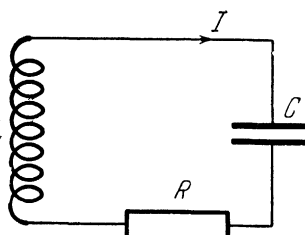


Рисунок 2

В связи с этим в данном случае более корректным является использование понятия «модель», а не математическое моделирование.

Непосредственное использование понятия «математическое моделирование» оправдано в исследовании сложных трудноформализуемых систем, объектов, процессов и явлений, сущность которых состоит в замене исходного объекта его «образом» — математической моделью - и дальнейшем изучении модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов (см. раздел 3).

3. Рекомендуемый алгоритм действий при проведении научного исследования различных физических объектов, процессов и явлений

Предлагается следующий алгоритм (последовательность) действий при проведении научного исследования различных объектов, процессов и явлений, в частности физических; выбора адекватных научных подходов и методов решения задач с применением соответствующих средств, способов и приемов для достижения поставленной цели:

- 1) Выбор объекта (процесса, явления) исследования.
- 2) Интерпретация объекта на основе фундаментальных законов природы (математическая, физическая и/или др.).
- 3) Формализация задачи исследований (в том числе создание математической, физической и др. моделей).
- 4) Выбор научного метода исследования в соответствии с перечнем, приведенным в разделе 1.
- 5) Моделирование (математическое моделирование, физическое моделирование и др.).
- 6) Выбор приемов и способов для решения поставленной задачи (простой или сложный математический аппарат, численные методы, современные информационно-вычислительные технологии, компьютерные программные комплексы и др.).

При этом в зависимости от конкретного объекта, процесса и явления и их особенностей рекомендованный алгоритм может использоваться по-разному:

а) в полном виде при исследовании сложных систем:

- **выбор объекта - интерпретация - формализация задачи –**
- **выбор метода - моделирование - выбор приемов и способов.**

В качестве примера можно привести проектирование и расчет зданий, сооружений с использованием программных комплексов семейства «ПК ЛИРА-САПР», ПК МОНОМАХ-САПР, ПК САПФИР, Autodesk REVIT и др.

В частности, основу расчета на «ПК ЛИРА-САПР» составляют конструктивная (физическая) и аналитическая (математическая) модели.

б) в неполном виде при исследовании объекта в упрощенном виде:

- **выбор объекта - интерпретация - формализация задачи –**
- **выбор метода - выбор приемов и способов.**

Например, это:

- расчеты зданий и сооружений на особые сочетания нагрузок с учетом сейсмических воздействий по спектральному методу согласно СНиП 22-07-2018 СНиП 22-07-2018 [7];

- расчеты конструктивных элементов и строительных конструкций, в частности расчет фермы аналитическим (вырезания узлов, простых или совместных сечений, круговых сечений, замены стержней) или графическим способами определения усилий в стержнях.

в) в неполном виде при исследовании несложных систем и решении простых задач:

- выбор объекта - интерпретация - формализация задачи –

- выбор приемов и способов.

К примеру, это исследование простых колебательных процессов (механических и электрических колебаний): колебание груза на пружине или маятник, простейшая электрическая система с последовательным LC-контуром, способная совершать свободные колебания (см. пример 4 и рис. 1 и 2). Кроме этого, это задачи теплофизики, архитектурно-строительной акустики (примеры 1 и 3), исследование объемно-планировочных и архитектурно-композиционных решений зданий, исследование движения людских потоков в зданиях, гидравлические расчеты и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мандельштам Л.И. Лекции по теории колебаний. - М.: Издательство «Наука», 1972. – 470 с.
2. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. - М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 440 с.
3. Стрелков С.П. Введение в теорию колебаний. Издание второе, переработанное, - М.: Издательство «Наука», 1964. – 438 с.
4. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. - М.: Издательство «Наука», 1972. – 440 с.
5. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. - Л.: Издательство «Машиностроение. Ленинградское отделение», 1976. – 320 с.
6. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. — 2-е изд., испр., - М.: Физматлит, 2001. - 320с. - ISBN 5-9221-0120-X. (монография).
7. СНиП РТ 22-07-2018 «Сейсмостойкое строительство».

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

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Фазилов Анвар Рахматджанович	Фазилов Анвар Рахматджанович	Fazilov Anvar Rakhmatdzhanovich
Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title	Номзади илмҳои техникӣ, дотсент	Кандидат технических наук, доцент	Candidate of technical sciences, docent
Ташкилот, Организация, Organization	ДТТ ба номи академик М.С.Осими	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after academician M.S.Osimi
e-mail	niisa-fozilov@mail.ru		
ORCID Id	0000-0002-3683-5494		

УДК 72.03 (575.3)

ФАРҲАНГ ВА ҲУНАРҲОИ ВОЛОИ МИЛЛАТИ ТОЧИК ДАР СИМОИ ТОЛОРИ “ДИДОР”-И МАЧМААИ “КОХИ НАВРҮЗ”.

Тиллоев С.С., Азизиён С.С.

Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ.

Дар мақолаи мазкур анъанаҳои волои миллати тоҷик дар санъати меъмории навин: наққошӣ, рассомӣ, ҳаққоқӣ, ороишгарӣ, гачкорӣ ва кандакорӣ дар ҷӯб ва гач, ки дар асоси тамаддун, фарҳанг ва ҳунари меъмории ва сохтмонӣ дар мисоли толори “Дидор”-и «Кохи Наврӯз» дар замони муосир бунёд гардидааст, дида баромада шуда, тарзи баландшафтарории мавзеи атрофи маҷмаа бо шинондани гулу дарахтони нодир, дарахтони ҳамешасабз ва буттаҳои лоиҳабандӣ шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: санъати меъмории, тамаддун, фарҳанг, наққошӣ, гачкорӣ, васса, тафаккури меъмории.

КУЛЬТУРА И ВЫСОЧАЙШЕЕ МАСТЕРСТВО ТАДЖИКСКОГО НАРОДА В ОБЛИКЕ ЗАЛА «ДИДОР» КОМПЛЕКСА “КОХИ НАВРУЗ”

Тиллоев С.С., Азизиён С.С.

В названной статье на примере зала “Дидор” “Кохи навруз” рассматриваются высочайшие традиции таджикского народа в современном архитектурном искусстве, как живопись, рисование, гравюрное, отделочное, лепные работы, резьба по дереву и ганчу, а также проектированы способы ландшафтирования вокруг комплекса с посадкой редких и вечнозеленных деревьев, который построен на основе цивилизаций, культуры и архитектурного мастерства и строительства в нынешнее время.

Ключевые слова: архитектурное искусство, цивилизация, культура, живопись, резьба по ганчу, балка, архитектурное мышление.

CULTURE AND HIGHEST SKILLS OF THE TAJIK PEOPLE MANIFESTED IN THE "DIDOR" HALL OF THE COMPLEX "KOHI NAVRUZ"

Tilloev S.S., Aziziyon S.S.

This article explores the highest traditions of the Tajik people in the modern architectural art, such as painting, drawing, engraving, decorating, moulding, as well as, designed methods of landscaping around the complex with the planting of rare and evergreen trees, shrubs and flowers, woodcarving and ganching on the example of the "Didor" complex "Kohi Navruz".

Key words: arts of architecture, civilization, culture, painting, ganch carving, beam, architectures intellect.

Муқаддима

Оғоз аз санъати меъмории кишвари азизамон – Тоҷикистон, махсусан пойтахти он шаҳри Душанбе, метавон бо як нигоҳ таваққуф ба дақиқсозии раванди лоиҳабандӣ, дар доираи кадом меъёрҳо ва талаботҳои замон сохта шудан, ошкор гардидани эҷоди бехтарини гузашта, ҳозира ва пешбинии ояндаи эҷодӣ-созандагӣ, танҳо ба маҷмӯи мақолаҳои илмӣ ва амалӣ (асарҳои меъмории) назар кардан ба манфиати кор аст. Имрӯз мо дар доираи меъморон ва сохтмончиёне қарор гирифтаем, ки лоиҳабандӣ, нақшаҳои кашида ва дар амал иҷрошавӣ, сохтани бино ва иншоотҳо, боғҳо ва маҷмааҳои мутамаддини ба рӯи коғаз овардашон ҷавобгӯи талаботҳои давру замон мебошанд. Махсусан нисбати меъмории дар тамоми китобҳои таърихӣ – меъмории ва сохтмонӣ, нақшаҳои гуногуни биносозӣ ва лоиҳабандии онҳо, шахрсозии давраҳои мухталифи ҷамъият дар тӯли асрҳо, расмҳо, навиштаҳо, нақшаҳо ва бозёфтҳо, суҳан карда бошанд ҳам, дар ягон ҳолат пешниҳоди сиру асрори фарҳангу ҳунармандӣ ва меъмориву сохтмони гузаштаи ҳудро фаромӯш накардаанд.

Айни замон, он осори баландпояи меъморие, ки имрӯз таҷассумгари тамаддун, фарҳанг ва ҳунари меъмории ва сохтмони анъанаҳои волои миллати тоҷик гардидааст, он ба шакли Маҷмааи фарҳангӣ-фароғатии «Кохи Наврӯз» лоиҳабандӣ ва сохтмон шудааст, мавриди таҳқиқ қарор дорад.

Маҷмааи фарҳангӣ-фароғатии «Кохи Наврӯз» бо Қарори Раиси шаҳри Душанбе аз 19 март соли 2009 дар қисмати ҷанубии хиёбони Исмоили Сомонӣ, пайваст ба кулли “Ҷавонон” дар мавзеи ҳамвор, қитъаи замини масоҳаташ 4.50 га., аз он ҷумла, зерсохтмон 1,35га., аз тарафи Фармоишгари иншоот, пудратчӣ ҶДММ “СТС-Иншоот”, лоиҳакаш ҶДММ “Меъмор - 2002” (сармеъмор Азизиён Самӣ Соли ва меъморон: Мусоев К., Аҳмедов Н., сармуҳандис Фозилов Ҳ., конструктор Насруллоев Ҳ.) тарҳрезӣ ва лоиҳабандӣ шуда, ба сомон расонида шудааст.

Назария ва омӯзиш

Маҷмааи фарҳангӣ-фароғатии «Кохи Наврӯз» аз тарафи Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ, Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар ҷашни навбатии Наврӯзи ҳуҷастапай, 19 март соли 2009 “Ҳишти асос” гузошта шуд ва пас аз 6 сол (бо назардошти қабули меҳмонон дар ҷамъомади сарони давлатҳо дар Ташкилоти ҳамкории Шанхай (ТҲШ) (ШОС-2014), 19

марти соли 2015 ба таври расмӣ мавриди истифодаи шаҳрвандон ва меҳмонони олиқадр қарор гирифт. Маҷмаа, аз тарафи Пешвои миллат, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон бо зикри он, ки «Наврӯз нифоку низоъ ва бераҳмиву бешафқатиро аз қалби одамон дур месозад ва дар вучуди инсонҳо эҳсоси дӯстиву бародарӣ, меҳру шафқат, эҳтирому садоқат ва ҳамёриву ҳамзистиро зиёдтар намуда, ба ҳар фард аз рӯзи неку зиндагии беҳин мужда мерасонад», «КОХИ НАВРӮЗ» номгузорӣ карда шуд, то ин, ки дӯстӣ ва меҳру шафқат дар байни мардум зиёд гардида, Ваҳдату ҳамдилий пойдор нигоҳ дошта шавад. Маҷмааи фарҳангӣ-фароғатии «Кохи Наврӯз» қаблан ҳамчун чойхонаи бузургтарин дар Осиёи Марказӣ ба нақша гирифта шуда буд ва дар рафти сохтмон он ба як қасри бошукӯҳи таърихиву фарҳангӣ, осорхонаи маданияву равшаннамоӣ ва дорои ҳунарҳои мардумии миллати тоҷик табдил ёфт. Расми 1.

Маҷмаа - нишон аз сарбаландӣ, соҳибдавлатӣ, тоҷдорӣ ва баргузидагии миллати тамаддунофари тоҷик, дар умум ба шакли «Тоҷ» тарҳрезӣ-лоиҳабандӣ гардида ва сохта шудааст (Дар он ороишгарон ва наққошон бо роҳбарии Идиев Ҳусейн; зиёда аз 7000 метри мураббаъ қорҳои дастии наққошӣ: Рақибов К., Ҳоҷӣ Рустам, Ҷумаев А., Азизов Ф. ва шогирдон; Чӯбқорон-қандақорон: Азизов С., Алиев Б. ва шогирдон; Сангтарошон: Мачидов Р., Ҷӯраев Ҷ. ва шогирдон; Гачқорон: Сайдуллоев Ф., Қодиров М. ва шогирдон; Қор бо санъати сграфито: Ёдгоров Комил ва гуруҳи ӯ; Оинабандон: усто Анвар ва шогирдони ӯ, иштирок варзидаанд).



Расми 1- Маҷмааи фарҳангӣ-фароғатии «Кохи Наврӯз». Душанбе. 2020с.

Дар намои асосӣ - даромадгоҳи бино бо тарзи ороиши деворнигора дар сангҳои сграфито ҳаққоқӣ карда шуда, ду ғаввораи мусиқидор саҳни ҳавлиро зеб медиҳанд. Ҳамагӣ дар атрофи маҷмаа 6 ғаввора вучуд дошта, дар мобайни онҳо суҳбатҷойҳо бо сутунҳои баландболо ва гунбаздор сохта шудаанд. Тибқи лоиҳа дар бино 22 гунбаз вучуд дорад, аз он: 1 дона бо андозаи 36 метр, 1 дона бо андозаи 18 метр, 4 дона бо андозаҳои 8 метрӣ, 4 дона бо андозаҳои 4 метрӣ ва 12 дона бо андозаҳои 2 метрӣ мебошанд. Дар чор тарафи Маҷмааи фарҳангӣ-фароғатии «Кохи Наврӯз» деворнигораи Панҷакенти қадим бо тарзи асли ҳаққоқӣ карда шудааст [1].

Тарзи ба ландшафтдариҳои мавзеи атрофи маҷмаа низ бо шинондани гулу дарахтони нодир, ки бунёди боғҳои афсонавиро менамояд, ба монанди дарахтон ва буттаҳои зерин: секвоя ва буксус, шохбулут, заранг, магнолиёи ҳамешасабз, санавбар, сарв ва дарахти тӯс лоиҳабандӣ ва амалӣ шудаанд.

Инчунин дар паҳлуи деворҳои даромадгоҳи асосии Маҷмааи «Кохи наврӯз» ҳаққоқиҳои зерин тасвир гардидаанд:

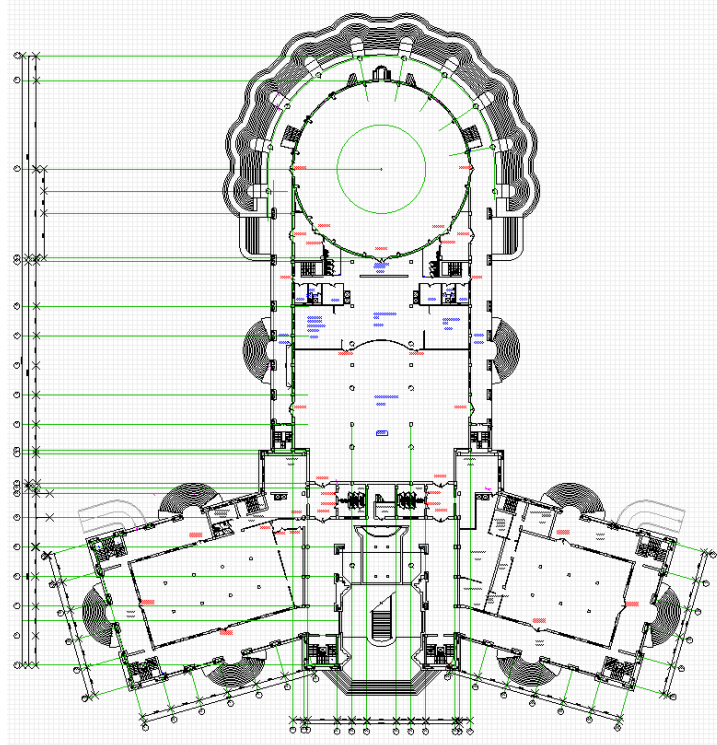
Нигорарасми «Таърихи давлатдорӣ» – дар расм замони Куруши Кабир ва Ориён тасвир ёфта, дар он нишони Аҳурамаздо ва расми духтари Саразм аз Панҷакенти қадим бо тақдир гардидани савҳои пешкашнамудаи сафирон барои шох;

Нигорарасми «Ҳувияти миллӣ» – дар расм тарзи раққосии занона ва қабӯтарон тасвир шудааст;

Нигорарасми “Амнияти озуқаворӣ” – дар расм яке аз ҳадафҳои стратегии Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки расидан ба имнияти озуқавориро дарак медиҳад, оварда шудааст;

Нигорарасми “Нури истиқлол” – дар расм истиқлолияти энергетикӣ ва баромадани ҷумҳурӣ аз бунбасти коммуникатсионӣ, яъне ҳадафи дигари стратегии Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аккосӣ шуда, рақс ва сурудхонии занон, рамзи озодӣ, оромӣ ва хурсандӣ, нақбҳо ва ифтитоҳи нерӯҳои обию барқӣ, дуои пирон ба корнамоиҳои ҷавонон - нишон аз омодагӣ дар роҳи расидан ба ҳадафҳои пешниҳодшуда, нону ширинӣ - нишон аз меҳмоннавозию инсондӯстии мардуми тоҷик тасвир ёфтааст;

Маҷмааи «Кохи Наврӯз», бо 5 Блок (қисматҳо): А, Б, В, Г ва Д ҷудо карда шуда, дорои 15 толорҳои хурду калон мебошад. Толорҳои калонтарин ва асосии маҷмаа инҳоянд: «Зарандуд», «Гулистон», «Дидор», «Аржанг» ва «Зарринтоҷ». Дар умум, бино бо ғушаҳо аз 2, 3 ва 5 ошёна, таҳхона, таваққуфҳо барои 250 мошин, 1 ошхонаи калон, сеҳи асосӣ (ошхонаи хӯроки гарм) барои дар як баст ба 3000 мизоч омода намудани хӯрок, сеҳҳои қаннодӣ, марказҳои дилхӯшии ҷавонон, клубҳо, 9-то лифт, аз онҳо: 1 лифти манзаравӣ, 4 лифти одамбаро ва 4 лифтҳои борбардор иборат мебошанд [1]. Расми 2.



Расми 2- Толорҳо дар нақша. Тарҳи ошёнаи 1.

Вобаста ба масъалагузори танҳо “Блоки Г” таҳқиқ карда шуд.

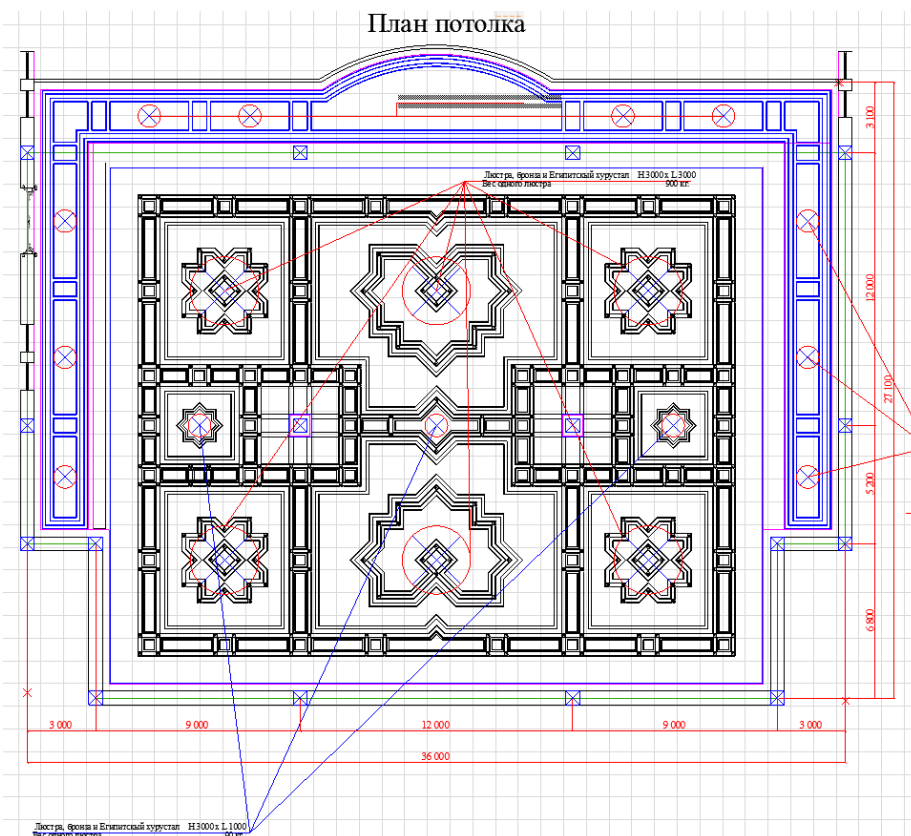
Шарҳи блоки Г - толори «Дидор». Дидор – дар маъхазҳо бо маънои дидан, нигоҳ, нигариштан, мулоқот намудан, чеҳрабинӣ, дидорбинӣ, рӯйбинӣ, вохӯрӣ қардан, муштоқи дидор будан омадааст [2].

Толор дар ошёнаи якуми маҷмааи «Кохи Наврӯз» ҷойгир буда, масоҳати 1108 метри мураббаъро доро мебошад ва бо санъати меъмории “Кундал” [3] (Кундал - нақшест дар матоъ, ки баъдан ба девор гузаштааст ва аз дидани зебоии он кас дар ҳайрат ё шах шуда мемонад. Ин калима шояд аз калимаи “кунда” гирифта шуда бошад. Ба ҳамин маъно матоеро занҳо “кундал” ҳам меноманд), ки ба асри 15-и мелодӣ рост меояд ва он наққошӣ, гачқорӣ, вассачуфт [4] (Ин васта аст дар шифт, ки онро ба шакли ҷамъ дуто-дуто мегузоранд, ҳам зеб медиҳад ва ҳам шифт пуқувват мегардад, балка), наққошӣ дар рӯи оинаро мефаҳмонад, сохта шудааст. Нақшҳо сирф тоҷикӣ буда, ғувоҳи соҳибхона будани мардуми тоҷиканд [5] (хуна - маънои маҳорату қобилияту қордонӣ, касбу пешаро дорад), ки то ба даврони мо омада расидаанд. Фарши толор пурра бо санги хоро ва суфташуда ороиш дода шуда ва дар он санъати миллии дарҷ гардидааст. Аз дохили толор ба ошёнаи 2-юм баромадан мумкин буда ва ошхона бо ғушаи тақсим намудани хӯроқҳо, хучраи мудирӣ, ҳочатхона ва ғайраҳо дар бар мегирад. Ҳар як сутун аз сангҳои пуққиммати тамоми сарзамини Тоҷикистон овардаю қоркардшуда, гирдобагирд васл шудаанд. Дар болои сутунҳо ба монанди Сталактит (ин намуди пайдошавии санг танҳо дар ғорҳо ба вуҷуд омада ва дида мешаванд) бо меъмории замони муосир пайваст карда шуда, дар болои ҳар як сутун оварда шудаанд. Ҳамчунин, дар байни сутунҳо меҳробҳои нимдаврано низ ҷой дода ва даруни онҳо ҳам чун сталактит ҳаққоқӣ карда шудаанд. Дар болои ҳар як меҳроб нишони беҳтарини миллат, “тоҷ” шинонда шудааст.

Дар ошёнаи дуюм, ки аз толори асосӣ намоён аст, перила (панҷара, қатормаҳҷар)–и чӯбини ду чоркунҷа болои ҳам, ба тарзи нақши ҷамъ, ки он чоркунҷаест бо рамзи офтоб ва зиндагӣ, маънои чархофалакро дорад ва ориёӣ аст, кандакорӣ шудааст. Шифти ошёнаи 2-юм бо нақшҳои марказии **Нишони давлатӣ** ва **Парчами миллӣ** дар болои куҳсори сар ба фалаккашидаи пур аз барфи тоҷик ороиш дода шуда, аз тарафи чапи даромадгоҳ даврони куҳан: мақбараи Мир Саид Алии Ҳамадонӣ дар шаҳри Кӯлоб, чархофалак бо кӯзаҳо, шабех ба “Соли оби тоза”, бо шаст қорӣ шудани об аз куҳ ва ба ҳунари миллӣ – чакан табдил ёфтани он, мадрасаи Абдулатиф дар шаҳри Истаравшан, мақбараи устод Рӯдакӣ дар деҳаи Рӯдак, ноҳияи Панҷакент ва тамоми мероси ниёконамон нақшоӣ ва ҷубқорӣ карда шудаанд. Аз тарафи рост бошад, даврони навин бо маҷмааи Исмоили Сомонӣ, Парчами миллӣ, Қасри миллат, китобхонаи миллӣ, биноҳои баландболои истиқоматӣ, сарсабзӣю хуррамии мамлакатамон, нақшоӣ ва ҷубқорӣ карда шудааст. Ҳар ду нигораҳо, ба хотир ва дарназардошти дар ҳар 500 - 1000 сол миллати тоҷик бо пайдо гардидани фарзанди фарзонааш оламгир гаштааст, Сосониён, Сомониён ва Раҳмониён, арзи вуҷуд дорад.

Нақшбандии шифти толори “Дидор” аз Маҷмааи фарҳангӣ-фароғатии «Кохи Наврӯз» мавриди таҳқиқ қарор дода шуд ва тавзеҳоти он ба чунин зайл оварда мешавад. **Расми 3.**

Тавзеҳот. Дар нақши шифти толори “Дидор”, хӯшае аз санъати тасвирии осиеиммёнагии куҳан ва муосир оварда шудааст, ки дар он танҳо нақшбандӣ ва вассачуфт (дуредгарӣ), нақшоии хоси мардуми форс-тоҷик таҷассумгар буда, барои васфи он забон кутӯҳӣ мекунад. Ҷобачогузори ҳар як ҳаракати қалами меъмор, банду басти мутаносибии дорои вазн (*симметрия*) ва доштани паҳлӯҳои якхелаи шифт, ки дар он офариниши санъати меъморӣ ҳувайдо мебошад, бозгӯи заҳмати шабонарӯзии меъмор, сохтмончӣ ва нақшоии моҳирро мемонад. Чунин нақшбандии ботаносуб бо шинондани ду гул дар маркази майдон, ҳар яке бо андозаҳои 12м x 9м = 108метри мураббаъ, ки дар онҳо қандили 900кг. бо оро додани он гулҳо дар ҳафт гӯшаи қандил овезон карда шудааст [7] (*Ҳафт гӯша – ин ҳамон ҳафтест, ки 7-ситора, 7-иқлим, 7-ситораи бародарон, 7-қабати осмон ва 7-рӯзро мемонад ва аз Нишони давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон (тасдиқи 28 декабри соли 1993) – яке аз муқаддасотҳои миллии мардуми тоҷик гирифта шудааст*).



Расми 3- Шифти Толори “Дидор”.

Нақши дигар, ботаносуб чор нақши гул, ки ҳар кадом бо ҳашт теғаҳои шикаста (трапетсияшакл), ҳар яке бо андозаҳои 6,8м x 6,8м = 46,2метри мураббаъ, оро додани он гулҳо бо чоркунҷаи зердарун, ки дар онҳо низ қандили 900кг. овезон гардидааст, нақшбандӣ карда шудааст. Нақши дигар, бо таносуби ду нақши гул, ки ҳар кадом ҳаштгоӣ теғаҳои секунҷа доранд ва он ду чоркунҷаи дарун ба дарунро

мемонад, ҳар яке бо андозаҳои 6,0м x 6,0м = 36метри мураббаъ, ки дар онҳо қандили 90кг. овеzon карда шудааст. Ҳамчунин, нақше бо таносуби ду чоркунча бо 16 чоркунҷаи давродавр бо нақшбандии шакли чамъ пешбинӣ шудааст [8] (Дар Авесто ин ду чоркунча бо рамзи офтоб, зиндагӣ дар муқобили марг; маънии форсӣ-тоҷикӣ он – дунёи чарханда аст; Ин рамз аз Санскрипт буда, свасти – табрик, салом кардан, барор хостан аст ва асти – ҳастӣ, вучуд доштан аст). Дохили нақши чамъ андозаи 4,8м x 4,8м = 23метри мураббаъ, ва ҳар як чоркунҷаи дигар бо андозаҳои 1,4м x 1,4м = 2,0метри мураббаъ, нақшбандӣ карда шудаанд. Дар қисмати берунӣ-бастабандии даврии чоркунҷамонанди охир низ ҳар як чоркунҷаи росткунча бо маъони алоҳидаи худ омадааст ва дар бари умумии 3,1 метр, дарозии 36 метр ва 27,1 метр, ҳар кадоми онҳо андозаҳои 5,6м x 2,1метр (4 дона); 3,8м x 2,1метр (6 дона); 1,2м x 2,1метр (12 дона); 2,6м x 2,1метр (2 дона) ва 1 дона росткунҷаи шикамдор бо андозаи 12,0м x 2,1м (шикам 2,9метр) толорро зеб додаанд. Дар тамоми толор 26 қандили хурду калон овеzon буда, бо дарозӣ ва паҳнӣ вазни худ, ҷилои тиллорангашон моҳирона ҳаққонӣ шудаанд.

Ба маврид аст қайд кунем, ки дар санъати рассомӣ ва нақшоии замони куҳан чунин нақшбандиҳо маълум буданд [9], лекин на ба дараҷаи он, ки банду басти ҳар як хати шикастаро (нақшҳои меъмор Азизӣён Самеъ) дар масоҳати 36м x 27,1м = 975,6 метри мураббаъ (баробар ба масоҳати ду участкаи назди ҳавлигӣ, ҳар кадоме баробар ба шаш садяк) дар майдони ҳамвор, дар як ҳуҷраи калон пешбинӣ ва амалӣ гардонида бошанд. Сохтмони маҷмааи зикргардида аз он дарак медиҳад, ки дар замони муосир бо истифодаи масолеҳи сохтмони навин тамоми лоиҳаи аз тафаккури меъмор бо андозаҳои мухталиф ба нақша даровардашударо амалӣ кардан мумкин аст.

Ҳамин тариқ, меъморӣ биноҳои фарҳангӣ-ҷамъиятӣ, новобаста аз давраи то солшумории мелодӣ ва аввали мелодӣ ба дину равияҳо бовастагӣ надохтанд, танҳо маҷмааҳои сохташаванда бо истифодаи тафаккури меъморӣ навин сайқал ёфта, бо гузашти солҳо дигаргун ва мустаҳкамтар мешуданд. Интиҳоби масолеҳи сохтмони таҳҷой (худӣ) ба меъморон-созандагон даст меод, ки дар нақшбандӣ ва ё ба лоиҳадарории иншоотҳои азим тамоми савияи дониши худро сафарбар намуда, беҳтарин иншоотҳои давру замонро созанд [10].

Гувоҳи таърихӣ чунин аст, ки дар ҳар як сарзамин вобаста ба масолеҳи дастрас сохтмонҳои гуногун сурат гирифтаанд ва асрҳои дароз ин анъанаҳо дар байни устодони чирадаст мавҷеи калон доштанд (Бахусус, дар Тоҷикистон ҳунармандони Истаравшанӣ аз устодони гузаштаи худ ҳунари кандакорӣ дар ҷуб ва гачро ба дараҷаи воло омӯхта, то имрӯз мавриди истифода қарор дода истодаанд).

Ҷоиз ба ёдоварист, ки дар Чин (Хитой) қисми зиёди меъморӣ куҳан бо истифода аз коркарди масолеҳи ҷубин амалӣ карда шудааст, чунки ин масолеҳ бештар дастраси мардуми ҳунармандии он ҷой буд. Дар Миср, Рими қадим, Аврупо, Ҳиндустон, Ҷопон ва қитъаи Амрико бо коркарди санг зиёдтар бунёдкорӣ намудаанд, ки ин анъана низ хоси масолеҳи сохтмони ҳамин мавзеҳо мебошанд.

Ҳамаи ин нозуқиҳои санъати меъморӣ-созандагӣ аз он шаҳодат медиҳанд, ки на танҳо донишмандон як касб, балки дар баробар ба он тамоми ҳастии олам, фаҳмиши инсонӣ, дарк намудан ва дидани ҷисмҳо дар фазо (донишмандони фанни “Геометрияи тасвирӣ”), тасаввур кардани гузаштаи дур, истифода аз санъати меъморӣ ҳозира ва доштани таҳайюлотӣ ояндабинӣ, меъморон-сохтмончиёро ба қўллаи мурод мерасонанд. Ин аст, ки дар натиҷаи омӯзиши тарзҳои назариявӣ амалӣ ва дар истеҳсолот татбиқ намудани санъати меъморӣ куҳан бо назардошти истифодаи масолеҳи замони муосир, лоиҳаҳои эҷодгардида ва бо дидану ҳис намудани маҳсули кории худ, меъмор ба вачд омада дар тақоӣ сохтан ва лоиҳабандӣ намудани иншоотҳои бузург мегардад. Ҳамин тариқ, ҳар як чизи дида ва ҳатто шунида ҳам бошад, дар тасаввуроти меъмор ҷой гирифта мегардад, ки тавассути амалӣ намудани ҳиссиёти меъморӣ худ ва дар рӯи қоғаз баровардани эҷодкориҳо, новобаста аз хурд ё калон будани лоиҳабандии ба зиммаи меъмор гузошташуда, ӯ қадаме ба пеш мегузарад.

Хулоса

Хулоса, бо чунин нақшоҳои, ки танҳо дар шиғфти толори “Дидор”-и Маҷмааи фарҳангӣ-фароғатии «Кохи Наврӯз» дида баромада шуд, истифодаи масолеҳи сохтмони худӣ, аз ҷубҳо иборат будани сутунҳо ва бастабандиҳо, аз рӯи лоиҳа коркард шудани ҳунароҳои волои мардуми тоҷик дар мисоли нақшоӣ, рассомӣ, ҳаққонӣ, ороишгарӣ, гачкорӣ кандакорӣ дар ҷуб ва гач ва ғайра, ки дар маҷмӯъ бино ва иншоотҳои дорои санъати зебои толорҳои замони навин пайдо гардида истодаанд, мавриди истифодаи лоиҳабандии меъморон қарор додан мувофиқ ба мақсад аст.

Адабиёт

1. Азизӣён С.С. Лоиҳа ва нақшаи генералии Маҷмааи фарҳангӣ-фароғатии “Кохи Наврӯз” // Душанбе. 2009. ҶДММ “Меъмор - 2002”.
- 2-3-4-5-6-7-8. Фарҳанги забони тоҷикӣ. Ҷилди 1-2. // Москва. Нашриёти “Советская энциклопедия”. 1969. Саҳ. 24; Ҳамон ҷо. Саҳ.136; =//=. Саҳ.242; =//=. Саҳ.328; =//=. Саҳ.453; =//=. Саҳ.511; =//=. Саҳ.567;

9. Тиллоев С.С., Эмомова Ф.Ё., Фирузаи Т. Взаимовлияния и преемственность в архитектурно-художественном творчестве Мавераннахра в IX-XI вв. // Журнал “Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. ТТУ имени академика М.С. Осими, Душанбе, 2017. Т.1.37. - с.145-154.

10. Тиллоев С.С., Гиёсов М.Р., Рузиева Г.Ҳ. Строительные материалы и конструктивные формы в средневековой архитектуре Таджикистана // Маводи семинари ҷумҳуриявии илмӣ-амалӣ «Татбиқи нақшаи генералӣ - асоси сарчашмаи созандагӣ: Истифодаи пурсамари Меъёрҳо ва қоидаҳои шаҳрсозӣ ва сохтмонӣ». Душанбе: Нашриёти ДТТ ба номи академик М.С.Осими, 16.10.2020с. стр.168-174.

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

TJ	RU	EN
Тилоев Сангаҳмад Самадович	Тилоев Сангаҳмад Самадович	Tilloev Sangakhmad Samadovich
Доктори илмҳои таърих, и.в.дотсент	Доктор исторических наук, и.о.доцента	Doktor of istorik sciences
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени адемика М.С. Осими	TTU named after academician M.S.Osimi
e-mail: tilloev58@mail.ru		
TJ	RU	EN
Азизӣён Самӣ Соли	Азизӣён Сами Соли	Azizien Sami Soli
унвонҷӯ	соискатель	The applikant
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени адемика М.С. Осими	TTU named after academician M.S.Osimi
e-mail: azizien@mail.ru;		

УДК 627.842.

ПРОХОДКА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ УКРЕПЛЕНИЕМ МЕТОДОМ ИНЪЕКЦИИ

¹Хасанов Н.М., ³Холов Ф.А., ²Зувайдов М.М.

Таджикский технический университет им. М.С.Осими¹

Бохтарский государственный университет им. Н.Хусрава²

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана³

В статье приведена проходка гидротехнических сооружений при помощи предварительного укрепления методом инъекции. Данный способ применяют в сложных горно-геологических условиях в водоносных сильнотрещиноватых породах, в зонах дробления и разломов, а также при необходимости производства работ в условиях наличия напоров грунтовых вод и больших притоков воды. Результаты применения этого способа проходки показывают эффективность применения описанного метода. Приведены технологии и результаты использования метода инъектирования на примерах проходки напорного тоннеля ГЭС Розелан-Бати (Франция) и строительства автодорожного Грансасского тоннеля в Италии. Результаты применения описанного метода указывают на его эффективность.

Ключевые слова: геологические факторы, трещины, вывалы, заколы, деформации, укрепления, инъекции, метод, эффективность.

SINKING OF HYDRAULIC STRUCTURES WITH PRELIMINARY STRENGTHENING BY INJECTION

Khasanov N. M., ³Kholov F.A., ²Zuvaidov M.M.

The article is devoted to the penetration of hydraulic structures with the help of preliminary reinforcement by injection. This method is used in complex mining and geological conditions in aquifers of highly fractured rocks, in zones of crushing and fractures, as well as when necessary to perform work in the presence of groundwater pressures and large water inflows. The results of the application of this method of sinking shows the effectiveness of the described method. The technologies and results of using the injection method are presented on the examples of driving the pressure tunnel of the Roseland-Bati hydroelectric power station (France) and the construction of the Gransass road tunnel in Italy. The results of the described method indicate its effectiveness.

Key words: geological factors, cracks, fallouts, punctures, deformations, fortifications, injections, method, efficiency.

ГУЗАРГОҶИ ИНШООТИ ГИДРОТЕХНИКӢ БО УСУЛИ ИНЪЕКТСИЯ

¹Хасанов Н.М., ³Холов Ф.А., ²Зувайдов М.М.

Дар мақола қандани иншооти гидротехники бо ёрии мустаҳкамгардонии пешакӣ бо усули инъектсия дарҷ гардидааст. Усули зеринро дар шароити душвори кӯҳи-геологӣ дар ҷинсҳои кӯҳии сероби тарқишнок, минтақаҳои қаниш ва тарқишҳо, инчунин ҳангоми зарурияти қорҳои истеҳсоли дар шароити обҳои фишорноки ҳокӣ ва маҷрои зиёди об истифода мебаранд. Технология ва натиҷаи истифодабарии усули инъексиякунонӣ дар мисоли қандани нақби фишорноки НБО Розелан-Бати (Франса) ва сохтмони нақби мошингарди Грансози Италия оварда шудааст. Натиҷаҳои истифодаи усули тавсияшуда самаранокии онро нишон медиҳанд.

Калимаҳои калиди: факторҳои геологӣ, тарқишҳо, чаппашавӣ, деформатсия, мустаҳкамгардонӣ, инъектсия, усул, самаранокиӣ.

Введение

Строительство тоннелей в Республике Таджикистан проводится в сложных горно-геологических условиях, выражающихся в наличии водоносных сильнотрещиноватых пород, зон дробления и разломов и пр., что связано со значительными трудностями, которые обусловлены низкой несущей способностью пород, а также необходимостью ведения работ в условиях больших притоков воды и напоров грунтовых вод.

При разработке на таких участках требуется либо изменение технологии тоннелюпроходческих работ (например, замена горного способа на щитовой метод), или проведение специальных мероприятий для повышения прочности пород и их водонепроницаемости.

К числу таких мероприятий относятся замораживание грунтов, укрепление грунтов и скальных пород методом инъекции растворов под высоким давлением, электрохимические и термические упрочнения и т.п. Это позволит во многих случаях осуществлять проходку горной выработки в сложных горно - геологических условиях без применения дорогостоящей щитовой опалубки.

Материалы и методы исследования

Следует отметить, что одним из наиболее эффективных способов укрепления грунтов в скальных породах при строительстве тоннелей в сложных геологических и гидрогеологических условиях

является метод предварительной инъекции, который в последнее время получил за рубежом довольно широкое распространение. Этот метод представляет интерес и для строительства тоннелей в сложных горно-геологических условиях республики.

Наиболее часто для инъекций в скальных основаниях применяются цементные растворы. Для наилучшего проникновения раствора в тонкие трещины и достижения высокого качества суспензии необходимо применять цемент с максимальной тонкостью измельчения, и с этой точки зрения, желательно применение высокоскоростных растворомешалок, диспергирующих цемент и доводящих раствор до коллоидного состояния, а также диспергирующих средств, растворенных в воде. Для скальных массивов замена цементных растворов силикатными гелями и глинистыми растворами не рекомендуется. Величины давления цементации зависят от основания и глубины цементируемой зоны, и могут иметь малые значения, и могут достичь 100 атм, а в отдельных случаях и 200 атмосфер. Глубина цементационных завес достигает до 200 м.

Результаты и обсуждения

В практике тоннелестроения предварительное укрепление пород в большинстве случаев осуществляют через скважины, пробуренные непосредственно из тоннеля. Из забоя тоннеля бурят опережающие скважины под небольшим углом к его оси (рис. 1). В результате инъекции растворов под давлением происходит укрепление окружающих пород, а дальнейшая проходка тоннеля осуществляется в упрочненной породе. Размеры инъекционных зон, давление нагнетания и составы инъекционных растворов назначаются в зависимости от крепости и проницаемости пород, а также гидрогеологических условий трассы.

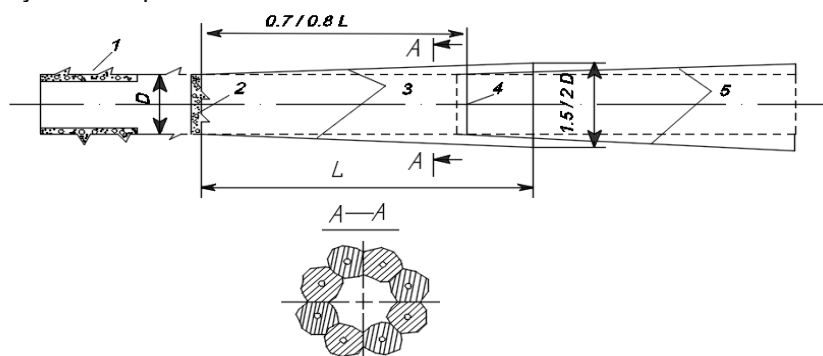


Рисунок 1- Схема опережающей инъекции.

1 — бетонная обделка; 2 — бетонная стенка в забое; 3 — опережающие инъекционные скважины; 4 — положение следующего забоя; 5 — опережающие скважины следующего забоя.

Рассмотрим современные примеры использования этого метода при разработке тоннелей в различных горно-геологических условиях с целью определения области его применения в отечественной практике.

Например, один из первых примеров успешного применения метода опережающей инъекции - консолидация раздробленных пород при проходке напорного тоннеля ГЭС Розелан-Бати (Франция). Трасса тоннеля (диаметр 4,2 м, напор 1,6 МПа) пересекала зону сильнораздробленных перетертых пород (угольные сланцы, кварциты, известняки) толщиной около 75 м. Давление грунтовых вод достигало до 2 МПа.

На основании анализа различных специальных методов проходки и их экономического сравнения было принято решение применить метод консолидации пород путем цементации под большим давлением (рис. 2). Перед выполнением работ по инъекции в тоннеле перед разрушенными породами была сооружена рабочая камера длиной 10 м с железобетонной обделкой и забетонирован лоб забоя. Далее работы проводили в два этапа.

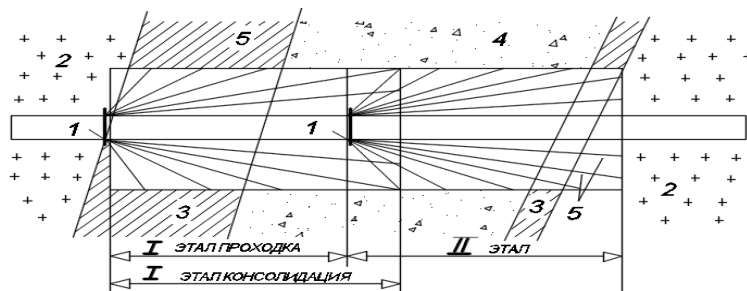


Рисунок 2- Схема консолидации раздробленных пород при проходке туннеля ГЭС Розелан-Бати.

1 - бетонная стенка в забое; 2 - сохраненные породы; 3 - сильно раздробленные угольные сланцы; 4 - раздробленные и перетертые кварциты и известняки; 5 - концентрические ряды скважин пробуренных из туннеля.

Первоначально через лобовую стенку был пробурен пучок расходящихся скважин, которые образовывали концентрические конусы и имели слабый наклон к оси туннеля. Скважины бурили на глубину 45м отдельными зонами по 5м в угольных сланцах и по 3 - 4м в известняках. Консолидирующие растворы нагнетали сразу после бурения. Всего было пробурено 96 скважин общей длиной 3070м.

В каждую зону сначала под давлением 7МПа нагнетали растворы силиката и бикарбоната натрия, а затем под давлением от 8 до 15МПа - цементный раствор. В угольные сланцы нагнетали только цементный раствор под давлением до 7МПа. Состав силикатных растворов был подобран таким образом, что время гелеобразования составляло 30мин. Цементные растворы приготавливали с водоцементным отношением 2:1 на шлаковом цементе марки 250-315. Скважины бурили одновременно четырьмя станками типа «Крелиус».

Для контроля надежности закрепления породы было пробурено 10 скважин с отбором керна. Испытания показали, что на этом участке необходимо провести дополнительную инъекцию. Поэтому было пробурено восемь дополнительных скважин общей длиной 686 м и произведена повторная инъекция глинисто-цементных растворов с глинисто-цементным отношением от 3:10 до 3:4 и водоцементным отношением от 1:1 до 2:1. Консолидация первого участка длиной 46м была закончена за 3мес, после чего проходку туннеля продолжили. Проходку второго участка длиной 40 м осуществляли по аналогичной технологии.

Следует отметить, что в особо сложных геологических и гидрогеологических условиях был построена туннель Авали гидроузла Литани (Ливан). Деривационный туннель Авали протяженности 17 км имеет подковообразное сечение, диаметр в свету 3,25 и 3,4 м. Глубина заложения туннеля составляет от 200 до 1000м. Проходку туннеля осуществляли из нескольких забоев буровзрывными способами. Средняя скорость проходки составляла от 200 до 300 м/мес.

Породы, пересекаемые туннелем, представлены трещиноватыми известняками и мергелями юрского и мелового периодов, которые чередуются с пластами кремнистого песчаника с различной степенью сцементирования и водопроницаемости. Давление грунтовых вод на некоторых участках трассы туннеля достигало 7,5 МПа.

При проходке участка слабо сцементированного песчаника в забой разрушились большие массы песка и воды, в результате чего туннель на участке длиной около 3км оказался заполненным песком. Фильтрационный расход воды временами достигал 6000 л/с. Работы по сооружению туннеля были остановлены. Необходимо было разработать мероприятия по ликвидации последствий этой аварии и специальные методы последующей проходки. После сравнения нескольких вариантов решили сделать следующее:

- провести дополнительные геологоразведочные работы для уточнения характера явления;
- выполнить обширное дренирование зоны водонасыщенного песчаника для снижения напора грунтовых вод;
- провести опытные работы по укреплению грунта методом инъекции химических и цементных растворов;
- изменить первоначальную трассу туннеля с тем, чтобы пересечь пласты песчаника по наиболее короткой траектории;
- расчистить песчаные завалы и установить герметичные непроницаемые затворы через каждые 250м по трассе туннеля.

После проведения комплекса геологоразведочных и опытных работ и расчистки туннеля от песчаных завалов (на это потребовались около 1 года) работы по строительству туннеля были возобновлены. Горнопроходческие работы вели с обязательным бурением опережающих разведочных

скважин. В тех случаях, когда результаты разведки и последующих испытаний грунтов свидетельствовали о наличии зоны водонасыщенных песчаников, производили укрепление этих зон путем силикатизации и цементации.

Инъекцию растворов в скважины вели последовательными зонами глубиной 4-5м при высоких давлениях (6-8 МПа для гелеобразующих растворов и 10-15 МПа для цементных).

Следует отметить, что успешному применению метода опережающей инъекции способствовало выполнение в больших объемах дренажных работ. Благодаря наличию системы дренажных скважин в ряде случаев удалось резко снизить напор грунтовых вод, что значительно облегчило проведение работ по нагнетанию растворов.

Применение методов опережающей инъекции и дренажа оказалось весьма эффективным при проходке тоннеля Авали в слабо сцементированных водонасыщенных песчаниках и неоднократно применялось в ходе строительства этого тоннеля.

Укрепление пород методом опережающей инъекции можно применять и при проходке тоннелей встречными забоями, что значительно сокращает время работ.

Примером успешного укрепления пород методом опережающей инъекции может служить также строительство Гран-Сасского автодорожного тоннеля через Аппенинские горы в Италии.

Гран-Сасский переход состоит из двух параллельных тоннелей длиной по 10км, расположенных на расстоянии от 50 до 100м один от другого. Средняя площадь сечения туннеля 55м², ширина проезжей части 7,5м. Максимальная скорость проходки составила 15 м/сут.

Для обеспечения геологической разведки и отвода грунтовых вод проходили разведочную штольню.

Породы, пересекаемые тоннелем, представлены в основном известняками и доломитами с различной степенью трещиноватости. Существующая, кроме того, зона тектонического разлома толщиной около 90м пересекает весь массив и выходит на поверхность, представляющую собой впадину, которая является естественным резервуаром для наземных вод. Через впадину осуществляется постоянный приток воды по всей зоне разлома. Давление грунтовых вод на уровне трассы тоннеля в отдельных местах достигало 2 МПа.

При подходе тоннеля к зоне разлома в забой левого тоннеля, пройденного на длину около 2км, провалилась вода. Максимальный приток достигал 4500 л/с при давлении 2 МПа. Проходка была приостановлена и принято решение провести укрепление пород зоны разлома методом инъекции растворов.

Укрепление пород на участке разлома проводили в два этапа (рис. 4). На первом этапе осуществляли укрепление породы и проходку правого пилот-тоннеля диаметром 3,5-4м по оси будущего правого тоннеля, на втором - окончательное укрепление породы из опережающей выработки.

Растворы инъектировали также в два этапа; сначала цементно-бentonитовые растворы для придания грунту прочности и водонепроницаемости, а затем силикатные растворы для укрепления мелкопористых пород. Инъектирование осуществляли отдельными зонами длиной от 1 до 5м в зависимости от степени трещиноватости пород. Давление нагнетания цементно-бentonитовых растворов 10 - 12, а силикатных растворов 6 - 8 МПа.

Силикатные растворы готовили на основе силиката натрия, в качестве отвердителя применяли патентованные реагенты С508 и С600.

Проходку зоны разлома 13 осуществляли в такой последовательности. После проходки и оборудования камеры 1 провели укрепление 45-метрового участка пород по оси правого тоннеля.

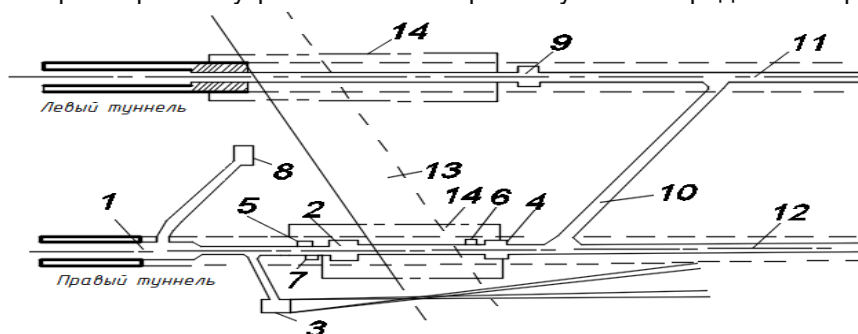


Рисунок 4- Схема консолидации и проходки зоны разлома при строительстве Гран-Сасского тоннеля. 1 — ось тоннеля; 2- камера; 3 — дренажная камера; 4–7- рабочая камера; 8-камера оборудования; 9 – камера; 10 – рассечка; 11 -12 – пилот-тоннель; 13-зона разлома; 14 –укрепительные породы.

Диаметр укрепленной зоны составлял 11 м. Пилот-тоннель 12 был пройден на участке длиной 35м, после чего была оборудована камера 2 для проведения работ по инъекции следующего участка зоны разлома.

Параллельно с этими работами выполняли проходку дренажной камеры 3 и бурение сети дренажных скважин, что позволило почти вдвое снизить гидростатический напор в зоне разлома.

После сооружения пилот - тоннеля через зону разлома были пройдены и оборудованы рабочие камеры 4 - 7, что позволило параллельно с работами по укреплению пород 14 вокруг основного тоннеля осуществлять его проходку.

Разработку породы при сооружении как пилот-тоннеля, так и основного тоннеля вели отбойными молотками без выполнения буровзрывных работ. Для временной крепи использовали металлические арки и по стальной сетке укладывали набрызгбетон.

Всего при проходке правого тоннеля пробурили 12,3 км скважин для пилот-тоннеля и 61,5 км для ценового тоннеля. При этом было израсходовано 5340 т силикатного раствора и 3150 т цементно-бентонитового.

Для проходки левого тоннеля перед зоной разлома оборудовали камеру 8 и за зоной разлома выполнили вспомогательную рассечку 10 и камеру 9.

Укрепление пород при проходке левого пилот-тоннеля 11 производили из камеры 9 и 10 в один прием. Пилот-тоннель проходили двумя забоями, что позволило существенно сократить производительность работ. Укрепление пород для разработки основного тоннеля производили через радиальные скважины из пилот - тоннеля.

При проходке левого тоннеля пробурили 14,1 км инъекционных скважин, что позволило вести работы по сооружению пилот-тоннеля, и 54,6 км для ведения работ по основному тоннелю. При этом было израсходовано 4095 т гелеобразующего и 2490 т цементнобентонитового раствора.

Контрольное бурение скважин с отбором кернов и последующим их испытанием на одноосное сжатие показало, что прочность укрепленных пород составляет от 3 до 9МПа. По результатам этих испытаний на отдельных участках провели дополнительное укрепление пород.

Применение вышеописанного метода оказалось эффективным не только в скальных трещиноватых водоносных породах, но и в глинистых грунтах при больших притоках воды. В этих условиях успех метода зависит от проведения комплекса предварительных мероприятий по дренированию водонасыщенных пород, осуществления нагнетания раствора под высоким давлением (до 12 МПа), а также от применения различных добавок для повышения пластичности растворов, уменьшения водоотделения при транспортировке, ускорения схватывания, увеличения прочности и т.д. Этот метод можно рассматривать как универсальный, однако применение его в каждом конкретном случае требует технико-экономического обоснования.

Однако рассмотренный метод имеет недостатки, к которым относят, прежде всего, длительность проведения инъекции. Так, при строительстве Гран-Сасского автодорожного тоннеля на проходку двух параллельных тоннелей через зону разлома толщиной 88м потребовалось 2,5 года. Кроме того, следует отметить необходимость выполнения большого объема лабораторных и натурных исследований.

Проходка тоннелей с предварительным укреплением пород методом инъекции при наличии различных бригад (горнопроходческая и цементационная) и оборудования требует особенно четкой организации работ и постоянного контроля качества укрепляемой породы.

В настоящее время предусмотрено завершить строительство крупнейших гидроузлов с подземными сооружениями и начать строительство новых гидростанций с тоннельной деривацией. Например, незавершенное строительство Рогунской ГЭС, имеющей около 70 км подземных горных выработок, особенно с большими поперечными сечениями (машинный зал, помещение трансформаторов, помещение затворов и т. д.), подводящие и отводящие тоннели, вертикальные турбинные водоводы, которые проходят в сложных инженерно-геологических условиях. Однако при проектировании каждого подземного комплекса ГЭС необходимо увеличить объем выполняемых исследований, направленных на изучение напряженного состояния массива породы вокруг выработок, с целью уточнения стойкости подземных конструкций во время ее эксплуатации. Для этого нужно откорректировать модельные исследования в применении к производственным условиям.

Следует отметить, что эту проблему в условиях Республики Таджикистан следует рассмотреть с экономических позиций, оценить влияние на пропускную способность тоннеля и его сохранность таких факторов, как методы буровзрывных работ, назначение и размеры тоннеля его форма, глубина залегания, качество породы. Облегчение несущих конструкций крупных тоннелей и подземных камер (машинных залов, камер затворов и др.) может быть достигнуто путем применения глубоких предварительно - напряженных анкеров по методам опережающей инъекции (рисунок 5).

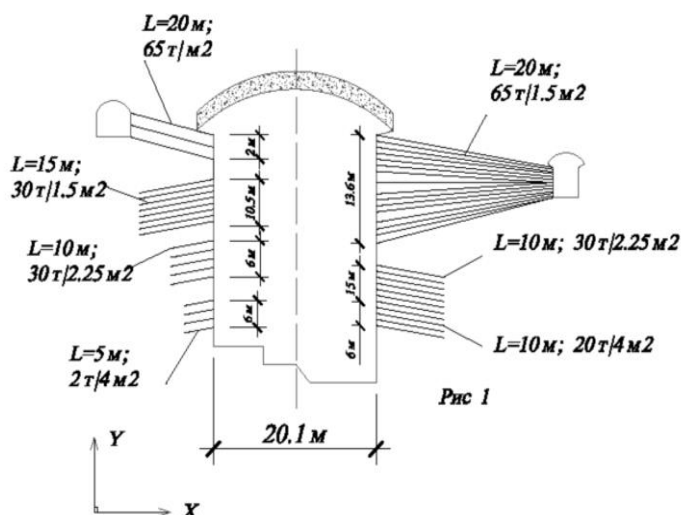


Рисунок 5 - Камера машинного зала ГЭС

Такие анкеры в подземных условиях в нашей стране еще не нашли должного распространения, а за рубежом же они являются основным видом крепления. На рисунке 3.7 показана камера площадью поперечного сечения 800 м^2 (объем камеры 128 тыс. м^3), расположенная в песчаниках и сланцах. Часть анкеров для крепления стен глубиной до 20 м являются сквозными, они натянуты с усилием 650 кН. На каждый анкер приходится поверхность стены площадью 1-1,5 м^2 . Остальные анкеры в стенах заделаны в массив, они имеют глубину 10-15 м и натянуты с усилием от 200-350 кН, площадь стены на каждый анкер равна от 1,5 до 4 м^2 . В нижней части стены анкеры имеют длину 5 м, установлены они с шагом 2 м и натянуты с усилием 200 кН. Свод выполнен из монолитного железобетона.

Необходимо провести обобщение имеющегося опыта, выбрать технологические конструкции, осуществить модельные и натурные работы, разработать методику расчета параметров таких анкеров и широко применять их при строительстве машинного зала Рогунской ГЭС, так как скальные породы по фронту выработки машинного зала представлены алевролитами, прослойками песчаников и аргиллитов в пределах участка для шестого и пятого агрегатов, а на участке четвертого, третьего, второго и первого гидроагрегатов - песчаниками с прослойками алевролитов.

Отсюда можно сделать следующие выводы:

- при наличии мелкого материала в трещинах, таких как глина и ил, требуется удаление их путем промывки;

- увеличение фильтрационного расхода связано с раскрытием старых трещин в скале и появлением новых, главным образом в верхней части основания, вследствие возникающих там растягивающих напряжений и сопутствующих этому подвижек плотины;

- воздействие цементации на физические и механические свойства скального массива обуславливается заполнением трещин крупнее 0,25 мм и обжатием скалы под цементационным давлением. При качественном выполнении цементации с промывкой трещин значительно уменьшается деформируемость массива, повышается модуль деформации и до некоторой степени сопротивляемость сдвигу.

- величина давления инъекции зависит от характера толщи горных пород и глубины цементируемой зоны и может иметь как весьма малые значения, так и достигать 100 ат, а в отдельных случаях и 200 ат. Глубина цементационных завес достигает 200 м;

- предлагаемый метод опережающей инъекции рекомендуется для применения при строительстве гидротехнических тоннелей Рогунской ГЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хасанов Н.М. Экспериментальные исследования сейсмостойкости гидротехнических тоннелей частично заполненных водой // Наука и инновация. ТНУ, 2020. - №4. - С.217-222.
2. 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.

3. Хасанов Н.М., Сулейманова М.А., Якубов А.О. Устойчивость гидротехнической тоннели Нурекской ГЭС при сейсмическом воздействии // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2018. № 1 (41). -С. 276-284.

4. Мостов В.М. Прогрессивные методы строительства гидротехнических тоннелей в скальных породах // Москва, Оргэнергострой, 1957 г

5. 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.

6. Marchini S. Attraversamento di una zona di materiale limoso-argilloso sotto pressione in una fase del lavoro di costruzione dell'impianto idroelettrico nel Mantaro in Peru. - «Nuovo Cantiere», 1975, № 3, - p. 36-40.

7. Ауэрбах В. М. Губенков Е.К и др. Проходка участка Гран-Сасского автодорожного туннеля в сложных гидрогеологических условиях // - «Транспортное строительство», № 1. – 1977г.

8. Ананян Г.П. и др. Горные работы в гидротехническом строительстве // Тула. 1972 г. -283 с.

9. Руководство по проектированию гидротехнических тоннелей. Москва, Гидропроект им. С.Я. Жука, 1982 г.

10. Журнал. Энергетическое строительство за рубежом. №6(95). М. Энергия. 1977. 45с.

11. 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 техники 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
Khasanov.nurali@mail.ru		
Холов Фазлиддин Аббосович	Холов Фазлиддин Аббосович	Kholov Fazliddin Abbosovich
Соискатель	Унвонҷуи	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
Зувайдов Махмадулло Махмасолихович	Зувайдов Маҳмадулло Маҳмасолиҳович	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

УДК 699.86

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ

Каримов Н.М.

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В данной статье рассмотрено и проанализировано влияние объемно-планировочных решений на энергоэффективность зданий.

На сегодняшний день энергосбережение и энергоэффективность в Республике Таджикистан (РТ), особенно при строительстве и эксплуатации зданий, считается одним из главных вопросов. Чтобы преодолеть указанные проблемы в зданиях, существует множество объемно-планировочных и конструктивных мер, одним из показателей которых является форма здания.

Геометрическая форма и расположение зданий имеют большое влияние на внутренний микроклимат. Компактность является одним из наиболее важных факторов, который снижает требования к нагреву и охлаждению.

В данной статье анализ геометрической формы здания показывает, что круглые и квадратные формы с точки зрения энергосбережения и занимаемой площади ограждающих конструкций лучше других геометрических фигур. Однако при планировке и размещении комнат в круглой и квадратной геометрической форме по действующим нормам проектировщик теряет определенную площадь.

Ширококорпусная форма здания подходит для проектирования энергоэффективных зданий. В такой геометрической форме здания проектировщик выиграет с точки зрения энергосбережения, экономии площади ограждающих конструкций и размещения помещений.

Ключевые слова: энергосбережение и энергоэффективность, объемно-планировочные решения, форма, компактность, площадь, ограждающие конструкции, гражданские здания.

ТАЪСИРИ ҲАЛЛИ ҲАҚМИЮ ТАРҲӢ БА ЭНЕРГИЯСАМАРАНОКИИ БИНОҲО

Каримов Н.М.

Дар мақолаи мазкур таъсири ҳалли тарҳию ҳақмӣ ба энергиясамаранокӣи биноҳо баррасӣ ва таҳлил карда шудааст. Сарфаҷӯӣ ва самаранокӣи энергия дар Ҷумҳурии Тоҷикистон (ҶТ), хусусан ҳангоми сохтан ва истифода бурдани биноҳо яке аз масъалаҳои асосии имрӯза ба ҳисоб меравад. Барои бартараф намудани мушкилоти сарфаи энергия дар биноҳо чораҳои зиёди ҳақмию тарҳӣ ва конструктивӣ вучуд дорад, ки яке аз чораҳои мазкур ин шаклбандии бино ба ҳисоб меравад.

Шакли геометрӣ ва ҷойгиршавии биноҳо ба микроклими дохилӣ таъсири калон мерасонад. Яқлұтҷойгиркунонӣ яке аз омилҳои муҳимест, ки талаботи гармидиҳӣ ва хунуккуниро коҳиш медиҳад.

Дар мақолаи мазкур таҳлилҳои шаклбандии геометрии биноҳо нишон медиҳад, ки шакли даврашакл ва чоркунча шакли баробартараф аз лиҳози сарфаи энергия ва сарфаи масоҳати конструксияҳои ихтавӣ аз дигар шаклҳои геометрӣ беҳтар мебошанд. Аммо дар шаклҳои геометрии давра ва чоркунча аз лиҳози тарҳбандӣ ва ҷобачогузории ҳучраҳо мувофиқи меъёрҳои амалкунанда лоиҳакаш масоҳати муайянеро аз даст медиҳад.

Шакли калонпаҳлӯи бино бошад, барои лоиҳакашии биноҳои энергиясамаранок мувофиқи мақсад аст. Дар ин шакли геометрии бино, лоиҳакаш аз лиҳози сарфаи энергия, масоҳати конструксияҳои ихтавӣ ва ҷобачогузории ҳучраҳо бурд ҳаҳад кард.

Калимаҳои калиди: Сарфаҷӯӣ ва самаранокӣи энергия, ҳалли тарҳию ҳақмӣ, шакл, яқлұтҷойгиркунонӣ, масоҳат, конструксияҳои ихтавӣ, биноҳои шаҳрвандӣ.

INFLUENCE OF SPACE-PLANNING DECISIONS ON THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS.

Karimov N.M.

This article discusses and analyzes the impact of space-planning decisions on the energy efficiency of buildings.

Today, energy saving and energy efficiency in the Republic of Tajikistan (RT), especially in the construction and operation of buildings, is considered one of the main issues. To overcome these problems in buildings, there are many space-planning and constructive measures, one of the indicators of which is the shape of the building.

The geometric shape and location of buildings have a great influence on the internal microclimate. Compactness is one of the most important factors that reduces heating and cooling requirements.

In this article, the analysis of the geometric shape of the building shows that round and square shapes are better than other geometric shapes in terms of energy saving and the occupied area of the building envelope. However, when planning and placing rooms in a round and square geometric shape, according to current standards, the designer loses a certain area.

The wide-body shape of the building is suitable for the design of energy efficient buildings. In such a geometric shape of the building, the designer will benefit from the point of view of energy savings, space savings of building envelopes and space allocation.

Key words: Energy saving and energy efficiency, space-planning solutions, shape, compactness, area, enclosing structures, civil buildings.

Введение

Вопросы повышения энергоэффективности энергопотребления приобретают особую актуальность и приоритетное значение в Республике Таджикистан.

После подписания Закона Республики Таджикистан «Об энергосбережении и энергоэффективности» в 2013 году вопросы энергоэффективности и теплоснабжения стали особо актуальными [1].

Учитывая актуальность проблемы энергоэффективности, повышение теплозащитных показателей вновь возводимых и эксплуатируемых зданий, в нормативные документы Республики Таджикистан по тепловой защите зданий внесены существенные изменения, направленные на комплексное энергосбережение в строительстве. Разработаны и внедрены строительные нормы и правила СНиП РТ 23-02-2021 «Тепловая защита зданий», которые устанавливают требования к тепловой защите зданий в целях экономии энергии при обеспечении санитарно-гигиенических и оптимальных параметров микроклимата помещений и долговечности ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Цель работы:

- обеспечение минимизации тепловых потерь при формировании комфортных условий микроклимата в помещениях гражданских зданий;
- обеспечение энергосбережения и энергоэффективности при строительстве и эксплуатации гражданских зданий;
- определение полезной геометрической формы в зависимости от уровня энергосбережения.

Методология и методы проведения работы:

- определение степени компактности гражданских зданий на основании действующих строительных норм и правил РТ;
- анализ и изучение различных геометрических форм зданий;
- определение полезной геометрической формы для проектирования энергоэффективных гражданских зданий.

Общие принципы

Для снижения расхода тепловой энергии на отопление зданий в отопительный период года необходимо учитывать следующее: объемно-планировочные решения, обеспечивающие наименьшую площадь наружных ограждающих конструкций здания одинакового объема, блокирование зданий с обеспечением надежного примыкания соседних зданий, устройство тамбурных помещений за входными дверями, меридиональную или близкую к ней ориентацию продольного фасада здания, рациональный выбор эффективных теплоизоляционных материалов с предпочтением материалов меньшей теплопроводности, конструктивные решения ограждающих конструкций, обеспечивающие их высокую теплотехническую однородность (с коэффициентом теплотехнической однородности γ , равным 0.7 и более), эксплуатационно-надежную ремонтпригодную герметизацию стыковых соединений и швов наружных ограждающих конструкций и элементов, а также межквартирных ограждающих конструкций.

Для оценки объемно-планировочных и конструктивных решений в первую очередь следует учитывать расчетный показатель компактности здания (рисунок 1).

Расчетный показатель компактности здания k_e^{des} следует определять по формуле.

$$k_e^{des} = A_e^{sum} / V_h \quad (1)$$

где: A_e^{sum} - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и перекрытие пола нижнего отапливаемого помещения, m^2 ;

V_h - отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, m^3 .

Понятия фактора формы и показателя компактности являются двумя ключевыми элементами для анализа геометрии здания. В некоторых случаях мы можем предложить его в качестве инструмента проверки.

Некоторыми из переменных, связанных с формой здания, которые влияют на требования к отоплению и охлаждению, являются климат, высота стен, характеристики ограждающих конструкций и коэффициент компактности. Эти характеристики являются важными переменными, которые следует

учитывать, поскольку они связаны с потребностями в энергии для поддержания комфортной температуры в здании.

Геометрическая форма и расположение зданий имеют большое влияние на микроклимат внутри помещений. Компактность является одним из важнейших факторов снижения требований к отоплению и охлаждению. Эти параметры вытекают из геометрических концепций, используемых для максимального увеличения внутреннего объема конструкции в соответствии с ее формой.

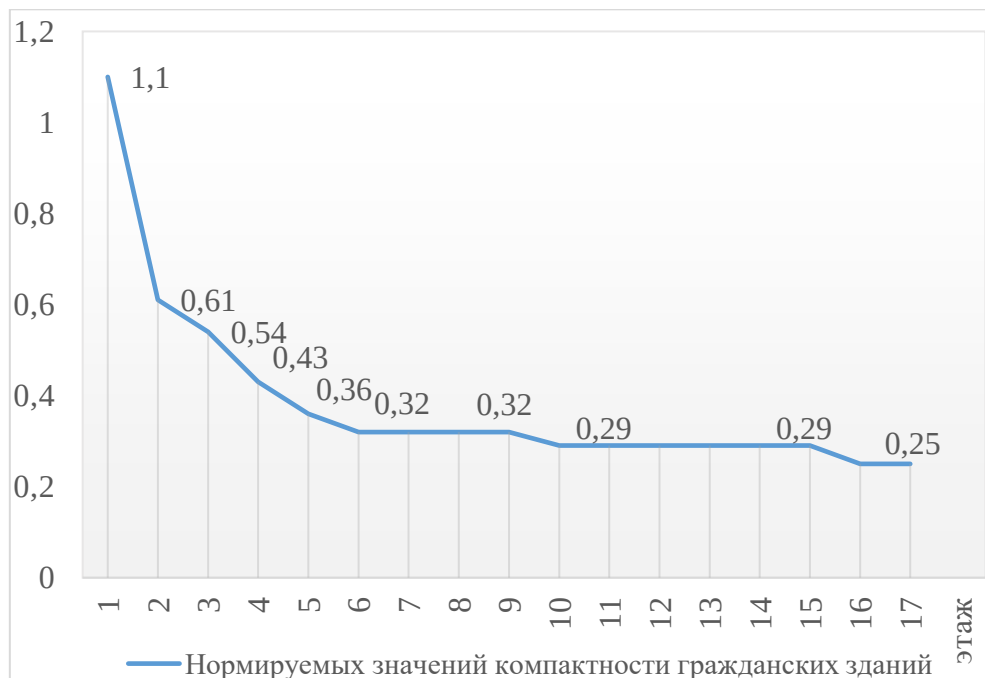


Рисунок 1 - Нормируемый показатель компактности гражданских зданий

Расчетный показатель компактности гражданских зданий k_e^{des} , как правило, не должен превышать нормируемые значения компактности k_e^{reg} [2].

Объемно-планировочные решения должны содержать в себе повышение компактности объемной формы здания, снижающей удельную площадь поверхности ограждений. При расчете компактности зданий имеет место закономерность роста энергоэффективности с одинаковой площадью пола, но разными периметрами, представленная на рисунке 3.2. [3].

Зависимость изменения площади ограждающих конструкций от изменения площади этажа при одинаковой высоте этажа (3м) представлена на рисунке 2.

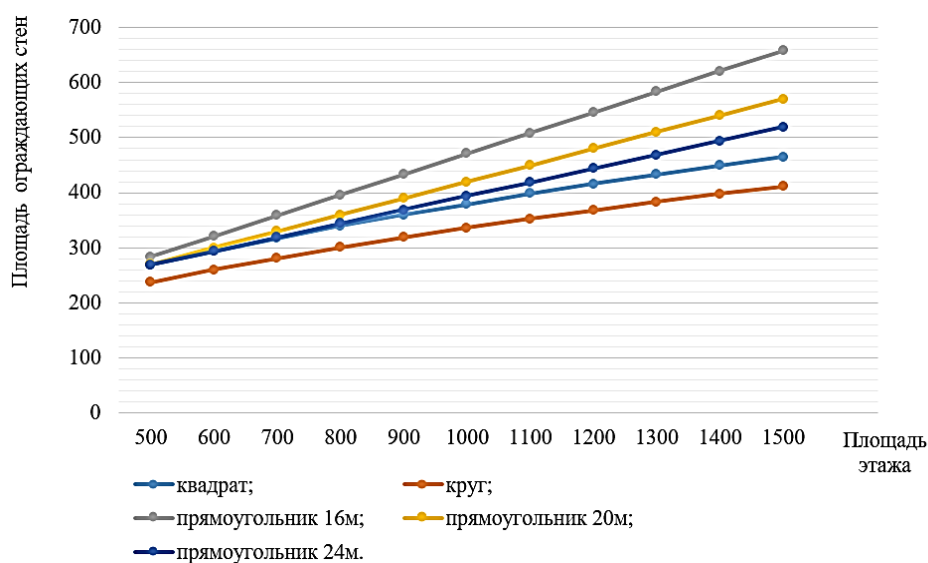


Рисунок 2- Зависимость изменения площади ограждающих конструкций от изменения площади пола этажа.

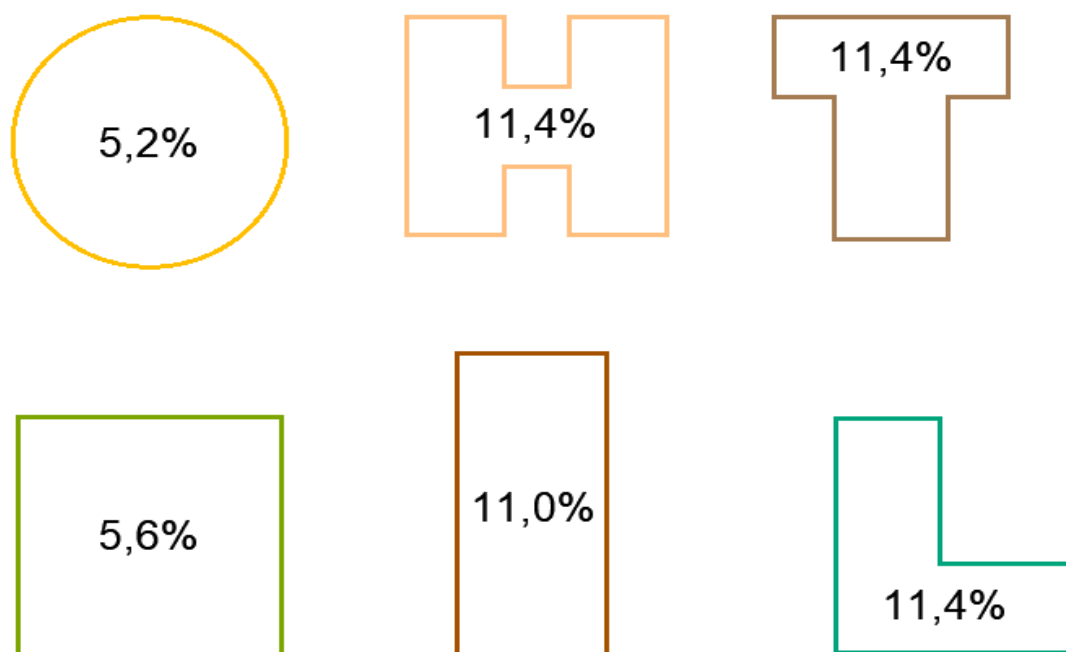


Рисунок 3 –Влияние геометрической формы плана здания на его рост энергоэффективности [3].

С учетом исследования объемно-планировочного решения схемы, представленной на рисунке 3, тип объемно-планировочного решения ширококорпусного гражданского здания, получившего положительную оценку по энергоэффективности, рекомендуется для использования в природно-климатических условиях Республики Таджикистан (рисунок 4).

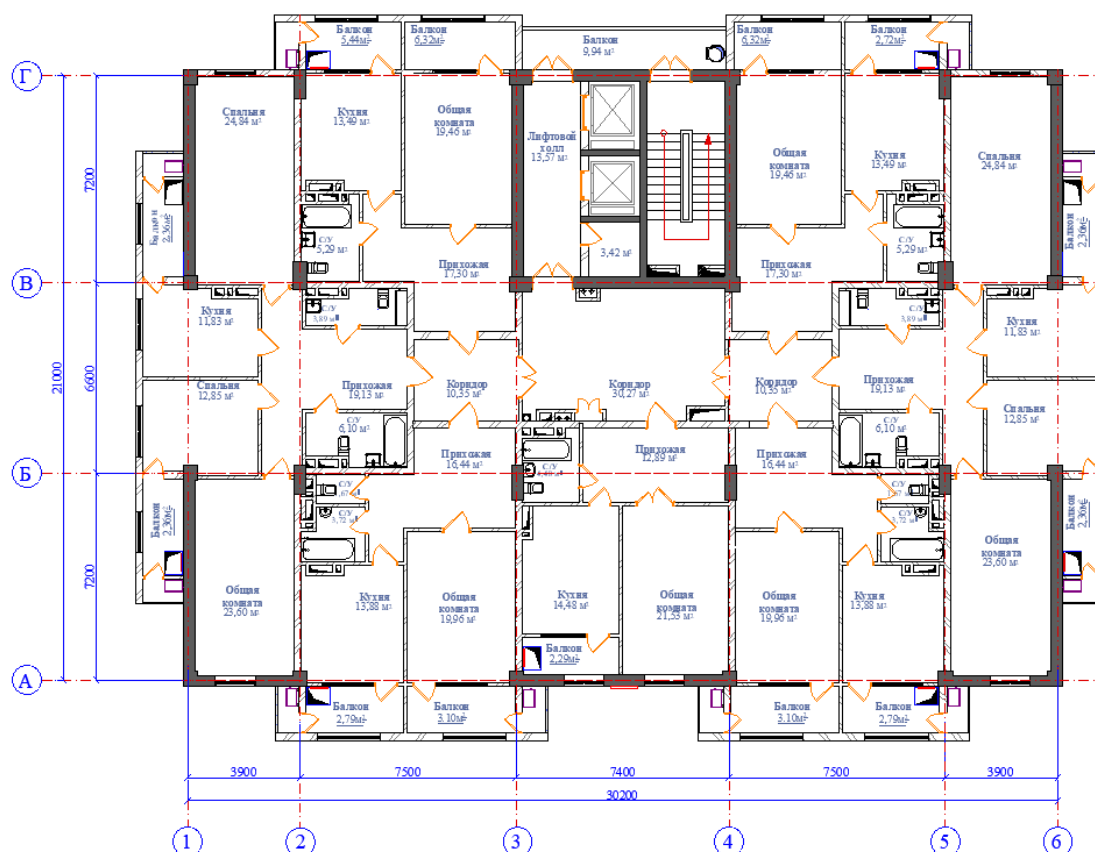


Рисунок 4- Рекомендуемое ширококорпусное жилое здание.

Таблица 1. - Зависимость величины q_h^{des} , от ширины здания L , и площади наружных ограждений A_e^{sum}

Ширина здания L , м	A_e^{sum} , м ²	K_{tr} , Вт/(м ² ·°C)	K_{inf} , Вт/(м ² ·°C)	K_m , Вт/(м ² ·°C)	Q_h^y , ГДж	q_h^{des} , q_h^{des} , кДж/(м ² ·°C·сут)
15	2515	1.371	0.709	2.06	1615503	112.15
17	2451	1.3515	0.7255	2.078	1575788	109.35
19	2411.5	1.348	0.7445	2.086	1550995	107.65
21	2387.5	1.3455	0.75	2.09	1534279	106.45

Выводы

В целях достижения оптимальных технико-экономических характеристик здания и дальнейшего сокращения удельного расхода энергии на отопление рекомендуется предусматривать:

1. Наиболее компактное объемно-планировочное решение здания.
2. Расчетный показатель компактности жилых зданий должен приниматься не выше установленных п. 32 СНиП РТ 23-02-2021 «Тепловая защита зданий».
3. Площадь ограждающих конструкций уменьшается по мере увеличения ширины здания, что хорошо сказывается на энергоэкономичности здания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шокиров Р.М. Повышение теплозащитных качеств наружных стен зданий из легких блоков (на примере Таджикистана) / Р.М. Шокиров, Н.М. Каримов, Н.М. Мухибулоев - // Политехнический вестник (серия инженерные исследования) – №3 (53) – Душанбе: Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, 2020. С-133.

2. СНиП РТ 23-02-2021. Строительные нормы и правила Республики Таджикистан «Тепловая защита зданий». Комитет по архитектуре и строительству при Правительстве Республики Таджикистан. – Душанбе: Издательство: ГУП «НИИСА», «Издательский центр», 2021. - 38 с.

3. Семенова Э.Е. Исследования зависимости энергоэффективности здания от геометрической формы / Э.Е. Семенова, А.А. Тютюев - Текст: непосредственный // Научный вестник ВГАСУ. Высокие технологии. Экология. - 2011. - № 1. - С. 102-104.

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

	TJ	RU	EN
Ному насаб, ФИО, Name	Каримов Насимчон Мирзорахимович	Каримов Насимджон Мирзорахимович	Karimov Nasimjon Mirzorakhimovich
Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title	-	-	-
Ташкилот, Организация, Organization	ДТТ ба номи академик М.С.Осими	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after academician M.S. Osimi
nasim_2_4@mail.ru			
ORCID Id 0000-0002-0965-6044			

УДК 624.042

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ С ДИСКРЕТНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРИ ГАРМОНИЧЕСКОМ КОЛЕБАНИИ ОСНОВАНИЯ

Каландарбеков И.И.

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

Аннотация. Статья посвящена вопросам численного решения динамической задачи от действия нагрузки, произвольно изменяющейся во времени. Рассмотрены динамические системы с дискретными параметрами со многими степенями свободы. Получены результаты численного решения тестовых задач. Разработана компьютерная программа и получены результаты численного решения системы «платформа-модель здания». Для численного решения динамической задачи использован метод последовательной аппроксимации относительно первой и второй производных искомой функции. Приведены исследования свободных колебаний системы «платформа-модель здания» без учёта затухания, при различных видах матрицы масс и заданного вектора начальных скоростей.

Ключевые слова: динамическая модель, численное моделирование, матрица затухания, матрица жёсткости, динамическая нагрузка, свободные колебания, ускорение, диагональная матрица масс.

ТАҲҚИҚОТИ МОДЕЛИ ДИНАМИКӢ БИНО БО ПАРАМЕТРҲОИ ДИСКРЕТӢ ҲАНГОМИ ЛАППИШҲОИ ГАРМОНИКИИ АСОС

Қаландарбеков И.И.

Мақола ба ҳалли адабии масъалаҳои динамики аз таъсири борҳое, ки дилҳохи вақт тағйир меёбанд бахшида шудааст. Системаҳои динамики бо параметрҳои дискретӣ ва дараҷаҳои озоди бисёр дида баромада шудааст. Натиҷаҳои ҳалли адабии мисолҳои тести бадастоварда шудааст. Барномаи компютери коркард шудааст ва натиҷаҳои ҳалли адабии системаи «платформа-модели бино» бадастоварда шудааст. Барои ҳалли адабии масъалаҳои динамики методи аппроксиматсияи пай дар пай нисбати ҳосилаи якум ва дуҷуми функсияи ҷуянда истифода бурда шудааст. Таҳқиқотҳои лаппиши озоди системаи «платформа-модели бино» бе баҳисобгирии хомушшавӣ бо намудҳои ҳархелаи масса ва вектори додашудаи суръати ибтидоӣ оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: модели динамики, моделкунонии ададӣ, матрисаи хомушкунанда, матрисаи сахтӣ, бори динамики, лаппиши озод, шитоб, матрисаи диагоналии масс.

INVESTIGATION OF A DYNAMIC MODEL OF A BUILDING WITH DISCRETE PARAMETERS WITH A HARMONICAL OSCILLATION OF THE FOUNDATION

Kalandarbekov I.I.

The article is devoted to the numerical solution of a dynamic problem from the action of a load arbitrarily changing in time. Discrete dynamical systems with many degrees of freedom are considered. The results of numerical solution of test problems are obtained. A computer program has been developed and the results of a numerical solution of the "platform-building model" system have been obtained. For the numerical solution of the dynamic problem, the method of successive approximation with respect to the first and second derivatives of the desired function is used. The study of free oscillations of the "platform-building model" system, without attenuation, is given for various types of mass matrix and a given vector of initial velocities.

Keywords: dynamic model, numerical simulation, damping matrix, stiffness matrix, dynamic load, free oscillations, acceleration, diagonal mass matrix.

Введение

Задача разработки расчетных динамических моделей сооружений является важной задачей теории сейсмостойкости. Некоторые принципы построения корректных физических, расчетных и математических моделей в теории сейсмостойкости сооружений, а также их взаимосвязь рассмотрены в работе [1]. Сооружение и основание составляют единую динамическую систему, в которой наблюдается сложная картина взаимодействия, связанная с возникновением волновых процессов в сооружении [2]. Выбор расчетной динамической модели сооружения зависит от характера внешних воздействий, предполагаемого уровня напряжений и его конструктивного и планировочного решения [3]. Развитие расчетных моделей сооружений, уточнение отдельных параметров, переход к пространственным системам, учет развития пластических деформаций и повреждений, пространственного характера внешнего возмущения, а также взаимодействия сооружения с основанием приближает к раскрытию истинной картины поведения сооружения при интенсивных динамических нагрузках [4-14]. В работах [15], рассмотрены различные динамические расчетные модели зданий и сооружений при сейсмических воздействиях. Анализируются нелинейные модели расчета сооружений как для систем с конечным, так и с бесконечным числом степеней свободы.

Методы исследования. Численное моделирование

Здесь рассмотрим динамическую систему с дискретными параметрами, которая имеет n степеней свободы. Следует отметить, что сосредоточенные массы могут иметь не только поступательные, но и вращательные движения. Матричное уравнение такой задачи можно представить в векторно-матричной форме

$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{W}} + \mathbf{C}\dot{\mathbf{W}} + \mathbf{K}\mathbf{W} = \mathbf{P}(t), \quad (1)$$

где $\mathbf{M}$ – диагональная матрица масс, $\mathbf{C}$ – матрица затухания (демпфирования); $\mathbf{K}$ – матрица жесткости, $\mathbf{w}, \dot{\mathbf{w}}, \ddot{\mathbf{w}}$ – векторы перемещений, скоростей и ускорений, соответственно, $\mathbf{P}(t)$ – вектор-столбец внешних сил. Анализ сейсмических колебаний системы с конечным числом n степеней свободы сводится также к системе уравнений (1), если произвести замену

$$\mathbf{P}(t) = -\mathbf{M}\mathbf{I}\ddot{z}_0(t), \quad (2)$$

где $\mathbf{I}$ – единичный вектор-столбец, $\ddot{z}_0(t)$ – ускорение основания при землетрясении.

На рис. 1 приведена модель здания, установленная на виброплатформе

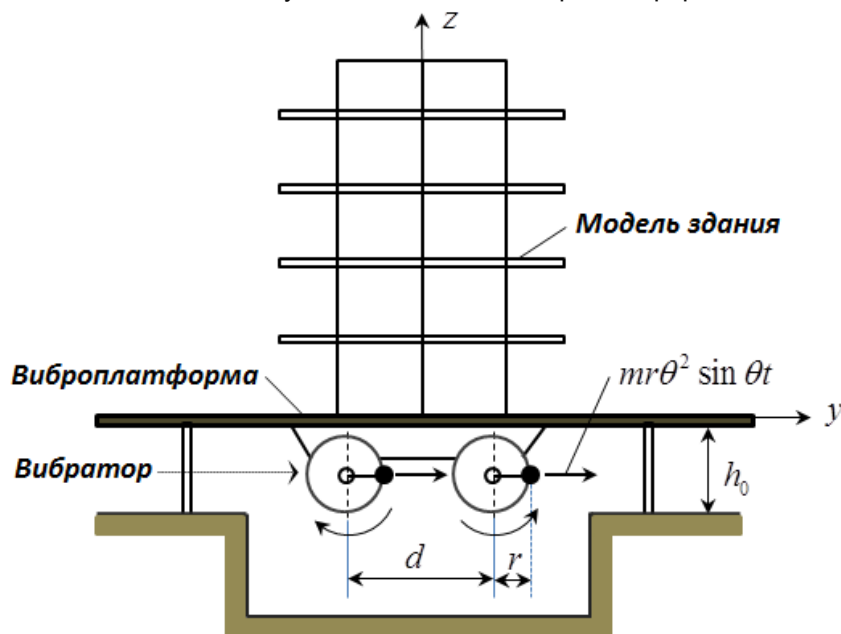


Рисунок 1- Моделирование здания с использованием виброплатформы

Для решения уравнений с конечным числом степеней свободы (1) в зависимости от вида динамической нагрузки применяются различные аналитические методы [16]. В случае действия на систему гармонической нагрузки, где векторы внешних сил и перемещений представляются в виде

$$\mathbf{P}(t) = \mathbf{P}_0 \sin \theta t, \quad \mathbf{W}(t) = \mathbf{W}_0 \sin \theta t, \quad (3)$$

непосредственное решение уравнения (1) без учета затухания приводит к следующей системе уравнений

$$(\mathbf{K} - \theta^2 \mathbf{M})\mathbf{W}_0 = \mathbf{P}_0, \quad (4)$$

из уравнения (4) определяется вектор амплитудных перемещений

$$\mathbf{W}_0 = [\mathbf{K} - \theta^2 \mathbf{M}]^{-1} \mathbf{P}_0, \quad (5)$$

подставляя значение амплитудного перемещения в (3), вычисляется вектор искомых перемещений.

Если условие пропорциональности демпфирования не выполняется, то уравнения для форм колебаний будут связаны обобщенными силами затухания. Матрица затухания, в общем, может иметь более сложную структуру, учитывающую различные уровни диссипации в разных элементах конструкций. Следовательно, при наличии матрицы затухания общего типа решение динамической задачи сводится к совместному интегрированию системы уравнений (1). Одно из преимуществ численного метода по сравнению с аналитическим методом сложения форм колебаний состоит в том, что позволяет исследовать динамическую систему с матрицей затухания общего типа. Другим преимуществом численного решения является то, что не требует преобразования к нормальным координатам и

предварительного вычисления векторов частот и форм собственных колебаний. Для численного решения динамической задачи проведем последовательную аппроксимацию относительно первой и второй производных искомой функции на отрезке времени $\tau_n = t_n - t_{n-1}$, получим выражения для скорости и ускорения, которые можно представить в векторной форме [17]

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{W}}_n &= \beta_1(\mathbf{W}_n - \mathbf{W}_{n-1}) / \tau_n - \beta_2 \dot{\mathbf{W}}_{n-1} - \tau_n \beta_3 \ddot{\mathbf{W}}_{n-1}, \\ \ddot{\mathbf{W}}_n &= \alpha_1(\mathbf{W}_n - \mathbf{W}_{n-1}) / \tau_n^2 - \alpha_2 \dot{\mathbf{W}}_{n-1} / \tau_n - \alpha_3 \ddot{\mathbf{W}}_{n-1}, \\ n &= 1, 2, \dots, N,\end{aligned}\quad (6)$$

здесь $\mathbf{W}_n$, $\dot{\mathbf{W}}_n$, $\ddot{\mathbf{W}}_n$ – векторы перемещений, скоростей и ускорений, соответствующие моменту времени t_j , α_i, β_i – коэффициенты аппроксимации [17]. Внося выражения (6) в уравнения (1), записанное в момент времени t_j , и проводя некоторые преобразования, получаем

$$\tilde{\mathbf{K}}_n \mathbf{W}_n = \mathbf{B}_n, \quad (7)$$

$$\tilde{\mathbf{K}}_n = \frac{\alpha_1}{\tau_n^2} \mathbf{M} + \frac{\beta_1}{\tau_n} \mathbf{C} + \mathbf{K}, \quad (8)$$

$$\mathbf{B}_n = \mathbf{P}_n + \left(\frac{\alpha_1}{\tau_n^2} \mathbf{M} + \frac{\beta_1}{\tau_n} \mathbf{C} \right) \mathbf{W}_{n-1} + \left(\frac{\alpha_2}{\tau_n} \mathbf{M} + \beta_2 \mathbf{C} \right) \dot{\mathbf{W}}_{n-1} + (\alpha_3 \mathbf{M} + \tau_n \beta_3 \mathbf{C}) \ddot{\mathbf{W}}_{n-1}. \quad (9)$$

Если матрицу демпфирования задавать по Релею, как линейная комбинация матриц жесткости и масс, то обобщенную матрицу жесткости (8) и вектор свободных членов (9) можно записать в виде

$$\tilde{\mathbf{K}}_n = \tilde{a}_n \mathbf{M} + \tilde{b}_n \mathbf{K}, \quad (10)$$

$$\mathbf{B}_n = \mathbf{P}_n + \mathbf{M} \mathbf{U}_{n-1} + a \mathbf{M} \mathbf{V}_{n-1} + b \mathbf{K} \mathbf{V}_{n-1}, \quad (11)$$

$$\tilde{a}_n = \alpha_1 / \tau_n^2 + a \beta_1 / \tau_n, \quad \tilde{b}_n = 1 + b \beta_1 / \tau_n,$$

$$\mathbf{U}_{n-1} = \frac{\alpha_1}{\tau_n^2} \mathbf{W}_{n-1} + \frac{\alpha_2}{\tau_n} \dot{\mathbf{W}}_{n-1} + \alpha_3 \ddot{\mathbf{W}}_{n-1},$$

$$\mathbf{V}_{n-1} = \frac{\beta_1}{\tau_n} \mathbf{W}_{n-1} + \beta_2 \dot{\mathbf{W}}_{n-1} + \tau_n \beta_3 \ddot{\mathbf{W}}_{n-1}.$$

Численное решение динамической задачи от действия нагрузки, произвольно изменяющейся во времени, сводится к следующему. Формируется матрица жесткости

$$\mathbf{K} = \mathbf{A} \tilde{\mathbf{C}} \mathbf{A}^T,$$

где $\mathbf{A}$ – прямоугольная матрица коэффициентов, $\tilde{\mathbf{C}}$ – матрица внутренней жесткости [17]. В зависимости от условия устойчивости выбирается шаг по времени τ_n , который можно принять в долях от периода основного тона свободных колебаний конструкции. В дальнейшем, исходя из начальных условий задачи при $t = 0$, по (11) формируется вектор свободных членов $\mathbf{B}_n$. Потом по (10) создается матрица обобщенной жесткости, которая при выборе постоянного шага по времени $\tau_n = \tau$, будет иметь элементы, не изменяющиеся во времени. Из (7) определяется вектор искомых перемещений $\mathbf{W}_1$, соответствующий моменту времени t_1 . Далее определяются векторы деформаций и внутренних усилий, соответствующие моменту времени t_1

$$\lambda_1 = -\mathbf{A} \mathbf{W}_1, \quad \mathbf{S}_1 = \tilde{\mathbf{C}} \lambda_1. \quad (12)$$

В дальнейшем процесс последовательно повторяется при $n = 2, 3, \dots, N$.

Результаты исследования

На основе изложенного алгоритма (6) – (12) разработана компьютерная программа и получены результаты численного моделирования системы «платформа–модель здания» [18]. Модель трёхэтажного каркасного здания в масштабе 1/4 натуральной величины имеет следующие параметры: размеры в плане – 3×3 м; сетка колонн –

1.5×1.5 м; сечение колонн -10×10 см; сечение ригелей -10×5 см; плита перекрытия $-1.5 \times 1.5 \times 0.04$ м; высота этажа $h = 0.75$ м; класс бетона – B7.5 с модулем упругости $E_b = 0.5 \cdot 10^6$ тс/м² $= 0.5 \cdot 10^7$ кН/м²; масса платформы $m_0 = 12$ т. Металлические стойки платформы сечением 10×5 см, высотой $h_0 = 43.5$ см, модулем упругости $E = 2.1 \cdot 10^7$ тс/м² $= 2.1 \cdot 10^5$ МПа предполагается жёстко закреплёнными по концам. Модель здания жёстко закреплена на поверхность стола платформы. Следовательно, мы имеем расчётную модель с четырьмя степенями свободы системы «платформа - модель здания», которая будет испытывать действия динамической нагрузки, приложенной на уровне массы платформы. Диагональная матрица масс, состоящая из массы платформы, включая массу вибратора, и сосредоточенные на уровне покрытия массы модели здания, имеет вид

$$\mathbf{M} = \text{diag}(1.223 \quad 0.1055 \quad 0.1055 \quad 0.09862)_{(\text{тс} \cdot \text{с}^2/\text{м})}, \quad (13)$$

Коэффициенты матрицы жёсткости представляются в виде

$$\begin{aligned}
 r_{11} &= k_0 + k_1, \quad r_{22} = k_1 + k_2, \quad r_{33} = k_2 + k_3, \quad r_{44} = k_3, \\
 r_{12} &= r_{21} = -k_1, \quad r_{23} = r_{32} = -k_2, \quad r_{34} = r_{43} = -k_3, \\
 \text{здесь} \quad k_0 &= 4 \cdot 12 E I_0 / h_0^3, \quad k_1 = 9 \cdot 12 E_b I / h^3, \quad k_2 = k_3 = k_1, \\
 I_0 &= 0.1 \times 0.05^3 / 12, \quad I = 0.1 \times 0.1^3 / 12.
 \end{aligned} \quad (14)$$

В результате трёхдиагональная матрица жёсткости приобретает вид

$$\mathbf{K} = 10^4 \times \begin{bmatrix} 10.37 & -1.067 & 0 & 0 \\ -1.067 & 2.133 & -1.067 & 0 \\ 0 & -1.067 & 2.133 & -1.067 \\ 0 & 0 & -1.067 & 1.067 \end{bmatrix}_{(\text{кН}/\text{м})}. \quad (15)$$

Исследование свободных колебаний

Численное решение задачи о свободных колебаниях системы «платформа – модель здания» без учёта затухания сводится к следующим уравнениям

$$\begin{aligned}
 \tilde{\mathbf{K}}_n \mathbf{W}_n &= \mathbf{B}_n, \quad \tilde{\mathbf{K}}_n = \frac{\alpha_1}{\tau_n^2} \mathbf{M} + \mathbf{K}, \\
 \mathbf{B}_n &= \mathbf{M} \left(\frac{\alpha_1}{\tau_n^2} \mathbf{W}_{n-1} + \frac{\alpha_2}{\tau_n} \dot{\mathbf{W}}_{n-1} + \alpha_3 \ddot{\mathbf{W}}_{n-1} \right).
 \end{aligned} \quad (16)$$

Исследования свободных колебаний системы «платформа–модель здания», без учёта затухания, проводились при различных видах матрицы масс и заданного вектора начальных скоростей [19]

$$\dot{\mathbf{W}}_0 = \{s / m_0 \quad 0 \quad 0 \quad 0\}^T, \quad (17)$$

где $s = 10$ (кН.с) – мгновенный импульс, $m_0 = 1.223$ (тс.с²/м) – масса платформы, $v_0 = s / m_0 = 10 / 12.23 = 0.8175$ м/с. – начальная скорость.

Обсуждения

На рисунке 2 представлены графики свободных колебаний системы, где диагональная матрица масс имеет вид (13). Результаты численного решения получены при шаге интегрирования $\tau = 0.001$ с. Из (13) следует, что масса платформы $m_0 = 1.223$ т.с²/м почти в четыре раза больше, чем масса модели $m_m = m_1 + m_2 + m_3 = 0.3096$ т.с²/м. Кривая 1 описывает движения массы платформы m_0 , а кривая 2 – m_3 . Период свободных колебаний платформы при этом равняется $T_0 = 0.07057$ с. При этом максимальные амплитуды платформы и модели соответственно равны: $w_0 = 9.17$ мм; $w_3 = 17.9$ мм. Для сравнения отметим, что при отсутствии модели (система S0) свободные колебания платформы

без учёта затухания совершаются с периодом $T_0 = 0.7200$ с и амплитудой $w_0 = 9.376$ мм. С использованием перегруза на каждом этаже увеличим массу модели, и матрица масс примет вид

$$\mathbf{M} = \text{diag}(1.223 \quad 0.3094 \quad 0.3094 \quad 0.3025), \quad (18)$$

где масса модели $m_m = 0.9213$ т·с²/м, что примерно на 25% меньше, чем масса платформы.

В этом случае, из численного решения (16) с учётом (17) получим результаты, которые представлены на рисунке 3. Из сравнения следует, что с увеличением массы модели несколько уменьшаются период и амплитуды колебаний: $T_0 = 0.06771$ с; $w_0 = 9.05$ мм; $w_3 = 13.4$ мм. При дальнейшем увеличении массы модели, где матрица масс представляется в виде

$$\mathbf{M} = \text{diag}(1.223 \quad 0.5133 \quad 0.5133 \quad 0.5064) \quad (19)$$

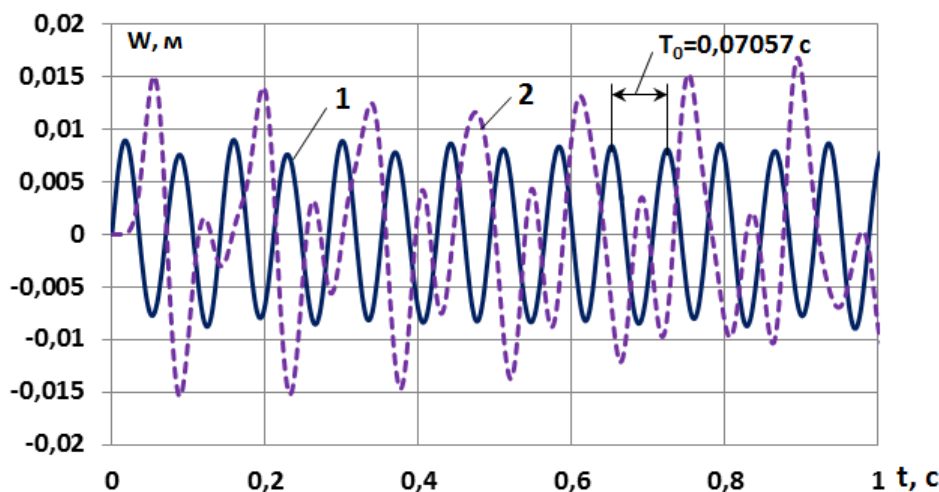


Рисунок 2 - Свободные колебания системы «платформа – модель здания» S1

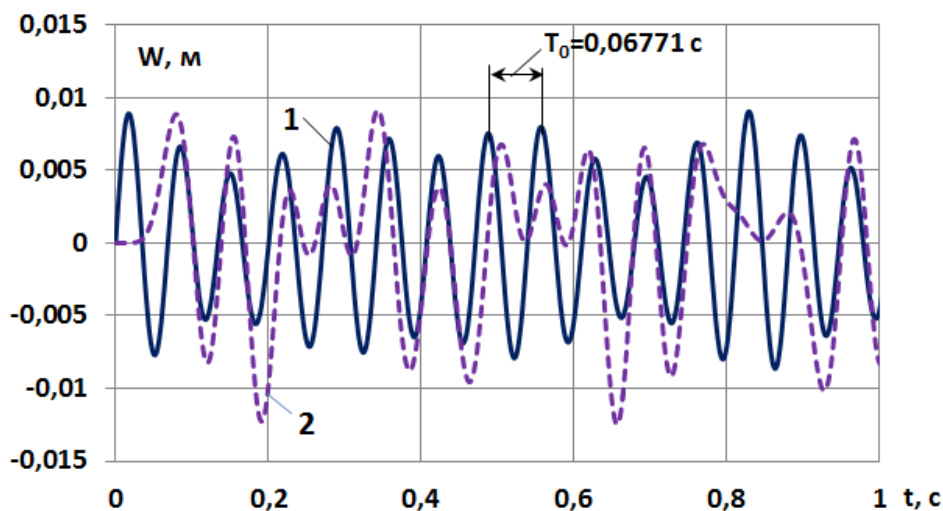


Рисунок 3- Свободные колебания системы «платформа–модель здания» S2

Для удобства систему «платформа–модель здания», соответствующую матрице (13), обозначим S1, матрице (18) –S2 и матрице (19) –S3. Если матрицу затухания принять пропорционально матрице масс, тогда коэффициенты затухания $c_i = 2\xi\omega_1 m_i$,

где $\omega_1 = 2\pi / T_1$.

При $\xi = 0.02$ и $T_1 = T_0 = 0.07057$ с, диагональная матрица затухания системы «платформа – модель здания» с учётом (13) приобретает вид

$$C = \text{diag}(4.304 \quad 0.3712 \quad 0.3712 \quad 0.1735) \text{ (тс·с/м)}. \quad (20)$$

На рисунке 5 сопоставляются результаты свободных колебаний массы m_3 модели при различных значениях матрицы масс, где кривые 1,2,3 соответствуют матрицам (13), (18) и (19). Можно заметить, что с увеличением массы модели экстремальные значения перемещений уменьшаются, число пиков в этих кривых на отрезке времени $0 < t < 1$ соответственно равны: 20, 13 и 11.

Следовательно, усреднённые периоды свободных колебаний составляют: 0.05; 0.077; 0.091 с. Непериодический характер изменения перемещений модели по сравнению с колебанием платформы (рисунок 4.), по-видимому, объясняется способом возбуждения системы мгновенным импульсом, действующим только на платформу.

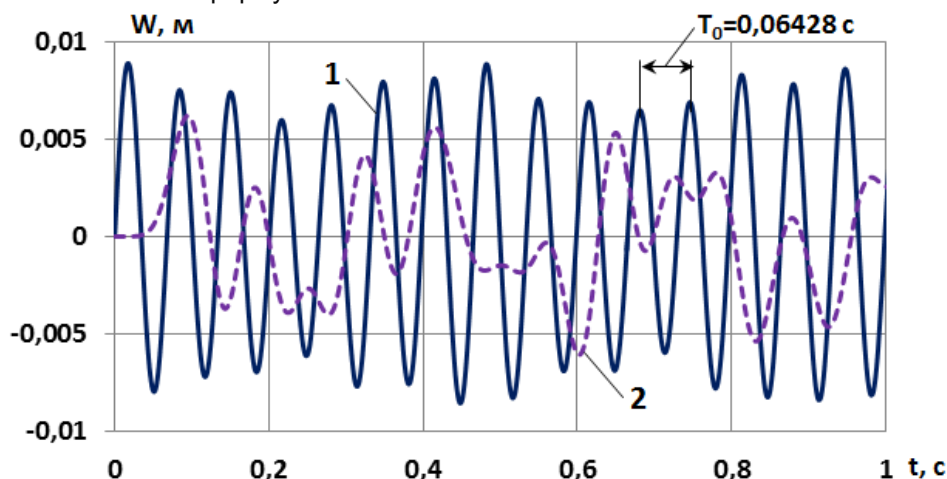


Рисунок 4- Свободные колебания системы S3

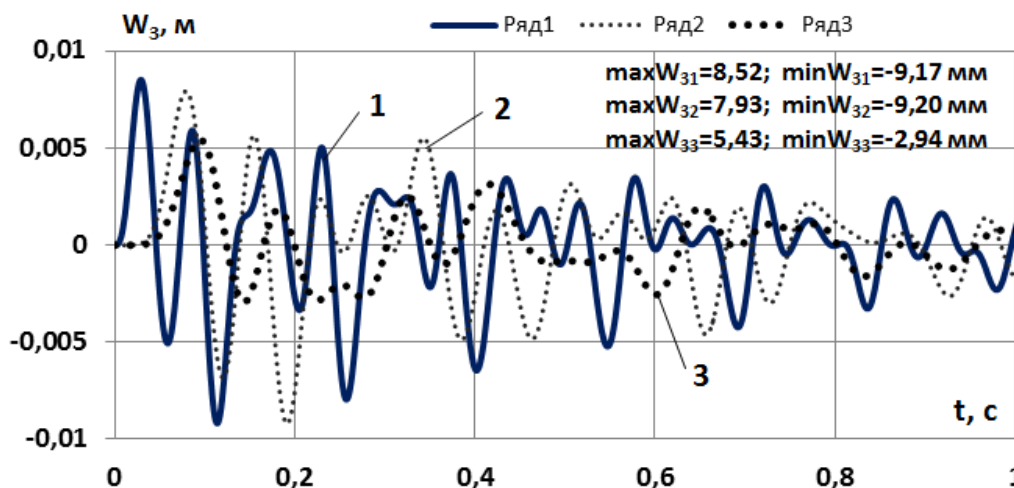


Рисунок 5- Свободные колебания массы m_3 модели здания в системе «платформа – модель» с учётом затухания при различных значениях матрицы масс

Вывод. Разработанные алгоритм и программы позволяют проводить динамические исследования о поведении системы «платформа – модель здания» при действии переменной нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольденблат И.И., Поляков С.В. Актуальные вопросы теории сейсмостойкости// Строительная механика и расчет сооружений, 1967, №6, с. 3-7.
2. Гольденблат И.И., Николаенко Н.А., Поляков С.В., Ульянов С.В. Модели сейсмостойкости сооружений. - М.: Наука, 1979.-252 с.
3. Рабинович И.М., Сеницын А.П., Лукин О.В., Теренин В.М. Расчёт сооружений на импульсивные воздействия. -М.: Стройиздат. 1970.-304 с.

4. Николаенко Н.А., Назаров Ю.П. Анализ положений по расчету сооружений в нормах проектирования для строительства в сейсмических районах// Строительная механика и расчет сооружений, 1990, №1, с. 66-72.
5. Каландарбеков И. Анализ поведения многоэтажных зданий на основе расчета с учетом упруго - пластических деформаций при действии мгновенного импульса. ДАН Республики Таджикистан, Т.50.- № 6, 2007, с. 560-568
6. Низомов Д.Н., Каландарбеков И.К., Каландарбеков И.И. Численное моделирование сейсмоизолированных зданий с сухим трением. Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2018. - том 61. - №1. - С. 47-53.
7. Каландарбеков И. Применение метода сосредоточенных деформаций к динамическим нелинейным задачам. Известия АН Республики Таджикистан. - № 3. -(128), 2007, с. 69-78
8. Каландарбеков И., Низомов Д.Н., Каландарбеков И.И. Инновационные методы защиты зданий и сооружений от землетрясений. Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. - 2018. - №1(170). - С. 64-72.
9. Низомов Д.Н., Каландарбеков И., Каландарбеков И.И. Исследование свободных колебаний сейсмоизолированных зданий с учётом кручения и поворота инерционных масс. Научный журнал. Душанбе, Политехнический вестник, Серия инженерные исследования. №4(44) – 2018. – С. 165 -170.
10. Низомов Д.Н., Каландарбеков И. Динамический расчёт многоэтажных зданий на основе метода сосредоточенных деформаций. Известия АН Республики Таджикистан. Душанбе, 2007.-№ 1 (126), с .98-106.
11. Каландарбеков И. Некоторые результаты численного решения динамической задачи за пределом упругости. ДАН Республики Таджикистан, Т. 51.- № 4, 2008, с. 305-310.
12. Каландарбеков И., Низомов Д.Н., Каландарбеков И.И. Дискретная динамическая модель расчёта рам методом сосредоточенных деформаций. Вестник ТТУ. Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №2(38), 2017, с.96-101.
13. Низомов Д.Н., Каландарбеков И.К., Каландарбеков И.И. О методах расчёта несущих систем многоэтажных зданий на основе дискретных моделей. Известия НАНТ, Отделение физико – математических, химических, геологических и технических наук. - 2021, №4(185), с. 110-117.
14. Низомов Д.Н., Каландарбеков И.К., Каландарбеков И.И. Математическое моделирование зданий с учётом работы резинометаллических опор. Научный журнал. Политехнический вестник, Серия инженерные исследования. Душанбе, №1(57) – 2022. – С.121-127.
15. Хачиян Э.Е., Амбарцумян В.А. Динамические модели сооружений в теории сейсмостойкости. - М.: Наука, 1981.-204 с.
16. Смирнов А.Ф., Александров А.В., Лашеников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений.М.: Стройиздат, 1984,415 с.
17. Низомов Д.Н., Каландарбеков И. Метод сосредоточенных деформаций. Душанбе, Дониш, 2015, 436 с.
18. Низомов Д.Н., Каландарбеков И.И., Каландарбеков И.К. Исследование динамических параметров модели здания при гармоническом колебании основания. Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2018, том 61, №11-12. - С. 853-861.
19. Низомов Д.Н., Каландарбеков И., Каландарбеков И.И. Численное моделирование динамической системы «платформа– модель – здания». Вестник гражданских инженеров. Санкт–Петербург. 2018, №3(68). – С. 66– 72.

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

TJ	RU	EN
Қаландарбеков Ифтихор Имомёрбекович	Каландарбеков 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

УДК 624.042

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

Низомов Д.Н., Каландарбеков И.И., Каландарбеков И.К.

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

Статья посвящена вопросам физического и математического моделирования балок прямоугольного поперечного сечения при действии динамической нагрузки. Рассмотрены вопросы моделирования конструкций зданий и сооружений на основе теории подобия. Приводятся системы дифференциальных уравнений и условия, которые образуют математическую модель исследуемого объекта как для природы, так и для его модели.

Ключевые слова: математическое моделирование, физическое моделирование, теория подобия, коэффициент подобия, дифференциальные уравнения, константы подобия, критерии подобия, свободные колебания, вынужденные колебания.

МОДЕЛКУНОӢ ДАР МАСЪАЛАӢОИ МЕХАНИКАИ СОХТМОН

Низомов Ӣ.Н., Ӣаландарбеков И.И., Ӣаландарбеков И.Ӣ.

Мақола ба масъалаҳои моделкунонии физикӣ ва математикӣ болорҳои буриши росткунҷаи кундалангӣ аз таъсири борҳои динамикӣ бахшида шудааст. Моделкунонӣ масъалаҳои конструксияҳои биноҳо ва иншоот дар асоси назарияи монандӣ дида баромада шудааст. Системаи муодилаҳои дифференциалӣ ва шартҳои, ки модели математикӣ объекти таҳқиқ шавандаро ҳам барои андозаи воқеӣ ва ҳам барои моделро ташкил медиҳад, оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: моделкунонии математикӣ, моделкунонии физикӣ, назарияи монандӣ, зариби монандӣ, муодилаҳои дифференциалӣ, доимии монандӣ, меъри монандӣ, лапшиҳои озод, лапшиҳои маҷбурӣ.

SIMULATION IN BUILDING MECHANICS

Nizomov D.N., Kalandarbekov I.I., Kalandarbekov I.K.

The article is devoted to the issues of physical and mathematical modeling of beams of rectangular cross section under the action of a dynamic load. The issues of modeling the structures of buildings and structures based on the theory of similarity are considered. Systems of differential equations and conditions are given that form a mathematical model of the object under study both for nature and for its model.

Keywords: mathematical modeling, physical modeling, similarity theory, similarity coefficient, differential equations, similarity constants, similarity criteria, free oscillations, forced oscillations.

Введение. Математическое моделирование — это технология изучения и прогнозирования проявлений интересующих нас объектов с использованием возможностей математики. Математическое моделирование — это очень эффективный, сравнительно недорогой и нередко единственно возможный путь изучения явлений. Математическая модель — это приближённое представление закономерности проявления некоторого класса объектов или явлений окружающего мира, выраженное в виде математических конструкций-аналогов и сформулированное в математических терминах и символах [1]. Инициатор идеологии математического моделирования академик А.Н.Тихонов предложил понимать под этими терминами комплексные работы: выявление и математическая формализация законов, объясняющих выбранное для исследования проявление изучаемого объекта, построение математических моделей объекта; исследование сформулированной на основе построенной модели математической задачи, выбор или разработка методов её решения и их реализация; критический анализ разработанной математической модели, выявление степени её соответствия, близости к реальным моделируемым проявлениям изучаемого объекта; возможное совершенствование модели.

Эксперимент, производимый для проверки правильности и применимости полученных результатов математического моделирования, представляет собой физическое моделирование. Например, физическое моделирование используется при проектировании и строительстве различных объектов, где предусматривается применение новых конструктивных решений с целью повышения их сейсмостойкости. В основе физического моделирования лежат теория подобия и анализ размерностей. Необходимым условием физического моделирования являются геометрическое и физическое подобия, а также подобие начальных и граничных условий модели и природы. Физическое моделирование и теория подобия нашли широкое применение в различных отраслях, в том числе при исследовании строительных конструкций зданий и сооружений. Подобие — это возможность распространения результатов эксперимента с модели на оригинал. Теория подобия позволяет результаты экспериментальных исследований, получаемых на моделях, переносить на реальные

объекты. Решение этой задачи можно осуществить двумя способами: анализом размерностей или анализом уравнений. Здесь мы будем использовать анализ уравнений, где с целью получения критериев подобия дифференциальные уравнения приводятся к безразмерному виду. Подобные объекты описываются одной системой дифференциальных уравнений и имеют подобные условия однозначности, которые включают в себя геометрическое подобие, подобие физических величин, подобие начальных и граничных условий.

Исследования динамических свойств строительных конструкций зданий и сооружений с использованием методов физического моделирования составляют самостоятельную область, где применяется теория механического подобия. Физическая модель характеризуется тем, что процессы протекающий в ней аналогичны тем процессам, которые происходят в натуре. Отсюда следует, что если физическая модель подобна оригиналу, то результаты эксперимента через константы подобия могут быть пересчитаны на натуру. Безразмерные константы подобия, выражающие отношение одноименных величин в натуре и модели, изменяются от соотношения размеров натуре и модели. Проведение модельных испытаний даёт возможность правильно оценить динамические характеристики будущей конструкции и внести соответствующие изменения в процессе проектирования.

Моделирование механических процессов, основанное на трех теоремах подобия [2, 3], [5-8], осуществляется исходя из следующих требований: модель и натуральный объект должны удовлетворять требованиям геометрического подобия; механические процессы, происходящие в модели и натуре, описываются одинаковыми уравнениями в безразмерном виде; безразмерные параметры, входящие в уравнения модели и натуре, должны иметь одинаковые численные значения; начальные и граничные условия модели и натуре, записанные в безразмерном виде, должны тождественно совпадать.

Критерии подобия. Методы анализа

Критерии подобия дают правила переноса результата эксперимента с модели на натуру. Для определения безразмерных коэффициентов подобия применяются: метод анализа дифференциальных уравнений, описывающих исследуемый процесс (метод нормализации); метод анализа размерностей параметров поставленной задачи.

Метод анализа размерностей для определения коэффициентов подобия основан на второй теореме подобия и применяется в случае, когда исследуемый процесс не имеет строгого математического описания [4,9-11].

В данной работе рассматривается метод анализа дифференциальных уравнений, полученных на основе принципа Даламбера, которые описывают колебательные процессы в балках прямоугольного сечения. Нормализация проводится в два этапа: 1) преобразование всех переменных к безразмерному виду, выбрав соответствующие масштабы; 2) преобразование всех уравнений к безразмерному виду. При этом все безразмерные переменные выбираются таким образом, чтобы их максимальные значения не превышали единицу [12].

Реализация теории подобия производится в следующей последовательности: а) создание математической модели исследуемого объекта, которая включает в себя дифференциальные уравнения, а также начальные и граничные условия задачи; б) преобразование дифференциальных уравнений и приведение их к безразмерному виду с целью формирования критериев подобия; в) проведение эксперимента на модели исследуемого объекта и определение величин, входящих в критерии подобия. Например, при динамических испытаниях балки этими величинами могут быть амплитуда, период и логарифмический декремент свободных колебаний модели; г) обработка результатов эксперимента с целью получения зависимости между определяемым и определяющими критериями. Например, для балки в определяемые критерии входят прогиб, изгибающий момент и др. Отсюда следует, что система дифференциальных уравнений с учётом начальных и граничных условий, приведенные к безразмерному виду, образуют математическую формулировку поставленной задачи как для натуре, так и для модели.

Результаты исследования и обсуждения

В качестве примера рассмотрим свободные и вынужденные колебания балки с равномерно распределённой массой (рис.1). Из условия равновесия элемента lS балки (рис.1, б) получим

$$\sum z = 0, \quad -Q + Q + \frac{\partial Q}{\partial x} dx - m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} dx - c \frac{\partial w}{\partial t} dx + q dx = 0, \quad (1)$$

$$\sum M_s = 0, \quad Qdx + M - M - \frac{\partial M}{\partial x} dx - qdx \frac{dx}{2} = 0. \quad (2)$$

где M, Q – изгибающий момент и поперечная сила в произвольном поперечном сечении стержня, $m = \gamma A / g$ – погонная масса стержня, γ – объёмный вес материала стержня, A – площадь поперечного сечения, g – ускорение свободного падения, c – коэффициент затухания, $q(x, t)$ – заданная распределённая динамическая нагрузка.

Зависимость между кривизной и прогибом балки (рис.1, а) показывает, что при $ds \approx dx$ и $\theta \approx \tan \theta \approx dw / dx$, получим

$$1 / \rho = d\theta / dx = d^2 w / dx^2. \quad (3)$$

Из зависимости между радиусом кривизны оси балки, изгибающим моментом в сечении балки и жёсткостью поперечного сечения при изгибе следует равенство [13].

$$1 / \rho = -M / EI, \quad (4)$$

где EI – изгибная жёсткость. Знак «минус» в (4) указывает на то, что положительному изгибающему моменту соответствует отрицательная кривизна (рис.1, а).

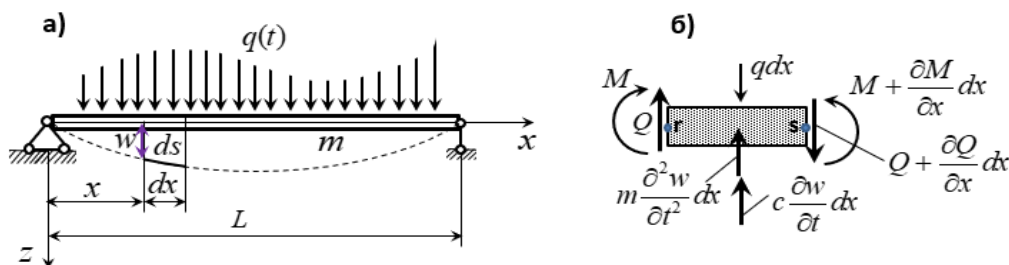


Рисунок 1- Линия прогибов изогнутой балки

Из уравнения (1) с учётом (2), учитывая, что $Q = \partial M / \partial x$, имеем

$$\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} - m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - c \frac{\partial w}{\partial t} + q(x, t) = 0. \quad (5)$$

Приравняв правые части формулы (3) и (4), получим уравнение

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = -\frac{M(x, t)}{EI}, \quad (6)$$

которое описывает линию прогибов балки. При совместном решении уравнений (5) и (6) определяются функции $w(x, t)$ и $M(x, t)$. В случае действия на балку гармонической распределённой нагрузки функция представляется в виде

$$q(x, t) = q_0 \sin \theta t,$$

где q_0, θ – амплитуда и круговая частота нагрузки.

При сейсмическом воздействии по оси z уравнение (5) представляется в виде

$$\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} - m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - c \frac{\partial w}{\partial t} = m \ddot{w}_0(t), \quad (7)$$

где $\ddot{w}_0(t)$ – заданное ускорение землетрясения.

Подставив уравнения (6) в (5), в случае призматического стержня ($EI = \text{const}$), получаем дифференциальное уравнение 4-го порядка относительно искомой функции $w(x, t)$

$$EI \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + c \frac{\partial w}{\partial t} = q(x, t). \quad (8)$$

Из решения (7) определяется $w(x, t)$, а затем вычисляются изгибающий момент и поперечная сила

$$M(x, t) = -EI \frac{\partial^2 w(x, t)}{\partial x^2}, \quad Q(x, t) = \frac{\partial M(x, t)}{\partial x}. \quad (9)$$

Для решения задачи о поперечных колебаниях балок можно использовать систему из двух уравнений второго порядка (5), (6) или уравнение 4-го порядка (8).

С целью моделирования система уравнений (5), (6) или уравнения (8) и соответствующие граничные условия переводятся к безразмерному виду. В результате этой процедуры получим коэффициенты подобия, которые позволяют определять параметры натуры в зависимости от параметров модели.

Вывод. Исходя из последовательной реализации теории подобия следует сказать, что система дифференциальных уравнений с учетом начальных и граничных условий, которые приводятся к безразмерному виду, дают математическую модель задачи как для натурального объекта, так и для модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоров В.Н., Ахметов В.К. Математическое моделирование в строительстве. – М.: Издательство АСВ, 2007. – 336с.
2. Кирпичев М.В., Конаков П.К. Математические основы теории подобия. – М.: Изд-во АН СССР, 1949. – 103 с.
3. Кирпичев М.В. Беседы о механике. – М.-Л.: Гостехиздат, 1951. – 360 с.
4. Кирпичев М.В. Теория подобия. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – 96 с.
5. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. – М.: Наука, 1977. – 440 с.
6. Гухман А.А., Ермакова Е.А. Сущность теории подобия. – М.: МИХМ, 1959. – 36 с.
7. Гухман А.А. Введение в теорию подобия. – М.: «Высшая школа», 1973. – 296 с.
8. Шаповалов Л.А. Моделирование в задачах механики элементов конструкций. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
9. Алабужев П. М., Геронимус В. В., Минкевич Л. М., Шеховцов Б. А. Теория подобия и размерностей. Моделирование. – М.: Высшая школа, 1968. – 206 с.
10. Веников В. А. Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергетики). – М.: Высшая школа, 1976. – 479 с.
11. Баренблатт Г. И. Анализ размерностей. М.: МФТИ, 1987. 168 с.
12. Клайн С. Дж. Подобие и приближенные методы. – М.: «Мир», 1968. – 302 с.
13. Тимошенко С.П., Гере Дж. Механика материалов. – М.: «Мир», 1976. – 669 с.

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

TJ	RU	EN
Низомов Чаҳонгир Низомович	Низомов Джаҳонгир Низомович	Nizomov Jachongir Nizomovich
Доктори илмҳои техникӣ, профессор	Доктор технических наук, профессор	Doctor of Technical Sciences, Professor
Институти геология, сохтмони ба заминчунӣ 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
TJ	RU	EN
Қаландарбеков Ифтихор Имомёрбекович	Каландарбеков 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
TJ	RU	EN
Қаландарбеков Имомёрбек Қаландарбекович	Каландарбеков Имомёрбек Каландарбекович	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

УДК:625.855

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В СОСТАВ ДОРОЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сайрахмонов Р.Х.

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В работе проведены теоретические аспекты применения некоторых порошковых отходов промышленности в дорожном хозяйстве и исследованы попытки их применения в состав дорожных бетонов, а также для сравнения изучено применение минерального порошка из волластонита на основе природного волластонитового камня.

Ключевые слова: отход, промышленность, тонкодисперсная, вяжущие, бетон, цемент, прочность, трещиностойкость.

FEATURES APPLICATION OF POWDER WASTE OF INDUSTRIAL PRODUCTION IN THE COMPOSITION OF ROAD MATERIALS

Sairakhmonov R.H.

The theoretical aspects of the use of some powder industrial wastes in the road sector are carried out in the work and attempts to use them in the composition of road concretes are investigated, and for comparison, the use of wollastonite mineral powder based on natural wollastonite stone is studied.

Key words: waste, industry, finely dispersed, binders, concrete, cement, strength, crack resistance.

АСОСҶОИ ИСТИФОДАБАРИИ ПАРТОВҶОИ ХОКАМОНАНДИ ИСТЕҶСОЛОТ ДАР ТАРКИБИ МАСОЛЕҶҶОИ РОҶСОЗӢ

Сайрахмонов Р.Ҳ.

Дар кори мазкур ҷабҳаҳои назариявии истифодаи якҷанд намуд партовҳои хокамонанди истеҳсолот дар таркиби бетонҳои роҳ оварда шуда, барои муқоиса истифодаи хокаи минералӣ аз волластонит дар асоси санги волластонитии табиӣ омӯхта шудааст.

Калимаҳои калидӣ: партов, истеҳсолот, ҷаспак, бетон, семент, мустаҳкамӣ, бақафидан устуворӣ.

Введение

В Республике Таджикистан автомобильные дороги занимают важное место для развития народного хозяйства, в то же время строительство автомобильных дорог составляет одну из важнейших приоритетных задач в планах реализации стратегических целей Правительства Республики Таджикистан. В современной ситуации повышение социально-экономического уровня хозяйства страны также в значительной мере будет связано с совершенствованием дорожного хозяйства. В связи с этим в настоящее время в дорожном строительстве в целом предусматривается рациональное использование всех видов ресурсов. Однако важное значение имеет экономичное использование материально-сырьевых ресурсов, поскольку потребность дорожного строительства в сырье непрерывно растет, а добывать его приходится из более отдаленных месторождений.

Теоретическая часть

Одним из направлений экономии сырьевых ресурсов и охраны окружающей среды является повышение уровня использования вторичных ресурсов и отходов промышленности взамен первичного сырья [1,4,5,6].

В то же время разработки горных пород и освоенные материально-сырьевые ресурсы являются элементом жизни и прогресса общества и имеют большое значение в дорожном строительстве. Несмотря на это в настоящее время такие вторичные материалы применяются не на должном уровне от общего объема применяемых материалов. Причинами медленного освоения отходов являются малоизученность, отсутствие оборудования для переработки отходов, специализированных транспортных средств для их доставки, исследований по региональной области их применения. Последнее время широкое применение в дорожном строительстве получили порошковые отходы промышленности [3,7,8]. Их исследование позволяет в значительной степени снизить дефицит традиционных вяжущих материалов.

К порошковым отходам промышленности относятся цементная пыль; отходы добычи и переработки нерудных строительных материалов; отходы химического производства и др.

Наиболее важными задачами, которые решаются при использовании указанных отходов являются:

- устранение источников загрязнения окружающей среды и вредного воздействия на население, воздух, почву, поверхностные и грунтовые воды, животный и растительный мир;
- снижение загрязнения воздуха от выброса вредных веществ при производстве инертных материалов и вяжущих;

- снижение стоимости строительства автомобильных дорог;
- экономия материальных ресурсов.

Однако большинство отходов не может быть непосредственно использовано в дорожном строительстве из-за их несоответствия существующим требованиям к дорожно-строительным материалам. К таким отходам следует отнести в первую очередь отходы добычи и переработки нерудных строительных материалов, отходы химического производства и др.

В этой связи актуальной задачей представляется необходимость проведения массовых исследований по выявлению, оценке и повышению качества отходов, определению возможных вариантов их использования в дорожном строительстве с учетом реальных условий работы в дорожных материалах и конструкций на их основе.

При развертывании такой работы необходимо учитывать, что в настоящее время производственные дорожные организации, к сожалению, зачастую пренебрегают такой работой, а научные организации по условиям финансирования не имеют для этого возможностей.

В этой связи представляется, что значение научных исследований должно получить государственное признание, а к финансированию привлечены и производственные организации.

Вовлечение в производство вторичных материальных ресурсов взамен первичного сырья поможет не только облегчить проблему охраны окружающей среды, но и найти пути решения задачи дефицита сырьевых ресурсов.

Экспериментальная часть

В порядке развертывания указанной работы для эффективного применения и утилизации отходов были изучены их составы и состояние, а также характеристика их местоположения, позволяющие определить производство нуждающихся в подобном сырье. В работе выполнена разработка системы классификации порошковых отходов, позволяющая получить необходимую информацию для разработки оптимальной технологии применением отходов в качестве добавки или минерального сырья в производстве различных материалов. В цель работы входило определение пригодных для дорожного строительства порошковых отходов промышленности, исследование их физико-механических свойств и способов их регулирования.

Очевидно, что многие из рассмотренных отходов не будут соответствовать требованиям, предъявляемым тестированием в качестве сырья или добавки. Поэтому следует ограничиваться такими показателями, которые бы не ухудшали свойства материалов, а их пригодность к применению характеризовать по физико-механическим показателям в материале. Это тем более важно, что полученные физико-механические показатели будут зависеть от методики испытаний, которая в свою очередь должна в максимальной степени приближаться к реальным условиям работы материалов в реальных конструкциях. Сами же показатели свойств также должны отвечать этим условиям. Поэтому потребуют в дальнейшем уточнения и переработки, используемые сейчас ГОСТы.

Учитывая современное состояние и необходимость применения отходов промышленности в дорожном строительстве и опираясь на накопленный опыт, необходимо для решения этой крупной проблемы тщательное изучение каждого конкретного материала в целях дальнейшего его использования в дорожном хозяйстве, с предварительным улучшением в качестве необходимости. Одновременно необходимо отметить трудности в деле использования отходов промышленности. Дело в том, что как только их производители убеждаются в заинтересованности дорожных строителей в их использовании, за них требуют высокую цену, иногда делающую их применение бессмысленным. По-видимому, в этом деле должны быть разработаны соответствующие стимулы (может быть на уровне структур власти), обеспечивающие развитие процесса утилизации в нужных объемах.

Ниже приводятся данные о некоторых отходах промышленности, используемых в дорожном строительстве в Таджикистане, и о перспективах их дальнейшего употребления.

Огнеупорный лом. Алюмосиликатные огнеупорные обломки с содержанием SiO_2 более 65% и Al_2O_3 более 35%. Огнеупорность больше 1580°C . Можно использовать в качестве щебня для устройства оснований в дорожных одеждах. Этот отход футеровка шамот алюминиевого производства.

Цементная пыль. Цементная пыль-отход производства цемента при обжиге цементного клинкера. Представляет собой тонко - дисперсный порошок серого цвета с плотностью $3,1 \text{ г/см}^3$. По минеральному составу цементная пыль преобладает соединения основного характера. В нём содержатся следующие минералы: - C_2S , C_3S , C_3A , C_4AF .

Таблица 1-Минеральный состав цементной пыли

Состав	CaCO_3	CaSO_4	2CaOSiO_2	3CaSiO_2	$3\text{CaOAl}_2\text{O}_3$	$5\text{CaOAl}_2\text{O}_3$	SiO_2	MgO
Количество, %	54,51	4,14	8,25	6,54	2,50	3,23	12617	1,27

Удельная поверхность, определенная методом воздухопроницаемости, равна $5400 \text{ см}^2/\text{г}$.

Таблица 2 - Зерновой состав цементной пыли

Размер, мм	0,315	0,14	0,071	мельче 0,071
Частные остатки, %	0	0	4	96

Цементная пыль содержит значительное количество водорастворимых солей, большая часть которых приходится на легкорастворимые в воде хлориды и сульфаты натрия.

Таблица 3 - Солевой состав цементной пыли

Состав	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	CaCO_3	MgCO_3	Na_2SO_4	NaCl	Σ
Количество, %	0,154	0,805	0,634	1,853	2,076	5,522

Таблица 4 - Химический состав цементной пыли

Состав	SO_2	SO_3	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	$\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$	n.n.n.	Σ
Количество, %	26,06	15,41	2,41	3,72	2,56	43,19	1,25	5,52	100,12

Ежегодный объем этого отхода составляет несколько тысяч тонн.

Хвосты Такобского горно-обогатительного комбината или отходы производства флюорита (ОПФ). Тонкодисперсная масса бежевого цвета следующего химического состава.

Таблица 5 - Химический состав

Состав	CaCO_3	CaF	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	Fe общ.
Количество, %	2	12	66,5	6,1	1,0	8,16	5,19	5,5

Таблица 6 - Гранулометрический состав

№	Размер сит, мм	0,25	0,1	0,074	0,044	0,03	0,02	0,01	0,005	0,005
1	Частные остатки, %	-	1,3	9,4	16,75	7,9	7,3	5,6	2,0	37,6

Кирпичный бой. Кирпичный бой-отход производства строительного глиняного кирпича в виде обломков и бракованных изделий. На каждом кирпичном заводе за год образуется не менее 1000 м³ такого отхода. Бой кирпича доступен и выгоден. Доступность объясняется механизмом получения кирпичного боя. Он образуется при сносе или разборе кирпичных зданий или при производстве кирпича на кирпичных заводах. Если говорить о первом случае, то это материал - строительный мусор различных фракций с различными примесями. Во втором варианте - это брак и отходы производства. В любом случае от подобных отходов стремятся избавиться.

Зола каменноугольная. Порошок темно-серого цвета с объемной массой 1040 кг/м³ и плотностью 1830 кг/м³. При возгорании каменного угля при обжиге строительного кирпича или производства цемента образуется зола и шлаки в бурых углях 10...15%, в каменных углях 3...40%, антрацитах 2...3%, а в горючих сланцах 50...80%.

Таблица 7 - Гранулометрический состав зола

№	Размер сит, мм	10	5	2,5	1,25	0,63	0,31	0,14	0,071	0,071
1	Частные остатки, %	6	8	12	16	8	13	9	16	12
2	Полный остаток, %	6	14	26	42	50	63	72	88	100

Последнее время широкое применение в дорожном строительстве получили отходы промышленности. Ответственными учеными под руководством профессора Шарифова А.Ш. и его школы проведен широкий спектр исследования по применению порошковых отходов промышленности в состав цементосодержащих дорожных композитов. Их исследование позволяет в значительной степени снизить дефицит традиционных вяжущих материалов [5, 6, 7, 8].

Однако большинство отходов не может быть непосредственно использовано в дорожном строительстве из-за их несоответствия существующим требованиям к дорожно-строительным материалам. Согласно существующим нормативно-техническим документам основным показателем пригодности материала для применения в строительстве являются физико-механические свойства, т. е. предел прочности, водонасыщение и морозоустойчивость. Эти требования справедливы при использовании традиционных вяжущих, твердеющих во влажностных условиях, и при применении материалов в районах, относящихся к I – III дорожно-климатическим зонам. Однако эти требования совершенно недостаточны для условий Таджикистана, т.к. не отражают реальных условий работы в данном регионе, а кроме того, могут быть недостаточными для некоторых материалов, пример тому наш дорожный бетон, особенно при монолитном бетонировании. В частности, остается открытым вопрос о долговечности материала. Совмещение сухого ветра с температурой воздуха 40-45°C создает экстремальные условия для твердения бетона в первые семь суток. К тому же строительная практика

в условиях жаркого климата сохраняет и сегодня потребности в расширении технологических решений по повышению трещиностойкости бетона в условиях сухого жаркого климата.

Результаты и их обсуждение

Основными особенностями климата Таджикистана являются высокая температура и незначительное годовое количество осадков. Испытание материалов по существующим методикам может оказаться недостаточным для их объективной оценки применительно к реальным условиям.

В частности, в результате многолетних наблюдений за несущими конструкциями автомобильных дорог обнаружено, что влажность основания стабилизируется в первый год и мало изменяется в течение всего срока службы. В летние месяцы наблюдается некоторое снижение влажности основания, она могла бы восстанавливаться в осенний и зимний период.

Поэтому для рассматриваемого региона наиболее характерна прочность материалов в сухом состоянии без водонасыщения. При исследовании материалов с учетом реальных условий их эксплуатации можно в значительной степени расширить номенклатуру отходов промышленности, пригодных к использованию в качестве добавки или заменителя сырья для дорожных композитов. Исходя из вышеизложенного, учитывая, что бетон является одним из основных материалов в дорожном строительстве, была поставлена задача - исследование влияния добавки из порошковых отходов промышленности на прочность и структуру бетонов.

Известно, что в нашей республике имеются достаточно большие запасы месторождения мелких песков. Практика применения мелких песков в бетон показывает, что мелкие пески, уменьшая подвижность бетонной смеси вследствие ухудшают структуру бетона. Для получения бетона заданного класса требуется повышенный расход цемента, который приведет к росту цен на изделия и конструкции на основе бетона.

С этой целью нами предложена модификация цементной матрицы путем замены некоторого количества цемента дисперсными минеральными добавками-наполнителями или разбавителями, получаемыми из природного или техногенного сырья.

Для исследований в качестве добавки приняты: огнеупорный лом (ОГЛ), цементная пыль (ЦП), хвосты таобского горно-обогатительного комбината (ОПФ), кирпичный бой (КБ), зола каменноугольная (ЗК), порошок из природного минерала волластонита (ВП).

Руководствуясь методикой авторов [5, 9], принятые для исследований добавки были рассеяны на следующие фракции: - уплотнители размеры частиц менее 0,05; -разбавители от 0,05-0,08; - наполнители от 0,08-0,14.

Для получения комплексного вяжущего в цемент было добавлено 20% добавок и их перемешивали в пневматическом смесителе. Опыты проводились на образцах-кубах 10*10*10см и балочках размером 4*4*16см и изготовлены по обычной лабораторной технологии, подвергали твердению при нормально-влажных условиях.

Соотношение компонентов для контрольного состава бетонной смеси составило 1:1,59:3,03, В/Ц=0,48.

Результаты исследования приведены в таблицах 8,9,10,11.

Показатели физико-механических свойств бетона (состав вяжущего - цемент 100%, добавка 20% сверх цемента, вид добавки; - уплотнитель).

Таблица 8 - Показатели физико-механических свойств бетона

№ п/п	Наименование показателей	Значения показателей					
		Ц	ОГЛ	ЦП	ОПФ	ЗК	ВП
1	Прочность на сжатие, МПа	40.2	43.2	43.3	45.5	43.8	46.4
2	Прочность на изгиб, МПа	8.3	9.1	8.92	9.64	9.0	10.6
3	Коэффициент трещиностойкости ($R_{изг}/R_{сж}$).	0.206	0.210	0.206	0.211	0.207	0.228
4	Водопоглощение, %	6.41	5.51	5.11	4.86	5.84	4.91
5	Водонепроницаемость	B4	B6	B6	B8	B6	B8
	Морозостойкость, цикл	F75	F150	F150	F200	F150	F200

Приведенные данные в табл.8 показывают, что при добавлении в цемент сверху от его массы 20% добавки из отходов промышленности прочностные показатели бетона изменяются. Прочность бетона без добавки остаётся в пределах требования. Прочность образцов с добавки для ОГЛ при сжатии 43.2 при растяжении составляет 9.1 Мпа, для ОПФ 45.5 и 9,6 Мпа, ЦП 43.3и 8.2, ЗК 43.8 и 9.0, ВП 46.4 и 10.6 Мпа соответственно. Полученные данные показывают, что образцы бетона с добавками имеют повышенную прочность, чем контрольный образец без добавки. Введение в цемент добавки повышает коэффициент трещиностойкости бетона на 16%.

Показатели физико-механических свойств бетона (состав вяжущего цемент 80%, добавка 20%, вид добавки - уплотнитель)

Таблица 9 - Показатели физико-механических свойств бетона

№ п/п	Наименование показателей	Значения показателей					
		Ц	ОГЛ	ЦП	ОПФ	ЗК	ВП
1	Прочность на сжатие, МПа	36.3	38.3	39.6	41.2	38.8	42.1
2	Прочность на изгиб, МПа	7.3	8.3	8.2	8.94	8.1	9.2
3	Коэффициент трещиностойкости ($R_{изг}/R_{сж}$).	0.206	0.214	0.207	0.222	0.208	0.229
4	Водопоглощение, %	7.51	6.41	6.21	5.86	5.14	5.11
5	Водонепроницаемость	B2	B4	B4	B6	B4	B6
	Морозостойкость, цикл	F50	F75	F75	F150	F100	F150

При снижении расхода цемента на 20% прочность и коэффициент трещиностойкости в образцах бетона без добавки уменьшаются (табл2). Добавки уплотнители в количестве 20% обеспечивают заданную прочность бетона и увеличивают коэффициент его трещиностойкости. Однако добавки ОПФ и ВП обеспечивают достаточно высокие прочности и коэффициент трещиностойкости.

Показатели физико-механических свойств бетона (состав вяжущего цемент 100%, добавка сверх цемента 20%, вид добавки - наполнитель)

Таблица 10 - Показатели физико-механических свойств бетона

№ п/п	Наименование показателей	Значения показателей					
		Ц	ОГЛ	ЦП	ОПФ	ЗК	ВП
1	Прочность на сжатие, МПа	40.2	41.2	40.8	43.5	41.8	44.5
2	Прочность на изгиб, МПа	8.3	7.96	8.4	9.04	8.1	9.6
3	Коэффициент трещиностойкости ($R_{изг}/R_{сж}$).	0.206	0.193	0.200	0.207	0.193	0.216
4	Водопоглощение, %	6.41	5.51	5.11	4.86	5.84	4.91
5	Водонепроницаемость	B4	B4	B4	B6	B6	B8
	Морозостойкость, цикл	F75	F100	F150	F200	F150	F200

При 100% расходе цемента добавки наполнители обеспечивают прочность бетона, для ОГЛ при сжатии 41.2 при растяжении составляет 7.6 МПа, для ОПФ 43.5 и 9.04 МПа, ЦП 40.8 и 8.4, ЗК 41.8 и 8.1, ВП 44.5 и 9.6 МПа, соответственно (табл3). Добавки наполнители увеличивают прочность и коэффициент трещиностойкости бетона, но не на уровне добавок уплотнителей.

Физико-механические свойства бетона, (состав вяжущего цемент 80%, добавок 20%, вид добавки - наполнитель)

Таблица 11 - Физико-механические свойства бетона

№ п/п	Наименование показателей	Значения показателей					
		Ц	ОГЛ	ЦП	ОПФ	ЗК	ВП
1	Прочность на сжатие, МПа	40.2	38.2	39.3	40.5	39.8	40.4
2	Прочность на изгиб, МПа	8.3	8.6	8.02	9.14	8.61	9.6
3	Коэффициент трещиностойкости ($R_{изг}/R_{сж}$).	0.206	0.225	0.206	0.204	0.216	0.237
4	Водопоглощение, %	6.41	6.01	6.11	5.26	6.24	5.21
5	Водонепроницаемость	B4	B6	B6	B8	B6	B8
	Морозостойкость, цикл	F75	F100	F150	F200	F150	F200

При введении в цемент добавок наполнителей (при расходе 80% вяжущего) прочность бетона остается практически такой же, как и на чистом цементе (при 100% расходе цемента). В то же время ряд добавок увеличивают прочность бетона при изгибе (табл. 10).

Изучение структуры, водонепроницаемости и морозостойкости бетонов, изготовленных на модифицированном цементе, показало, что упрочняющие добавки (при 20% расхода от массы цемента) способствуют формированию мелкопористой структуры бетона. При этом его водонепроницаемость и морозостойкость возрастает на два и более раза (см. табл. 8,9,10,11).

Выводы

Тонкомолотые добавки из природного сырья и отходов промышленности в комплексе с цементом обеспечивают нормативную прочность бетона на смесях с использованием мелкого песка.

К нормативному расходу цемента стабильность получения бетона заданного класса с мелких песков может быть обеспечена путем добавления к цементу стабилизирующих добавок (размер частиц между размером частиц цемента и минимальным размером частиц песка) в количестве 20% (см.табл3,4). Упрочняющие добавки (размер частиц меньше размера частиц цемента) обеспечивают стабильность класса бетона при замене 20% цемента.

Литература

1. Каримов Б.Б. Дорожное хозяйство Таджикистана.-М.,1993г., 328с.
2. Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. Развитие теории формирования структуры и свойства бетонов с техногенными отходами [Текст] //Изв. Вузов. Строительство.1996. №4-С.55-58.
3. Хамидулина Д.Д., Гаркави М.С. Применение дробленых песков для производства мелкозернистых бетонов [Текст]. Сб докладов «Проблемы и достижения строительного материаловедения». Белгород. 2005. С.238-240.
4. Азизов Б.С., Сафиев Х.С., Рузиев Д.Р. «Комплексная переработка отходов производства алюминия» Душанбе-2005, С.84-90
5. Сафиев Х.С., Мирсаидов У. «Разработка технологии утилизации отходов производства алюминия» //Научная конференция, посвященная памяти академика Нуманова И.Н. Душанбе, 1994. С.15 -21
6. Сайрахмонов Р.Х., Умаров С.С., Махмадов Ш.Р., Зайниддинов Т.Н. Применение отходов алюминиевого производства в составе цемента и асфальтоукладочного для дорожного строительства //Научно-теоретический журнал «Вестник Таджикского технического университета», Душанбе-2016. №3(35). ТТУ имени ак. М.Осими. С.73-78
7. Сайрахмонов Р.Х., Умаров С.С., Оев С.А., Файзиев Ф.Ч. Отходы и вторичные продукты промышленности – эффективное сырье для дорожного строительства «Перспективы развития науки и образования», посвященной 20-летию Конституции Республики Таджикистан и 90-летию города Душанбе – Часть 2, Душанбе ТТУ им. ак. М.Осими-2014, С.26-28
8. Махмадов Ш.Р., Сайрахмонов Р.Х. Шарифов А. Бетон на смешанном цементе с комплексной минеральной добавкой из волластанита и золы угля для подрельсовых конструкций железнодорожного пути. //Вестник Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. 2018. №2 (С1). С.73-79

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

TJ	RU	EN
Сайрахмонов Раҳимҷон Ҳусейнович	Сайрахмонов Рахимджон 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		

УДК:661.7.-047.84

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Сайрахмонов Р.Х., Асад Т.

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В работе изучены состав и свойства некоторого вторичного сырья и побочных отходов промышленности органического происхождения Республики Таджикистан. Учитывая современное состояние и необходимость применения вторичного сырья и побочных продуктов промышленности в дорожном строительстве, нами тщательно изучен каждый конкретный материал в целях дальнейшего его использования в дорожном хозяйстве.

Ключевые слова: сырье, продукт, строительство, органический, отходы, свойства.

THEORETICAL ASPECTS AND EFFICIENCY OF THE USE OF SECONDARY RAW MATERIALS AND BY-PRODUCTS OF THE INDUSTRY OF ORGANIC ORIGIN IN ROAD CONSTRUCTION

Sairakhmonov R.H., Asad T.

The composition and properties of some secondary raw materials and by-products of industry of organic origin in the Republic of Tajikistan have been studied in the work. Considering the current state, and the need to use secondary raw materials and industrial by-products in road construction, we have carefully studied each specific material in order to further use it in the road sector.

Key words: raw materials, product, construction, organic, waste, properties.

жАБжАжОИ НАЗАРИжИ ВА САМАРАБАжШИ ИСТИжОДАИ МАжСУЛОТжОИ ДУЮМИНДАРАжА ВА БОжИМОНДАжОИ КОРКАРДИ ИСТЕжСОЛОТ ДАР СОжТМОНИ РОж

Сайрахмонов Р.ж., Асад Т.

Дар маќолаи мазкур таркиб ва хосиятҳои маҳсулотҳои дуюминдараќа ва боќимондаи коркарди истеҳсолоти Ҷумҳурии Тоҷикистон омӯхта шудааст. жабғаои самарабаҳои истиғодаи маҳсулотҳои дуюминдараќа ва боќимондаи коркарди истеҳсолот низ оварда шудааст.

Вожаҳои калидӣ: ашёи хом, маҳсулот, партов, органикӣ, хосият.

Введение

В настоящее время вовлечение в производство вторичных материальных ресурсов и побочных продуктов промышленности взамен первичного сырья поможет не только облегчить проблему охраны окружающей среды, но и найти пути решения задачи дефицита сырьевых ресурсов. В этой связи актуальной задачей представляется необходимость проведения массовых исследований по выявлению, оценке и повышению качества отходов, определению возможных вариантов их использования в дорожном строительстве с учетом реальных условий работы в дорожных конструкциях и сооружениях.

Для выполнения такой работы необходимо учитывать, что в настоящее время производственные дорожные организации, к сожалению, зачастую пренебрегают такой работой, а научные организации по условиям финансирования не имеют для этого возможностей.

В порядке выполнения указанной работы нами были изучены состав и свойства некоторого вторичного сырья и побочных отходов промышленности Таджикистана. Учитывая современное состояние, применение вторичного сырья и побочных продуктов промышленности в дорожном строительстве и опираясь на накопленный опыт, необходимо для решения этой проблемы тщательное изучение каждого конкретного материала в целях дальнейшего его использования в дорожном хозяйстве с предварительным улучшением в качестве необходимости.

Теоретическая часть

Основными направлениями работ в области развития применения органических вяжущих в настоящее время являются:

- расширение их ресурсов и изыскание возможностей частичной замены нефтяного сырья, удовлетворение растущих потребностей дорожного строительства;
- повышение качества материалов на основе органических вяжущих;
- принятие оптимальных решений при их выборе и использовании в зависимости от конкретных климатических и эксплуатационных условий работы в конструктивных слоях дорожных одежд с учетом нестационарного характера изменения свойств материалов в процессе эксплуатации.

- освоение источников сырьевых ресурсов для обеспечения потребности дорожного строительства органических вяжущих.

К числу наиболее перспективных работ в области освоения ресурсов органических вяжущих относятся:

- решение вопросов использования природных битумов, битумсодержащих пород и тяжелых нефтей;

- разработка технологии производства дорожных вяжущих терморазмягчением и термопластификацией ископаемых углей;

- развитие использования побочных продуктов промышленного производства синтетических каучуков, смол, волокон, нефтехимии, коксохимии, целлюлозной промышленности;

- разработка и освоение промышленного производства комплексных органических вяжущих с заданными реологическими и физико-химическими свойствами путем модификации основного компонента добавками высокомолекулярных соединений, поверхностно-активных веществ, пластификаторов.

Ниже приводятся данные о некоторых отходах промышленности, используемых в дорожном строительстве в Таджикистане, и о перспективах их дальнейшего употребления.

Местные вяжущие и их применение. В настоящее время особенно с учетом снижения поступления битумов важной проблемой экономии дефицитных основных дорожно-строительных материалов является улучшение использования местных материалов. Этот путь, правильно было бы, если из местных тяжелых нефтей республики получать качественные битумы. Однако в битумном производстве получение из тяжелых местных нефтей качественных битумов весьма сложная задача.

По оценкам специалистов запасы нефти Таджикистана оцениваются в 117 миллионов тонн [1,2,3]. В нашей республике имеется два вида по составу нефти [4]. Первый, тяжелое высокосмолистое и высокосернистое месторождение юга республики (Бештеняк, Кичик-Бель, Акбаш-Адыр). Вторым, легкие малосмолистые и малосернистые со значительным выходом светлых продуктов перегонки месторождения севера республики (Ниязбек, Рават, конибадам). Ассортимент органических вяжущих материалов на основе местных нефтей республики можно расширить, создавая комплексные вяжущие на основе нефти и местных материалов.

Целлюлозосодержащие отходы промышленности. В настоящее время роль целлюлозы как важного сырья для химической переработки возрастает. Она является самым распространенным полимером, производство которого на нашей планете значительно превышает количество любого другого органического вещества. На его основе можно получить различные технические ценные продукты и материалы. В природе имеется много различных видов, форм и сортов культурного и дикого целлюлозосодержащего сырья, среди них особое значение имеет хлопок, содержащий до 98% целлюлозы. В нашей республике ежегодно образуется значительное количество целлюлозосодержащих вторичных продуктов переработки хлопка-сырца и изделий на их основе, содержащих 70-93% целлюлозы [5].

Отечественными авторами [4,5] исследовано влияние микрокристаллической целлюлозы (МКЦ) на основе целлюлозы, выделенной из низкосортных волокнистых отходов хлопка на показатели качества фарфора и щебеночно-мастичного асфальтобетона [5,6]. Показано, что использование МКЦ в составе керамических масс для производства фарфоровых изделий и щебеночно-мастичного асфальтобетона позволяет повысить эксплуатационные свойства материалов. Исходя из вышеизложенного в настоящее время внедрение в промышленности республики технологии производства МКЦ является перспективным в сфере расширения номенклатуры стабилизирующих добавок для щебеночно-мастичных асфальтобетонов [6].

Изношенные покрышки с металлокордом. При вторичной переработке изношенных покрышек получают резиновую крошку, введение которой в количестве до 10% от массы битума придает асфальтобетону большую упругость, уменьшает трещинообразование, повышает коэффициент сцепления с колесами автомобилей, уменьшает образование гололеда на асфальтобетонных покрытиях, снижает старение и повышает теплостойкость асфальтобетона [7].

Смола госсиполовая (хлопковый гудрон). Госсиполовая смола - однородная, вязкая жидкость, образуется при дистилляции жирных кислот хлопковых соепопков.

Госсиполовую смолу можно применять в качестве активирующей добавки в минеральные порошки с целью экономии битума и улучшения адгезии битума с каменным материалом, укрепления грунтов земляного полотна. Ежегодно объем этого отхода составляет 8 тыс. т (на Душанбинском масложир-комбинате) [8].

Таблица 1 - Состав госсиполовой смолы

№	Показатели	Значение
1	Кислотное число	70...100мг (миллиграммов) КОН/г*
2	Растворимость в ацетоне, %	80
3	Содержание золы, %	1,0
4	Содержание влаги и летучих веществ, %	до 4

*Кислотное число битума измеряется в мг КОН/г продукта.

Хлопчатобумажная пыль. Волокнистая хлопчатобумажная пыль образуется при переработке хлопкового сырца с размерами волокон до 0,5 см. Ее можно использовать в качестве добавки к органическим вяжущим. Она, не меняя структуру вяжущего, повышает его механические свойства. Также ее можно использовать как структурирующую добавку в гипсобетон при производстве гипсовых изделий. Этот отход имеет большие запасы на производственно-хлопчатобумажном объединении.

Нефтепродукты с поверхности медноаммиачного раствора

Отход, образующийся при производстве аммиака. Химический состав: окислы железа-15%; медь метал. -3%; глинозем, песок-5%; окислы других металлов до 2%; маслопродукты до 70%. Нуждается в изучении в целях использования для добавки в качестве ПАВ в битум и в качестве вяжущего материала для укрепления грунта и т.д. Этот отход получается при производстве аммиака на Вахском азотно-туковом заводе.

Кубовый остаток. Смолистые соединения после отгонки моноэтаполаминового раствора. Химический состав: смолистые вещества-78%, моноэтаполамалина - 2 %, вода - 20 %. Она является эффективным ПАВ для улучшения структуры битума. Добавка его улучшает смачиваемость минеральных материалов битумом, замедляет процесс его старения. Оптимальное количество его добавок к битуму в пределах 1...2% еще подлежит тщательному изучению.

Остаток от регенерации отработанных смазочных масел. Это вторичное сырье представляют собой смесь нефтяных смазочных масел (70-80%), включающих продукты окисления, смолистые вещества, частицы металла, механические примеси, активные присадки. Она образуется в процессах регенерации отработанных смазочных масел, которые включают отстаивание, центрифугирование, обезвоживание, фильтрацию, обработку поверхностно-активными веществами и электролитами, очистку адсорбентами, фракционирование. В результате получают смазочные масла для повторного использования и остатки от регенерации, которые по применяемой в настоящее время технологии составляют 30-40% от массы собранных отработанных масел. Количество отработанных масел по нашей республике значительно. Она содержат около 5% воды и менее 5% механических примесей, имеют вязкость $C_{50}^{10} = (15 \div 30)$ с, температуру вспышки выше 140° С. Они содержат в основном парафинонафтенные углеводороды 45-60%, небольшое количество моноциклоароматических и бициклоароматических веществ 10-20%, смол 5% и асфальтенов 5%.

Остатки от регенерации отработанных смазочных масел могут быть использованы в дорожном строительстве: в качестве разжижающей добавки для вязких битумов. В практике после термоокисления остатка регенерации масел используется как пластифицирующая добавка к вязким битумам исследованиями авторов [11], показывают, что применение в битум остатка от регенерации в количестве 5-10% с глубиной проникания 60-90 получают битум с глубиной проникания 90-130, а при введении до 15% остатка получают битум с глубиной проникания 200-300, который может быть использован для производства теплого асфальтобетона.

Окисление остатка от регенерации масел можно производить на обычных установках для переработки гудрона в битум. При окислении используется ступенчатый режим окисления: первые 2 ч процесс надо вести при 150°С, а затем до конца при 200-210° С. В результате окисления получают продукт вязкостью $C_{60}^5 = (180 \div 250)$ с, температурой хрупкости ниже -25°С, температурой вспышки выше 200°С. В зависимости от вязкости исходного битума количество добавляемого окисленного продукта лежит в пределах от 10 до 30% [х]. Обычно их применяют подогретыми до 60-80°С. Смешение с вязким битумом производят в течение 30 мин при температурах, выбранных в соответствии с маркой исходного вязкого битума в пределах от 100 до 160°С.

В результате окисления остатков от регенерации масел происходит накопление асфальтенов (до16%) и смол (до 20%) за счет уменьшения содержания углеводородов. Окисленные остатки от регенерации оказывают заметное пластифицирующее действие на вязкий битум, снижая его температуру хрупкости на 15-20°С при введении их в количестве 20-30%, а также позволяют наряду с улучшением деформативных свойств увеличить соответственно выход вяжущего. [9].

Экспериментальная часть

В настоящее время для нужд алюминиевого производства заводом была установлена газогенераторная станция фирмы «ZIBO WANFENG». При газификации угля на этих установках наряду с генераторным газом

получают до 6,0% смолы. Смола газификации (СГ) - черная жидкость с характерным фенольным запахом с содержанием в них фенолов и их эфиров 35-52%.

Вопросы использования фенолов газификации и синтез их полифункциональных соединений являются перспективными и актуальными.

Среди современных ингибиторов окисления занимают антиоксиданты фенольного типа: в последние годы на их долю приходится более 50% мирового рынка стабилизаторов для пластмасс и 30% для битума и резины.

Доминирующей причиной старения битума является окисление, и оно протекает через промежуточное образование перекисей. Антиокислительные функции фенольных соединений СГ состоят во взаимодействии их и продуктов их окисления с перекисными радикалами. Как известно, фенольные 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. С целью определения влияния смолы от газификации местных углей на свойства битума нами проведены исследования в лабораторных условиях.

Исследование влияния СГ Фан-Ягнобского угля на физико-механические свойства дорожного битума БНД 60/90 складывалось из определения стандартных характеристик: глубины проникновения иглы, температуры размягчения и растяжимости при 25°C.

Для этого были приготовлены смеси и испытаны с их разным содержанием. Полученные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Влияние СГ Фан - Ягнобского угля на физико-механические свойства дорожного битума БНД 60/90

Содержание СГ в битуме БНД 60/90, %	Глубины проникновения иглы (пенетрация), °П	Температуры размягчения (КиШ), °С	Растяжимость при 25°C, см
ГОСТ	61-90	Более 47	Более 55
0	71	48	95
0,5	72	48	96
1,0	79	47	95
1,5	88	47	87
2,0	94	45	80
3,0	101	42	75
5,0	214	38	60

Как видно из табл. 2, при добавлении в битум БНД 60/90 СГ в количестве от 0,5 до 2% стандартных характеристик: глубина проникновения иглы, температура размягчения и растяжимость остаются в пределах требований ГОСТ 22245-90. При добавлении СГ более 3,0% в битум стандартные характеристики ухудшаются. Особенно это отражается на растяжимости битума.

Таким образом, проведённые исследования показывают, что увеличение содержания СГ в битуме снижает вязкость и улучшаются его реологические свойства. Это обеспечивает обволакивание минерального материала даже при слабом подогреве и, в результате, даёт возможность достаточно хорошо смачивать тонким слоем битума поверхность минерального сырья и проникнуть в его поры, с одной стороны, снижают затраты тепловой энергии на подогрев, а с другой стороны, предотвращают преждевременное старение битума. Оставшиеся в битуме СГ в результате окисления и уплотнения защищают битум от старения, сравнительно быстро и равномерно формируют устойчивую структуру

Выводы

В целях повышения качества органических вяжущих и рационального использования их в разнообразных условиях применения необходимы единый системный подход к разработке методов оценки качества и технических требований, согласование режимов испытаний разных вяжущих между собой и с условиями работы материалов в дорожных одедах.

Изучение технических параметров отходов показывает, что некоторые из них не будут соответствовать требованиям, предъявленным к тестируемым вяжущим, и поэтому следует ограничиваться такими показателями, которые бы не ухудшали свойства материалов. Это тем более важно, что полученные физико-механические показатели будут зависеть от методики испытаний, которая в свою очередь должна в максимальной степени приближаться к реальным условиям работы материалов в реальных конструкциях.

Литература

1. Каримов Б.Б. Дорожное хозяйство Таджикистана.- М.,1993г.,328с.

2. Азизов Б.С., Сафиев Х.С., Рузиев Д.Р. «Комплексная переработка отходов производства алюминия» Душанбе-2005, с.84-88
3. Сафиев Х.С., Мирсаидов У. «Разработка технологии утилизации отходов производства алюминия» Научная конференция, посвященная памяти академика Нуманова И.Н. Тез. докладов, Душанбе, 1994. С.15-21
4. Сайрахмонов Р.Х., Умаров С.С., Махмадов Ш.Р., Зайниддинов Т.Н. Применение отходов алюминиевого производства в составе цемента и асфальтоявляющего для дорожного строительства //Научно-теоретический журнал «Вестник Таджикского технического университета», Душанбе-2016. №3 (35). С.73-78
5. Сайрахмонов Р.Х., Оев С.А. Повышение физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона на основе поверхностно-активной и стабилизирующей добавки //Научно-теоретический журнал «Вестник Санкт-Петербургского инженерно-строительного университета», Санкт-Петербург 2016-1(215).
6. Сайрахмонов Р.Х., Умаров С.С. «Повышение адгезионных свойств битума путем применения комплексной добавки» Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2016. № 1-1 (192). С.181-185.
7. 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. №3.(55). 2021.ст.94-98.
8. Юнусова Г.Б. Анализ цикла обращения отходов автомобильных шин //Вестник ИГУ. - 2013. №35. С.48-53.
9. Лунёва Г.И. Старые шины - и опасный, и полезный вид отходов //Рециклинг отходов. - 2008. № 1 (13).
10. Нурмадов Г.Н., Сайрахмонов Р.Х. Влияние дробленной резиновой крошки на свойства битума. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. №3.(51). 2019.С.94-98.

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

TJ	RU	EN
Асад Тошмахмадзода	Асад Тошмахмадзода	Asad Toshmahmadzoda
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after academician M.S.Osimi
abdulloasad@mail.ru		
0000-0003-1771-2728		
+992 906 22 96 96		
TJ	RU	EN
Сайрахмонов Раҳимҷон Ҳусейнович	Сайрахмонов Рахимджон Хусейнович	Sayrakhmonov Rahimjon Huseynovich
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	candidate of technical sciences associate professor
Донишгоҳи техники 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		

УДК 691

ВЛИЯНИЕ ДЕКСТРИНА НА СТОЙКОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА В РАСТВОРЕ СУЛЬФАТА НАТРИЯ

¹Шарифов А., ¹Неъматзода Д.С., ²Ғозиев З. А., ³Тошов Дж.З.

¹Дангаринский государственный университет, Дангара

²Институт технологии и инновационного менеджмента, Куляб

³Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, Душанбе.

Декстрин в оптимальных количествах 0,01...0,05 % в составе цемента повышает подвижность бетонной смеси и прочности бетона. При длительном воздействии раствора сульфата натрия на бетон разрушение цементного камня, содержащего декстрин, происходит более медленно, чем цементного камня без него. В растворе сульфата натрия бетоны на цементах с большим содержанием алюминийсодержащих минералов быстрее разрушаются, чем бетоны на низкоалюминатном сульфатостойком цементе.

Ключевые слова: цемент, декстрин, бетонная смесь, бетон, прочность, коррозионностойкость, долговечность.

ТАЪСИРИ ДЕКСТРИН БА УСТУВОРИИ БЕТОНИ СЕМЕНТӢ ДАР МАҲЛУЛИ СУЛФАТИ НАТРИЙ

¹Шарифов А., ¹Неъматзода Д.С., ²Ғозиев З. А., ³Тошов Ҷ.З.

Декстрин ба микдорҳои 0,01...0,05 % дар таркиби семент нармӣ маҳлули бетонӣ ва мустаҳкамӣ бетонро меафзоёнад. Дар ҳолати таъсири бисёрмуддати маҳлули сулфати натрий ба бетон вайроншавӣ санги сементи декстриндошта нисбати вайроншавӣ санги сементи холис дер амалӣ мешавад. Дар маҳлули сулфати натрий бетонҳои сементи бисёр минералҳои алюминатӣ дошта нисбати бетонҳои сементи кам минералҳои алюминатӣ дошта тезтар вайрон мешаванд.

Калимаҳои калиди: семент, декстрин, маҳлули бетонӣ, бетон, мустаҳкамӣ, ба коррозия устуворӣ, дарозумрӣ.

INFLUENCE OF DEXTRIN ON THE STABILITY OF CEMENT CONCRETE IN SODIUM SULFATE SOLUTION

¹Sharifov A., ¹N'matzoda D.S., ²Goziev Z.A., ³Toshov J.Z.

Dextrin in optimal amounts of 0.01...0.05% in the composition of cement increases the mobility of the concrete mixture and the strength of concrete. With prolonged exposure to a sodium sulfate solution on concrete, the destruction of a cement stone containing dextrin occurs more slowly than a cement stone without it. In a solution of sodium sulfate, concretes on cements with a high content of aluminum-containing minerals are destroyed faster than concretes on low-aluminate sulfate-resistant cement.

Key words: cement, dextrin, concrete mixture, concrete, strength, corrosion resistance, durability.

Введение

В настоящее время использование модифицирующих органических и минеральных добавок в составе цементов является высокоэффективным и технологически легко выполняемым способом повышения качества бетона. Ассортимент добавок особенно химических к цементам очень большой, однако при оказании равнозначимого эффекта в повышении качества бетона использование добавки местного производства ещё способствует уменьшению себестоимости производства бетона из-за снижения расходов по её приобретению. Одним из таких высокоэффективных органических добавок местного производства может быть декстрин, получаемый расщеплением высокомолекулярного крахмала ($C_6H_{10}O_5$)_n, где n - число молекул полисахарида при его нагревании.

Декстрин получают из кукурузы или картофеля [1]. Он широко применяется в текстильной промышленности, полиграфии, строительной отрасли и т.п., что связано с его клеящими свойствами. Декстрин в одной молекуле мономера $C_6H_7O_2(OH)_3$ содержит три гидроксильные группы, каждая из них, занимая определённое положение в элементарном звене, отличается по полярности, что, по-видимому, обеспечивает поверхностно-активные действия декстрина. В работе [2] при исследовании свойств цементных растворов и бетона декстрин в оптимальных количествах 0,01-0,05 % от массы цемента пластифицировал бетонную смесь и повышал прочность бетона, а также снижением водоцементного отношения (В/Ц) в составах бетонных смесей способствовал уменьшению удельного расхода цемента при производстве равнопрочностных бетонов.

Некоторые результаты исследования по влиянию декстрина на повышение прочности, водонепроницаемости и морозостойкости бетонов были опубликованы в работах [3-5]. В данной статье приведены данные по влиянию декстрина на повышение прочности цементного камня и его стойкости в 3-5 %-ных растворах сульфата натрия Na_2SO_4 в зависимости от минералогического состава цемента.

Применяемые в исследованиях материалы и образцы:

Цемент: использовали три разновидности цемента М400. Их средний минералогический состав характеризуется данными Таблицы 1.

Таблица 1 - Средний минералогический состав цемента

Наименование цемента	Содержание клинкерных минералов, мас. %			
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
Сульфатостойкий цемент	47,0	29,0	3,8	17,2
Обычный портландцемент	61,0	17,0	6,1	14,0
Высокоалюминатный цемент	36,4	32,8	14,2	13,1

Резкое отличие составов цемента друг от друга позволяет более определённо выявить действие декстрина на отдельные клинкерные минералы.

Заполнители бетона: в качестве заполнителей бетона использовали щебень с размерами частиц 5...40 мм и песок с модулем крупности 2,62...2,68 из плотных горных пород с характеристиками: плотность частиц щебня 2,60-2,62 г/см³, объёмная насыпная масса 1,38-1,4 г/см³; песок с плотностью 2,60-2,68 г/см³ и насыпной плотностью 1,53-1,57 г/см³.

В качестве органической добавки использовали декстрин, полученный из картофельного крахмала. Влияние добавки на свойства цемента исследовано на образцах размерами 4х4х16 см из строительного раствора 1:3:0,4 (цемент: вольский песок) и бетона размерами 10х10х10см из бетонной смеси состава 1: 2,8 :1,24 (цемент М400: щебень: песок) при В/Ц = 0,38...0,46 и варьировании содержания добавки в цементе в пределах 0,01...0,1% массы вяжущего и уменьшении удельного расхода цемента на 10... 15% по отношению к исходному составу бетона.

После 28-суточного твердения в нормальных условиях исследуемые образцы строительного раствора и бетона были помещены в 3-5 %-ных растворах Na₂SO₄ в течение до 720 суток. Определена кинетика их разрушения в агрессивном растворе соли по времени в зависимости от минералогического состава цемента. Также была исследована кинетика твердения образцов, изготовленных из обычного портландцемента с введением в его состав декстрина совместно с металлургическим шлаком в количестве 18% массы вяжущего, в воде, на воздухе, на крыше здания и в растворе Na₂SO₄ в течение до 9 месяцев.

Результаты исследования и их обсуждения

В Таблице 2 приведены некоторые обобщающие результаты по влиянию декстрина на подвижности бетонной смеси и изменения прочности бетона по времени для разных цемента.

Таблица 2 - Составы и свойства бетона без и с добавкой декстрина

№ Опыта	Содержание декстрина, % от массы цемента	Расход цемента, кг/м³	В/Ц	Подвижность бетонной смеси, см	Прочность бетона (МПа) через сут.		
					3	7	28
Бетон на обычном портландцементе							
1	-	445	0,46	7-8	27,2	32,6	40,4
2	0,05	445	0,46	11-12	29,7	35,8	50,3
3	0,075	445	0,46	13-14	30,7	37,8	45,4
4	-	400	0,4	4-5	27,8	33,4	36,4
5	0,05	400	0,39	4-5	30,8	38,7	42,3
6	0,075	400	0,38	5-6	23,0	30,1	36,6
Бетон на сульфатостойком цементе							
7	-	400	0,4	4-5	29,0	36,3	41,0
8	0,05	400	0,39	5-6	32,0	38,2	46,0
9	0,075	400	0,38	7-8	32,8	38,4	41,4
10	-	380	0,45	6-7	33,1	39,5	41,9
11	0,05	380	0,42	5-6	30,5	39,8	48,0
12	0,075	380	0,40	5-6	37,8	43,0	47,1

Декстрин незначительно пластифицирует бетонную смесь, но существенно повышает прочность бетона. Темп начального набора прочности декстринсодержащего бетона практически такой же, что и для образцов без добавки, но конечная прочность бетона с добавкой для всех исследуемых составов выше. Так, в опыте 2 при оптимальном содержании добавки 0,05 % в составе обычного портландцемента прирост прочности бетона по сравнению с исходным составом опыта 1 составляет 24,5%, а в опыте 3 при расходе декстрина 0,075% - 12,4%. Такой же показатель прироста прочности бетона наблюдается и в опыте 8 при использовании сульфатостойкого цемента в составе бетона.

Положительное действие декстрина для повышения прочности бетона позволило снижением В/Ц уменьшить удельный расход цемента в бетоне на 10...15%. При этом прочность декстринсодержащего бетона также для всех исследуемых составов выше, чем для исходных без добавочных составов бетона. Однако для составов бетона с уменьшенными В/Ц также их прочность при увеличении содержания декстрина в составе цемента выше 0,05% имеет тенденцию снижения.

В Таблице 3 приведены данные, показывающие изменения прочности цементного камня в зависимости от вида цемента, содержание декстрина в цементе и времени нахождения образцов строительного раствора состава 1:3 при разных значениях В/Ц, в 3 %-ном растворе Na_2SO_4 . Образцы, изготовленные из низкоалюминатного сульфатостойкого цемента при содержаниях декстрина 0,01...0,05% от массы цемента, выдерживали испытание, в то же время, образцы на данном цементе без декстрина после 6-месячного влияния агрессивного раствора на них, постепенно по мере увеличения влияния агрессивной среды, разрушались. Образцы, изготовленные из обычного и высокоалюминатного цемента, также разрушались в агрессивной среде, однако скорость разрушения декстринсодержащих составов значительно ниже по сравнению скорости разрушения составов без добавки. Повышение содержания декстрина в составе цемента выше 0,05% также является неэффективным.

Таблица 3 - Составы вяжущих и прочность цементного камня в растворе Na_2SO_4

Цемент	Содержание декстрина в цементе, %	В/Ц	Предел прочности образцов при сжатии, МПа, через (мес)					
			1	3	6	12	18	24
Низкоалюминатный	-	0,4	22,1	23,4	26,8	24,5	21,0	18,0
	0,01	0,395	24,2	24,8	25,9	25,6	26,2	26,5
	0,03	0,39	25,8	25,4	29,7	30,3	32,2	34,7
	0,05	0,38	27,6	27,0	28,4	27,5	30,3	32,0
	0,10	0,36	20,2	21,9	19,7	16,8	17,8	19,1
Обычный портланд	-	0,36	20,8	15,4	14,2	12,6	3,9	разр.
	0,03	0,35	22,1	17,4	16,5	13,6	11,7	10,4
	0,05	0,34	24,5	19,1	18,0	14,0	13,6	13,0
	0,10	0,32	28,5	22,1	18,2	13,7	12,1	11,7
	0,50	0,30	30,4	23,8	19,5	13,5	10,0	разр.
Высокоалюминатный	-	0,45	33,1	22,7	10,9	образцы разрушились		
	0,03	0,445	40,3	28,4	14,1	образцы разрушились		
	0,05	0,44	47,0	35,1	15,7	образцы разрушились		
	0,10	0,43	29,1	25,7	11,7	образцы разрушились		
	0,50	0,42	6,2	образцы разрушились				

Ранее приведённые исследования [3] показали, что декстрин, положительно влияя на процесс структурообразования цементного камня, способствует образованию мелких и замкнутых пор, снижающих проницаемость бетона. Высокая прочность структуры цементного камня и её малая проницаемость способствуют повышению стойкости бетона в агрессивных средах. Для такой структуры бетона её разрушение происходит только с поверхности слой за слоем, что замедляет общее разрушение бетона. Поэтому декстринсодержащие бетоны дольше сохраняют свою прочность в агрессивных средах.

Быстрое разрушение цементного камня на обычном и высокоалюминатном цементах в растворе сульфата натрия также объясняется образованием сульфоалюминатных соединений типа этtringита $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$, однако в декстринсодержащем бетоне образование данного соединения также замедляется благодаря малой проницаемости структуры его цементного камня.

Результаты исследования кинетики твердения образцов без и с декстрином в составе смешанного цемента из обычного портландцемента и металлургического шлака в воде, на воздухе и 5 %-ном растворе Na_2SO_4 приведены в Таблице 4.

Таблица 4 - Прочность цементного раствора состава 1:3 на смешанном цементе без и с декстрином при твердении образцов в растворе Na_2SO_4 , на воздухе и в воде

Среда твердения образцов	Содержание декстрина в дозировке добавки, %	В/Ц	Предел прочности образцов, МПа, через (мес.) при							
			1		3		6		9	
			изгибе	сжатие	изгибе	сжатие	изгибе	сжатие	изгибе	сжатие
5%-ный раствор Na_2SO_4	-	0,36	-	-	5,3	33,9	5,4	35,0	4,8	37,0
	0,05	0,345	-	-	5,4	34,3	5,4	36,2	5,2	40,2
	0,1	0,33	-	-	5,1	33,8	5,0	35,6	5,1	36,7
H_2O	-	0,36	5,5	35,2	6,5	36,9	5,8	37,6	5,0	38,8
	0,05	0,345	4,5	36,2	5,1	38,0	5,4	39,4	5,1	46,1
	0,1	0,33	5,5	34,7	5,4	36,5	5,2	37,9	5,0	40,8
Воздух	-	0,36	-	-	4,3	30,0	4,2	36,6	4,4	38,8
	0,05	0,345	-	+	4,1	34,8	4,4	37,6	4,6	41,0
	0,1	0,33	-	-	4,8	33,7	4,4	36,4	4,5	38,3

В растворе соли образцы не разрушались, значения их прочности примерно равны прочностям эквивалентных образцов, твердевших на воздухе и в воде. В повышении стойкости бетона в агрессивной среде положительную роль играет также и металлургический шлак, применяемый как минеральная добавка в составе портландцемента. Совместное влияние частиц минеральной и химической добавок существенно повышает стойкость цементного камня в агрессивных средах, что благоприятно влияет на долговечность бетона.

Заключение

Декстрин в качестве органической добавки цементов повышает прочность цементного камня на воздухе, в воде и в агрессивной среде сульфатной соли. При этом образцы цементного камня на низкоалюминатном цементе с декстрином более стойкие, чем образцы на обычном и высокоалюминатном цементах. Введение декстрина совместно с минеральной добавкой из металлургического шлака для модифицирования состава обычного портландцемента существенно повышает солестойкость и атмосферостойчивость бетона из данного цемента. Этот фактор будет положительным для повышения долговечности бетонных материалов и изделий.

Литература

1. Трегубов Н.Н., Жарова И.Я., Жушман А.И. и др. /Технология крахмала и крахмалопродуктов, под ред. Н.Н. Трегубова, 5-е изд., перераб. и доп.// М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. -472с.
2. А.с. № 1144997 СССР, МКИ С04 В 24/10. Вяжущее для бетонной смеси / Дусмуродов Т., Голубев М.Н., Шарифов А., Рахимбаев Ш.М.// опубл. 15.03.1985, Бюл. изобр., №10
3. Шарифов А., Хокиев М.К., Умаров У.Х. и др. /Механизмы влияния декстрина и модифицированного лигносульфоната технического на процессы гидратации и твердения портландцемента// Изв. АН РТ.- 2010. - №4(141). - С.78-84.
4. Шарифов А., Акрамов А.А. Муминов А. и др./Декстрин –добавка в состав цементсодержащих смесей с пластифицирующим эффектом// Докл. АН Р., -2013.-т.56,№11.-С.911-914.
5. Шарифов А., Акрамов А.А., Сайрахмонов Р.Х. и др./ Влияние декстрина на водонепроницаемость и морозостойкость бетона на цементно-воластонитовых вяжущих// Вестник Таджикского технического университета, Душанбе, -2013. - №1(21). -С.49-52.

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

TJ	RU	EN
<i>Шарифов Абдумумин</i>	<i>Шарифов Абдумумин</i>	<i>Sharifov Abdumumin</i>
доктори илмҳои техники, профессор	доктор технических наук, профессор	doctor of technical sciences, professor
Донишгоҳи давлатии Данғара	Дангаринский государственный университет	Dangara State University
Sharifov49@mail.ru		
(+992) 935-43-54-52		
TJ	RU	EN
<i>Неъматзода Дилшоди Сидик</i>	<i>Негматзаде Дилиоди Сидик</i>	<i>Nematzoda Dilshodi Sidiq</i>
Ассистент	ассистент	assistant
Донишгоҳи давлатии Данғара	Дангаринский государственный университет	Dangara State University
dilshod.nematov92@mail.ru		
(+992) 907-44-44-10		
(+992) 907444410	RU	EN
<i>Ғозиев Зоирхон Амирхонович</i>	<i>Гозиев Зоирхон Амирхонович</i>	<i>Goziev Zoirkhon Amirkhonovich</i>
Муаллими калон	старший преподаватель	Senior Lecturer
Донишқадаи технология ва менеҷменти инноватсионӣ дар шаҳри Кӯлоб	Институт технологии и инновационного менеджмента в городе Куляб	Institute of Technology and Innovation Management in Kulyab
gozievzoirkhon@gmail.com		
(+992) 555-52-13-55		
TJ	RU	EN
<i>Тошов Ҷонон Зухуриддинович</i>	<i>Тошов Джонон Зухуриддинович</i>	<i>Toshov Jonon Zukhuriddinovich</i>
Ассистент	ассистент	assistant
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ.	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.
tjz90@mail.ru		
ORCID Id 0000-0001-7443-1450		
(+992) 935-57-75-88		

УДК 625.12.736

ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

Худойкулов Д.Х., Сулейманова М.А.

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

Земляное полотно в отличие от верхнего строения пути в течение всего срока эксплуатации железной дороги не подлежит замене. В необходимых случаях оно, может быть, либо усилено, либо отремонтировано капитально. Грунты, составляющие земполотна, подвергаются нагрузкам от верхнего строения пути (собственного веса) и проезжающих поездов. Под их воздействием характеристики грунтов изменяются, возникают остаточные деформации, которые угрожают безопасности движения поездов и вынуждают на таких отрезках пути ограничивать скорость. В статье приводятся современные методы защиты железных дорог от дефектных и деформирующихся участков земляного полотна, что является актуальной задачей и позволяет значительно снизить расходы путевой отрасли железнодорожного хозяйства.

Ключевые слова: земляное полотно, железная дорога, подпорная стена, габион, деформация, бетон, камень, откос, сплыв, оползание.

PROTECTIVE FACILITIES ON RAILWAYS

Khudoykulov D.Kh., Suleimanova M.A.

The subgrade, in contrast to the upper structure of the track, cannot be replaced during the entire life of the railway. If necessary, it can be either strengthened or overhauled.

The soils that make up the subgrade are subjected to loads from the superstructure of the track (dead weight) and passing trains. Under their influence, soil characteristics change, residual deformations occur, which threaten the safety of train traffic and force speed limits on such sections of the track.

The article presents modern methods of protecting railways from defective and deformable sections of the subgrade, which is an urgent task and can significantly reduce the costs of the railway industry.

Key words: subgrade, railway, retaining wall, gabion, deformation, concrete, stone, slope, slip, landslides.

ИНШОТҲОИ МУХОФИЗАТИ ДАР РОҶИ ОҶАН

Худойкулов Д.Х., Сулаймонова М.А.

Пуштаи хоки нисбат ба сохти болоии роҳи оҳан дар давраи тамоми истифодабарии роҳи оҳан иваз карда намешавад. Дар ҳолатҳои зарури, онро мустаҳкам ва ё таъмир кардан мумкин аст.

Хокхое, ки пуштаи роҳро ташкил медиҳанд, таҳти фишори сохти болоии роҳ (вазни худ), ва қатораҳои гузаранда қарор дорад. Дар зери таъсири онҳо ҳосияти хок тағйир ёфта, бонси деформатсияшави мегардад, ки он ба беҳатарии ҳаракати қатораҳо таҳдид мекунад ва дар ин гуна қитъаҳои роҳ зарурати маҳдудияти суръати ҳаркат пеш меояд.

Дар мақола усулҳои муносири ҳифзи роҳи оҳан аз қитъаҳои вайроншуда ва деформатсияшавандаи пуштаи хоки оварда шудааст, ки ин ҳалли муфид ба ҳисоб рафта, метавонад ҳароҷоти соҳаи роҳи оҳанро хеле кам кунад.

Калимаҳо калиди: пуштаи хоки; роҳи оҳан; тамба девор; габион; таъғирёбии шакл; бетон; санг; моили; ғеҷиш; ярҷшави.

Введение

Известно, что часто встречающимися видами деформаций и дефектов земляного полотна являются: оползания откосов, осадки насыпи, сплывы откосов, размывы, балластные мешки и т.п.

Следует констатировать тот факт, что несмотря на значительное сокращение на сети дорог протяженности участков, где наблюдались дефекты (1994 – 2014гг), до сегодняшнего дня их величина все ещё велика. В связи с этим устранение дефектных и деформирующихся участков земполотна является насущной задачей, т.к. её решение приводит к весомому снижению расходов путевой отрасли железнодорожного хозяйства. На Таджикской железной дороге при относительно небольшой протяженности её земляного полотна встречаются случаи проявления сплывов высоких насыпей, которые приводят к частичным или полным отказам. Этот факт подтверждён и новыми случаями сплывов, происшедших в течение пяти последних лет на железной дороге. В таких случаях прибегают к усилению насыпей с помощью различного вида подпорных стен, анкерных креплений, контрбанкетов, контрфорс, упорных призм и прочих видов укрепляющих конструкций [1, 2].

Материалы и методы исследования

Назначение подпорных стен заключается в удержании грунта земляного полотна или оползневого откоса в устойчивом состоянии.

Подпорные стены классифицируются:

по материалу;

по расположению относительно пути.

В зависимости от вида материала подпорные стены подразделяются на бетонные, из бутобетона, железобетонные, габионные и из армированного грунта. После второй половины XX века стали применять подпорные стенки из забивных и буровзрывных свай [1,3].

В зависимости от расположения подпорных стен по отношению железнодорожного пути различают низовые, удерживающие насыпь и полунасыпь на крутых и оползневых откосах, а также верховые, которые обеспечивают со стороны верхового пути устойчивость откоса, выемок и полувыемков (рис. 1.).

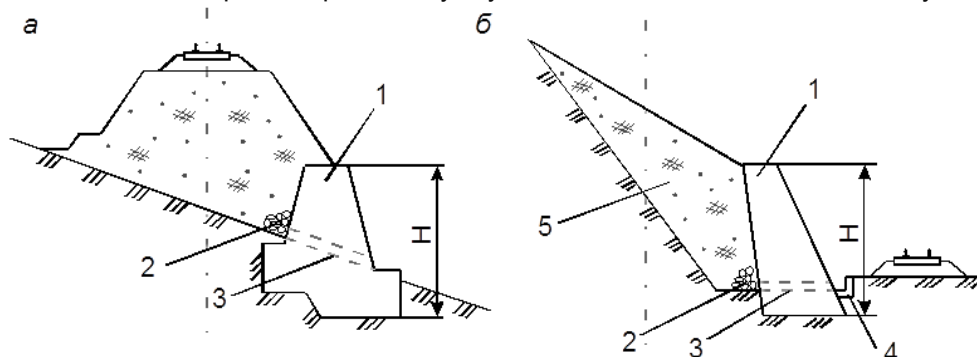


Рисунок 1- Подпорная стенка: а – низовая; б – верховая; 1 – подпорная стена; 2 – каменный дренаж; 3 – выпуск дренажа; 4 – канава; 5 – обратная засыпка

Необходимо отметить, что по затратам по сравнению с монолитными, сборные железобетонные стены стоят дешевле. Причина заключается в том, что давление грунта в пределах подпорной стенки активно сопротивляется возникающему процессу сдвига (рис. 2).

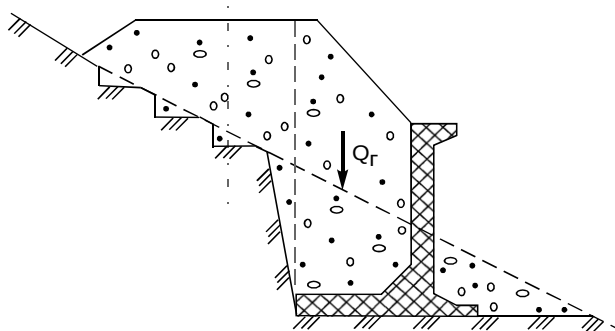


Рисунок 2-Подпорная углового типа железобетонная стенка сборной конструкции

При изучении работы свайных подпорных стенок установлено, что преимущество будет на стороне отдельно работающих забивных и набивных свай, причем большого диаметра. В этом случае расчет стен из железобетонных свай будет производиться на действие давления грунта в горизонтальном направлении. В случае соединения свай с железобетонным ростверком в одну конструкцию увеличится и сопротивление самой стены на горизонтальное давление грунта (рис 3).

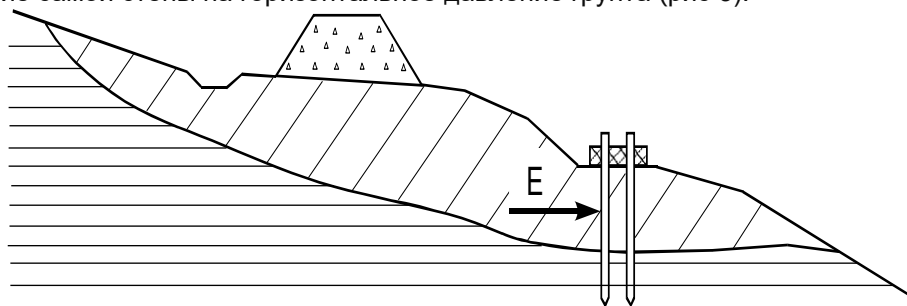


Рисунок 3- Расположение двухрядной свайной стены на оползневом участке

Поддерживающие стены из армогрунта – это грунтовые сооружения, состоящие из контрбанкетов или же в виде поддерживающих стен, которые армируются по наружной части облицовочной стенкой, состоящей из железобетонных блоков, укладываемых друг на друга, опирающихся на фундамент и имеющих размер 2,4x0,6x0,6 м (рис. 4.).

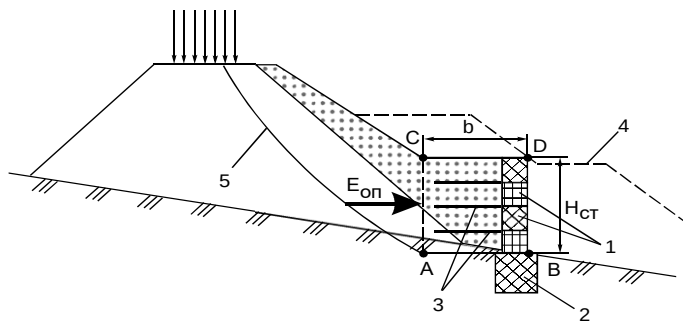


Рисунок 4- Габбионная стена гравитационного действия: 1 – габбионная стена; 2 – очертание контрбанкета; 3 – поверхность смещения критического значения

Габионные сооружения применяются в качестве укрепляющей конструкции во всех видах строительства, в частности железных дорог. Габионные гравитационные стены собираются из коробчатых габионов, изготавливаемых из листовых проволочных сеток двойного кручения с ячейками шестигранной формы. С точки зрения поддерживающего эффекта они могут заменить контрбанкеты из дренирующих грунтов.

Массив дренирующего грунта, который снаружи армирован габионами, а внутри металлическими сетками, представляет стены системы Террамеш (Рис. 5).

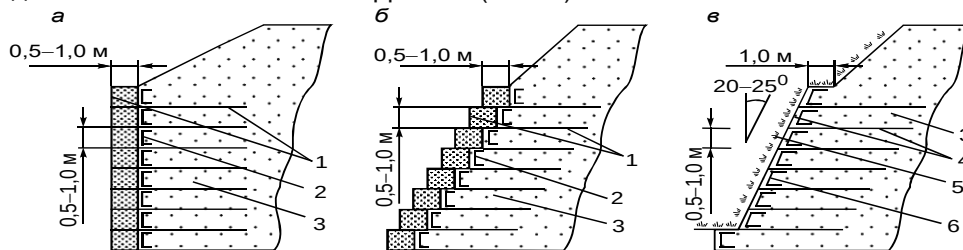


Рисунок 5- Система Террамест (стена): а – с вертикальной лицевой гранью; б – со ступенчатой лицевой гранью; в – Зеленый Террамест; 1 – элемент системы; 2 – геотекстильные материалы; 3 – засыпной грунт; 4 – элемент зеленого Терраместа; 5 – гидропосев; 6 – биополотно

Контрбанкеты - это грунтовые призмы, отсыпаемые у откосов насыпей. Они получили наибольшее распространение в качестве поддерживающих сооружений. Основным материалом для контрбанкетов являются щебень, галечник, гравий, камень, отходы щебеночных заводов, песок и местный грунт (Рис.6).

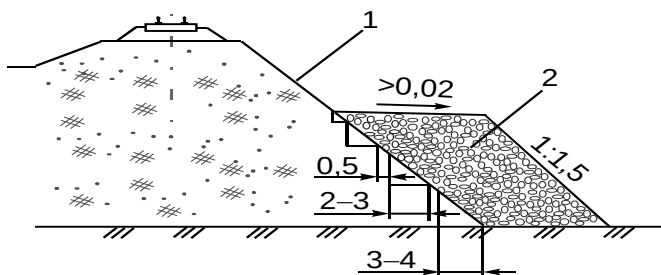


Рисунок 6- Контрбанкет для укрепления сползающего откоса насыпи:
1 – откос насыпи; 2 – контрбанкет

Анкерные конструкции служат для укрепления насыпных откосов и выемок в случаях сплывания грунтов. В этих конструкциях массив грунта находится в неустойчивом состоянии, а оползневое давление частично будет воспринимать анкер (рис. 7.).

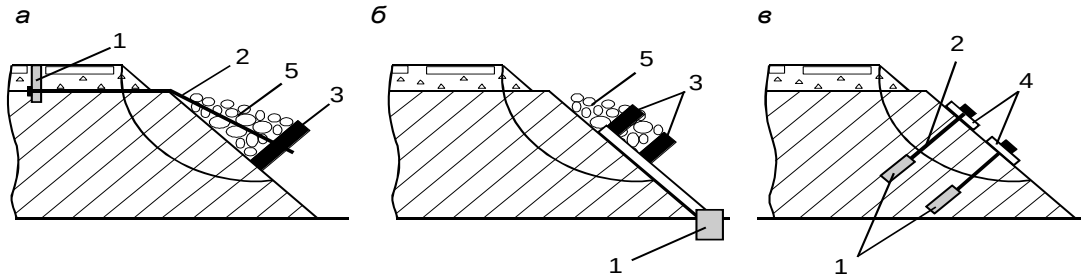


Рисунок 7- Схемы анкерных конструкций крепления слабых откосов: а, б – камень для пригруза откосов; в – усиление в тяжах пригрузом; 1 – анкер; 2 – тяж; 3 – элементы из железобетона для удержания камня на откосе; 4 – железобетонные плиты; 5 – камень

Традиционным способом усиления деформирующихся эксплуатируемых насыпей железнодорожной сети является отсыпка контрбанкетов из дренирующего грунта. Следует отметить, что этот способ имеет ряд недостатков, заключающихся в необходимости отвода больших площадей под основания контрбанкетов, что приводит к увеличению затрат средств и времени [3,4,5].

В последние годы в течение 5-ти прошедших лет по технологии, описанной выше, на Вахдатском и Яванском направлениях, Душанбе – Хатлонской области и других районах было осуществлено оздоровление многих, так сказать, «больных» мест [9].

Результаты исследования

Актуальная необходимость наращивания эффективности и надежности доставок железнодорожным путем вынуждает использовать новейшие технологии укрепления железнодорожного полотна и использование в числе прочего габионов. Габионы – это конструкции, состоящие из металлических сеток с двойным кручением и ячейками шестиугольной формы, изготовленные в заводских условиях (рис. 8.).



Рисунок 8- Габионная конструкция из металлической сетки на железной дороге и во входном оголовке трубы под насыпями

Габионные конструкции исключают возникновение гидростатических нагрузок за счет высокой проницаемости. Способность дренажа и устойчивость габионных конструкций делает их применение безупречным при защиты склонов от эрозионных процессов.

Высокая проницаемость габионных конструкций исключает возникновение гидростатических нагрузок. Способность дренажа и устойчивость делают их безукоризненными для защиты склонов от эрозии.

Эффективность габионных конструкций с годами возрастает и габионные сооружения становятся единой системой с окружающей их средой и природного ландшафта. Они набирают максимальную прочность и устойчивость за счет природных явлений, т.к. с течением времени происходит аккумулятивное грунтовых частиц между камнями, что содействует образованию растительности на их поверхности в отличие от распространенных сооружений из бетона и железобетона, на которые гидродинамические и геологические воздействия по истечении времени оказывают сильное разрушающее воздействие. В отличие от железобетона в процессе эксплуатации габионы не подвергаются разрушению и трещинам из-за гибкости конструкций, что позволяет сооружению легко воспринимать осадку грунта. Следует отметить, что эрозионный размыв почвы в основании габионной конструкции вызывает лишь незначительные деформации и не приводит к потере прочности и разрушениям [8].

Габионные конструкции в отличие от жестких являются более экономичными. Этот показатель составляет от 20 до 50%. В полужестких конструкциях, к которым относится бетон, габионы обладают такими преимуществами как: минимальные объемы работ по подготовке основания; малые затраты на эксплуатацию; использование геотекстиля вместе с традиционными песчано-гравийными фильтрами, которые сокращают затраты в 5 раз. Экономическая выгода очевидна в процессе эксплуатации берегоукрепительных сооружений, которые в отличие от многих других методов не нуждаются в ежегодном ремонте и вложении средств.

Благодаря тому, что габионы не препятствуют росту растительности и сливаются с окружающей средой, они представляют собой естественные строительные блоки, украшающие природный ландшафт.

Габионы заполняются вручную или механизировано. Камни укладываются плотно, а между ними оставляют минимальное количество пустот. Для привязки габионов последний габион оставляют пустым, чтобы было возможно привязать следующие габионы (рис. 9).

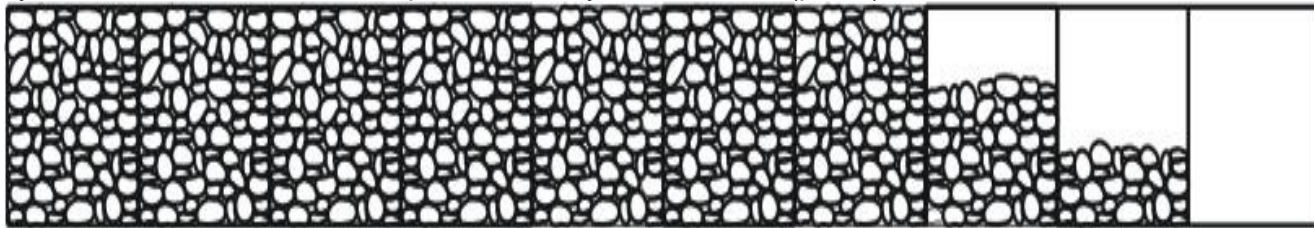


Рисунок 9- Система габионной конструкции и способы их заполнения

Габионы нашли широкое применение в мировой практике с целью усиления и поддержания откосов из высоких насыпей и глубоких выемок в сочетании с подпорными армогрунтовыми стенками с целью их стабилизации почвенной эрозии и защиты линейных размывов; для укрепления русел, защиты берегов рек и водохранилищ; при защите конусов и опор мостов от размыва; для укрепления склонов и откосов, закрепления камнеобвальных косогоров и т.д.

Применение габионов позволяет достичь следующие преимущества:

минимализировать потребность в привозных дренажных материалах; упростить и снизить трудоемкость строительства, т.к. для возведения габионов не требуется устройство фундаментов;

исключить применение спецтехники и возможность обходиться обычными строительными машинами;

отсутствие сезонности работ и сезонных проблем; габионы можно устраивать при любой погоде на сухом месте и в воде; нет необходимости в затратах на устройство дренажных систем;

повышение скорости выполнения работ; приобретение внешнего привлекательного вида.

ВЫВОДЫ

1. В условиях Республики Таджикистан для укрепления и защиты земляного полотна и грунтовых массивов габионные конструкции по сравнению с другими видами укрепительных сооружений самые эффективные и надёжные, так как для возведения такой конструкции используется местный материал.

2. С точки зрения экономики эта конструкция считается самой доступной.

Литература

6. Виноградов В.В., Никонова А.М., Расчеты и проектирование железнодорожного пути / Москва 2003 г. – 484 стр.
7. Сулейманова М. А., Худойкулов Д. Х., Махмадов Ш. Р. Факторы, вызывающие повреждения и дефекты в земляном полотне железных дорог //Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2017. – №. 3. – С. 53-62.
8. Курочка П. Н. и др. Оценка физико-геологических процессов, форм их проявления и мер по защите земляного полотна на участке железной дороги Туапсе-Адлер //Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2005. – №. 1. – С. 93-97.
9. Дыдышко П. И. О комплексных подходах к обеспечению защиты земляного полотна и верхнего строения пути в прибрежных и горных районах //Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2013. – №. 6. – С. 31-40.
10. Толочко З. Ю., Довгелюк Н. В., Малащенко К. С. Сооружения и устройства, повышающие безопасность движения поездов и стабилизирующие устойчивость земляного полотна. – 2021
11. Фроловский Ю. К. Применение групповых технических решений на основе габионных конструкций для усиления земляного полотна железных дорог //Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. – 2006. – №. 10.
12. Медведева А. А., Медведева Н. В. Применение габионных конструкций для укрепления откосов земляного полотна //Череповецкие научные чтения-2014. – 2015. – С. 12-15.
13. Кульбовский И. И. и др. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАБИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОЕКТАХ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА //Science Review. – 2020. – №. 6 (33).
14. Суриев Б., Министерство транспорта Республики Таджикистан// Проект строительство железной дороги Душанбе-Курган-Тюбе, участок Вахдат-Яван Экологический раздел 0814-ТЭО Душанбе-2008 год 38 стр.
15. Махмадов Ш. Р., Худойкулов Д. Х., Набизода М. Ш. Анализ современных методов усиления стабильности земляного полотна железных дорог в разных странах //Вестник Таджикского технического университета. – 2015. – №. 3. – С. 181-183.

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

TJ	RU	EN
Худойкулов Далерҷон Ҳайдаркулович	Худойкулов Далерджон Хайдаркулович	Khudoykulov Dalerjon Khaidarkulovich
м. калон	ст. преподаватель	senior lecturer
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ.	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими.	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.
daler_290900@mail.ru.		
0000-0001-9663-6334		
(+992) 90-043-43-18		
TJ	RU	EN
Сулаймонова Муътабар Абдулҳаевна	Сулейманова Мутабар Абдулхаевна	Suleymanova Mutabar Abdulkhaevna
номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсент	кандидат технических наук, и.о. доцента	candidate of technical sciences, acting docent
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ.	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi.
Suleimanova75@mail.ru		
0000-0001-7707-337X		
(+992) 98-503-03-63		

УДК УДК 693.221

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ РАСЧЕТНОГО ЗНАЧЕНИЯ СВЯЗЕЙ (ЭО 56) МЕЖДУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ НЕСУЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ КАРКАСА С КАМЕННЫМ ЗАПОЛНЕНИЕМ

Акрамов А. А.

Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАНТ

Статья посвящена вопросам моделирования контактных поверхностей между каменным заполнением и элементами рамы при учете жесткости каменного заполнения на сейсмические воздействия. Приведены методы определения критических усилий, возникающих при сейсмических воздействиях на каменное заполнение, и определения жесткостных характеристик связей между каменным заполнением и элементами рамы.

Изложены анализы возникающих усилий основных несущих элементов каркаса после учета жесткости каменного заполнения. Рассмотрены положительные эффекты учета каменного заполнения каркаса при сейсмических воздействиях.

Ключевые слова: анализ, усилие, ЭО 56, сейсмика, каменное заполнение, каркасно-связевое здание, расчетное сопротивление, срез, перемещение.

МУАЙЯН КАРДАН ВА ТАҲЛИЛ ҚИМАТИ ҲИСОБИИ ПАЙВАСТИ (ЭО 56) БАЙНИ УНСУРҲОИ БОРБАРДОРИ СИНЧӢ ОҲАНУБЕТОНӢ ВА ПУРКАРДИ ХИШТӢ.

Акрамов А. А.

Мақола ба моделсозии пайвасти байни пуркарди сангин ва унсурҳои синҷ бо назардошти сахтии пуркарди сангин ба таъсири сейсмиқ бахшида шудааст. Усулҳои муайян кардани қувваҳои муҳими аз таъсири сейсмиқ ба пуркарди сангин ва муайян кардани хусусиятҳои сахтии пайвандҳои байни пуркарди сангин ва унсурҳои синҷ оварда шудаанд.

Таҳлилі чандирии унсурҳои асосии синҷ баъди ба ҳисобгирии чандирии пуркарди хишти дар ҳисоби бино дар таъсири сейсмики оварда шадааст.

Калидвожаҳо: таҳлил, ЭО 56, зилзила, пуркарди хиштӣ, бинои синҷӣ алоқавӣ, қувваи уфуқӣ, муқовимат, буриш, кӯчиш.

DETERMINATION AND ANALYSIS OF THE CALCULATED VALUE OF THE LINKS (KE56) BETWEEN REINFORCED CONCRETE SUPPORTING ELEMENTS OF THE FRAME WITH STONE FILLING.

Akramov A. A.

The article is devoted to the modeling of contact surfaces between the stone filling and the frame elements, taking into account the rigidity of the stone filling on seismic impacts. The article presents methods for determining the critical forces arising from seismic impacts on the stone filling and determining the stiffness characteristics of the connections between the stone filling and the frame elements.

This article presents analyses of the emerging forces of the main load-bearing elements of the frame after taking into account the rigidity of the stone filling. The positive effects of taking into account the stone filling of the frame under seismic influences are given.

Keywords: ЭО 56, seismic, stone filling, frame-link building, horizontal transverse force, design resistance, shear, destruction.

Введение

Согласно нормам [1, 2, 3] при оценке перемещений каркасных стен для определения периода собственных колебаний каркасных зданий, вызванных динамическими нагрузками, допускается учитывать работу каменного заполнения при условии применения раствора марки не ниже марки М 50 и при толщине каменного заполнения не менее 25см. Опираясь на вышеуказанные нормы, учет жесткости каменного заполнения каркаса при расчете зданий на сейсмические воздействия является нерешенным и актуальным вопросом.

Цель работы: является разработка рекомендаций метода учета жесткости каменного заполнения каркаса при расчете зданий на сейсмические воздействия. Определение характеристик контактных поверхностей между каменным заполнением и элементами рамы являются основными условиями учета жесткости каменного заполнения каркаса при расчете зданий на сейсмические воздействия.

Методология и методы проведения работы: разработка и научное обоснование методологии расчета каркасно-связевых зданий с каменным заполнением на воздействия сейсмических сил, основанной на комплексном учете совместной работы каменного заполнения с конструкциями каркаса.

Общие принципы

При условии повышения поэтажной жесткости каркаса путем учета каменного заполнения каркаса следует учесть допустимое расчетное значение горизонтальной поперечной силы в заполнении согласно формуле (1).

Определяем допустимое расчетное значение горизонтальной поперечной силы в заполнении для здания, принятое в качестве примера.

Так как при построении расчетной модели здания мы разбиваем расчетную модель на конечные элементы, длина которых составляет в среднем 50см, длину заполнения панели каркаса берем равной $l=50\text{см}$. Толщина заполнения $H=25\text{см}$.

Значение расчетного сопротивления срезу принимаем по таблице 10 [4] для раствора марки М25 $R_{sq} = 1,1$

Фрагмент таблицы №10 по ГНиП РТ 51-01-2013 [4].

5. По неперевязанному сечению для кладки всех видов (касательное сцепление)	0,16(1,6)	0,11(1,1)	0,05(0,5)	0,02(0,2)	0,01(0,1)
---	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

$$Q_u = \frac{0,7 \cdot R_{sq} \cdot L \cdot h}{1 - \frac{\alpha}{\beta}} \cdot \gamma = \frac{0,7 \cdot 1,1 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \cdot 50 \text{ см} \cdot 25 \text{ см}}{1 - \frac{0,4}{1}} \cdot 1 = 1604 \text{ кг} \approx 1,6 \text{ т} \quad (1)$$

Величина Q_u является основной при определении максимальной воспринимаемой горизонтальной поперечной силы в заполнении.

Жесткость горизонтальных арматурных сеток, прокладываемых в теле каменного заполнения, следует принять как дополнительную удерживающую жесткость каменного заполнения при сейсмических воздействиях. Для определения жесткости горизонтальных арматурных сеток при динамических воздействиях определяем наименьшее значение из 3-х основных факторов, которые могут привести к потери первичной устойчивости стержней.

Определяем наименьшее значение из 3-х основных факторов согласно нижеуказанным формулам (2, 3, 4, 5, 6).

Первый фактор: расчетное сопротивление арматуры срезающему усилию;

$$V_{Rd,s} = 0,6 \cdot A_s \cdot \frac{f_{uk}}{\gamma_{ms}} = 0,6 \cdot 226 \text{ мм}^2 \cdot \frac{550 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}}{1,5} = 49720 \text{ Н} = 5,07 \text{ т} \quad (2)$$

Второй фактор: расчетное сопротивление разрушению кромки бетона;

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_b \cdot f_a \cdot f_{AR} = 35,2 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 0,61 = 24,69 \text{ кН} = 2,82 \text{ т} \quad (3)$$

$$f_b = \sqrt{\frac{f_{cube}}{25}} = \sqrt{\frac{32,7}{25}} = 1,15 \text{ кН} \quad (4)$$

В соответствии с Европейскими техническими требованиями ETAG. Для растянутой и сжатой зоны бетона В25 $V_{Rd,c}^0 = 35,2 \text{ кН}$ [43; 44; 45; 46].

Для облегчения расчетов направление воздействия динамической силы на заполнение принимаем строго перпендикулярно $f_a = 1$.

f_{AR} : Влияние расстояния от оси анкера до края бетона

$$f_{AR} = 0,35 + \frac{c}{3 \cdot h_{ef}} + 0,6 \cdot \left(\frac{c}{3 \cdot h_{ef}} \right)^2 \leq 1 \quad (5)$$

c-расстояние до края бетона;

h_{ef} -длина заделки арматурных стержней

$$f_{AR} = 0,35 + \frac{8}{3 \cdot 12} + 0,6 \cdot \left(\frac{8}{3 \cdot 12} \right)^2 = 0,61$$

Третий фактор: Расчетное сопротивление разрушению на скол раствора кирпичного заполнения:

$$N_{RD,p} = N_{RD,p}^0 \cdot f_b \cdot f_a \cdot f_{AR} = 13,62 \cdot 0,42 \cdot 1 \cdot 0,405 = 2,32 \text{ кН} = 0,248 \text{ т} \quad (6)$$

т.к анкерующих стержней 2, полученное значение умножаем на 2.

Согласно пункту 7.22 «Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-22-81)». При оценке перемещений, определений периодов собственных колебаний каркасных зданий с заполнениями из мелкоштучных материалов, вызванных динамическими воздействиями, допускается учитывать работу заполнения из мелкоштучных материалов при условии применения раствора марки не ниже 50 и при толщине стены не менее 25см [1].

В качестве марки раствора каменного заполнения применяем М 50.

В соответствии с Европейскими техническими требованиями ETAG. Для растянутой и сжатой зоны бетона М50 $N_{Rd,P}^0 = 13,62 \text{ кН}$ [4, 5, 6].

$$f_B = \sqrt{f_{cube}/25} = \sqrt{\frac{4,6}{25}} = 0,42 \text{ кН}$$

$$f_A = 0,5 + \frac{s}{6 \cdot h_{ef}} \leq 1 - \text{влияние осевого расстояния между арматурными стержнями}$$

$$f_{AR} = 0,35 + \frac{8}{3 \cdot 50} + 0,6 \cdot \left(\frac{8}{3 \cdot 50} \right)^2 = 0,405$$

Наименьшим значением из вышеуказанных трех факторов является расчетное сопротивление разрушению на скол раствора кирпичного заполнения.

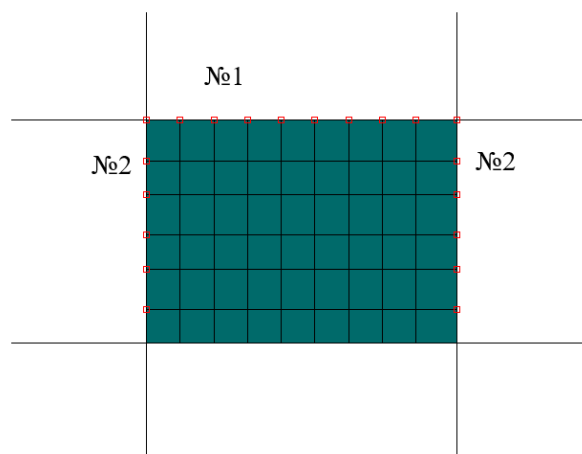


Рисунок 1 – Схема расположения ЭО 56. В качестве погонной жесткости связи на растяжение-сжатие ЭО 56 №1 задается допустимое расчетное значение горизонтальной поперечной силы Q_u в заполнении (26). В качестве погонной жесткости связи на растяжение-сжатие ЭО 56 №1 задается наименьшее значение из 3-х основных факторов согласно вышеуказанным формулам (1, 2, 3, 4, 5, 6).

2. Анализ результатов исследований

2.1 Анализ периодов колебания и перемещений зданий при сейсмических воздействиях.

Анализ результатов расчета зданий с и без учета жесткости каменных заполнений показывает, что период колебания здания без учета жесткости каменного заполнения составляет 1,1279с в том случае, когда период колебания аналогичного здания с учетом жесткости каменного заполнения составляет 0,7191с. Период колебания здания с учетом жесткости каменного заполнения в 36% меньше, чем аналогичное здание без учета жесткости каменного заполнения.

Результаты исследования показывают, что в каркасах с кирпичным заполнением на всех этажах включение кирпичных заполнений в пространственную работу ж/б каркасного здания при сейсмических воздействиях приводит к минимальному уменьшению (32,91%) перемещений здания. Мозаика перемещений и график совмещений перемещений зданий с и без учета кирпичного заполнения приведены на рисунках (2; 3; 4; 5).

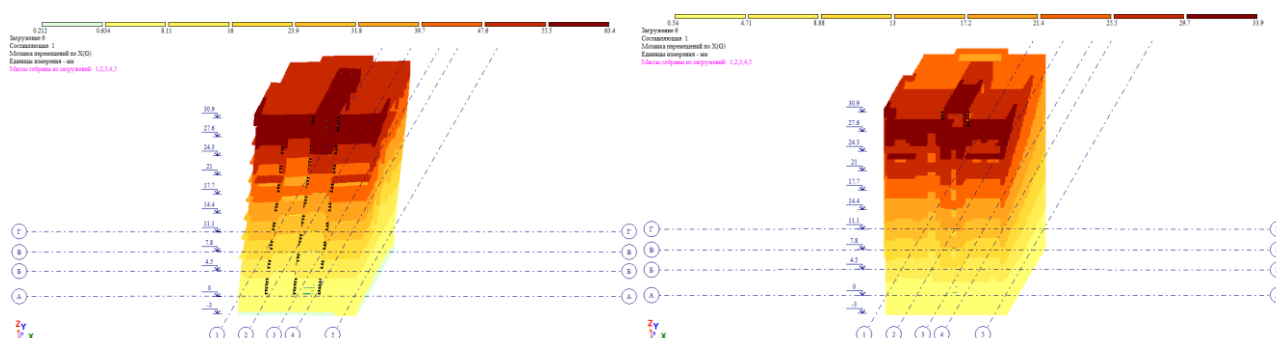


Рисунок 2 – Мазайка перемещений зданий с и без учета кирпичного заполнения по оси X(G).

График совмещения перемещений по оси X(G)

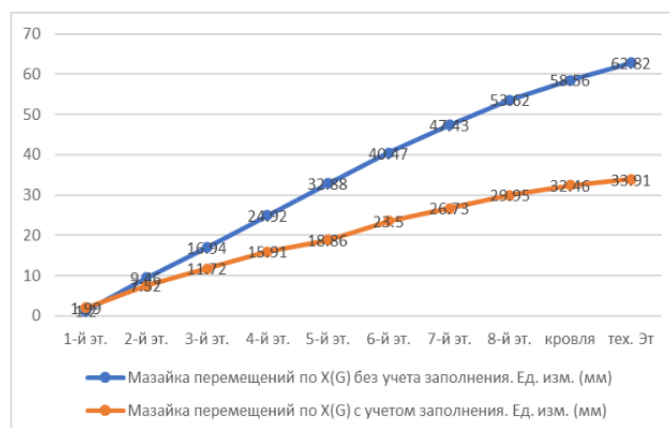


Рисунок 3 – График совмещения перемещений по оси X(G)

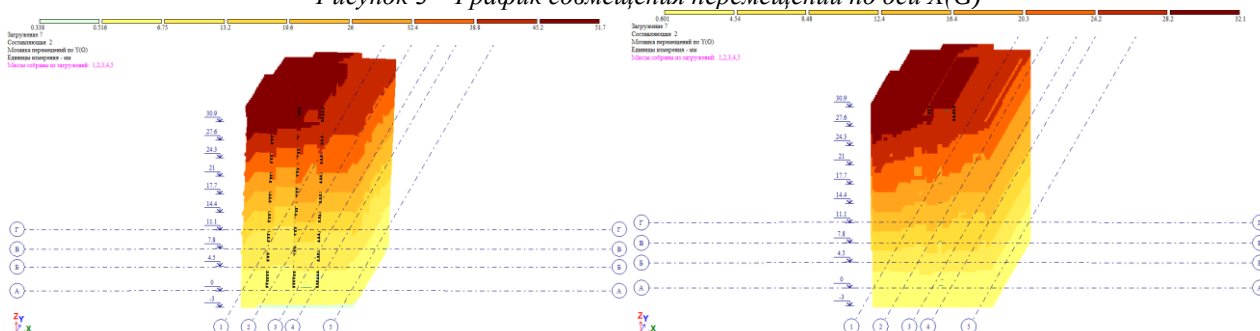


Рисунок 4 – Мазайка перемещений зданий с и без учета кирпичного заполнения по оси Y(G).

График совмещения перемещений по оси Y(G)

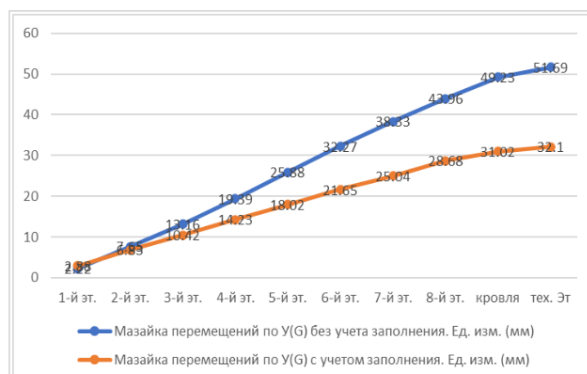


Рисунок 5 – График совмещения перемещений по оси Y(G)

2.2 Определение усилий в одноузловых конечных элементах (ЭО 56) от сейсмических воздействий

Анализ результатов исследований показывает, что усилие в одноузловых ЭО 56 значительно меньше, чем расчетная погонная жесткость связи на растяжение-сжатие вдоль заданных глобальных осей.

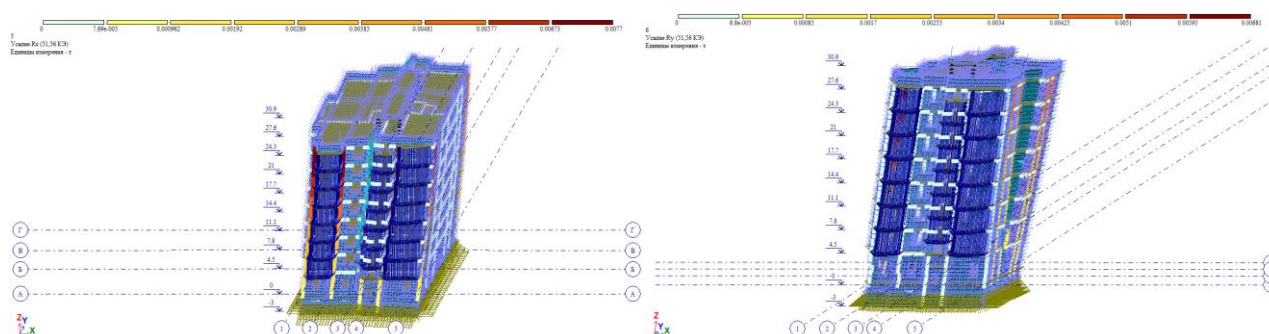


Рисунок 6 – Мазаика усилий в одноузловом ЭО 56 по результатам PCH5 и PCH6.

Максимальное усилие, возникающее в одноузловом ЭО 56 от сейсмических воздействий в пределах 8-го этажа, составляет 0,00763т, которое значительно ниже, чем расчетная погонная жесткость связи $N_{RD,P} = 0,248$

Выводы

1. Проведен анализ между численными исследованиями зданий с и без учета жесткости кирпичных заполнений на пространственную работу ж/б каркасного здания при сейсмических нагрузках.
2. Установлены количественные уменьшения усилий (N , M_y) в (ригелях и колоннах) восьмиэтажного ж/б каркасного здания в зависимости от места их расположения по плану и высоте конструктивной системы.
3. Показано участие кирпичных заполнений в пространственной работе ж/б каркасных зданий как часть несущей системы.
4. Разработан расчет погонных жесткостей одноузловых связей ЭО 56, расположенных между основными несущими элементами ж/б каркасного здания и кирпичного заполнения.

Литература

1. Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-22-81) Госстрой СССР, 1987-105с.
2. ГНиП РТ 51-01-2013. Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования; 105с.
3. ГНиП РТ 22-07-2018 Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования; 17с.
4. ETA-98/0001 – Hilti stud anchor HST, HST-R, HST-HCR, HST3, HST3-R (Deutsches Institut für Bautechnik 28.07.2016).
5. ETA-02/0042 – Hilti HSL3 (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment 23.01.2017).
6. ETA-14/0069 – Hilti HNU-PF (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment 24.12.2015).

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

TJ	RU	EN
Акрамов Азиз Абдуразакович	Акрамов Азиз Абдуразакович	Akramov Aziz Abdurazakovich
Аспирант	Аспирант	Postgraduate
Институти геология, сохтмони ба заминчунби тобавар ва сейсмология АМИТ	Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАНТ	Institute of geology, Earthquake engineering and seismology
akramov92@mail.ru		

РДУ (УДК) 721.586

АСОСҲОИ ТАРҲРЕЗИ ВА ТАШКИЛИ МАҲАЛЛАҲОИ АҲОЛИНИШИН ДАР ШАҲРҲОИ КАЛОНИ АФҒОНИСТОН

Билим М.У.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

Мақолаи мазкур омӯзиши ҳолати имрӯзаи тарзи идоракунии шаҳрҳои калони Афғонистонро нишон медиҳад, аини замон, системаи идоракунии шаҳрсозӣ дар Афғонистон қомилан мукаммал нест ва ба тарзи идора нашавандаву фаъолияти ноаниқӣ рушд дорад. Ба мушкилоти идоракунии шаҳрсозӣ дар Афғонистон - набудани қонунияти фаъолияти идоракунии шаҳрсозӣ, зеро Конститутсияи Ҷумҳурии Исломии Афғонистон масъалаҳои шаҳрсозиро ҳамчун масъалаҳои миқёси давлатии Ҷумҳурии Исломии Афғонистон тасниф намекунад, балки онҳоро танҳо ба сатҳи субъектҳои Ҷумҳурии Исломии Афғонистон мегузаронад. Дар ин раванд бояд баъзе норасоҳои сатҳи давлатиро ислоҳ намуд, инчунин тақсимои худсаронаи функсияҳо аз рӯи сатҳҳои идоракунии маҳаллаҳо, ки имкон намедиҳад, ки тамоми маҷмӯи қарорҳо дар як сатҳи идоракунии қонунӣ қабул карда шаванд.

Калимаҳои калидӣ: шаҳрсозӣ, ноҳиябандӣ, идоракунии маҳаллаҳо, модел, тарҳрези, миқёс, бинокорӣ.

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЛЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ АФГАНИСТАНА

Билим М.У.

В данной статье представлено исследование современного состояния управления крупными городами Афганистана. В настоящее время система управления городским хозяйством в Афганистане не до конца развита и имеет неуправляемое и неуверенное развитие. Проблемой градостроительного управления в Афганистане является отсутствие правовой градостроительной управленческой деятельности, поскольку Конституция Исламской Республики Афганистан не относит вопросы градостроительства к государственным вопросам Республики, а лишь передает их до уровня субъектов государства. В этом процессе должны быть исправлены некоторые недостатки государственного уровня, а также произвольное разделение функций по уровням местного самоуправления, не позволяющее принимать всю совокупность решений на одном правовом уровне власти.

Ключевые слова: градостроительство, зонирование, районное управление, модель, проектировщик, масштаб, застройка.

FUNDAMENTALS OF DESIGN AND ORGANIZATION OF RESIDENTIAL NEIGHBORHOODS IN LARGE CITIES OF AFGHANISTAN

Belem M.O.

This article presents a study of the current state of the management of large cities in Afghanistan. Currently, the urban management system in Afghanistan is not fully developed and has an unmanaged and uncertain development. The problem of urban planning management in Afghanistan is the lack of legality of urban planning management activities, because the Constitution of the Islamic Republic of Afghanistan does not classify urban planning issues as state-level issues of the Islamic Republic of Afghanistan, but only transfers them to the level of subjects of the Islamic Republic of Afghanistan. In this process, some shortcomings of the state level should be corrected, as well as the arbitrary division of functions by the levels of local government, which does not allow the whole set of decisions to be made at one legal level of government.

Keywords: urban planning, zoning, neighborhood management, model, designer, scale, construction.

Сарсухан

Омӯзиши таҷрибаи давлатҳои Европай ғарбӣ ва Осиёи Марказӣ оиди фаъолияти самараноки шаҳрсозӣ нишон дод, ки модели идоракунии шаҳрсозӣ аз се сатҳ иборат аст: умумидавлалӣ, минтақавӣ ва шаҳрӣ. Сатҳи давлатӣ ба сатҳи концептуалӣ ва қонунгузории пирамидаи ҳокимият, ки ташаббусқори ташаққул ва тағйир додани заминаи қонунгузории фаъолияти шаҳрсозӣ мебошад, таъсир мерасонад. Сатҳи минтақавӣ қудрат бояд ба сатҳи қонунгузории идоракунии шаҳрсозӣ фаъолона таъсир мерасонад ва ба таҳияи ҳуҷҷатҳои шаҳрсозӣ таъсири ҳалқунанда расонад ва манфиатҳои гуногунро дар миқёси минтақа ва шаҳрдорӣ он пайваст кунад. Сатҳи шаҳрӣ танҳо ба раванди таҳияи ҳуҷҷатҳои шаҳрсозӣ таъсир мерасонад, манфиатҳои шаҳрдорӣ аз рӯи табиати худ бениҳоят мушаххасанд ва бо хидмати як қаламрави муайян ноҳияҳои шаҳрӣ робита доранд. Аммо, дар Ҷумҳурии Исломии Афғонистон вазъи воқеи ин қорҳо ва фаъолияти шаҳрсозӣ гуногун аст.

Мақсади кор

Тақмили системаи шаҳрсозӣ ва таҳияи заминаи методологӣ ва ҳуқуқии ташаққули сохтори тарҳрези шаҳрҳои калон – марказҳои вилоятҳои Афғонистон мебошад.

Методологияи таҳқиқот :

Таҳлили маълумоти маводҳои иқлимиву табиӣ, демографӣ, муҳандисӣ, техникӣ, оморӣ, меъёрий ва дигарҳо; омӯзиши адабиёти ватанӣ ва хориҷӣ бо назардошти хусусиятҳои, ки талаботи минтақавиро

барои барқарорсозии системаи шаҳрсозӣ ва ташаккули шаҳрҳои калон дар заминаи рушди осоиштаи Афғонистон муайян менамод; таҳлили таҷрибаи тарҳрезии нақшаҳои генералии шаҳрҳо ва муайян кардани роҳҳои асосии идоракунии ташаккулёбии шаҳрӣ; пешниҳоди татбиқи сиёсати нави шаҳрсозӣ дар асоси рушди устувори сохтори шаҳрӣ бо назардошти омилҳои иҷтимоӣ ва иқтисодии рушди марҳилаи тарҳрезии шаҳрҳои калон - марказҳои вилоятҳои Афғонистон мебошад.

Принсипҳои умумӣ

Дар натиҷаи таҷрибаи ноҳиябандӣ ва бинокории шаҳрҳои калон дар мисоли шаҳрсозии Ҷумҳурии Осиёи Марказӣ, самтҳои гуногуни ноҳиябандии шаҳрсозӣ (қонунӣ) ташаккул ёфтанд, ки дар маҷмӯъ метавонанд ба ду модели дар ин таҳқиқот баррасишуда муайян карда шаванд. (расми 3.1. ва 3.2.)

Модели якуми ноҳиябандии шаҳрсозӣ тадриҷан муқаррар намудани қоидаҳоро дар доираи ҳуҷҷатҳои шаҳрсозӣ дар бар мегирад, ки дар якҷанд марҳила таҳия шудаанд. Модели дуюми ноҳиябандии шаҳрсозӣ ҳамзамон дар доираи як санад - қоидаҳои истифода ва азхудкунии замин муқаррароти қоидаҳои шаҳрсозиро дар бар мегирад.

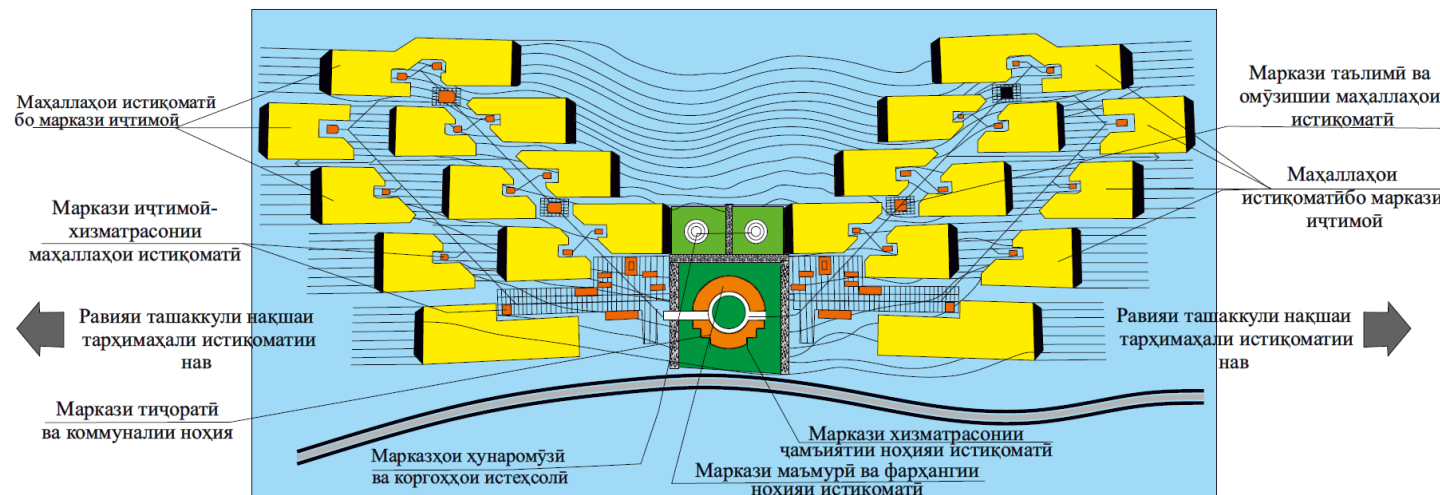
Модели намунавӣ тарҳрезӣ намунаи он аст, ки чӣ гуна танзими шаҳрсозӣ ба анъанаҳои ватании тарроҳии шаҳрсозӣ мутобиқ карда мешавад, ки он бевосита аз ҳуди ҳуҷҷатҳои шаҳрсозӣ қабул карда мешавад ва модели шаҳрсозии таҳиякардаи доктори меъмори Акбаров А.А. [1,4], ки барои минтақаҳои рельефи куҳи мувофиқ карда шудааст, он барои Афғонистон низ қобили қабул аст, чунки он интиқоли анъанаҳои мардумии танзими шаҳрро ба хоки ватанӣ бо дараҷаи ками мутобиқшавӣ ба анъанаҳои таърихии шаҳрсозӣ, ки дар таҳияи шакли нави фаъолият барои амалияи ватанӣ ба таври расмӣ ифода ёфтааст: ноҳиябандии шаҳрсозӣ (қонунӣ) ҳисобидан мумкин аст.



Расми 1-Модели асосии сатҳи идоракунии фаъолияти шаҳрсозӣ дар сохтори давлатии Афғонистон

Модели тарҳрезии нав аз афзалияти ҳуҷҷатҳои шаҳрсозӣ ва эътирофи бечунучарои зарурияти амалисозии минтақабандӣ дар марҳилаҳо, пас аз таҳияи ҳуҷҷатҳои шаҳрсозӣ ва ҳалли муфассали тарроҳӣ аз нақшаи генералӣ то лоиҳаи банақшагирӣ, аз лоиҳаи банақшагирии муфассал сарчашма мегирад. Ба лоиҳаи рушд, ки дар он қоидаҳои аллақай банақшагирифтаи шаҳрсозӣ ва заминсозӣ. Танҳо дар ин сатҳ мо гуфта метавонем, ки ҳар як қитъаи замин бо режими ҳуқуқи истифода ва азхудкунии замин пурра таъмин аст. Ҳамин тариқ, модели таҳияшавнда намунаи пайравӣ аз боло ба поён - аз умумӣ ба хусусӣ мебошад.

Баръакс, ҳангоми муқаррар намудани қоидаҳои шаҳрсозӣ дар таркиби қоидаҳои истифодаи замин ва азхудкунии замин, заминаи пешравӣ аз поён ба боло мебошад, яъне. аз қитъаи замин ҳамчун объекти муносибатҳои ҳуқуқӣ ва зарурати ҷорӣ намудани режими ҳуқуқи истифода ва азхудкунии он, ҳадди аққал аз ҷиҳати меъморӣ ва банақшагирӣ, вале аз нуқтаи назари расмӣ ҳуқуқӣ ва пас онро дар доираи расмиёти муқарраршуда илова кунем.



Расми 1.2 - Модели сохтори тарҳи маҳаллаи истиқоматӣ- ҳамчун ташиклаи аввалияи маҳалли зисти ноҳияи истиқоматӣ дар релефи доманақӯҳӣ шаҳри Кобул

Ҳамин тариқ, фарқи асосии байни ду модели ноҳиябандӣ муносибати куллан гуногун ба усули ноҳиябандии шаҳрсозӣ мебошад. Дар натиҷаи ин ва фарқияти воситаи ноҳиябандии шаҳрсозӣ - агар дар ҳолати аввал шаҳрсозӣ чунин амал кунад, пас дар дуҷум баъзе санадҳои меъёрии ҳуқуқии муқарраршуда мавҷуданд. Дар асоси ин фарқият, ин моделҳо ҳамчун "тарроҳӣ" ва "танзимкунанда" номгузорӣ шудаанд.

Натиҷаҳои таҳлили муқоисавӣ дар ҷадвали зерин ҷамъбаст карда шудаанд: Меъёри арзёбӣ Модели тарроҳӣ Модели танзимкунанда дар инфрасохтори тарҳи шаҳрҳои калони Афғонистон муайян карда шуданаш зарур доништа мешавад.

1. Марҳилаи таҳия ва муқаррар намудани қоидаҳои меъмории шаҳрӣ Се марҳиларо дар бар мегирад:

- дар доираи нақшаи генералии шаҳр;
- дар доираи нақшаи генералии ноҳияи маъмурӣ;
- дар доираи лоиҳаи банақшагирии Як-ум *марҳила*:
- ҳамчун як қисми қоидаҳои сохтмону бинокории маҳалла.

2. Унсурҳои қаламрави шаҳр, ки асоси ноҳиябандии шаҳрсозӣ мебошанд.

Сатҳи 1: Минтақаи банақшагирӣ;

Сатҳи 2: симоҳои банақшагирӣ;

Сатҳи 3: Қитъаи банақшагирӣ - саҳҳомӣ дараҷаи 1: Минтақаҳои ҳудудӣ;

Сатҳи 2 (ихтиёрӣ): Минтақаҳо

3. Шакли намоиши графikiи натиҷаҳои ноҳиябандии шаҳрсозӣ Дар доираи ҳуҷҷатҳои шаҳрсозӣ:

1) Нақшаи умумии ноҳиябандӣ;

2) Нақшаи ноҳиябандии шаҳрӣ;

3) Нақшаи ноҳиябандӣ дар харитаи ягонаи ноҳиябандии шаҳрсозӣ барои тамоми қаламрави шаҳр;

4. Татбиқи амалии натиҷаҳои ноҳиябандии шаҳрсозӣ Режими ҳуқуқии қитъаи замин танҳо пас аз таҳияи ҳар се марҳилаи ҳуҷҷатҳои шаҳрсозӣ муайян

карда мешавад. Таҳиягар бояд таҳияи марҳилаҳои гумшудаи ҳуҷҷатҳои сохтмони шаҳрро оғоз кунад. Режими ҳуқуқи қитъаи замин барои тамоми қаламрав муайян карда мешавад. Барои таҳиягар кофӣ аст, ки нақшаи шаҳрсозии шаҳрро омода кунад, ки ин як иқтибоси оддӣ аз қоидаҳои шаҳрсозӣ мебошад.

Ҳарду модел ба талабот дар шароити муносири иҷтимоӣ иқтисодӣ барои таъмини низоми ҳуқуқи татбиқи муқаррароти асосии ҳуҷҷатҳои шаҳрсозӣ асос ёфтаанд. Тафовути кулӣ дар он аст, ки модели тарроҳӣ барои ин минтақаи кофӣ ноҳиябандиро, ки дар нақшаи генералии шаҳр қабул шудааст, пешбинӣ мекунад ва танзимкунанда аз зарурати таъсиси навъи нави махсуси минтақавӣ барои амалияи мавҷуда бо системаи қоидаҳои шаҳрсозӣ.

Шаҳри Кобул як намунаи равшани аз шаҳрҳои бузургӣ ҷаҳонаст. Тахмин зада мешавад, ки ин шаҳр ҳафт баробар бузург тарзи шаҳрҳои бузургӣ дигар ба монанди Ҳирот, Мазори Шариф ва Қандаҳор мебошад. Вазъияти кунунии шаҳри бузургӣ Кобул ташвишвар аст. Маҷмӯи ғоизи аҳолии шаҳрнишини Афғонистон нисбат ба шаҳрҳои шинохташудаи ҷаҳон, монанди Докка дар Бангладеш, Банког дар Таиланд, Манила дар Филиппин ва Қоҳира дар Миср камтар мебошад [2,3].

Дар талош барои барномарезии пеш аз инкишоф дар соли 2009 шаҳри Кобули ҷадид ба манзури таъмини 3 млн нафар бо маскан, ба нақша гирифта шуда буд. Ин шаҳр дар заминҳои шимоли Кобул, бар сари роҳи Бағром ва Чоряккор қарор дорад.

Рушди оғоҳӣ, эҷоди иттифоқ ва ҳамраҳии нуқтаи назар дар мавриди шаҳрнишинӣ дар Афғонистон ба манзури дастёфт ба маскуншавии одамон лозим аст.

Далелҳои нишон медиҳад, ки инкишофи иқтисодӣ, инкишофи босуръати иҷтимоӣ ва баробарии ҷинсӣ ба шаҳрнишинӣ ба даст намеояд. Аз як дараҷаи поини иҷтимоӣ ба дараҷа ва вазъияти дорои даромади миёна боло рафтан ҳамеша бо интиқол аз як вазъи деҳавӣ ба як вазъи дорои иқтисоди шаҳрӣ мунҷар мегардад.

Дар сатҳи миллий як сиёсат ва як стратегияи миллии шаҳрӣ барои кумак кардан ба раҳнамоии раванди инқоли шаҳрнишинӣ тайи се даҳаи оянда тартиб дода шудааст, ки инкишофи бомувозинатро аз лиҳози ҷуғрофӣ таъмин хоҳад кард.

Ҳеҷ сиёсати миллии шаҳрӣ ва ё сиёсати миллий барои сукунат ва маскан вучуд надорад (ки ин амр дар аксари кишварҳо маъмул мебошад). Тарҳи сиёсате барои инкишоф ва беҳбуди маскани ғайри қонунӣ бо диққати бештар тартиб гардида ва ин лоиҳа бештар аз ду сол аст, ки татбиқ нашудааст. Дар ташаккули шаҳри Кобул ба як сиёсати фаврӣ ва муназзам зарурат аст, ки то битавонад ин раванди шаҳрӣ шуданро ба шакли муосир мудирӣ кунад ва онро дар шакли як тарҳрезӣ дар дастрасӣ дошта бошад.

Азбаски ҳамаи ин масъалаҳо бо ташаккул ва рушди оқилонаи системаи ҳисоббаробаркунӣ дар шароити душвори табиӣ кишвар алоқамандии зич доранд, таҳияи консепсияи аз ҷиҳати илмӣ асоснок дар сиёсати шаҳрсозӣ, ки ба дигаргунсозӣ ва рушди системаи ҳисоббаробаркунӣ дар маҷмӯъ ва хурд ва хусусан шаҳрҳои миёна барои ҳалли онҳо аҳамияти калон доранд. Дар оянда сиёсати шаҳрсозӣ дар кишвар бояд ба танзими раванди афзоиши шаҳр равона карда шавад. Қисми таркибии ин сиёсат бояд маҳдудияти оқилонаи афзоиши Кобул ва шаҳрҳои калон ва баръакс, суръат бахшидан ба рушди шаҳрҳои хурд миёна бошад. Ҳадафи омӯзиш таҳияи пешниҳодҳои аз ҷиҳати илмӣ асосёфта оид ба рушди шаҳрҳои хурд ва миёна ва такмил додани системаи ҳисоббаробаркунӣ мебошад, ки дар ҳалли чунин мушкилот қарорҳои аз диди илмӣ асоснокро қабул намоянд :

- танзими рушди сохтори шаҳракҳо;
- рафъи рушди бетартибонаи Кобул ва шаҳрҳои калони маркази вилоятҳо;
- рушди якхелаи шаҳрҳои хурд ва миёна.

Ҳадафҳои тадқиқот дар оянда масъалаҳои зеринро бояд дар бар гиранд:

- омӯхтани вазъи иҷтимоӣ иқтисодӣ ва сохтори меъморӣ ва банақшагирии шаҳрҳои хурд ва миёна;
- рушди системаҳои шаҳраксозии минтақавӣ;
- муайян кардани роҳҳо ва имконоти имконпазири рушди ояндаи шаҳрҳои хурд ва миёна дар доираи ин системаҳои шаҳрсозӣ.

Вазорати инкишофи шаҳрӣ вазифадор мебошад, ки сиёсатҳои шаҳрсозӣ ва сиёсатҳои марбут ба масканро эҷод намуда, нақшаи панҷсолаи рушди шаҳрро омода намояд. Вазорати инкишофи шаҳрдорӣ оиди 8 раёсат дар раванди корбасти барномаи рушди шаҳрсозӣ бошад:

- 1) Нақшакашӣ ва ҳамоҳангсозӣ;
- 2) Сиёсати маскан дар шаҳрҳо;
- 3) Ободонӣ ва бинокорӣ маҳал;
- 4) Қонунҳо ва меъёрҳои миллий оиди шаҳрсозӣ;
- 5) Инкишофи инфрасохтори шаҳрӣ;
- 6) Меросҳои шаҳрӣ;

- 7) Таҳияи оби ошомиданӣ;
- 8) Таъминоти молӣ ва идорӣ дар шашрсозӣ.

Таҷрибаи амалияи ҷаҳонии шаҳрсозӣ нишон медиҳад, ки дар айни замон тамоюли устувори коҳиш ёфтани қабатҳои биноҳои истиқоматӣ дар шаҳру деҳот, ки дар шароити кӯҳӣ ҷойгиранд, ба назар мерасад. Биноҳои пастошӯнаи татбиқшаванда чӣ дар хориҷа ва чӣ дар баъзе мавридҳо дар амалияи миқёси кӯхистони ватанӣ як қатор бартариҳо доранд. Гуногуншаклии навъҳои биноҳои истиқоматии зинашакл ва аз ин рӯ имкониятҳои бузург барои ин намуди бино дар заминҳои душвори доманакуҳӣ мавҷуданд. Роҳати истиқоматкунандагони он дар шароити шаҳр бешубҳа. Ҳисобҳое, ки дар МҚС (СНиП) гузаронида шуданд, нишон доданд, ки бо ташкили паймон ва зичии рушди манзил зичии аҳоли, ҳатто бо биноҳои 1-2 ошёна, метавонад 300 - 325 нафарро ба 1 гектар ташкил диҳад. ва ин ба зичии стандартӣ биноҳои 5-6 ошёна рост меояд.

Ҳамин тариқ, бартариҳои биноҳои зичии пастошӯна; наздикӣ ба замин; ҷудокунӣ ҳар як ҳуҷраи истиқоматӣ, зичии фонди манзил, ки ба нақшаҳои генералӣ барои шаҳрҳои миёна ва хурд мувофиқат мекунад, нишон медиҳад, ки дар лоиҳаи шаҳрсозӣ шароити муҷтамаъ, намуди тараққикарда ва басташудаи биноҳои манзилӣ бояд рушд ёбад. Бо назардошти релефи минтақаҳои гирду атрофи пойтахти Ҷумҳурии Ислонии Афғонистон – шаҳри Кобул бояд ташаккул ёбад.

Ин қабил биноҳои зинашакли доманакуҳӣ, ҳуҷраҳову долонҳои хурд, утокҳои калони истиқоматӣ, айвонҳо ва биноҳои тобистона доранд. Мувофиқи ин, дар шароити Ҷумҳурии Ислонии Афғонистон ва Ҷумҳурии Тоҷикистон айни замон ҷустуҷӯи пуршиддати таҳияи лоиҳаҳои барои васеъ намудани доираи силсилаи стандартҳои биноҳои истиқоматии пастошӯна барои оилаҳои комплексӣ зарур аст.

Бо мақсади ҳарчи зудтар амалӣ намудани барномаи ҳар як оила бо манзили алоҳида, дар оянда сохтмони манзилҳои давлатӣ, биноҳои истиқоматии инфиродӣ барои рушди шаҳрҳои калони Ҷумҳурии Ислонии Афғонистон аҳамияти калонро дорост.

Дар ҷумҳурӣ ҳаҷми сохтмони биноҳои истиқоматӣ тавассути биноҳои инфиродӣ меафзояд, ки дар соли 2015 бо назардошти табдил додани биноҳо ба манзил 59% -ро ташкил дод ва дар соли 2017 ҳатто аз ҳисоби ҳамаи манбаъҳои маблағгузорӣ бештар аз ҳаҷми сохтмони манзил шуд.

Сохтмони манзил дар шаҳрҳои калони Афғонистон дар даҳсолаи охир, инчунин бинокории манзили шаҳрӣ бо суръати баланди рушди инфиродӣ хос аст. Танҳо дар панҷ соли охир ба истифода додани масоҳати умумии биноҳои истиқоматии инфиродӣ дар шаҳрҳои калони таърихӣ тақрибан зиёда аз 1 млн метри мураббаъро ташкил додааст ва аз эҳтимолот дур нест ин равиҷ дар оянда барои бинокории минтақаҳои релефашон мукаммали доманакуҳҳо афзоиш меёбад. Дар айни замон, қорҳои барқароркунии минтақаҳои истиқоматии шаҳрҳои қадима идома доранд.

Аммо, бо вучуди ҳама гуна шароити табиӣ ва иқлимӣ дар Афғонистон, мисоли ягон бинои истиқоматӣ дар ҷумҳурӣ вучуд надорад, ки ба иқлимшиносии сохтмон ва осонии истифода дар шароити душвори манзараи кӯх пурра ҷавобгӯ бошад. Вазъи кунунии сохтмони манзили шаҳрҳо дар ҷумҳурӣ ҷобачогузори қорҳоеро барои бартараф кардани ин падидаҳои номатлуб пешаки муайян мекунад.

Афзоиши босуръати аҳоли (солона 2,5-3,2%) ва сатҳи пасти таъминоти аҳоли бо манзил дар шаҳру деҳоти ҷумҳурӣ беш аз се маротиба зиёд кардани ҳаҷми манзил ва сохтмони шаҳрвандиро тақозо мекунад усулҳои тарҳрезии биноҳои истиқоматӣ аз масолеҳи сохтмони маҳаллӣ, ки барои ҳамаи табақаҳои аҳолии ҷумҳурӣ дастрасанд.

Аз ин рӯ, дар баробари татбиқи силсилаи лоиҳаҳои мавҷудаи стандартӣ ва таҷдиди манзилҳои бисёршӯна дар шаҳрҳо ва шаҳракҳо барои шароити ҳамвор, бояд як қатор принципҳои нави лоиҳаҳои биноҳои истиқоматӣ ва басташуда аз Маводи дастраси маҳаллии сохтмонӣ барои сохтмони минтақаҳои доманакуҳ ва кӯхистони Ҷумҳурии Ислонии Афғонистон қобили қабул мебошад.

Дар ин замина, аз соли 2010 инҷониб мо ба таҳқиқоти илмӣ ва ҷустуҷӯи таҷрибавии сохти қабатҳои истиқоматӣ дар рельефи доманакуҳӣ ва қорбасти биноҳои пастошӯна ва миёнашӯна дар шаҳрҳои таърихӣ, ташкили меъморӣ ва банақшагирии биноҳои истиқоматӣ дар деҳот ва шаҳракҳои хурд барои ноҳияҳои кӯхистон машғулем. Барои муайян кардани муносибати онҳо ба намудҳои мавҷудаи биноҳои истиқоматӣ ва соҳаҳои хизматрасонии ҷамъитӣ дар шаҳракҳо як қатор таҳқиқоти ҷомеашиносӣ ва пурсиши сокинони деҳаҳо гузаронида шуд [2].

Омилҳо ва шартҳои ташаккули биноҳои аънавии истиқоматӣ дар минтақаҳои гуногуни ҷумҳурӣ (водӣ, доманакуҳ ва камарбанди кӯҳӣ) муайян карда шуданд. Дастурҳо ва тавсияҳои методӣ оид ба мушкилоти банақшагирӣ ва рушди биноҳои истиқоматии пастошӯна нашр карда шуданд. Барои тарроҳон ва донишҷӯёни ихтисоси меъморӣ: "Бинои истиқоматии пастошӯна барои рушди зичии баланди шаҳракҳо ва шаҳрҳои Тоҷикистон" дастурҳои методӣ омода кардаанд. Дар асоси омӯзиши манзилҳои мардум, аз масолеҳи сохтмони маҳаллӣ намудҳои аънавии манзилҳо ва иншоотҳои онҳо муайян карда шуданд. Мо типологияи биноҳои истиқоматиро, ки худ сокинон дар минтақаҳои гуногуни Ҷумҳурии Тоҷикистон бунёд кардаанд, муайян мекунем.

Дар ин замина, мо ба таҳқиқоти илмӣ ва ҷустуҷӯи таҷрибавии сохти қабатҳои истиқоматӣ ва биноҳои пастошёна дар шаҳрҳои таърихӣ, ташкили меъморий ва банақшагирии биноҳои истиқоматӣ дар шаҳрҳои калони таърихӣ барои қуҳистон релйефи Афғонистон машғулем. Барои муайян кардани муносибати аҳолии камбизоат ба намудҳои мавҷудаи биноҳои истиқоматӣ ва соҳаҳои хизматрасонии ҷамъиятӣ ва таъминоти коммуналӣ дар шаҳрҳои калони Афғонистон як қатор таҳқиқоти ҷомеашиносӣ ва пурсиши мутахассисони соҳавиро дар равияи шаҳрсозӣ дар маҳалҳо гузаронида шуд.

Дар ин раванд омилҳо ва шартҳои ташаккули биноҳои анъанавии истиқоматии мардумӣ ва ташаккули сохтори хизматрасонии ҷамъиятӣ дар шаҳрҳои минтақаҳои гуногуни Ҷумҳурии Афғонистон (водиҳо, доманақуҳ ва камарбанди қуҳӣ) муайян карда шуданд.

Дар асоси омӯзиши манзилҳои мардумӣ, намудҳои анъанавии хонаҳои истиқоматӣ ва сохтори марказҳои хизматрасонии ҷамъиятӣ дар маҳаллаҳои шаҳрҳои таърихӣ муайян кардем. Сохтмони биноҳоро, ки ба тарзи анъанавӣ бунёд шудаанд ва қадом масолеҳи сохтмони маҳаллӣ истифода шудааст муайян карда шуданд. Мо типологияи биноҳои истиқоматиро, ки ҳуди сокинон дар минтақаҳои релйефи номусоиди шаҳрҳои Ҷумҳурии Афғонистон бунёд кардаанд, ба назар гирифта бозсозиро дар онҳо муайян кардем.

Дар натиҷаи ҷустуҷӯи таҷрибавӣ барои ҳалли меъморий ва конструктиви бинои истиқоматии деҳот барои минтақаҳои наздиқуҳӣ, як қатор лоиҳаҳои манзилҳои арзон барои рушди оилаҳои камбизоати анъанавӣ таҳия карда шуданд.

Хонаҳои истиқоматии инфиродӣ, ки мо онҳоро аз масолеҳи сохтмони маҳаллӣ (санг, гил ва чубу тахта, бо синҷи ҷӯбӣ) барои биноҳои худсозӣ таҳия кардаем, ки ба шароити Афғонистон ва Тоҷикистон таъбиқ карда шуданашон мувофиқ барои шаҳрҳои таърихӣ ва дастрас барои мардуми камбизоат буда, аз диди экологӣ низ барои шаҳрсозӣ қулай мебошад.

Намунаҳои ҷустуҷӯи модели бинои анъанавии истиқоматӣ аз масолеҳи сохтмони маҳаллӣ барои сохтмони оммавӣ барои таъмини оилаҳои камбизоат - сокинони шаҳрақҳои деҳоти ва шаҳрҳои хурди Афғонистон ва Тоҷикистон оварда шудаанд. Модели таҷрибавии бинои истиқоматии афзоянда аз масолеҳи сохтмони маҳаллӣ барои сохтмон дар минтақаҳои водӣ ва наздиқуҳӣ Афғонистон ва Тоҷикистон замима карда шудаанд. Лоиҳа дар асоси ҷаҳорҷӯбаи анъанавии "Синҷӣ" бо андозаи модули 3x3x3 м, бо болопуши ҷӯбуқоҳ гилии бом ва рӯйқаши хушсифат - "Пардоз" таҳия шудааст.

Хулоса

Дар мавриди идоракунии фаъолияти шаҳрсозӣ дар сатҳи минтақавӣ бошад, омӯзиши вазъи мақомоти шаҳрсозии шаҳрҳои 34 минтақаи (вилоятҳои) Афғонистон то моҳи апрели соли 2020 нишон дод, ки:

- мақоми муассисаҳое, ки ба идоракунии шаҳрсозӣ дар минтақаҳо алоқаманданд, мутаносибан гуногун мебошанд (маъмуриятҳои маҳаллӣ, департаментҳо, вазоратҳо) ва мавқеи ин мақомотҳо дар иерархияи минтақавии ҳокимияти давлатӣ гуногун аст;
- дар сохтори умумии аксари мақомоти минтақавӣ давлатӣ мафҳуми «шаҳрсозӣ» вучуд надорад;
- дар аксари минтақаҳо вазифаҳои шаҳрсозӣ ва идоракунии ҳамчун афзалият ҳисобида намешаванд ва худсарона мақомоти масъули идоракунии шаҳрсозиро аз мақомоти дар соҳаҳои хоҷагии манзилию коммуналӣ, инфрасохтори роҳ, рушди инфрасохтор, маҷмааи сохтмон, нақлиёт, сиёсати манзил ҷудо кардан лозим аст.

Адабиёт

1. . Акбаров А.А. Формирование поселков АПК в условиях горного региона. Вопросы архитектурно-планировочной организации на примере Таджикистана / А.А. Акбаров// – Душанбе : «Ирфон», 1988. – 125 с.: ил. 24.
2. Азимӣ Муҳаммад Азим. Даромаде бар қудрати миллии Афғонистон. /М.А. Азимӣ. Чопи аввал // -Кобул, 13954 /2015. -358 с.
3. Азимӣ Муҳаммад Азим. Даромаде бар ҷуғрофиёи табиӣ Афғонистон. /М.А. Азимӣ. Чопи 2-ум // _ Кобул, 1391/2012. -586 с.
4. ۱۸۵ ص. عظیمی محمد عظیم. . درآمدی بر جغرافیای طبیعی افغانستان. تهران، ۹۳ هـ
5. Акбаров, А.А. Архитектура горного Таджикистана. Особенности формирования и тенденции развития сельских поселений / А.А. Акбаров// -Минск: БНТУ, 2013. – 288 с. : ил. 94.

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

TJ	RU	EN
Билим Муҳаммад Усмон	Билим Мухаммад Усмон	Belem Muhammad Osmon
Аспирант	Аспирант	Postgraduate
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени ак. М.С.Осими	TTU named after ac. M. S. Osimi
osman.Bilim@outlook.com		

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МОДЕЛИ ПОЛОГОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Низомов Д. Н., Нуманов О.Р.

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В статье приведены результаты испытания модели пологой оболочки положительной гауссовой кривизны, имитирующие граничные условия неразрезных пологих оболочек, от действия статических и динамических нагрузок. В качестве статической нагрузки прикладывалась равномерно-распределенная, а в качестве динамического возбуждения от действия вибромашины и ударное возбуждение от сброса груза на силовой пол (вертикальная ударная нагрузка).

Ключевые слова: статическая нагрузка, динамическая нагрузка, сейсмическая нагрузка, неразрезность, полая оболочка, граничные условия неразрезности, вибромашина, низкочастотные и высокочастотные периоды колебаний.

ЛАРЗИШИ ОЗОДИ МОДЕЛИ ГУМБАЗИ НИШЕБ ҲАНГОМИ ШАРТҲОИ ГУНОГУН

Низомов Д. Н., Нуманов О. Р.

Дар мақола натиљаҳои озмоиши модели гумбази фуруҳамидаи мусбати гауссовӣ, ҳангоми шартҳои гуногуни канорӣ, ки шартҳои нобуридаи гумбаз аз амали вазни хос, статикӣ ва динамикӣ оварда шудаанд. Ба сифати бори статикӣ бори баробар таъсиркунанда ва ҳамчун боргузори динамикӣ аз таъсири вибромашина ва бори зарбавӣ ҳангоми партофтани бор ба поли қуввагӣ гузошта шудааст (бори вертикалии зарбазананда).

Калимаҳои калидӣ: бори статикӣ, бори динамикӣ, бори зилзилавӣ, нобурида, гумбази фуруҳамида, шартҳои канорӣ нобурида, вибромашина, даврҳои лаппиши баланд ва паст.

FREE OSCILLATIONS OF THE FLAT SHELL MODEL UNDER DIFFERENT BOUNDARY CONDITIONS

Nizomov D. N., Numanov O.R.

The article presents the results of testing a model of a flat shell of positive Gaussian curvature, simulating the boundary conditions of continuous flat shells, from the action of static and dynamic loads. As a static load, evenly distributed, and as a dynamic excitation from the action of the vibrating machine and shock excitation from the discharge of the load on the power floor (vertical shock load) were applied.

Keywords: static load, dynamic load, seismic load, continuity, flat shell, boundary conditions of continuity, vibromachine, low-frequency and high-frequency oscillation periods.

Введение

Применение тонкостенных конструкций вместо обычных плоскостных железобетонных конструкций позволяет существенно снизить массу, затраты строительных материалов, уменьшить количество промежуточных опор, что даёт возможность лучше использовать перекрываемые площади. Объединяя диафрагмы пологих оболочек в пределах температурного блока, можно создать неразрезные оболочки покрытия, которые являются наиболее экономичными по сравнению с разрезными за счёт уменьшения массы диафрагм. В качестве диафрагмы можно использовать традиционные конструкции в виде арок, ферм или криволинейных брусьев в зависимости от перекрываемого пролёта.

Материалы и методы исследования

1. Описание модели.

Модель неразрезной оболочки (МНО-2) была изготовлена из мелкозернистого бетона (цементно-песчаный бетон). Материалы для бетона: портландцемент марки 400 Душанбинского цементного завода; песок речной, просеянный, крупность зёрен 0,1 – 1,25 мм; В/Ц = 0,4/1, состав Ц/П = 1/2,5. Соотношение песок: вода: цемент составляет 2,5:0,5:1.

Основные характеристики МНО-2: класс бетона в момент испытания В30; призмная прочность бетона $R_b = 18$ МПа; прочность бетона на растяжение $R_{bt} = 1,2$ МПа; начальный модуль упругости бетона $E_b = 23$ кгс/см². Бортовые элементы выполнены в виде балок с верхним криволинейным поясом стрелой подъёма 120 мм, толщина 25 мм. При изготовлении плиты поля модели использована арматурная сетка с ячейкой, размером 6х6 мм и диаметром 0,7 мм, для бортовых элементов – плоский каркас из арматуры класса В-I диаметром 5 мм с шагом хомутов 50 мм.

Приконтурная полоса, где действуют изгибающие моменты и растягивающие силы, армирована тканной сеткой № 7-1 шириной 150 мм. Угловые зоны армированы косой сеткой № 7-1 для восприятия главных растягивающих усилий.

Таким образом, плита поля МНО-2 имеет один слой, приконтурная полоса – два слоя и угловые зоны – три слоя тканной сетки № 7-1.

Прочностные характеристики арматурных проволок сетки: площадь сечения в обоих направлениях 0,00785; разрушающая нагрузка в продольном 0,147, а в поперечном направлении 0,146 кН; соответственно расчётное сопротивление проволоки, R_s , 187,26 и 185,92 МПа.

2. Стенд для испытания.

Для проведения эксперимента изготовлена рама с захватными приспособлениями, которая позволяет воспроизвести шесть различных граничных условий (рис. 1). Каждый бортовой элемент закрепляется 10 захватными с наружной и внутренней стороны (рис. 3).

Рисунок 1- Граничные условия МНО-2 при испытании;

I - защемление по всему контуру;

II - защемление с трёх сторон и шарнирно

подвижное с одной стороны;

III- защемление и шарнирно подвижное с двух

взаимно перпендикулярных сторон;

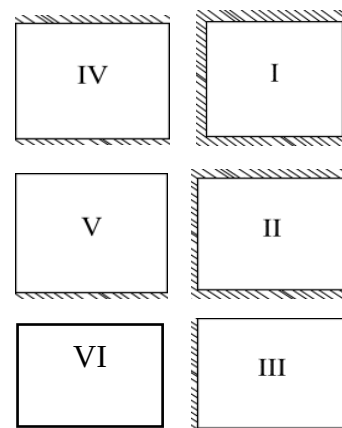
IV- защемление и шарнирно подвижное с двух

противоположных сторон;

V- защемление с одного контура и шарнирно

подвижное с трех остальных сторон;

VI- шарнирно подвижное со всех четырёх сторон оболочки.



Необходимо отметить, что в работе [1] излагается расчет пологих оболочек с различными граничными условиями на действие импульсивной нагрузки методом конечных разностей. Численный расчет строится на основе решения волновых уравнений технической теории оболочек по явной разностной схеме. Рассмотрены некоторые виды граничных условий как жесткое защемление, шарнирно- неподвижное закрепление, шарнирно-подвижное закрепление (идеальная диафрагма), свободное опирание (оболочка опирается по углам шарнирно-неподвижными опорами, а края свободны) и упругое защемление (контур оболочки закреплен в упругое ребро, работающее на растяжение, изгиб в горизонтальной и вертикальной плоскостях, кручение, при опирании оболочки в угловых точках шарнирно-неподвижными опорами).

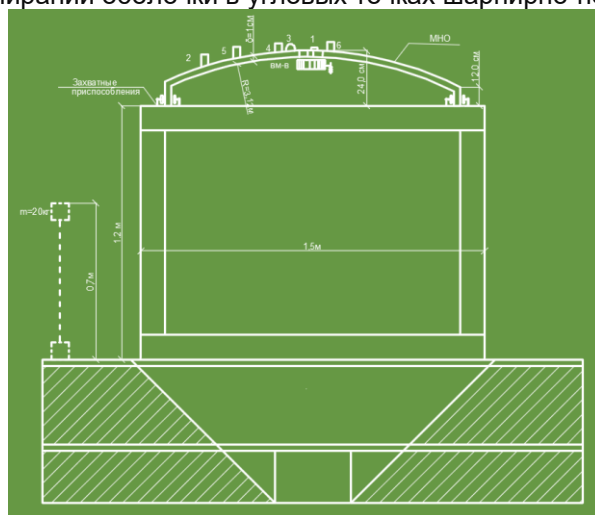


Рисунок 2- Сечение испытательного стенда и МНО-2

Произведен расчет на ЭВМ полой железобетонной оболочки размерами в плане 24x24 м, стрелой подъема в центре 2,4 м, толщиной 0,1 м с различными граничными условиями на действие равномерно-распределенной нагрузки интенсивностью 0,5 т/м.

В работе [2] решена динамическая задача полой квадратной оболочки численным методом последовательных аппроксимаций. На основе разработанной методики решена задача колебания полой сферической оболочки размерами в плане 24x24 м. В качестве внешнего воздействия рассмотрен равномерно-распределенный мгновенный импульс и получены прогибы и нормальные силы при различных числах разбиений (от 8 до 14).

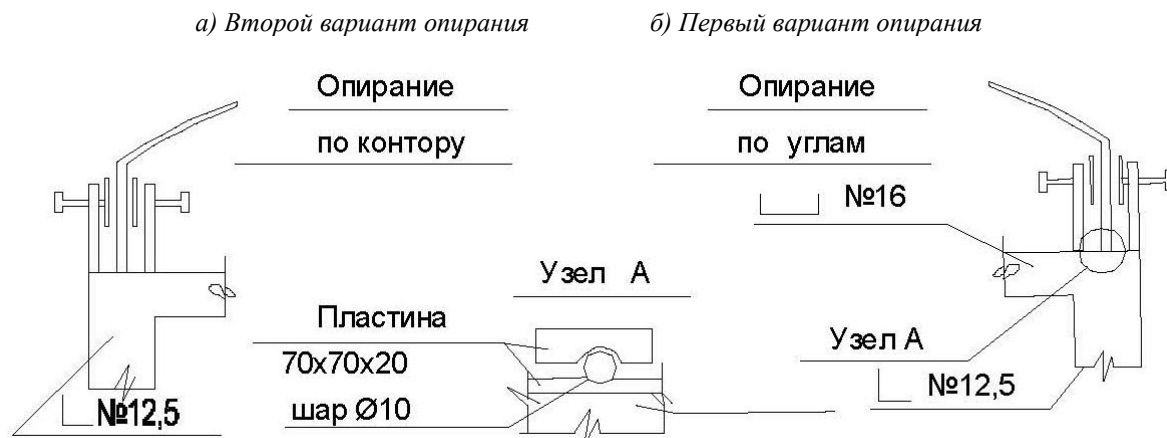


Рисунок 3- Узел конструкции стенда для испытания модели оболочки при различных граничных условиях. 1- швеллер №16; 2-захватные приспособления; 3-уголок №12,5; 4-модель оболочки (силовой пол условно не показан)

Экспериментальные исследования.

3.1. Статический.

Статическое нагружение осуществлялось песком, которым засыпалась поверхность оболочки, распределенная на ячейки деревянными щитами.

МНО испытана поэтапно статической нагрузкой; на каждой ступени нагружения прикладывались динамические воздействия, вызываемые вибромашинной вертикального действия [3].

Вибромашина представляет собой электродвигатель переменного тока (двухфазный), на вал которого насажен эксцентрик весом 54 г. Вибромашина вертикального действия ВМ-В крепится к МНО-2 при помощи двух пластинок и 4-х болтов $d=8$ мм. Одна пластина установлена сверху модели, другая снизу в центре МНО-2.

Экспериментальные исследования проводились для шести граничных условий в следующем порядке. Защемление по контуру (создание граничного условия I); статическое нагружение на первом этапе (запись показаний прогибомеров и датчиков); вибрационное и вертикальное воздействие на модель (снятие отчета от 6 вибродатчиков СПЭД-56М при помощи осциллографа Н-700); создание граничных условий вплоть до VI (свободное опирание по контуру) с соответствующей записью показаний приборов. Далее прикладывалась статическая нагрузка второго этапа. Таким образом, увеличивая статический пригруз и прикладывая вибрационное воздействие, модель была доведена до разрушения при нагрузке 28 кН/м^2 (на 14 этапе нагружения).

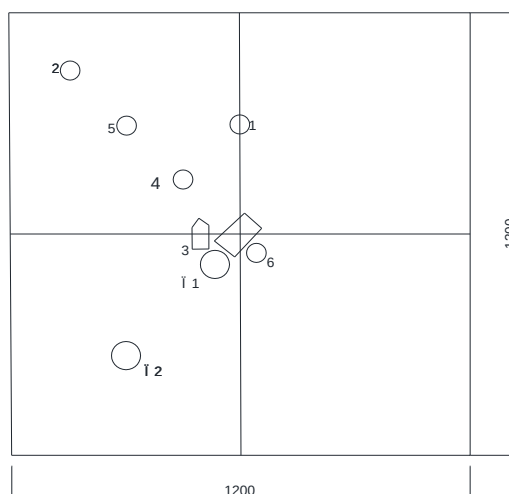


Рисунок 4- Расположение статических (I1 и I2) и динамических приборов (вибродатчики СПЭД 56-М) на МНО-2

Первый вариант – опирания по углам (см. рис.3). На нулевом этапе статическая нагрузка составляет только от собственного веса МНО-2. Начиная с первого этапа увеличивали статическую нагрузку через 200 кг/м^2 и довели до 2200 кг/м^2 на 12-этапе нагружения.

При втором варианте - опирания по контуру на первом этапе нагружения статическая равномерно-распределенная нагрузка составляла 500 кг/м^2 , через каждый 500 кг/м^2 увеличивали нагрузки, на 4-ом этапе 2000 кг/м^2 , далее 2400 , 2600 и 2800 кг/м^2 на 6 этапе нагружения фиксировано разрушение МНО-2.

3.2. Динамические испытания.

Сейсмическую нагрузку имитировали с помощью кубиков, сбрасываемых на поверхность силового пола с определённой высоты, в зависимости от статических нагрузок. Кубики весом от 10 до 30 кг сбрасывались с высоты от 30 см до 100 см (рис. 3).

Вибродатчики №1,2,4,5 и 6 расположены вертикально относительно оси Z, а вибродатчик №3 расположен горизонтально.

Ниже приведем значения собственных частот колебаний МНО-2 в 6 точках от удара для второго варианта опирания.

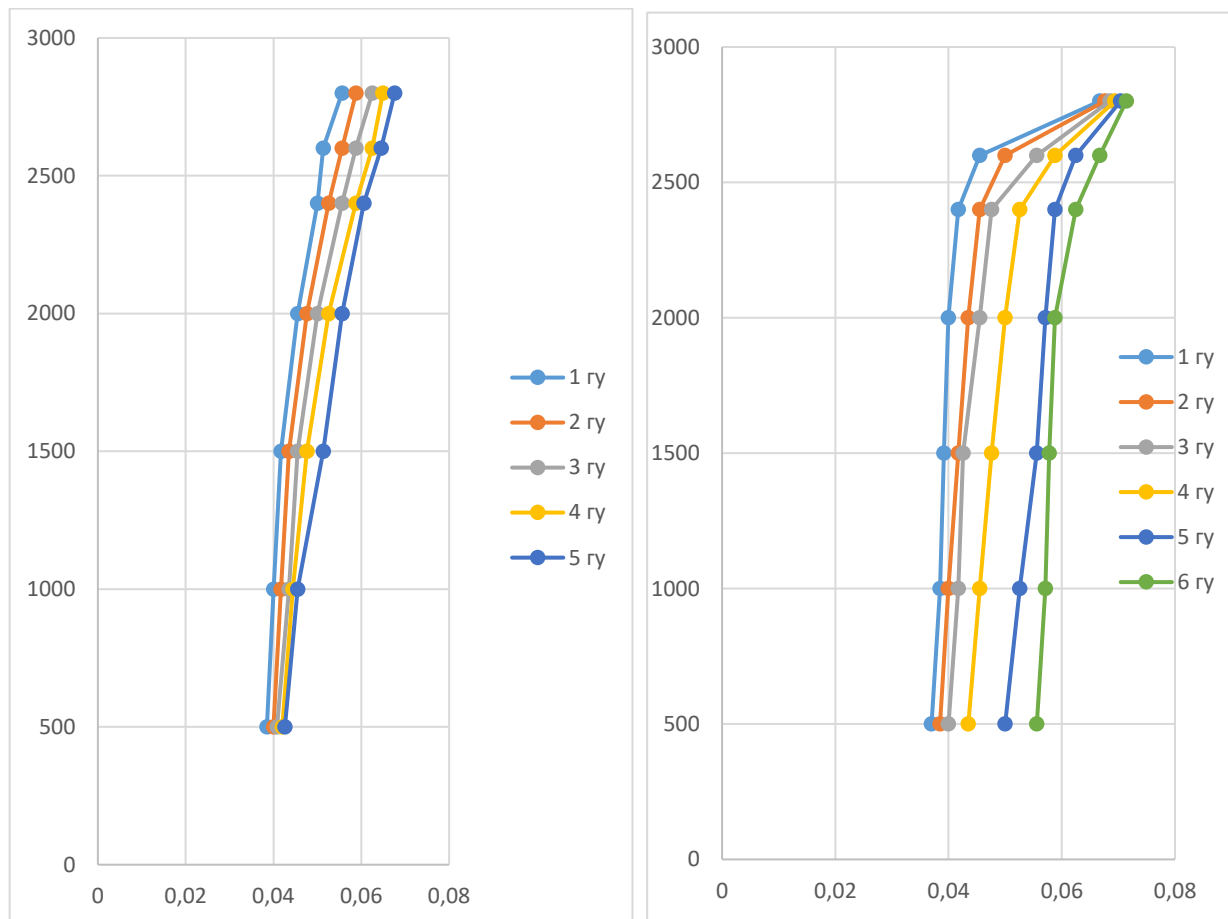


График 1 и 2. Зависимость частоты колебания от пригруза при различных граничных условиях

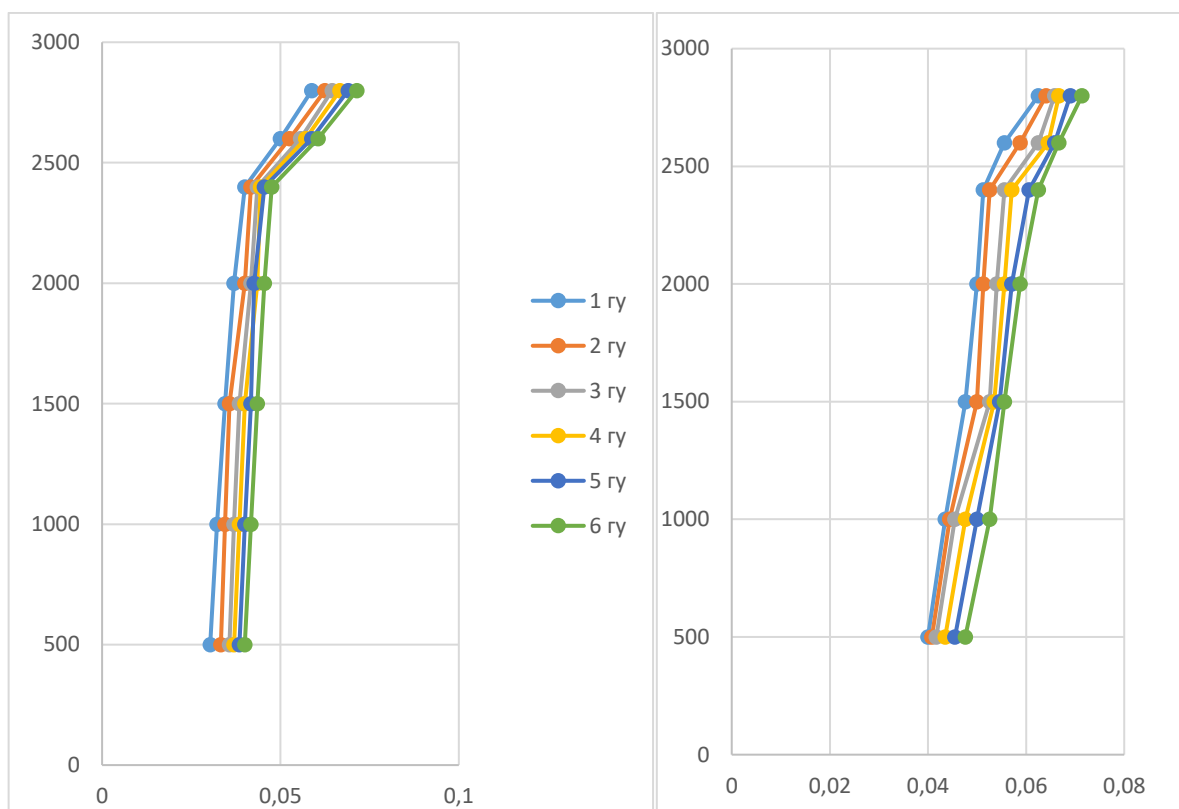


График 3 и 4. Зависимость частоты колебания от пригрузки при различных граничных условиях

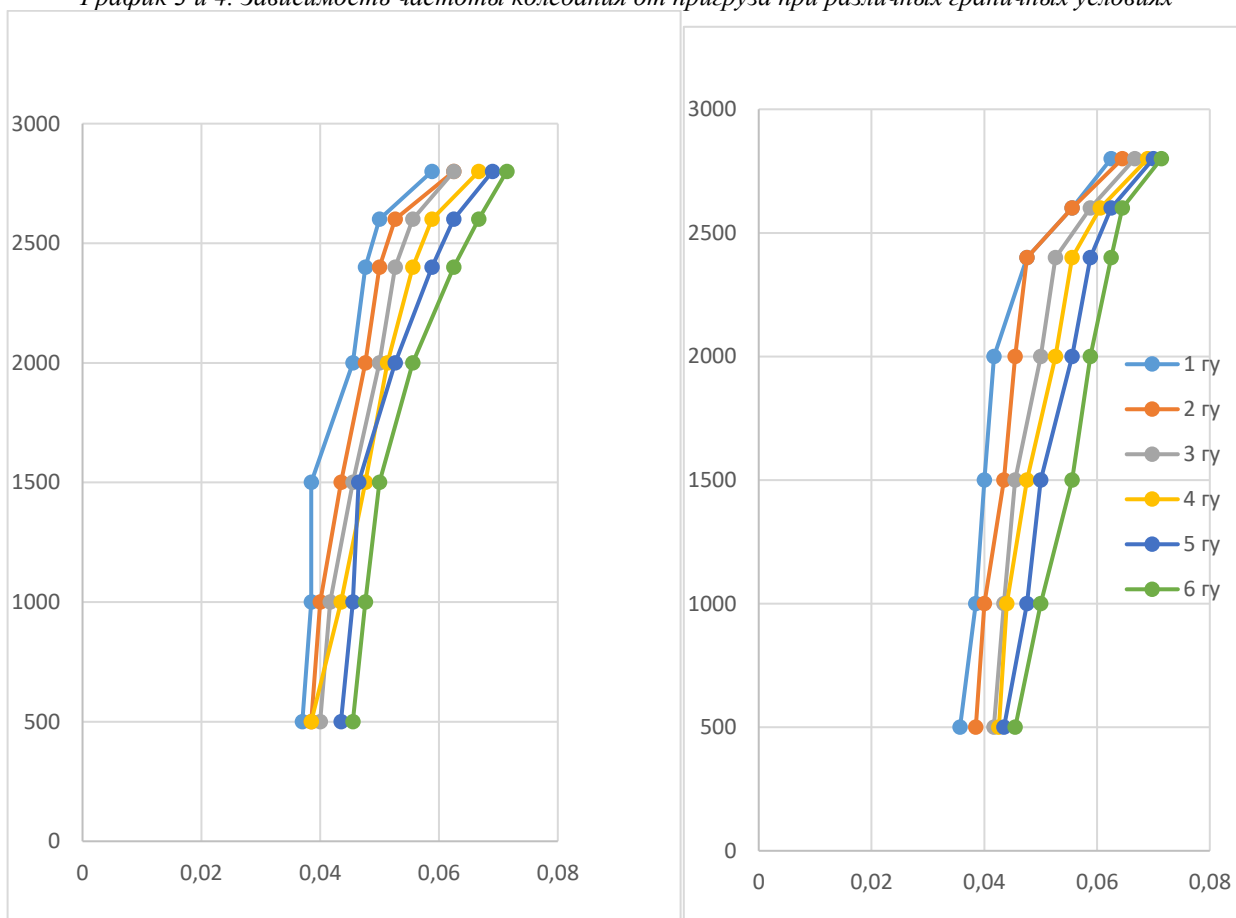


График 5 и 6. Зависимость частоты колебания от пригрузки при различных граничных условиях

Обсуждение

С целью выявления особенностей работы неразрезных оболочек положительной гауссовой кривизны при совместном действии статических и динамических нагрузок проводились экспериментальные исследования на малоразмерных квадратных и прямоугольных моделях, изготовленных из железобетона и армоцемента. Для этого необходимо было решить следующие задачи:

- разработать методику испытания неразрезных оболочек на действие динамических нагрузок с учётом статического пригруза;
- экспериментально определить динамические параметры оболочек при различных граничных условиях;
- исследовать влияние статического пригруза на динамические параметры неразрезных пологих оболочек [3].

Если внешним воздействием нарушить равновесие колебательной системы и затем прекратить это воздействие, она начнет совершать колебания относительно первоначального положения равновесия. Такие колебания называются свободными. Свободные колебания зависят от внутренних характеристик системы и от начальных условий (смещений, скоростей, ускорений) в момент снятия внешнего воздействия [4].

Выводы:

Как видно из вышеприведенных графиков, собственные колебания находятся в пределах 0,03-0,07 Гц. Граничные условия влияют на собственные колебания МНО-2, т.е. чем больше краев оболочки заземлены, тем больше частоты колебания оболочки.

Первые трещины в модели появились на 8 этапе при нагрузке 16 кН/м² ($q/q_p=0,57$) в угловых зонах от главных растягивающих напряжений. На 12 этапе ($q/q_p=0,86$) появились контурные трещины, отделяющие плиту поля от бортовых элементов. Общее разрушение конструкции произошло по известной шатровой схеме излома при нагрузке 28 кН/м².

Литература

1. Д.Н. Низомов, Я.Ш. Исаков. Колебания оболочек с различными граничными условиями при действии мгновенного импульса. Доклады Академии наук Таджикской ССР, 1976. Том XIX, №10, стр. 52-56.
2. Д. Низомов. Численное решение динамических задач по расчету пологих оболочек. Известия АН Таджикской ССР. Отделение физико-математических, химических и геологических наук, №1 (103), 1987, стр. 74-76.
3. О.Р. Нуманов. Исследование динамических параметров неразрезных пологих оболочек. Монография. Типография ТТУ. Душанбе 2022 г., 118 стр.
4. Р.А. Шакирзянов, Ф.Р. Шакирзянов. Динамика и устойчивость сооружений. Учебное пособие. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Казань 2015 г.-120 стр.

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

TJ	RU	EN
Низомов Чаҳонгир Низомович Д.и.техникӣ, профессор, аъзо- корр. АМИТ	Низомов Джаҳонгир Низомович д.т.н., профессор, чл.-корр. НАНТ	Nizomov Jahongir Nizomovich Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the NAAT
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	TTU named after Academician M.S/Osimi
tiees@mail.ru		
ORCID Id		
TJ	RU	EN
Нуманов Олим Раҳимович Н.и.техникӣ, дотсент	Нуманов Олим Раҳимович к.т.н., доцент	Numanov Olim Rahimovich 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
nor5@mail.ru		
ORCID Id 0000-0001-6382-8823		

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 IMRAD¹ 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:

¹ 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,

Title²

Ташкилот, Организация, Organization

e-mail

ORCID³ Id

Телефон

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ
(CONFLICT OF INTEREST)

Конфликт интересов — это любые отношения или сферы интересов, которые могли бы прямо или косвенно повлиять на вашу работу или сделать её предвзятой.

Пример:

1. Конфликт интересов: Автор Х.Х.Х. Владеет акциями Компании 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.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД
АВТОРОВ (AUTHOR
CONTRIBUTIONS).

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).

Пример данного раздела:

1. Авторы A1, A2 и A3 придумали и разработали эксперимент, авторы A4 и A5 провели теоретические исследования. 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)

Если авторы в конце статьи выражают благодарность или указывают источник финансовой поддержки при выполнении научной работы, то необходимо эту информацию продублировать на английском языке.

ФИНАНСИРОВАНИЕ
РАБОТЫ (FUNDING)

Информация о грантах и любой другой финансовой поддержке исследований. Просим не использовать в этом разделе сокращенные названия институтов и спонсирующих организаций.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ИНФОРМАЦИЯ
(ADDITIONAL
INFORMATION)

В этом разделе могут быть помещены:

Нестандартные ссылки. Например, материалы, которые по каким-то причинам не могут быть опубликованы, но могут быть предоставлены авторами по запросу. Дополнительные ссылки на профили авторов (например, ORCID). Названия торговых марок на иностранных языках, которые необходимы для понимания статьи или ссылки на них.

Особые сообщения об источнике оригинала статьи (если статья публикуется в переводе).

Информация о связанных со статьей, но не опубликованных ранее докладах на конференциях и семинарах.

² Title can be chosen from: master student, Phd candidate, assistant professor, senior lecture, associate professor, full professor

³ 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 подрисуночную подпись, в которой дается объяснение всех его элементов. Кривые на рисунках нумеруются арабскими цифрами и комментируются в подписях к рисункам.	Заголовки таблиц и подрисуночные 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 подрисуночном 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 ⁴	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 ⁵ , организации ⁶ , заголовки и реферат ⁷ и ключевые слова ⁸ 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).

⁴ Универсальная десятичная классификация (УДК) — система классификации информации, широко используется во всем 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/>

⁵ 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.

⁶ Название организации в английском переводе должно соответствовать официальному, указанному на сайте организации. Непереводимые на английский язык наименования организаций даются в транслитерированном варианте.

⁷ 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.

⁸ 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:	М.М. Якубова
Мухаррири матни тоҷикӣ:	Муаллифон
Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ:	Ф.М. Раҳимов
Редактор русского текста:	М.М. Якубова
Редактор таджикского текста:	Авторская редакция
Компьютерный дизайн и верстка:	Ф.М. Рахимов

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Раҷабовҳо, 10^А
Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Ражабовых, 10^А

Ба чоп 10.10.2022 имзо шуд. Ба матбаа 17.10.2022 супорида шуд.
Чопи офсетӣ. Қоғози 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