

ISSN 2520-2227

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Бахши Таҳқиқотҳои муҳандисӣ

4 (64) 2023



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Серия: Инженерные исследования

POLYTECHNIC BULLETIN
Series: Engineering studies

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ БАХШИ ТАҶҚИҚОТҶОИ МУҶАНДИСИ

ISSN
2520-2227

4(64)
2023



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
Индекс обуна 77762

РАВИЯИ ИЛМИИ МАҶАЛЛА	НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЖУРНАЛА	SCIENTIFIC DIRECTION
05.14.00 Энергетика 05.16.00 Металлургия ва маводшиносӣ 05.17.00 Технологияи кимиёвӣ 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 Academics Radjabovs, 10A Tel.: (+992 37) 227-04-67

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
СЕРИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

POLYTECHNIC BULLETIN
SERIES: ENGINEERING STUDIES

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ

САРДАБИР

Қ.Қ. ДАВЛАТЗОДА

доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор

Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА

н.и.т., дотсент, муовини сармуҳаррир

Ш.А. БОЗОРОВ

н.и.т., дотсент, муовини сармуҳаррир

АЪЗОЁН

А.И. СИДОРОВ

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

А.Г. ФИШОВ

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

З.Ш. ЮЛДАШЕВ

д.и.т., дотсент

Л.С. КАСОБОВ

н.и.т., дотсент

А.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. ҲАҚДОД

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. профессора

А. Г. ГИЯСОВ

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

Н.Н. ҲАСАНОВ

доктори меъморӣ, и.в. профессор

Р.С. МУҚИМОВ

доктори меъморӣ, профессор

Ҷ.Ҳ. САИДЗОДА

доктори илмҳои техникӣ, профессор

Р.Ҳ. РАСУЛОВ

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

Н.М. ҲАСАНОВ

д.и.т., дотсент

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

К.К. ДАВЛАТЗОДА

д.э.н., профессор

Р.Т. АБДУЛЛОЗОДА

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

Ш.А. БОЗОРОВ

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

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

А.И. СИДОРОВ

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

А.Г. ФИШОВ

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

З.Ш. ЮЛДАШЕВ

д.т.н., доцент

Л.С. КАСОБОВ

к.т.н., доцент

А.К. КИРГИЗОВ

к.т.н., 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. ҲАҚДОД

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

Дж.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. МУҚИМОВ

доктор архитектуры, профессор

Дж.Х. САИДЗОДА

д.т.н., профессор

Р.Ҳ. РАСУЛОВ

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

Н.М. ҲАСАНОВ

д.т.н., доцент

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

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

МУНДАРИҶА – ОГЛАВЛЕНИЕ

ЭНЕРГЕТИКА - ENERGY	5
<i><u>ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН.....</u></i>	<i><u>5</u></i>
Р.Х. Диёров ¹ , Д.Д. Алижанов ² , Ф.К. Шарипов ¹ , О.М. Сайфуллоева ¹ , А.З. Рахматулоев ³	5
<i><u>ТАДҚИҚОТИ САМАРАНОКИИ ИСТИФОДАБАРИИ ШИДДАТИ НОМИНАЛИИ 20 КВ ДАР ШАБАКАҲОИ ЭЛЕКТРИКИИ ТАҚСИМОТИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН.....</u></i>	<i><u>11</u></i>
Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Х.С. Саидзода, Б.С. Ҷамолзода, С.Р. Ниёзӣ.....	11
<i><u>ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ.....</u></i>	<i><u>18</u></i>
Б.Н. Шарифов.....	18
<i><u>ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АВТОНОМНЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН</u></i>	<i><u>23</u></i>
Х.С. Саидзода, Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Б.С. Ҷамолзода, С.Р. Ниёзи	23
<i><u>ОЦЕНКА ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ ЭЭС ТАДЖИКИСТАНА НА ОСНОВЕ МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ</u></i>	<i><u>31</u></i>
Л.С. Касобов ¹ , З.С. Эшов ²	31
<i><u>ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОГОРЬЯ НА ГЕНЕРИРУЕМУЮ МОЩНОСТЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....</u></i>	<i><u>38</u></i>
А.Д. Ахророва ¹ , З.С. Ганиев ²	38
<i><u>БАҲОДИҲӢ ВА ЧЕНКУНИИ БУЗУРГИИ МУҚОВИМАТИ ХОСИ ХОК ДАР ҲУДУДИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ</u></i>	<i><u>46</u></i>
Б.С. Ҷамолзода, Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Х.С. Саидзода, С.Р. Ниёзӣ.....	46
МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАВОДШИНОСӢ - МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ - METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE.....	50
<i><u>ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МАЛОИЗУЧЕННЫХ СИСТЕМАХ ЗОЛОТА С НЕКОТОРЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ</u></i>	<i><u>50</u></i>
Т.Д. Джураев, Б.М. Мирзоева, Ф.К. Рахимов, Э.Р. Газизова.....	50
<i><u>ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОВЕДЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ ПРИ ЛИКВАЦИОННОМ РАФИНИРОВАНИИ КАЛЬЦИЯ.....</u></i>	<i><u>54</u></i>
Т.Д. Джураев ¹ , С.И. Муродов ² , Ф.К. Рахимов ¹ , Э.Р. Газизова ¹	54
ТЕХНОЛОГИИ КИМИЁВӢ - ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ - CHEMICAL TECHNOLOGY	59
<i><u>СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНА НА БИТУМЕ С МИНЕРАЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ РАЗНОГО СОСТАВА</u></i>	<i><u>59</u></i>
¹ Дж.З. Тошов, ² А. Шарифов, ¹ Ф.Б. Шарипов, ³ З.А. Гозиев, ⁴ Д.С. Неъматзода	59
НАҚЛИЁТ - ТРАНСПОРТ - TRANSPORT	63
<i><u>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ УПЛОТНЕНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ</u></i>	<i><u>63</u></i>
К.З. Тиллоев ¹ , С.В. Кондаков ² , Д.А. Шарифов ¹ , Дж.Р. Хасанов ³	63
<i><u>УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВАДС</u></i>	<i><u>70</u></i>
Р.Х. Саидзода, А.М. Умирзоков	70
<i><u>ЭЛЕКТРОМОБИЛҲО: БАРТАРӢ, МУШКИЛОТ ВА ОЯНДАӢ РУШД.....</u></i>	<i><u>77</u></i>
З.М. Воҳидов, М.А. Абдулло	77
<i><u>ТАҲЛИЛИ ҲОЛАТИ КУНУНИИ ХИЗМАТРАСОНИҲОИ НАҚЛИЁТИЮ ЛОГИСТИКӢ, МУШКИЛИҲО ВА ДУРНАМОӢ РУШДИ ОНҲО.....</u></i>	<i><u>81</u></i>
Ф.Н. Низомзода, Ш.К. Шодиев	81

<u>КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ СИСТЕМО - ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ВАДС.....</u>	86
Р.Х. Саидзода, А.М. Умирзоков	86
СОХТМОН ВА МЕЪМОРӢ - СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА - CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE.....	93
<u>ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЗДАНИЯ</u>	93
И.И. Нигматов	93
<u>АРХИТЕКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПОСТРОЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ В ГОРОДЕ ДУШАНБЕ</u>	97
Ш.И. Рахматуллозода	97
<u>СПОСОБЫ ПРОХОДКИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В ЗОНАХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ РАЗРЫВОВ РОГУНСКОЙ ГЭС</u>	103
Н.М. Хасанов ¹ , М.Х. Саидов ² , М.Х. Мехрубонов ²	103
<u>КОМПОЗИТСИЯИ МЕЪМОРИИ БИНОӢОИ МАРКАЗӢОИ ИЧТИМОӢ</u>	111
Н.Н. Ӣасанов ¹ , О.Ӣ. Амирзода ² , Ф.Н. Ӣасанов ²	111
<u>ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА МАГНЕЗИАЛЬНО-КАРНАЛЛИТОВУЮ СМЕСЬ</u>	116
А.А. Акрамов	116
<u>ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КОНТРОЛЬНОЙ</u>	120
<u>ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРОЙ ДЛЯ СТ-4 РОГУНСКОЙ ГЭС.....</u>	120
Н.М. Хасанов ¹ , М.Х. Саидов, М.Н. Хасанов	120
<u>ТАЪСИРИ ӢАЛЛИ ӢАЧМИВУ ТАРӢИИ БИНОӢО БА ЭНЕРГИЯСАМАРАНОКИИ ОНӢО</u>	128
Н.Н. Ӣасанов ¹ , Ф.Н. Ӣасанов ²	128
<u>ТАЪСИРИ СЕЙСМИКИИ ТАРКИШӢО БА ИНШООТИ ГИДРОТЕХНИКӢ</u>	133
А.М. Алимардонов, М.С. Ситамов, С.А. Саидов.....	133
<u>ПОВТОРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ НА ЛИНЕЙНО-УГЛОВЫХ СЕТЯХ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ СОВРЕМЕННЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ.....</u>	138
Э.Х. Кодиров, Н.М. Хасанов	138
<u>ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ИЗОТРОПНЫХ ПЛИТ</u>	142
<u>МЕТОДОМ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ.....</u>	142
Дж.Н. Низомов, Б. Турсунов	142

УДК 621.548

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Р.Х. Диёров¹, Д.Д. Алижанов², Ф.К. Шарипов¹, О.М. Сайфуллоева¹, А.З. Рахматулов³

¹Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

²Андижанский машиностроительный институт, Республика Узбекистан

³ОАО «Распределительные электрические сети в городе Бохтар»

Данная статья посвящается национальной стратегии развития Таджикистана до 2030 года, в которой предусматривается дополнительное получение более 500 млн. кВт в час в год за счет возобновляемых источников энергии и применения энергоэффективных технологий. В статье рассмотрен один из способов увеличения выработки электроэнергии за счёт освоения ветроэнергетического потенциала Согдийской области РТ. Был произведен обзор и анализ ветроэнергетического потенциала Согдийской области. На основе полученных материалов предложена наиболее подходящая ветротурбина.

Ключевые слова: *деханско-фермерские хозяйства, ветроэнергетический потенциал, ветроустановка, возобновляемые источники энергии, скорость ветра, ветротурбина.*

ИҚТИДОРИ ЭНЕРГЕТИКАИ БОДИИ ВИЛОЯТИ СУҒДИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Р.Х. Диёров, Д.Д. Алижанов, Ф.К. Шарипов, О.М. Сайфуллоева, А.З. Рахматулов

Мақолаи мазкур ба Стратегияи миллии рушди Тоҷикистон то соли 2030 бахшида шудааст, ки дар он беш аз 500 миллион кВт/соат истихроҷи иловагӣ дар як сол аз ҳисоби манбаъҳои барқароршавандаи энергия ва истифодаи технологияҳои каммасраф пешбинӣ шудааст. Дар мақола яке аз роҳҳои афзоиши тавлиди нерӯи барқ тавассути азхудкунии нерӯи шамоли вилояти Суғди Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ мешавад. Таҳлили иқтисодии энергетикӣ бо истифодаи маълумоти Вилояти Суғд сурат мегирад. Дар асоси маълумотҳои ба даст овардашуда турбинаи бодии мувофиқ ба Вилояти Суғд пешниҳод карда шуд.

Калимаҳои калидӣ: *хоҷагиҳои деҳқонӣ-фермерӣ, иқтисоди энергетикаи бодӣ, дастгоҳҳои бодӣ, манбаъҳои барқароршавандаи энергия, суръати бод, турбинаи бодӣ.*

WIND POWER POTENTIAL OF THE SUGD REGION OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

R.H. Diyorov, D.D. Alijanov, F.K. Sharipov, O.M. Saifulloeva, A.Z. Rakhmatuloev

A review and analysis of the wind energy potential of the Sugd Region was made. Based on the materials obtained, the most suitable wind turbine was proposed.

Key words: *dekhkan farms, wind energy potential, wind turbine, renewable energy sources, wind speed, wind turbine.*

21 декабря 2021 года Основатель мира и национального единства — Лидер нации, Президент Республики Таджикистан, уважаемый Эмомали Рахмон обратился с традиционным ежегодным посланием к парламенту страны. Глава государства выразил уверенность, что с осуществлением крупных проектов по строительству и реконструкции энергетических объектов в течение 7 будущих лет энергетическая мощность страны будет доведена до 10 тыс. мегаватт, и достигнута одна из стратегических целей государства - полная энергетическая независимость.

С учетом глобального изменения климата и необходимости развития «зеленой энергетики» Правительству страны необходимо до конца 2022 года принять стратегию развития «зеленой экономики» в Республике Таджикистан и обеспечить ее реализацию [7].

Одним из приоритетных направлений развития «зеленой экономики» в Таджикистане является расширение использования возобновляемых источников энергии. Сегодня, правительство, занимается реализацией проектов, направленных на развитие нетрадиционных источников энергии в различных регионах страны, в том числе и в Согдийской области [9].

Согдская область — одна из самых развитых и красивейших областей Таджикистана расположенная в северной части страны с населением 2.8 млн. человек.

Согд образован 10-го ноября 2000 года (ранее 27.10.1939 г. как Ленинабадская). Административным центром Согдийской области является город Худжанд.

Территория Согда составляет 25,4 тыс. км² и расположена на севере Таджикистана (рисунок 1), в горах Тянь-Шаня и Гиссаро-Алая, в то время как северная часть занимает юго-запад Ферганской долины. Западная и северная часть области граничить с Узбекистаном, восточная часть с Киргизией и южная часть с Районами Республиканского подчинения.

Орошаемые земли Согда составляют 286,4 тыс. гектаров что равняется 38% орошаемых земель Таджикистана, богарные земли 2,2 млн. гектаров, сады 50,8 тыс. гектаров, виноградники 11 тыс. га., луга 787 тыс. га., жилищные 10,8 тыс. га., приусадебные 57 тыс. га. и для саженцев 59 га.

Согдийская область одна из богатых территорий республики. Данная область богата полезными ископаемыми, такими как: золото, сурьма, серебро, медь, свинец, вольфрам, ртуть, стронций, цинк, висмут,

олово, железо, молибден, флюорит, уголь, каменная соль и другие полезные ископаемые. Также в данном регионе сильно развита оздоровительная инфраструктура, промышленный сектор, а также аграрный сектор [10].

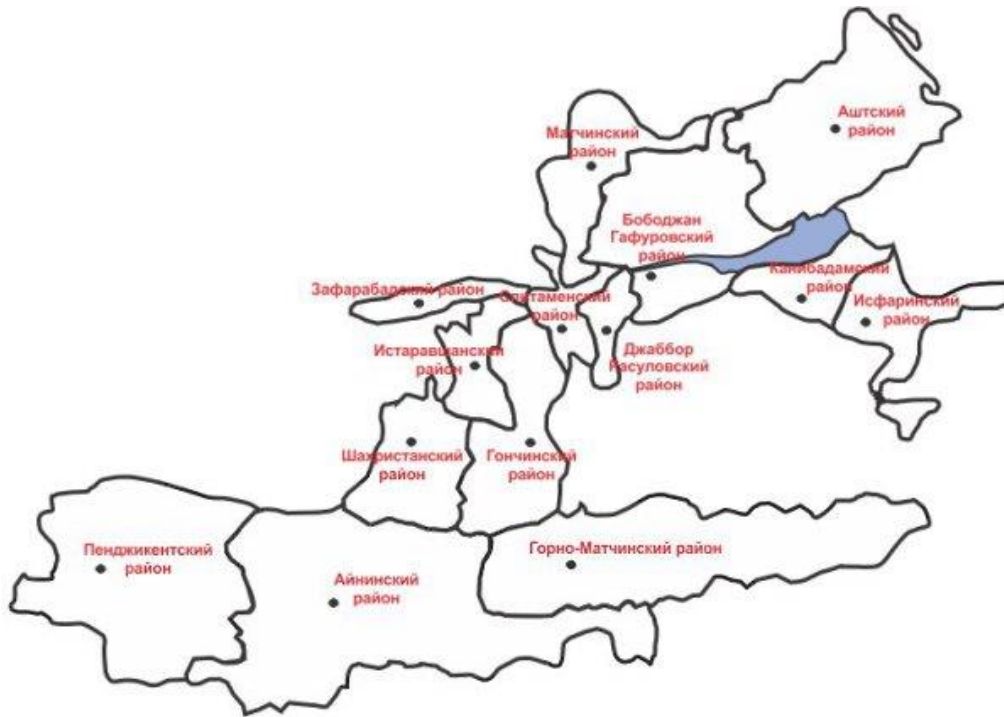


Рисунок 1 – Районы согдийской области

Согдийская область обладает большим потенциалом солнечной и ветровой энергии.

Авторами был произведен анализ ветроэнергетического потенциала за 12 лет 30 населенных пунктов Согдийской области, данные которых приведены в таблице 1. Для более правильного восприятия приведены графики изменения скорости ветра для четырех населенных пунктов: Худжанд, Б. Гафуров, Мехрабад, Палас (рис. 1-4) [1]



Рисунок 1 – График изменения скорости ветра за последние 12 лет в г. Худжанд.



Рисунок 2 – График изменения скорости ветра за последние 12 лет в н.п. Б.Гафуров.

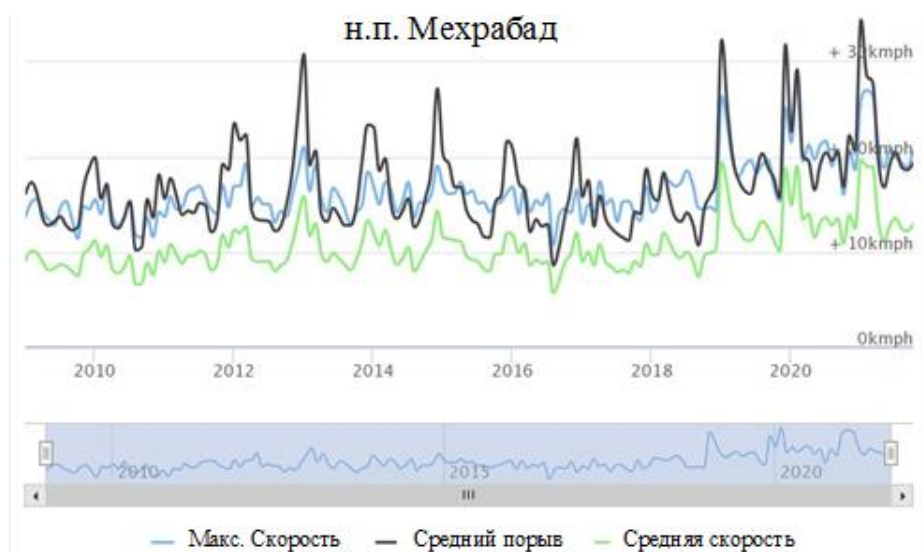


Рисунок 3 – График изменения скорости ветра за последние 12 лет в н.п. Мехрабад.

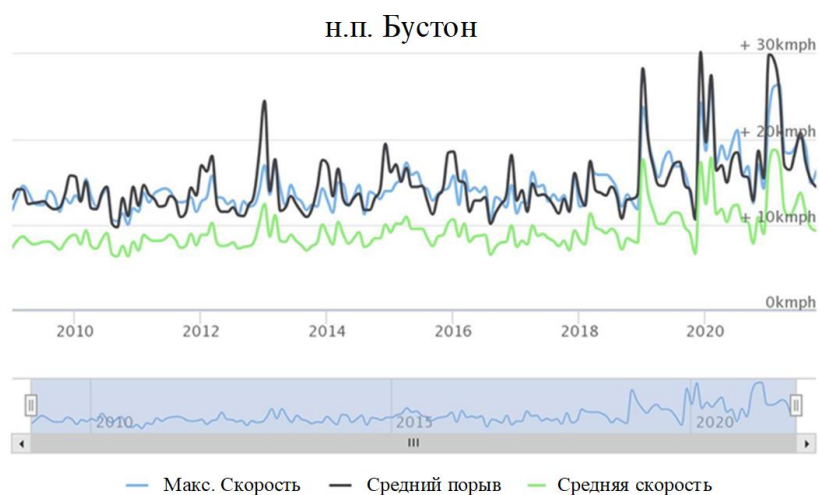


Рисунок 4 – График изменения скорости ветра за последние 12 лет в н.п. Бустон.

На рисунках 1-4 приведены графики трех цветов - зелёный, голубой и черный.

Черным цветом показаны порывы ветра, голубым цветом - максимальная скорость ветра и зеленым цветом - средняя скорость ветра.

На рисунке 5 приведены графики скоростей ветра за год города Худжанд, по которым можно охарактеризовать ветроэнергетический потенциал всей Согдийской области.



Рисунок 5 – График изменения скорости ветра за год в г. Худжанд.

Как видно из графиков (рисунок 5) скорость ветра в данном регионе не постоянная и изменяется в течении года. Рассмотрим график, выделенный зеленым цветом. Как видно из графика средняя скорость ветра достигает свою максимальную скорость, в зимний период, которая составляет около 5,5 м/с и минимальное значение скорости в осенний и весенний периоды, которая составляет около 3,05 м/с. Произведя анализ рисунка 5 можно сделать следующий вывод, что в зимний период когда в отдаленных районах увеличивается потребность в электроэнергии и ее можно полностью или частично обеспечить за счет ветроэлектроэнергии, как из графика зимний период в Согдийской области скорость ветра увеличивается почти в два раза относительно минимальной скорости.

Таблица 1 – Средняя скорость ветра в населенных пунктах Согдийской области.

№	Название населенного пункта	Средняя скорость ветра м/с	Средняя макс. скорость ветра м/с
1	Адрасман	2,28	3,76
2	Айни	2,3	3,32
3	Ашт	2,25	3,72
4	Б. Гафуров	2,9	4,58
5	Бустон	2,5	3,87
6	Ворух	2,46	3,99
7	Зарнисор	2,28	3,76
8	Исфара	2,44	3,97
9	Канибадам	2,42	3,97
10	Кансай	3,04	4,35
11	Куруксой	2,27	3,74
12	Матчоҳ	2,48	3,93
13	Мехрабад	2,9	4,47
14	Нау (тадж. Нов)	2,49	3,88
15	Наугарзан	2,22	3,66
16	Нефтебад	2,43	3,94
17	Нурафшон	2,46	3,95
18	Палас	3,05	4,46
19	Панджакент	2,68	4,1
20	Пахтакорон	2,36	3,77
21	Поймазор	2,28	3,21
22	Полдорак	2,5	3,88
23	Пормин	2,27	3,06
24	Похут	2,31	3,32
25	Табаошар	2,32	3,69
26	Такоб	2,09	3,08

Окончание таблицы 1

27	Уротепа	2,21	3,62
28	Худжанд	2,99	4,57
29	Шахристан	2,03	3,1
30	Шураб	2,44	3,94

Из приведённых графиков и таблицы, можно сделать вывод, что для 10-и районов Согдийской области средняя годовая скорость составляет 2,46 м/с, а средняя максимальная скорость составляет 3,82. В рассматриваемом регионе можно выделить несколько населённых пунктов с более благоприятным ветроэнергетическим потенциалом ветра: г. Худжанд, где среднегодовая скорость ветра составила 2,99 м/с, а среднегодовая максимальная скорость ветра составила 4,57 м/с; н.п. Б. Гафуров средняя годовая скорость ветра составила 2,9 м/с, а среднегодовая максимальная скорость ветра составила 4,48 м/с; н.п. Мехрабад средняя годовая скорость ветра составила 2,9 м/с, а среднегодовая максимальная скорость ветра составила 4,47 м/с; н.п. В Палас среднегодовая скорость ветра составила 3,05 м/с, а среднегодовая максимальная скорость ветра составила 4,46 м/с.

Проанализировав графики и таблицу, разобьем условно Согдийскую область на три части, по среднегодовой скорости ветра:

- менее 2 м/с, в Согдийской области не были выявлены;
- от 2 до 5 м/с, относятся все районы Согдийской области;
- более 5 м/с в Согдийской области не были выявлены.

Из таблицы 1 видно, что даже средняя максимальная скорость ветра не превышает 5 м/с.

На основе полученных результатов можно рекомендовать ветроэнергетические установки наиболее оптимальные для Согдийской области [2,3,4,5].

Из проведенного анализа, было выявлено, что ветроэнергетический потенциал распределен не равномерно по территории рассматриваемого региона, это связано с разнообразием рельефа, а также среднегодовая скорость ветра изменяется диапазоне от 2 м/с до 4 м/с.

Наиболее распространённые ветроэнергетические установки – лопастные агрегаты с горизонтальным расположением оси и в зависимости от скорости ветра разделяются на двух, трех и многолопастные турбины рисунок 6.

Ветроэнергетические установки с тремя лопастями и горизонтальным расположением оси, которые наиболее распространены в мире (рисунок 6 б), не подходят для Согдийской области, т.к. рабочие скорости ветра данного типа ветротурбин изменяется в диапазоне от 8 до 15 м/с, а стартовая скорость ветра ветротурбин составляет 2,5-4 м/с [2-5].

Для данного региона наиболее подходящие многолопастные ветротурбины (рисунок 6 в). Минимальная рабочая скорость ветра данных ветротурбин составляет 0,5-1,5 м/с, номинальную мощность можно получить при скорости ветра 3-4 м/с [6].

Многолопастные ветротурбины способны преобразовать в полезную работу очень слабые потоки воздуха.



а) б) в)
Рисунок 6 – Основные ветроэнергетические установки

ВЫВОД

Проведя обзор и анализ населенных пунктов Согдийской области, можно сделать следующий вывод, что среднегодовая скорость по всем рассмотренным районам составила 2,47 м/с, а среднегодовая максимальная скорость составляет 3,78 м/с. В рассматриваемом регионе можно выделить несколько населенных пунктов с наиболее благоприятными скоростями ветра г. Худжанд, н.п. Б. Гафуров, н.п. Кансай, н.п. Палас, н.п. Мехрабад.

В данных регионах необходимо применять многолопастные ветротурбины, т.к. минимальная рабочая скорость ветра данных турбин составляет 0,5-1,5 м/с, а номинальную мощность можно получить при скорости ветра 3-4 м/с [11-13].

Рецензент: Джураев Ш. Дж. – к.т.н., ст. преподаватель филиала ННУ МЭМ в г. Душанбе

ЛИТЕРАТУРА

1. World Weather API and Weather Forecast [Электронный ресурс] Режим доступа: URL. <https://www.worldweatheronline.com> (дата обращения 05.06.2023).
2. Ветрогенераторы [Электронный ресурс] Режим доступа: URL. <http://vetronet.com> (дата обращения 05.06.2023).
3. Кувинов В.В., Морозова Н.В., Софийский И.Ю. Энергетические установки на основе возобновляемых источников энергии. Учебное пособие. – Севастопольский государственный университет, Институт ядерной энергии и промышленности: «Спутник», 2018. – 276 с.
4. Андрианов В.Н., Быстрицкий Д.Н., Вашкевич К.П., Секторов В.Р. Ветроэлектрические станции. Москва-Ленинград, Государственное энергетическое издательство, 1960. – 320 с.
5. Mario Alejandro Rosato. Small Wind Turbines for Electricity and Irrigation Design and Construction. 2019 by Taylor & Francis Group, LLC.
6. Почанин Ю.С. «Монтаж и сервис оборудования по использованию возобновляемых источников энергии. Том 3. Монтаж и сервис ветроустановок» 2020. – 230 с.
7. Пресс служба Президента Таджикистана [Электронный ресурс] Режим доступа: URL. www.prezident.tj (дата обращения 05.06.2023).
8. Орхус центры Таджикистана [Электронный ресурс] Режим доступа: URL. www.aarhus.tj (дата обращения 05.06.2023).
9. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс] Режим доступа: URL. <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения 05.06.2023).
10. Официальный сайт Согдской области [Электронный ресурс] Режим доступа: URL. <https://life.ansor.info/sogd-oblast-tajikistan/> (дата обращения 05.06.2023).
11. Диёров Р.Х. Ветроэнергетический потенциал юго-западной части Республики Таджикистан. //Диёров Р.Х./ КИШОВАРЗ. Теоретический и научно-практический журнал. №1 – 2022. С. 77-83.
12. Диёров Р.Х. Ветроэнергетический потенциал Хатлонской области Республики Таджикистан. //Диёров Р.Х., Сайфуллоева О.М., Шарипов Ф.К.// Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №1 (57) – 2022, С. 12-18.
13. Диёров Р.Х. Ветроэнергетический потенциал районов республиканского подчинения Республики Таджикистан. //Диёров Р.Х.// Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №2 (58) – 2022, С. 11-17.

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

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 академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
diyorzoda@gmail.com		
TJ	RU	EN
Алижанов Донёрбек Дилшодович доктор PhD Андижанского машиностроительного института, Республика Узбекистан.	Алижанов Донёрбек Дилшодович доктор PhD Андижанского машиностроительного института, Республика Узбекистан.	Alijanov Donyorbek Dilshodovich doctor PhD Andijan machine-building institute, Republic of Uzbekistan
dom.al@mail.ru		
TJ	RU	EN
Шарипов Фаридун Куваталиевич докторант PhD ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	Шарипов Фаридун Куваталиевич докторант PhD ТТУ имени академика М.С. Осими	Sharipov Faridun Kuvatalievich doctoral student PhD TTU named after Academician M.S.Osimi
beha-90@mail.ru		
TJ	RU	EN
Сайфуллоева Олуфтами Мируллоевна ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	Сайфуллоева Олуфтами Мируллоевна ТТУ имени академика М.С. Осими	Sayfulloeva Oluftamo Mirulloevna TTU named after Academician M.S.Osimi
TJ	RU	EN
Раҳматулов Ашуралӣ Зокирович н.и.т.	Раҳматулов Ашуралӣ Зокирович к.т.н.	Rakhmatuloev Ashuraly Zokirovich Candidate of technical sciences
ҶСК «Шабақҳои тақсими барқ дар шаҳри Бохтар	ОАО «Распределительные электрические сети в городе Бохтар»	OJSC "Distribution Electric Networks in the City of Bokhtar"

УДК 621.311

ТАДҚИҚОТИ САМАРАНОКИИ ИСТИФОДАБАРИИ ШИДДАТИ НОМИНАЛИИ 20 КВ ДАР ШАБАКАҲОИ ЭЛЕКТРИКИИ ТАҚСИМОТИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Х.С. Саидзода, Б.С. Ҷамолзода, С.Р. Ниёзӣ

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар ин кор барои муайян кардани имконияти истифодаи шиддати 20 кВ ҳамчун шиддати номиналии шабакаҳои тақсимоти системаи электрикии Тоҷикистон ва арзёбии самаранокии истифодаи он тадқиқот гузаронида шуд. Маълум аст, ки бо зиёд шудани шиддат талафоти тавоноӣ ва шиддат одатан кам шуда, қобилияти гузарониши элементҳои шабакаҳои электрикӣ бошад афзоиш меёбанд. Вале имконияти ба дараҷаи балантари шиддати номиналӣ гузаронидани шабакаҳои электрикӣ ва ҳисоби самаранокии он дар ҳудуди кишварамон бо назардошти шароити вучуддошта то имрӯз зери тадқиқот қарор дода нашудааст. Дар таҷрибаи ҷаҳонӣ системаҳои электрикӣ мавҷуданд, ки дар онҳо шабакаҳои электрикии шиддати номиналиашон 20 кВ бомуваффақият мавриди истифода қарор доранд. Бинобар ин, бо назардошти таҷрибаи ҷаҳонӣ истифодабарии шабакаҳои электрикии шиддаташон 20 кВ, интизор шудан мумкин аст, ки истифодаи онҳо одатан боиси кам шудани талафоти энергияи электрикӣ, зиёд шудани қобилияти гузарониши хати интиқол, кам шудани сарфи металлҳои ранга, зиёд кардани радиуси хизматрасонии зернеругоҳҳои трансформаторӣ ва кам шудани ҷараёнҳои расиши кӯтоҳ мегардад.

Калидвожаҳо: шабакаҳои тақсимотӣ, шиддати номиналӣ, қобилияти гузарониши, талафоти тавоноӣ, талафоти энергияи электрикӣ, талафоти шиддат, сарфаи энергия.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОМИНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ 20 КВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Х.С. Саидзода, Б.С. Ҷамолзода, С.Р. Ниёзӣ

В данной работе было проведено исследование, в рамках которого пытались определить возможности применения напряжения 20 кВ в качестве номинального напряжения распределительных сетей электрической системы Таджикистана и оценить эффективность его применения. Известно, что с повышением напряжения, как правило уменьшаются потери мощности и напряжения, а также повышаются пропускная способность элементов электрических сетей. Однако, возможности перевода электрических сетей на более высокий уровень номинального напряжения, а уж тем более оценка его эффективности на территории страны с учетом существующих условий не были исследованы до сегодняшнего дня. В мировой практике часто встречаются такие электрические системы, в которых успешно эксплуатируются электрические сети с номинальным напряжением 20 кВ. Поэтому с учетом многолетнего опыта эксплуатации электрических сетей напряжением 20 кВ можно ожидать, что их применение, как правило приводит к снижению потерь электрической энергии, увеличению пропускной способности линий, уменьшению расхода цветного металла, увеличению дальности обслуживания трансформаторных подстанций и снижению уровня токов короткого замыкания и др.

Ключевые слова: распределительная сеть, номинальное напряжение, пропускная способность, потери мощности, потери электроэнергии, потери напряжения, энергосбережение.

RESEARCH ON THE EFFECTIVENESS OF APPLYING 20 KV NOMINAL VOLTAGE IN ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORKS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

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

In this work, a study was conducted to determine the possibility of using a voltage of 20 kV as the nominal voltage of the distribution networks of the electrical system of Tajikistan and evaluate the effectiveness of its use. It is known that with increasing voltage, power and voltage losses usually decrease, and the throughput of electrical network elements also increases. However, the possibility of transferring electrical networks to a higher level of rated voltage, and even more so assessing its efficiency on the territory of the country, considering existing conditions, have not been explored until today. In world practice, there are often electrical systems in which electrical networks with a rated voltage of 20 kV are successfully operated. Therefore, considering many years of experience in operating electrical networks with a voltage of 20 kV, it can be expected that their use usually leads to a reduction in electrical energy losses, an increase in line capacity, a reduction in non-ferrous metal consumption, an increase in the service range of transformer substations and a decrease in the level of short-circuit currents, etc.

Key words: distribution network, rated voltage, capacity, power losses, electricity losses, voltage losses, energy saving.

Шабакаҳои тақсимотӣ аз рӯи таъиноташ барои ба масофаҳои кӯтоҳ интиқол додани энергияи электрикӣ аз шинаҳои пастшиддати зернеругоҳҳои ноҳиявӣ (110 - 220 кВ) ба истеъмолкунандагони саноатӣ, шаҳрӣ ва деҳотӣ истифода мешавад. Ба ибораи дигар, ҳадафи асосии онҳо тақсими энергияи электрикӣ байни истеъмолкунандагон аст. Шабакаҳои тақсимоти энергияи электрикии системаи электрикии Тоҷикистон барои таъиноти саноатӣ, шаҳрӣ ва деҳотӣ асосан бо шиддати 6 ва 10 кВ бунёд карда мешаванд. Ҳоло он, ки шиддати 6 кВ тадриҷан (асосан ҳангоми азнавсозӣ) бо шиддати 10 кВ иваз карда мешавад. Шиддати номиналии 10 кВ дар ҳудуди кишвар нисбатан бисёртар паҳншавӣ дорад. Шабакаҳои шиддаташон 6 кВ ҳангоми мавҷудияти бори назарраси муҳаррикҳои электрикии бо шиддати номиналӣ 6 кВ дар корхонаҳо истифода мешаванд [1].

Айни замон дар кишвари мо бисёр иншоотҳои нави саноатӣ, шаҳрӣ ва деҳотӣ сохта мешаванд. Дар баробари ин, инчунин қисман таҷдиди шабакаҳои вучуддоштаи электрикии қисмҳои алоҳидаи системаи электрикӣ гузаронида мешавад. Аён аст, ки хатҳои кабелӣ ва ҳавоии 6 (10) кВ, ки дар аксари корхонаҳои саноатӣ ва шаҳрҳо мавҷуданд, ба афзоиши бори электрикӣ тоб оварда наметавонанд ва дар бисёр ҳолатҳо аз ҷиҳати

ҷисмонӣ фарсуда мешаванд. Дар энергетикаи кишварҳои пешрафта чунин масъала одатан бо роҳи афзоиши шиддати номиналии шабакаҳои электрикӣ ҳал карда мешавад. Ин иқдом имкон медиҳад, ки истифодаи металлҳои ранга ва талафоти энергияи электрикӣ кам карда шавад ва масофаи интиқоли он афзоиш дода шавад.

Кишварҳои пешрафтаи Аврупо дар нимаи дуҷуми асри XX шабакаи электрикии 6-10 кВ – ро ба шиддати номиналии 20 кВ гузарониданд. Масъалан, дар Фаронса интиқоли шабакаҳои электрикии тақсимои 20 кВ ҳанӯз соли 1962 сурат гирифта буд. Имрӯзҳо шабакаҳои электрикии 20 кВ дар Австрия, Олмон, Италия, ИМА, Финляндия, Фаронса ва дигар кишварҳо фаъолона истифода мешаванд [2]. Имрӯзҳо Федератсияи Русия таҷрибаи муайяни истифодаи технологияҳои интиқоли энергияи электрикиро дар шиддати номиналӣ 20 кВ дар шабакаҳои тақсимои барқ дорад.

Таҷрибаи ҷаҳонии истифодаи интиқоли энергияи электрикӣ дар шиддати номиналии 20 кВ бартариҳои асосии зеринро дар муқоиса бо интиқоли энергияи элеткрикии шиддаташ 6-10 кВ [1, 3, 7] муайян мекунад:

- қобилияти бузурги гузарониши энергияи электрикӣ ҳангоми бетағйир будани буриши кундалангии ноқил;
- кам кардани хароҷоти технологияи энергияи электрикӣ барои интиқоли он;
- ҳифзи минтақаҳои муҳофизатии хатҳои интиқоли ҳавой;
- баланд бардоштани эътимоднокии электротаяминкунӣ;
- камкунии бори электрикии олоти тақсимои 6-10 кВ зернеругоҳҳо ва бартарарф намудани норасоии энергияи электрикӣ дар марказҳои таъминотӣ;

Истифодабарии шабакаҳои электрикии шиддати номиналиашон 20 кВ имкон медиҳад, ки аз афзоиши номуносиби масоҳати таҷҳизоти трансформаторӣ канорагирӣ карда шавад.

Шабакаҳои тақсимои 20/0, 4 кВ маҳз дар солҳои ҳаштодум ва навадуми асри гузашта бо сабаби пайдо шудани маводҳои такмилефтаи изолятсионӣ, ки вазни ҳадди ақал ва андозаҳоро бо назардошти самаранокии баланд дар бар мегиранд, рушди босуръат пайдо намуданд. Бояд қайд кард, ки тарҳи кабелҳое, ки дар шабакаҳои 6, 10 ва 20 кВ истифода мешаванд, амалан яххелаанд. Фарқият танҳо дар ғафсии оиқи полиэтиленӣ ва қабати муҳофизатӣ зоҳир мегардад.

Синфи шиддати номиналии 20 кВ барои энергетикаи Тоҷикистон хос нест. Аммо таҷрибаи ночизи истифодаи шабакаҳои тақсимои таъиноти деҳотӣ бо 20 кВ дар кишвари мо вучуд дорад.

Бо мақсади иҷрои фармону супоришҳои Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Пешвои миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ҳангоми сафари қорӣ ба шаҳри Ваҳдат 4 июни соли 2016 Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон дар якҷоягӣ бо агентии Кореяи ҳамкориҳои байналмилалӣ лоиҳаи таъминоти барқро дар Деҳаи Ромит (деҳаҳои Коху, Девдара, Новаки поён, Новаки боло, Пушандоч, Вистон, Дашти мазор, Гускеф, Пичеф). [3]

Дар доираи лоиҳаи мазкур (Соҳтмони шабакаҳои барқӣ дар деҳаи Ромит) агентии Корея оид ба ҳамкориҳои байналмилалӣ бо мақсади таъмини энергетикаи деҳаҳои дар боло зикршуда соҳтмони як зеристгоҳи Ромит 110/20/10 кВ (бо насби трансформатори 10 МВА), соҳтмони тақрибан 500 м хатти интиқоли барқ 110 кВ, 46,75 км хатҳои интиқоли барқ 20 кВ, соҳтмони хатҳои интиқоли барқ 0,4 кВ (15 км). Инчунин дар доираи лоиҳаи зикргардида соҳтмони 9 зернеругоҳи тарсформатории 20/0,4 кВ дар ҳар як деҳаи номбурда бо таҷҳизоти баҳисобгирии энергияи электрикӣ ба роҳ монда шудааст [3].

Тибқи маълумоти Вазорати энергетика Ва захираҳои оби Тоҷикистон дар 3-4 соли охир ба ҳисоби миёна 20 млрд.кВт·соат/сол истеҳсол намуда, тақрибан ҳисоби миёна 18 млрд. кВт·соат/сол истеъмол менамояд. Ва то соли 2030 ба нақша гирифта шудааст, ки истеҳсоли энергияи электрикӣ то 42 кВт·соат/сол зиёд карда шавад, истеъмоли энергияи электрикӣ дар кишвар то он вақт то 29 кВт·соат/сол афзоиш меёбад [3]. Татбиқи чунин пешгӯӣ системаи такмилефтаи энергетикӣ ва шабакаҳои самаранокии энергияи электрикӣ бо сатҳи оптималии талафоти тавоноӣ ва энергияи электрикиро талаб мекунад.

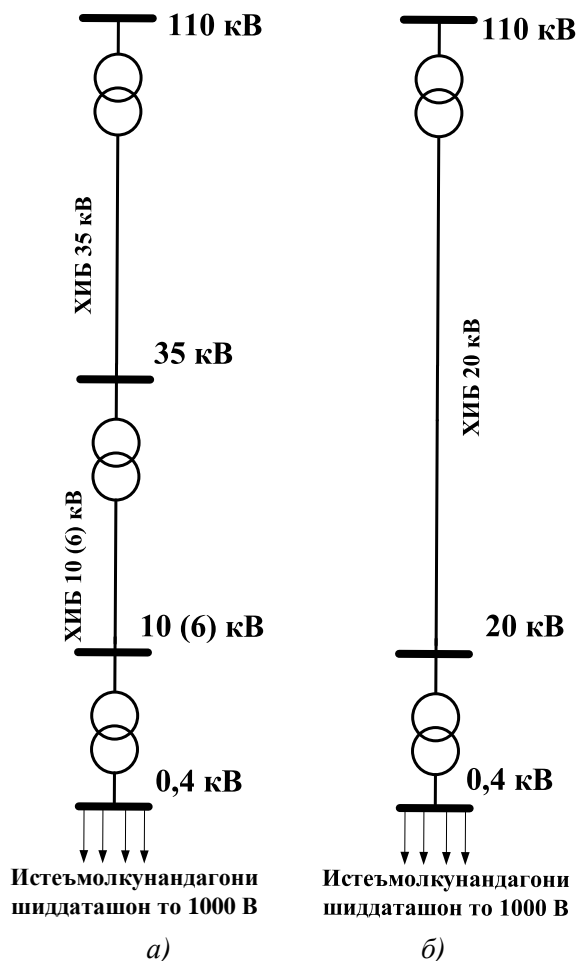
Аммо, қисми зиёди шабакаҳои электрикии кишвар, асосан шабакаҳои тақсимоӣ дар ҳолати на он қадар хуб қарор доранд. Шумораи зиёди элементҳои шабакаҳои электрикӣ дар ҳолати фарсудашуда аз ҷиҳати ҷисмонӣ ва кӯҳна аз ҷиҳати маънавий қарор доранд. Илова бар ин, имрӯз дар системаи энергетикаи кишвар талафоти барзиёди энергияи электрикӣ ва сатҳи автоматикунонии ҳеле паст ба назар мерасад.

Аз ин рӯ, афзоиши бори электрикӣ дар кишвар одатан ба маҳдудияти техникӣ дар шабакаҳои электрикӣ мавҷуда оварда мерасонад. Барои электротаяминкунии борҳои нав метавонем хатҳои интиқоли навро ба тариқи паралели ба хатҳои интиқоли вучуддошта бунёд кунем. Аммо, чунин иқдом на ҳамавақт мушқилоти электротаяминкунии босифати истеъмолкунандагонро ба тариқи зарурӣ ҳал менамояд.

Яке аз роҳҳои ояндадори кам кардани талафоти энергияи электрикӣ дар шабакаи электрикӣ, тавре ки дар боло қайд карда шуд, истифодабарии шиддати номиналии 20 кВ ба ҷои 6 кВ ва 10 кВ мебошад [1].

Истифодаи шабакаҳои 20 кВ дар бисёр кишварҳои пешрафтаи ҷаҳон – ИМА, Фаронса, Олмон, Австрия, Италия, Финляндия ва ғ. таҷрибаи мусбӣ дорад. Дар Русия бошад дар замони ҳозира шиддати 20 кВ танҳо шаҳраки Москва (Москва Сити) мавриди истифода қарор дорад[4].

Бо дарназардошти таҷрибаи кишварҳои пешрафтаи Аврупо, инчунин таҷрибаи бисёрсолаи ташаккулёфтаи бунёди шабакаҳои тақсимотӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, пешниҳод карда мешавад, ки шиддати номиналии шабакаҳои тақсимотӣ аз шиддати номиналии 6 – 10 кВ ба шиддати 20 кВ гузаронида шавад. Илова бар ин, вобаста ба гуфтаҳои дар боло зикршуда, метавонем аз системаи интиқоли чор зинагии тақсимоти энергияи электрикӣ (110-35 – (6) 10-0,4 кВ) ба системаи се зинагӣ (110-20-0,4 кВ), тавре ки дар расми 1 нишон дода шудааст, гузарем [6].



Расми 1 – Мусовараи гузариши шабакаи электрикии 4 зинадор (а) ба шабакаи электрикии 3 зинадор (б)

Барои гузаштан ба бунёди шабакаҳои саноатӣ, шаҳрӣ ё деҳотӣ бо синфи шиддати 20 кВ иҷрои як қатор шартҳои ҳатмӣ зарур мебошад:

- таҳияи стандартҳои нави миллӣ ва қоидаҳои техникӣ;
- таҳияи концепсияи рушди шабакаҳои 20 кВ дар ҳудуди корхонаи саноатӣ ё минтақаи аҳолинишини мушаххас, иҷрои асосноккунии техникӣ-иқтисодии сохтани шабакаҳои электрикӣ;
- мавҷудияти асбобҳои коммутатсионӣ ва дигар элементҳои шабакаҳои электрикии шиддати номиналашон 20 кВ дар бозор.

Вазифаи гузаронидани шабакаҳои электрикӣ ба шиддати номиналии 20 кВ метавонад ба қисмҳои зерин тақсим карда шавад:

1. Гузаронидани шабакаҳои мавҷудаи 6 (10) кВ ба шиддати номиналии 20 кВ

2. Истифодаи шиддати 20 кВ дар сохтмони шабакаҳои нав.

Дар ҳолати умумӣ чунин масъалаҳо асосноккунии техникӣ-иқтисодии варианти интихобшудаи таҷдиди шабакаи мавҷудаи 6 (10) кВ-ро бо гузаронидани он ба шиддати 20 кВ ё варианти сохтмони хатҳои нави интиқоли энергияи электрикӣ шиддаташ 20 кВ талаб мекунад.

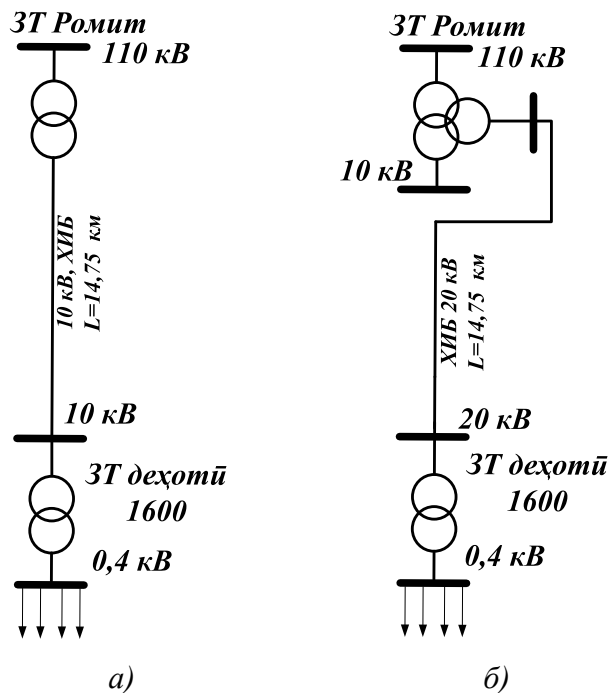
Аксари вақт, чунин вазифаро ҳамчун оптималикунонӣ қабул карда, мақсади асосиаш аз муайян намудани чунин варианти таҷдиди (сохтмони) шабакаи электрикӣ бо арзиши камтарини имконпазири функцияи мақсаднок, ки хароҷоти захираҳоро барои сохтмон ва истифодаи шабакаи электрикӣ инъикос мекунад, иборат мебошад. Ҳамин тариқ хароҷоти тахфифшудаи камшуда

$$Z_0 = \frac{P_{с.м.}}{E_{меѐ.}} + K_{с.м.} - K_{а.б.} \quad (1)$$

дар ин ҷо $E_{меѐ.}$ – меъѐри дисконт; $K_{с.м.}$ – сармоягузори ибтидоии асосӣ ба варианти баррасишавандаи рушди система; $P_{с.м.}$ – хароҷоти солонаи ҷорӣ барои истифодаи шабакаи барқӣ; $K_{а.б.}$ – арзиши барҳамдиҳии (бақияи) таҷҳизот, ки аз байн бурда мешавад.

Дар шабакаи электрикӣ ноҳиявӣ таҳлили муқоисавии талафоти энергияи электрикӣ ҳангоми шиддатҳои 10 ва 20 кВ гузаронида шуда, нишондиҳандаҳои асосии самаранокии истифодаи ҳарду шиддат муайян карда шуданд.

Схемаи қитъаи шабака, ки барои он талафоти энергияи электрикӣ ҳисоб карда шудааст, дар расми 2 оварда шудааст. Зернеругоҳи трансформаторӣ (ЗТ) аз зернеругоҳи пасткунандаи ноҳиявӣ бо шиддати 10 кВ дар ҳолати аввал ва шиддати 20 кВ дар ҳолати дуюм таъмин карда мешавад. Масофа аз зернеругоҳи ноҳиявӣ то зернеругоҳи истеъмолии деҳот 14,75 км ва тавоноии умумии бори 1472 кВА мебошад. Дар ин ҳолат, дар варианти якум трансформатори қуввагӣ 1600 кВА бо шиддати 10/0,4 кВ, ва дар варианти дуюм трансформатори шиддати 20/0,4 кВ насб карда мешаванд.



Расми 2-Схемаи порчаи шабакаи электрикӣ барои муқоиса: а) интиқоли энергия бо шиддати 10 кВ; б) интиқоли энергия бо шиддати 20 кВ.

Барои ҳисоб кардани параметрҳои асосии техникии вариантҳои пешниҳодшуда ифодаҳо ва формулаҳои зарурии математикӣ истифода мешаванд, ки дар зер оварда шудаанд:

Талафоти тавоноии фаъл дар ХИБ

$$\Delta P = I^2 \cdot R = \frac{S^2}{\sqrt{3}U_{ном}^2} \cdot R \quad (2)$$

Талафоти тавоноии реактивӣ дар ХИБ

$$\Delta Q = I^2 \cdot X = \frac{S^2}{\sqrt{3}U_{НОМ}^2} \cdot X \quad (3)$$

Талафоти энергияи электрикии фаъл

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta P \cdot \tau = \left(\frac{S^2}{\sqrt{3}U_{НОМ}^2} \cdot R \right) \cdot \tau \quad (4)$$

Талафоти шиддат дар ХИБ

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_{НОМ}} \quad (5)$$

Чараёни ҳисобии ХИБ

$$I_{\text{ҳат}} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3}U_{НОМ}} = \frac{S}{\sqrt{3}U_{НОМ}} \quad (6)$$

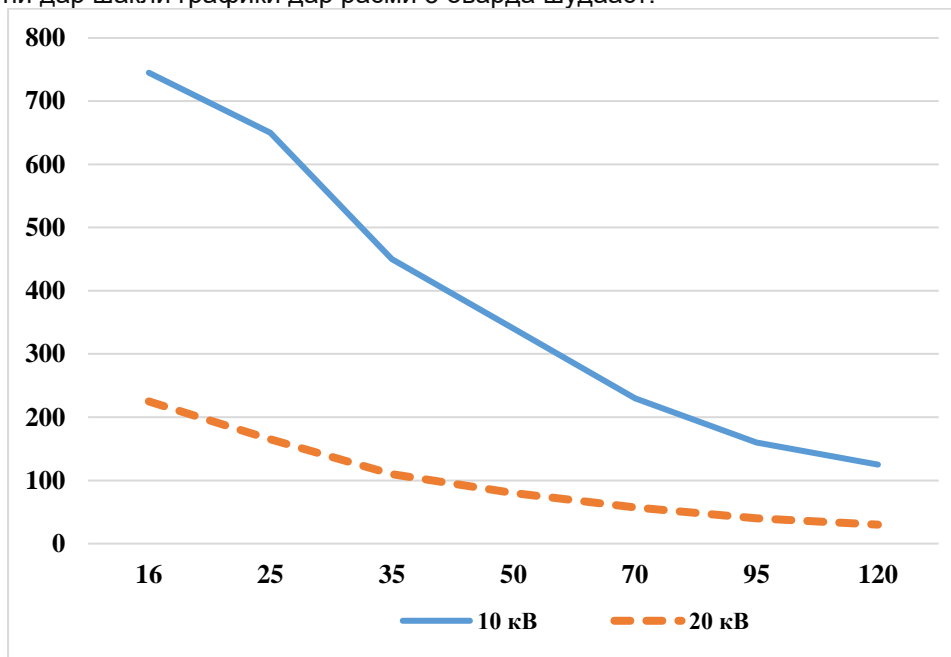
Талафоти тавоноии фаъл дар трансформатор

$$\Delta P_T = n \cdot \Delta P_{\text{г.х.}} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{\text{р.к.}} \cdot \left(\frac{S_{\text{ҳис}}}{S_{НОМ}} \right)^2 \quad (7)$$

Талафоти тавоноии реактивӣ дар трансформатор

$$\Delta Q_T = \frac{n \cdot I_{\text{г.х.}} \cdot S_{НОМ}}{100} + \frac{1}{n} \cdot \frac{U_{\text{р.к.}} \cdot S_{\text{ҳис}}^2}{100 \cdot S_{НОМ}} \quad (8)$$

Натиҷаи ҳисобкунӣ дар шакли графикӣ дар расми 3 оварда шудааст.



Расми 3-Вобастагии талафоти тавоноӣ дар хатҳои интиқоли энергияи электрикии шиддаташон 10 кВ ва 20 кВ барои бурришҳои гуногуни ноқили тамгаи АС.

Дар расми 3 бузургии талафоти энергияи электрикӣ дар шабакаҳои шиддаташон 10 кВ ва 20 кВ оварда шудааст. Дар тири абсисс буриши кундалангии ноқилҳои тамгаи АС ва дар тири ординат бузургии талафоти тавоноӣ ҷойгир шудаанд. Мувофиқи натиҷаҳои бадастомада ҳангоми гузариш аз шиддати 10 кВ ба 20 кВ сарфаи энергияи электрикӣ то 10-15 % - ро ташкил дода, талафоти тавоноӣ ва шиддат дар шиддати 20 кВ нисбат ба шиддати 10 кВ 1,52 маротиба камтар мешаванд. Ҳангоми ҳисобкунӣ инчунин муайян карда шуд, ки зичии бори электрикӣ дар ҳудуди муайян, ба монанди шаҳр ё деҳот, ба самаранокии истифодаи шиддати баландтар низ таъсири мусбӣ мерасонад [2].

Қобилияти гузарониши хати интиқоли энергияи электрикӣ ҳангоми бори электрикии бетағйир барои шиддатҳои номиналии 10 кВ ва 20 кВ ҳисоб карда шуд. Аз рӯи натиҷаҳои ин ҳисобкунӣ муайян карда шуд, ки қобилияти гузарониши хати интиқоли энергия бо шиддати 20 кВ аз қобилияти гузарониши ҳамон хат бо шиддати 10 кВ қариб ду маротиба зиёдтар мебошад. Масалан, ХИБ бо шиддати 20 кВ бо буриши кундалангии ноқил 95 мм² қодир аст тавоноии пурраи 11418 кВА-ро интиқол диҳад, дар ҳоле ки барои ХИБ шиддаташ 10 кВ ин бузургӣ ба 5709 кВА баробар аст. Ин як бартариӣ хеле муҳими шиддати 20 кВ ҳамчун шиддати номиналии шабакаи тақсимотӣ ба ҳисоб меравад. Хусусан дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон, вақте ки ҳам дар саноат ва ҳам дар рӯзгор истеъмоли энергияи электрикӣ сол аз сол афзоиш ёфта истодааст.

Дар доираи ҳисобкунӣ дар боло зикршуда инчунин муайян карда шуд, ки барои бори электрикӣ бетағйир буриши кундалангии ноқил ҳангоми шиддати 20 кВ нисбат ба буриши кундалангии ноқил ҳангоми шиддати 10 кВ қариб 2,95 маротиба камтар мешавад.

Бояд қайд кард, ки аз нуқтаи назари схемаҳо ва тарҳбандии олоти тақсимоти зернеругоҳҳои трансформатории шиддаташон 20 кВ ва 6-10 кВ ба шабакаҳои як синф тааллуқ доранд. Трансформаторҳо, васлақҳо, шкафҳои дастгоҳҳои тақсимоти маҷмӯӣ ва дигар дастгоҳҳои шиддати 20 кВ маҷмӯӣ, мукамал мебошанд ва аз рӯи андоза бо таҷҳизоти 6 (10) кВ дар муқоиса мебошанд [4].

Барои баҳодиҳии муқоисавии иқтисодии вариантҳои пешниҳодшуда хароҷоти умумии дисконтшударо, ки маҷмӯи маблағгузори асосӣ ва хароҷотро дар тӯли мӯҳлати истифодабарии иншоот ифода мекунад, ҳамчун яке аз нишондиҳандаҳои истифода мебаранд:

$$Z = \sum_{t=1}^{T_{\text{ҳисоб}}} Z_t (1 + E_{\text{м.м.}})^{1-t} = \sum_{t=1}^{T_{\text{ҳисоб}}} (K_t + I_t) \cdot (1 + E_{\text{м.м.}})^{1-t} \quad (9)$$

дар ин ҷо

Z – маблағи хароҷоти тахфифшуда;

K_t – хароҷоти асоси дар сол t ;

I_t – хароҷоти истифодабарӣ дар сол t ;

$E_{\text{м.м.}}$ – меъёри тахфиф;

t – солҳои схотмон ва истифодабарии иншоот;

$T_{\text{ҳисоб}}$ – мӯҳлати хизматрасонии иншоот.

Меъёри интиҳоби вариантҳои чубронкунӣ барои шабака, қисми он ё иншооти алоҳида ҳадди ақали хароҷоти ҳозираи тахфифшуда мебошад.

Хароҷоти истифодабарӣ I_t ба воситаи ифодаи зерин муайян карда мешаванд

$$I_t = I_a + I_{\phi} + \Delta I_t$$

дар ин ҷо I_a – хароҷоти умумии солони истифодабарии шабакаи электротаяминкунӣ, ба истиснои хароҷоти амортизатсионӣ;

I_{ϕ} – хароҷоти молиявие, ки ба пардохти фоизҳо аз рӯи қарзҳо, вомбаргҳо ва ғайра мувофиқи соли давраи ҳисобӣ баробар аст;

ΔI_t – хароҷоти чуброни талафоти энергияи электрикӣ.

Хароҷоти чуброни талафоти энергияи электрикӣ ΔI_t бо ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад

$$\Delta I_t = \Delta \mathcal{E}_t \cdot A$$

дар ин ҷо $\Delta \mathcal{E}_t$ – талафоти ҳисобии энергияи электрикӣ дар шабака, ки дар натиҷаи ба истифода додани иншоот ба амал омадааст;

A – арзиши энергияи электрикӣ.

Аз рӯи натиҷаҳои ҳисобкунӣ муайян карда шуд, ки вариантҳои электротаяминкунии истеъмоликунанда бо шиддати номиналии ХИБ 20 кВ нисбат ба вариантҳои шиддати номиналии 10 кВ тақрибан 1,75 маротиба арзонтар хоҳад буд. Ин рақам бо назардошти тамоюли болоравии арзиши энергияи электрикӣ ва афзоиши зичии бори электрикӣ дар кишвар меафзояд.

ХУЛОСАҲО

Тибқи натиҷаҳои таҳлили муқоисавии гузаронидашуда, ва инчунин ҳисобкунӣ иҷрошуда оид ба самаранокии истифодаи шиддати номиналии 20 кВ дар қаламрави кишвари мо хулосаҳо ва тавсияҳои зерин бароварда шуданд:

- Истифодаи шиддати 20 кВ дар шабакаҳои электрикии шахрӣ ҳангоми электронунии ноҳияҳои нав бешубҳа аз ҷиҳати иқтисодӣ ғайрағайр ҳисобида мешавад.

- Афзоиши арзиши энергияи электрикӣ ва афзоиши зичии бори электрикӣ бартариӣ шиддати 20 кВ-ро зиёд мекунад [2].

• Дар шабакаҳои барқӣ ҳангоми зичии бори камтар аз 54,5 кВт/км² шиддати 10 кВ аз ҷиҳати иқтисодӣ қуллай аст. Ҳангоми зичии бори электрикӣ зиёда аз 55-58 кВт/км² истифодаи шиддати 20 кВ аз ҷиҳати иқтисодӣ самаранок мебошад.

• Истифодабарии шиддати номиналии 20 кВ барои электротаминкунии корхонаҳои саноатӣ имконияти маҳдуд дорад. Дар ҳудуди корхонаҳои саноатӣ шиддати номиналий 20 кВ ҳамчун шиддати системаи электротаминкунии дохилаи корхона танҳо дар он сурат қабул карда мешавад, ки агар дар корхонаи саноатӣ бори электрикӣ шиддати 6 ё 10 кВ мавҷуд набоянд.

• Бо дарназардошти гуфтаҳои боло, муайян кардан мумкин аст, ки самаранокии истифодаи шиддати номиналии 20 кВ дар шабакаҳои тақсимои мамлақати мо боз ҳам бештар мегардад, агар чунин лоиҳа дар маҳалҳои зичии баланди бори электрикӣ амалӣ карда шавад [4].

Муқарриз: Қосимов Ғ.Ҷ. – н.и.т., роҳбари маркази рабобити ҳориҷӣ ва тадқиқи лоиҳаҳои Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон

АБАДИЁТ

1. Цыганенко Б. В. Перспективы перевода распределительных сетей Украины на номинальное напряжение 20 кВ. ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. / Наукові праці ВНТУ, 2016, № 1.

2. Андреев В.А., Горбунов И.Н., Захаренко С.Г., Малахова Т.Ф. Применение класса напряжения 20 кВ/ Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая» /Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева г. Кемерово.- 19-22 апреля 2016 г.

3. Официальный сайт Министерство энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан www.mewr.tj.

4. Асташев Д. С., Бедретдинов Р. Ш., Кисель Д. А., Соснина Е. Н. /Применение напряжения 20 кВ для распределительных электрических сетей России. Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, Нижний Новгород. -2015г.

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

TJ	RU	EN
Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Ismoilov Firdavs Olimshoevich
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi
e. mail: ismoilovFO@yandex.com		
TJ	RU	EN
Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Gulmurodzoda Saiyod Gulmurod
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
e. mail: jononaev.87@mail.ru		
TJ	RU	EN
Саидзода Хушдил Саид	Саидзода Хушдил Саид	Saidzoda Khushdil Said
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
e. mail: khushdil.sangov@mail.ru		
TJ	RU	EN
Чамолзода Бехрузи Саъдонхуча	Джамолзода Бехрузи Саъдонхуча	Jamolzoda Behruz Sadonkhuja
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
e. mail: Jamolzoda_behruz@mail.ru		
TJ	RU	EN
Ниёзӣ Сирочиддин Рачаббоқӣ	Ниёзи Сироджиддин Раджаббоки	Niyozii Sirojiddin Rajabboqi
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
e. mail: nivozi@maorif.tj		

УДК 004.69

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Б.Н. Шарифов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В работе рассмотрены возможные способы повышения энергетической эффективности фотоэлектрической установки (ФЭУ). Для улучшения энергетической эффективности генерации в фотоэлектрических установках эффективным способом является использование алгоритма слежения за точкой максимальной мощности (ТММ). Также рассматривается современный метод слежения за ТММ фотоэлектрических установок на основе алгоритмов нечеткой логики. Разработан регулятор нечеткой логики слежения за ТММ фотоэлектрической установкой. Проведено модельное исследование характеристик фотоэлектрической установки на платформе Matlab/Simulink.

Ключевые слова: фотоэлектрическая установка, нечеткая логика, моделирование, Matlab/Simulink.

СОХТАНИ СИСТЕМАИ ИДОРКУНИИ ДАСТГОҶИ ФОТОЭЛЕКТРИКӢ ДАР АССОИ УСУЛҶОИ МАНТИҚИ НОМУАЙЯН

Б.Н. Шарифов

Дар мақола роҳҳои имконпазири баланд бардоштани самаранокии энергетикӣ дастгоҳи фотоэлектрикӣ баррасӣ карда мешаванд. Барои баланд бардоштани самаранокии энергияи тавлид дар дастгоҳҳои фотоэлектрикӣ, роҳи самараноки истифодаи алгоритми пайгирии нуқтаи максималӣ (НМ) мебошад. Усули муосири пайгирии НМ барои насбҳои фотоэлектрикӣ дар асоси алгоритмҳои мантиқи номуайян низ баррасӣ шудааст. Барои назорат кардани НМ-и дастгоҳи фотоэлектрикӣ контролери мантиқи номуайян таҳия шудааст. Дар платформаи Matlab/Simulink таҷриботи намунавии хусусиятҳои дастгоҳи фотоэлектрикӣ гузаронида шуд.

Калидвожаҳо: дастгоҳи фотоэлектрикӣ, мантиқи номуайян, моделсозӣ, Matlab/Simulink

FUZZY LOGIC CONTROLLER BASED MAXIMUM POWER POINT TRACKING FOR PV SYSTEM

B.N. Sharifov

The paper discusses possible ways to increase the energy efficiency of a photovoltaic equipment (PV). To improve the energy efficiency of generation in photovoltaic equipment, an effective way is to use the maximum power point tracking (MPPT) algorithm. A modern MPPT method for photovoltaic equipment based on fuzzy logic algorithms is also discussed. A fuzzy logic controller has been developed to monitor the MPPT of a photovoltaic equipment. A model study of the characteristics of a photovoltaic equipment was carried out on the Matlab/Simulink platform.

Keywords: photovoltaic equipment, fuzzy logic, simulation, Matlab/Simulink.

ВВЕДЕНИЕ

Солнечные элементы обычно имеют низкую эффективность. Одним из методов повышение эффективности фотоэлектрической установки (ФЭУ) является применение алгоритмов слежения ТММ. Количество энергии, получаемой от солнечного элемента, также зависит от фотогальванического напряжения. Чтобы извлечь максимальную мощность из падающей солнечной энергии, очень важно отслеживать максимальную мощность ФЭУ в любых условиях окружающей среды. Ключевая проблема в алгоритмах слежения ТММ заключается в отслеживании максимальной мощности с помощью преобразователя постоянного тока и интеллектуального регулятора, питаемого алгоритмами слежения ТММ. Существует множество различных подходов и методов, которые можно использовать при слежении за ТММ фотоэлектрической установкой (ФЭУ) среди них можно выделить несколько наиболее эффективных методов: метод возмущение и наблюдение (P&O), метод возрастающей проводимости (InC), искусственная нейронная сеть, генетический алгоритм и нечеткая логика. После анализа степени исследованности проблемы поиска алгоритмов слежения ТММ [1] – [4], можно сделать вывод, что вышеприведенные алгоритмы не всегда являются оптимальным вариантом для решения задачи отслеживания максимальной мощности ФЭУ, даже при их преимуществах. Эти алгоритмы, несмотря на их важность и эффективность в определении точки максимальной мощности, сталкиваются с определенными недостатками. Во-первых, они обычно имеют медленную сходимости к этой точке, что значительно замедляет и усложняет процесс. Кроме того, существуют ограничения в точности работы этих алгоритмов, что ограничивает их способность достичь высоких уровней точности.

Для того чтобы достичь более высокой точности, необходимо модифицировать данные алгоритмы. Однако, такие модификации могут негативно сказаться на их динамических характеристиках. Несмотря на эти сложности, задача по отслеживанию за точкой максимальной мощности остается актуальной. В силу различных требований и условий эксплуатации, точная и эффективная оценка мощности является важной задачей, которую необходимо решать. Поэтому, несмотря на недостатки текущих алгоритмов, их разработка и усовершенствование остается приоритетной задачей для обеспечения более точного и эффективного отслеживания точки максимальной мощности.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Разработка системы, основанной на нечеткой логике, предлагает множество преимуществ, таких как высокая эффективность поиска оптимальных решений при различных условиях. Однако особое значение при реализации такой системы приобретает синтез функции принадлежности (ФП) нечеткой логики. В большинстве случаев разработчики регуляторов нечеткой логики применяют традиционные методы проб и ошибок для синтеза ФП [1] - [5]. В связи с этим проблемы внедрения методов нечеткой логики для слежения ТММ фотоэлектрической установки является актуальным, а научная и практическая значимость вопросов, связанных с разработкой методик расчета параметров и синтеза алгоритмов нечеткой логики, не вызывает сомнений.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основным компонентом, участвующим в повышении энергетической эффективности фотоэлектрической установки (ФЭУ), является импульсный преобразователь постоянного тока (DC/DC-преобразователь) [6,7]. Функциональная схема ФЭУ с DC/DC- преобразователем представлена на рисунке 1 а. Посредством DC/DC- преобразователя можно изменять выходную мощность ФЭУ путем изменения выходного напряжения и тока. Известно, что вольт ваттная характеристика (ВВХ) ФЭУ имеет нелинейную форму и меняется в зависимости от условий окружающей среды (уровень солнечной инсоляции и температуры окружающей среды). На рисунке 1 б. можно заметить присутствие фотоэлектрического модуля (ФЭМ) точки максимальной мощности (ТММ) у ВВХ, который обеспечивает максимальный сбор энергии. Целью повышения эффективности ФЭУ является нахождения тока и напряжения, комбинация которых выдает максимум мощности ФЭМ.

Метод слежения за точкой ТММ ФЭУ с применением нечеткого регулятора (РНЛ) основан на использовании нечеткой логики и теории нечетких множеств. Этот подход позволяет настраивать шаг изменения напряжения в соответствии с оценкой входных параметров и определенными правилами РНЛ на ВВХ (рис. 1 б.).

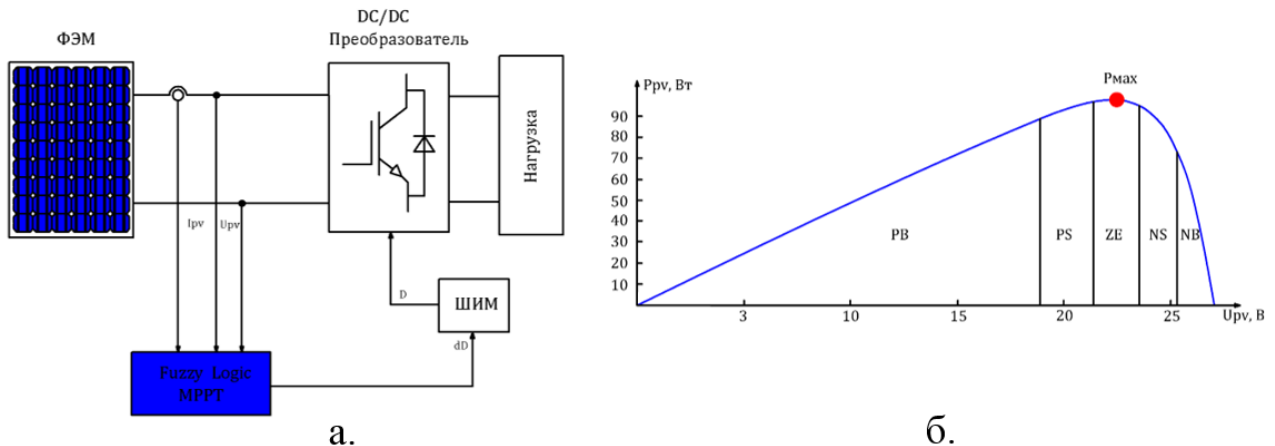


Рисунок 1 – а). Функциональная схема фотоэлектрической установки с РНЛ, б) правила РНЛ на ВВХ

Математическая теория нечетких множеств является формальной системой для описания нечетких понятий и знаний, а также обеспечивает возможность выполнения операций и осуществления нечетких выводов. В научных исследованиях было показано, что использование нечеткой логики для управления системами (нечеткое управление) приводит к лучшим результатам, чем получаемые с использованием традиционных алгоритмов управления [5].

Структура РНЛ, построенного из условия компенсирования статической ошибки и демпфирующего колебания приведена на рисунке 2.

Обеспечение точки максимальной мощности в ВВХ фотоэлектрической установки достигается введением двух входных переменных – ошибки и скорости изменения ошибки

$$\begin{cases} E(k) = \frac{P(k) - P(k-1)}{U(k) - U(k-1)} \\ C_E(k) = E(k) - E(k-1) \end{cases} \quad (1)$$

Где $P(k)$ и $U(k)$ — мощность и напряжения ФЭУ соответственно. Вход $E(k)$ показывает, находится ли рабочая точка в момент k слева или справа от ТММ на ВВХ, а вход $C_E(k)$ выражает направление смещения этой точки. Управление осуществляется путем изменения коэффициента заполнения DC-DC- преобразователя в соответствии с наклоном $E(k)$, чтобы вернуть рабочую точку в оптимальную точку, где наклон равен нулю.

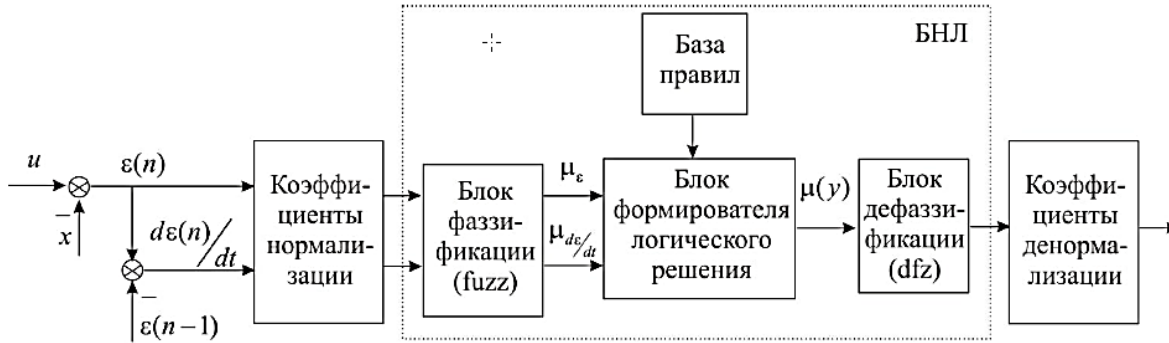


Рисунок 2 – Функциональная схема ФЛК

Исходя из случая, показанного на рисунке 1.б., для правильного выбора нечетких множеств для « C_E » и « E » кривую ВВХ следует разделить на несколько зон в целях своевременного изменения интенсивности возмущения согласно следующему принципу:

- 1) рабочая точка перемещается быстро, когда она находится далеко от реального ТММ;
- 2) рабочая точка перемещается медленно, когда находится рядом с реальной ТММ.

На рисунке 1 б. кривая демонстрирует относительную линейность в диапазоне $V_{pv} \in (0,18)$. Наклон кривой ВВХ нелинейно уменьшается к нулю в диапазоне $V_{pv} \in (18,23)$ и отклоняется от нуля в сторону 78 в диапазоне $V_{pv} \in (23,27,03)$. Основываясь на вышеперечисленных особенностях, кривую ВВХ можно намеренно разделить на секции, как показано на рисунке 1 б.

- PB - «Положительный большой»;
- PS - «Положительный маленький»;
- ZE - «Нулевой»;
- NS - «Отрицательный маленький»;
- NS - «Отрицательный большой».

В зоне «PB» наклон относительно постоянный, поскольку точки в этой зоне удалены от ТММ. Поэтому предполагается увеличение интенсивности возмущения для быстрого перехода из этой зоны в зону ТММ. В зоне «PS» очевидно, что значение наклона постепенно снижается к нулю, но до ТММ все еще остается небольшое расстояние. Таким образом, интенсивность возмущений, безусловно, необходимо уменьшать, но не полностью устранять. Если рабочая точка смещается в зоне «ZE», где точки внутри этой зоны «чрезвычайно близки» к ТММ, идеальная интенсивность возмущения должна быть очень слабой, чтобы последующие колебания были как можно меньшими.

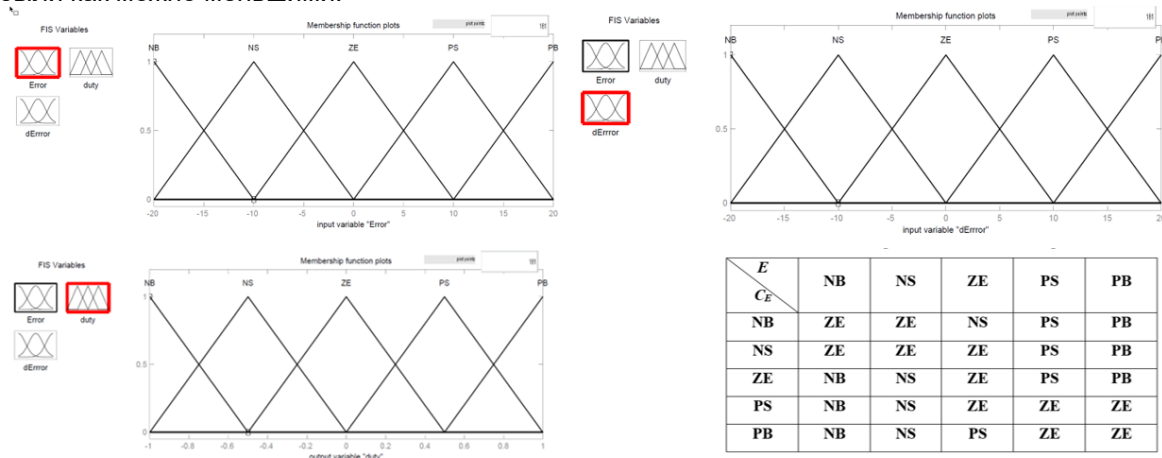


Рисунок 3 – Функция принадлежности а). ошибки $E(k)$, б). скорость изменения ошибки $C_E(k)$, в) логического выхода, г) база нечетких правил.

Исходя из вышеизложенных соображений, определяются функции принадлежности каждой нечеткой переменной (рис. 3).

Функция принадлежности входных переменных ошибки E и скорости изменения ошибки C_E является треугольной и меняется в пределах $(-20, 20)$.

Функция принадлежности выходной переменной РНЛ является треугольной, которая меняется в диапазоне $(-1,1)$. Таким образом, для всех лингвистических переменных использовались треугольные функции принадлежности со следующими терминами;

- NB – «Отрицательный большой»,
- NS – «Отрицательный маленький»,
- ZE – «нулевой»,
- PS – «Положительный маленький»,
- PB – «Положительный большой».

Исходя из вышеизложенных соображений, строится алгоритм синтеза РНЛ и определяются функции принадлежности каждой нечеткой переменной (рис.3).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Имитационная модель фотоэлектрической установки на базе регулятора нечеткой логики показанная на рисунке 4 Представленная модель состоит из следующих основных частей;

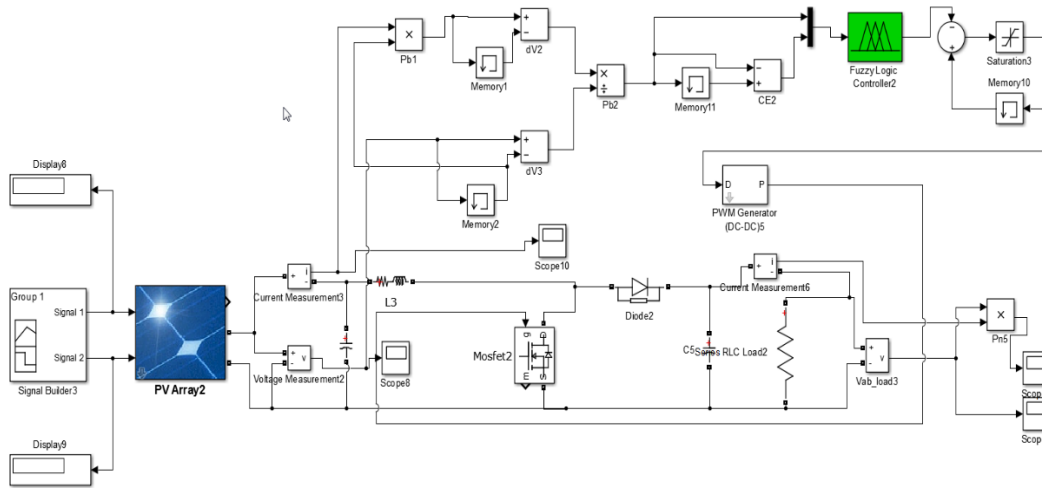


Рисунок 4 – Имитационная модель фотоэлектрической установки с нечетким регулятором.

- задачник уровня солнечной инсоляции и температуры (signal builder 3)
- фотоэлектрический модуль мощностью 100 кВт (PV array 2)
- повышающий DC-DC преобразователь
- система управления фотоэлектрической системой на основе нечеткого регулятора.

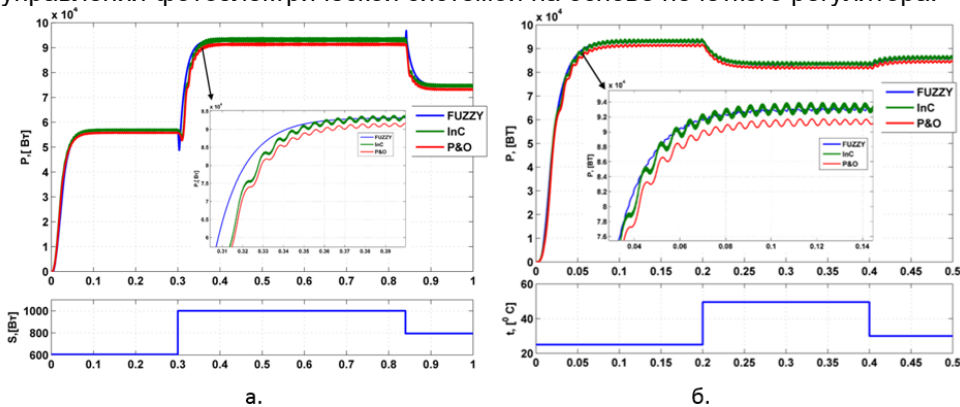


Рисунок 5 – Переходные процессы изменения выходной мощности ФЭУ, а) при изменении уровня солнечной инсоляции, б) при изменении температуры

Переходные процессы изменение параметров фотоэлектрической установки при различных условиях окружающей среды (уровня солнечной инсоляции и рабочей температуры) приведены на рисунке 5.

Переходные процессы были смоделированы при использовании алгоритмов «возмущение и наблюдение» (P&O), «возрастающей проводимости» (InC) и нечеткой логики (FUZZY). Анализ рисунка показывает, что обработка максимальной мощности фотоэлектрической установки при изменении уровня солнечной инсоляции и температуры окружающей среды алгоритмом FUZZY происходит с меньшим колебанием и высоким быстродействием по сравнению с классическими алгоритмами (InC и P&O). Кроме того, на рисунке 3 24 приведены ВВХ фотоэлектрической установки при различных уровнях солнечной инсоляции. Анализируя ВВХ можно сделать вывод о том, что эффективность РНЛ находится в пределах 93-95%.

ВЫВОДЫ

Разработана база правил и на её основе синтезирован РНЛ для слежения ТММ фотоэлектрической установки, позволяющий не только исключить колебания мощности на ТММ, но получит высокую эффективность слежения ТММ. Для улучшения энергетической эффективности генерации в фотоэлектрических установках эффективным способом является использование алгоритма отслеживание ТММ. Моделирование подтвердило, что использование фотоэлектрической установки с повышающим преобразователем, в которой включен регулятор нечеткой логики в систему управления, является одним из самых перспективных направлений исследований. Эта инновационная система эффективно решает целый ряд проблем, включая надежность, точность и скорость работы.

Рецензент: Джураев Ш. Дж. – к.т.н., ст. преподаватель филиала ННУ МЭИ в г. Душанбе

ЛИТЕРАТУРА

1. Mohamed A. El-Sayed, Steven Leeb. Evaluation of Maximum Power Point Tracking Algorithms for Photovoltaic Electricity Generation in Kuwait // Renewable Energy and Power Quality Journal. – 2014. –Vol. 1. – No 12. – P. 44–49.
2. Sharma, A.K.; Pachauri, R.K.; Choudhury, S.; Minai, A.F. Role of Metaheuristic Approaches for Implementation of Integrated MPPT-PV Systems: A Comprehensive Study. Mathematics 2023, 11, 269 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/math11020269>.
3. Ait Cheikh M.S., Larbes C., Tchoketch Kebir G.F., Zerguerras A.. Maximum power point tracking using a fuzzy logic control scheme // Revue des Energies Renouvelables. – 2007. – Vol. 10. – P. 387-395.
4. Донцов О.А., Иванчура В.И., Краснобаев Ю.В. Регулятор солнечной батареи с экстремальным регулированием на основе нечеткой логики // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. – 2015. – № 8. – С. 786-794.
5. Ahmed, J.; Salam, Z. A Modified P&O Maximum Power Point Tracking Method with Reduced Steady-State Oscillation and Improved Tracking Efficiency. IEEE Trans. Sustain. Energy 2016, 7, 1506–1515.
6. Шарифов Б.Н. Электромагнитные переходные процессы в системе управления выходными параметрами солнечной электростанции // Политехнический вестник. Се-рия Инженерные исследования. – Душанбе: ТТУ имени акад. М.С. Осими, 2019. №4 (48) – С. 25-31. ISSN: 2520-2227.
7. Шарифов Б.Н., Диёров Р.Х., Сайфуллоева О.М., Косимов У.У. Управление электромагнитными переходными процессами в системе регулирования выходными параметрами солнечной электростанции в условиях Республики Таджикистан // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. – Душанбе: ТТУ имени акад. М.С. Осими, 2022. №3 (59) – С. 11-20. ISSN: 2520-2227.

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

TJ	RU	EN
Шарифов Бохирчон Насруллоевич ассистент	Шарифов Бохирджон Насруллоевич ассистент	Sharifov Bohirjon Nasrulloevich graduate student
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi
e. mail: Bohir.sharifov89@gmail.com		
ORCID Id: 0000-0003-1998-8306		

УДК 620.92

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АВТОНОМНЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

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

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье разработан алгоритм выбора оптимальной конфигурации схемы и оборудования автономного электротехнического комплекса на основе ветроэнергетической установки по критериям надежности и технико-экономическим показателям. На примере сельских потребителей, находящихся на территории Республики Таджикистан, обоснованы энергетические показатели комплекса с использованием баз данных метеонаблюдений, а также реальных технических параметров электрооборудования. Основой для выбора служат результаты оценки экономической эффективности использования комплекса.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, автономный электротехнический комплекс, ветроэнергетическая установка, технико-экономический расчет.

ДУРНАМОИ ИСТИФОДАБАРИИ МАНБАЪҲОИ БАРҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ ДАР СИСТЕМАҲОИ АВТОНОМИИ ТАЪМИНИ БАРҚ ДАР ҲУДУДИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Х.С. Саидзода, Ф.О. Исмоилов, С.Г. Гулмуродзода, Б.С. Ҷамолзода, С.Р. Ниёзӣ

Дар мақола алгоритми интиҳоби конфигуратсияи оптималии схема ва таҷҳизоти комплекси автономии электротехникӣ дар асоси нерӯгоҳи барқии бодӣ аз рӯи меъёрҳои эътимоднокӣ ва нишондодҳои техникӣ-иқтисодӣ таҳия шудааст. Дар мисоли истеъмолкунандагони деҳот, ки дар минтақаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон воқеъ гардидаанд, нишондиҳандаҳои энергетикӣ комплекси ба истифода аз базаҳои мушоҳидавии метеорологӣ, инчунин параметрҳои ҳақиқии техникӣ таҷҳизоти электрикӣ асоснок карда шудаанд. Асоси интиҳоб натиҷаи баҳодиҳии самаравӣ иқтисодии истифодаи комплекси мебошад.

Калидвожаҳо: манбаъҳои барқароршавандаи энергия, комплекси электротехникӣи автономӣ, нерӯгоҳи барқии бодӣ, асосноккунии техникӣ-иқтисодӣ.

PERSPECTIVE OF USE RENEWABLE ENERGY SOURCES IN AUTONOMOUS POWER SUPPLY SYSTEMS ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

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

The article discusses about algorithm for choosing the optimal configuration of the circuit and equipment of an autonomous electrical complex based on windmill according to reliability criteria and technical and economic indicators. Based on the example of rural consumers located on the territory of the Republic of Tajikistan, the energy indicators of the complex are substantiated using meteorological observation databases, as well as real technical parameters of electrical equipment. The basis for the choice is the results of the evaluation of the economic efficiency of the use of the complex.

Keywords: renewable energy sources, windmill, autonomous electrical complex, feasibility study.

ВВЕДЕНИЕ

В 2023 году Республика Таджикистан (РТ) отметила 32-ю годовщину своего суверенного развития. За эти годы в стране построено и реконструировано 287 малых и крупных гидроэлектростанций, 1 теплоэлектроцентраль, 1,5 тысячи километров высоковольтных линий электропередачи, 50 высоковольтных понизительных подстанций, в общей сложности было отремонтировано 75 процентов инфраструктуры энергосистемы страны. Однако, проблема надежного и качественного электроснабжения некоторых территории, в том числе, горных регионов все ещё остается острой в социальном, техническом и экономическом аспектах. Электрообеспечение таких мест может быть осуществлено либо за счёт централизованного электроснабжения, либо путем создания автономных электротехнических комплексов (ЭТК) на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), наиболее перспективным из которых является солнце и ветер [1]. Данное решение оказывает существенное влияние не только на реализацию конкретных технических решений, но и на развитие «зелёной энергетики» в стране согласно действующему законодательству (Закон РТ от 19.09.2013 г. № 1018 «Об энергосбережении и энергоэффективности» и Закону РТ от 12 января 2010 г. «Об использовании возобновляемых источников энергии»).

Ускорение исследования в области ветроэнергетических установок (ВЭУ), позволяют с большим успехом использовать их в составе автономных ЭТК для электроснабжения потребителей. При этом нередко возникает проблема рационального выбора модели и параметров ВЭУ, а также другого оборудования, входящего в состав автономного ЭТК.

Выбору оборудования для автономных ЭТК на базе ВЭУ посвящен ряд исследований, выполненных в [2, 3]. Тем не менее по-прежнему достаточно остро стоит вопрос обоснования решений по выбору типов и параметров оборудования при разработках реальных ветроэнергетических проектов.

Цель представляемой работы – создание алгоритма выбора оборудования автономного ЭТК на базе ВЭУ, помогающего обосновать, опираясь на технические и экономические критерии, решения, принимаемые на этапе проектирования комплекса.

Необходимыми исходными данными для выбора оборудования автономного ЭТК являются характеристики потребителя (потребление электроэнергии за определенный период) и ветровые ресурсы территории, на которой оно находится. Кроме того, важно определить схему и состав оборудования автономного ЭТК. Далее, зная перечисленные параметры, можно выбрать модель ВЭУ. Затем с ориентировкой на конкретную модель ВЭУ с известными параметрами может быть выбрано остальное оборудование, входящее в состав автономного ЭТК (аккумуляторная батарея, инвертор и т. д.). По результатам выбора оборудования необходимо провести анализ экономической эффективности рассматриваемого проекта.

Рассмотрим применение алгоритма выбора оборудования автономного ЭТК на примере потребителей удалённых горных регионов страны, в частности находящихся в районе Файзабад. Для более точного примера будем рассматривать только населённый пункт Кангели на 389 домохозяйств и проведем анализ климатических характеристик ветра для размещения автономного ЭТК на базе ВЭУ.

АНАЛИЗ КЛИМАТИЧЕСКОЙ МЕСТНОСТИ И ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ПОТРЕБИТЕЛЯ

Файзабадский район расположен в Раштской долине, в 60 км восточнее Душанбе на высоте 1111 м от уровня моря, координаты 38°31'33,04" северной широты (с.ш.), 69°13'36,79" восточной долготы (в.д.). На севере и западе граничит с Вахдатским районом, на востоке с Рогунским районом, на юге – с Нурекским районом Хатлонской области. Площадь района составляет 874,11 км². Население на 1 января 2022 г. составляет 111700 человек. Районный центр – посёлок городского типа Файзабад, расположенный в 50 км восточнее города Душанбе, рис. 1.

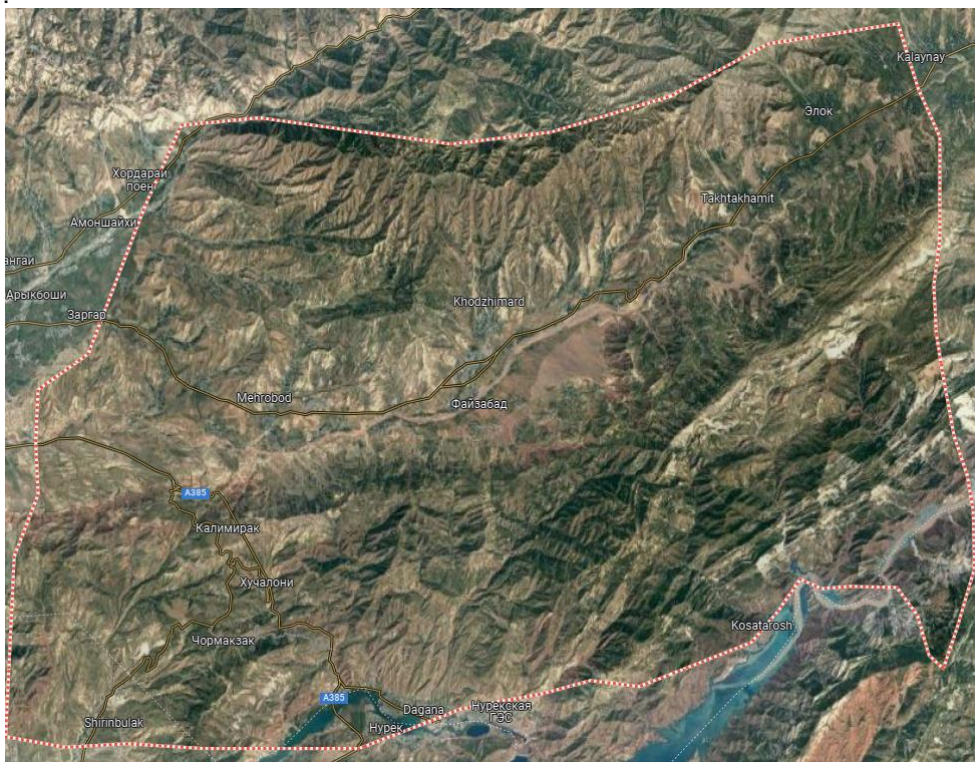


Рис. 1 – Населённые пункты Файзабадского района

Климатические условия в районе резко континентальные и засушливые. Местность, относится к горным равнинам и характеризуется высокой ветряной активностью. Данная местность является собой открытой местностью, на которой ветер не находит препятствий и загрязнений, тем самым может использоваться во благо ветроэнергетики.

Объектом снабжения электрической энергией, выбран населённый пункт Кангели на 389 домохозяйств. Электроснабжение данного населённого пункта осуществляется от семи трансформаторных подстанций ТП 10/0,4 кВ – три ТП мощностью 100 кВА; три ТП мощностью 160 кВА и один ТП мощностью 250 кВА, которые в свою очередь питаются от ГПП Файзабад 110/35/10 кВ по линиям электропередач (ЛЭП) 6/10 кВ.

Согласно данным электрических сетей района Файзабад филиала ОАО Распределительные электрические сети, существующие ЛЭП характеризуются большим износом (около 60%). Среднемесячное потребление электроэнергии составляет около 56 353 кВт·ч.

В данной работе потребители рассматриваемого населённого пункта классифицированы в виде групп, состоящих из населения, образовательные учреждения, промышленные и непромышленные. Для этой классификации расчётная активная, реактивная и полная мощность на стороне 0,4 кВ одного ТП-1А мощностью 100 кВА следующие: $P_p=104,6$ кВт; $Q_p=46$ кВар; $S_p=114,3$ кВА.

Исходя из полученных данных, перспективная расчётная мощность населённого пункта принимается 10-500 кВт, на которую возможно подобрать ВЭУ. Для принятия решения о применении ВЭУ в населённом пункте, следует провести мониторинг фактических скоростей ветрового напора в предполагаемом месте установки и на предполагаемой высоте оси ветротурбины.

АНАЛИЗ ВЕТРОПОТЕНЦИАЛА МЕСТА РАЗМЕЩЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ

Важная характеристика какой-либо территории является средняя скорость ветра за определенный период (месяц, год) и повторяемость различных градаций скорости ветра. Средняя скорость ветра \bar{V}_{cp} определяется как средняя арифметическая величина, полученная из ряда замеров скорости ветра V_i , сделанных через равные промежутки времени Δt в течение периода времени T , продолжительность которого может меняться от нескольких секунд до многих лет.

Тогда, формула для определения средней скорости ветра за период будет выглядеть так [1]:

$$\bar{V}_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i, \text{ м/с} \quad (1)$$

где n – общее количество измерений скорости ветра; i – порядковый номер измерения; V_i – соответствующее значение скорости ветра, м/с.

Проведём анализ ветропотенциала района населённого пункта Кангели. Для оценки характеристик использовались данные глобальной метеорологической системой базой данных NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources (NASA POWER) [4]. Среднегодовая скорость ветра составила: максимальное 6,75 м/с; минимальное 4,67 м/с. Диаграмма среднемесячной скорости ветра, построенная по ряду наблюдений за скоростью V_i и ряды трехчасовых наблюдений скоростей ветра $\Delta t = 3$ изображены на рис. 2.

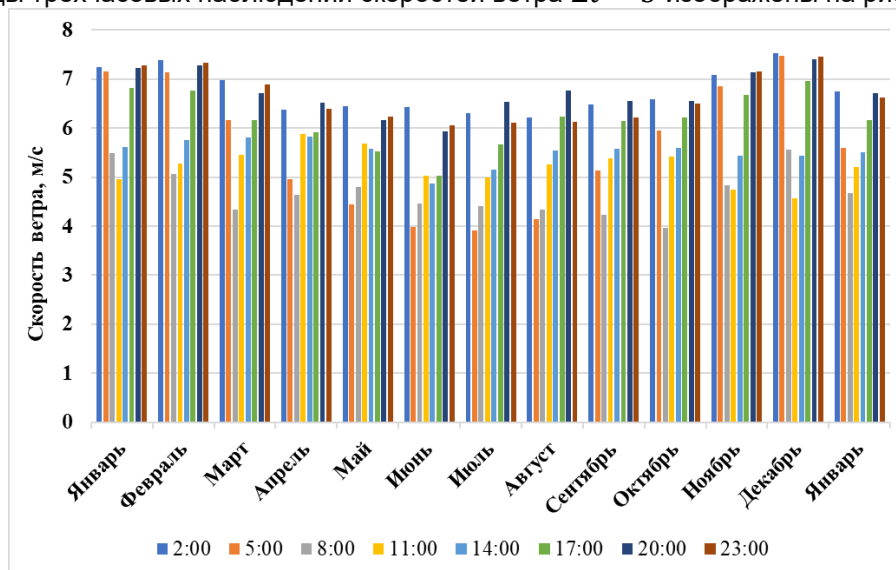


Рис. 2 – Диаграмма среднемесячной скорости ветра для характерных часов с 1.01.2022 по 31.12.2022 г., в м/с

ВЫБОР СХЕМЫ АВТОНОМНОГО ЭТК НА БАЗЕ ВЭУ

Наиболее распространенный и оптимальный вариант схемы электроснабжения выбранного объекта – это подключение автономного ЭТК через вспомогательную шину переменного тока, как показано на рис. 3 [6].

В схеме автономного ЭТК, состоящей из двух ВЭУ мощностью 150 кВт каждая, одной ДГУ мощностью 150 кВт и одного блока из 24 гелевых свинцово-кислотных аккумуляторных батарей (АКБ) каждая мощностью 200 А·ч. АКБ рассчитаны на 10-и часовой автономный режим работы в случае выхода из строя ветрогенераторов. Автономный ЭТК работает следующим образом: ВЭУ1 – рабочая ветроустановка, ВЭУ2 –

постоянная резервная ветроустановка (постоянный резерв), включение и отключение которой осуществляется с помощью автоматического выключателя.

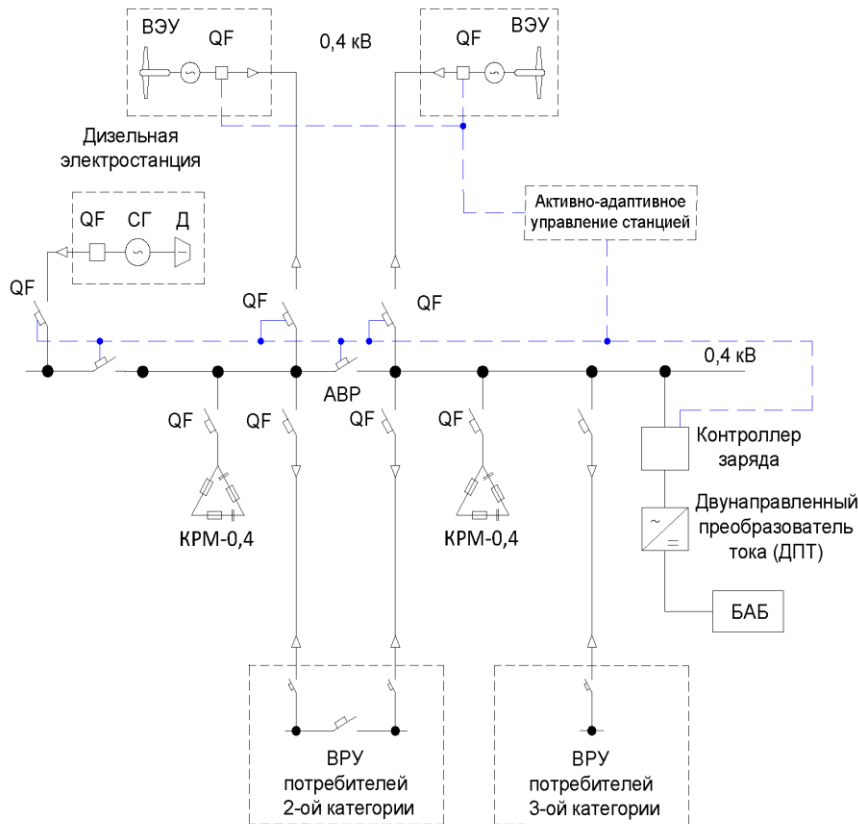


Рис. 3 – Однолинейная схема электроснабжения объекта от автономного ЭТК на базе ВЭУ

Назначение ВЭУ2 заключается в резервировании ВЭУ-1 и в включении в работу для совместной выработки с ВЭУ1 необходимой мощности, если погодные условия не позволяют самостоятельно ВЭУ1 вырабатывать заявленную номинальную мощность, т.е. при скорости ветра, которая ниже номинальной скорости ВЭУ, обе ветроустановки совместно вырабатывают требуемую мощность для электроснабжения объекта. Если же ВЭУ1 работает при нормальной скорости ветра и вырабатывает необходимую номинальную мощность, то ВЭУ2 будет работать на накопление электроэнергии в аккумуляторных батареях. В случае неблагоприятных для работы обеих ВЭУ погодных условиях, а именно, когда скорость ветра ниже стартовой скорости ВЭУ или выше скорости отключения ВЭУ (сильные ветра) или других аварийных ситуаций, происходит включение аккумуляторных (батарей облегченный резерв). Аккумуляторные батареи рассчитаны на мощность, достаточную для покрытия потребности электроэнергии всего объекта. В случае, если до разряда аккумуляторных батарей (БАБ с защитой от глубокого разряда) ВЭУ не заработают, в работу включается ДГУ (ненагруженный резерв), мощность которого также рассчитана на обеспечение электроэнергией всего объекта.

ВЫБОР МОДЕЛИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЭУ

Определив электрические нагрузки и разработав схему электроснабжения объекта, необходимо определить параметры источника электроэнергии, а именно ВЭУ.

Расчёт электрической мощности генераторов ВЭУ $P_{ВЭУ}$ (кВт) проводился по следующей формуле [6]:

$$P_{ВЭУ}(V) = 0,125\rho V(t)^3 \pi D_{ВК}^2 \eta_{аэр} \eta_{мех} \eta_{эл} \quad (2)$$

где ρ - плотность воздуха, кг/м^3 ; $D_{ВК}$ - диаметр ветроколеса, м; $\eta_{аэр} \eta_{мех} \eta_{эл}$ - КПД механизмов ВЭУ (аэродинамического, механического и электрического соответственно):

$$\eta_{аэр} \eta_{мех} \eta_{эл} = C_p \eta_2 \eta_3 \eta_4 \eta_5 \eta_6 \eta_7$$

где C_p - коэффициент эффективности использования ветрового потока; η_2 - КПД подшипников; η_3 - КПД редуктора (коробки передач); η_4 - КПД генератора; η_5 - КПД преобразователя частоты; η_6 - КПД компенсатора реактивной мощности и фильтра гармоник; η_7 - КПД трансформатора.

Расчет электроэнергии, вырабатываемой ВЭУ $\mathcal{E}_{ВЭУ}(T)$ (кВт·ч) по повторяемости скоростей ветра за период T :

$$\mathcal{E}_{ВЭУ}(T) = \sum_{j=1}^{P^{rp}} [P_{ВЭУ}(V^{-h_6})t(\Delta V_j^{rp})] T \quad (3)$$

где P^{rp} - количество градаций (диапазонов) повторяемости скоростей ветра; T - период наблюдения, ч; V^{-h_6} - средняя скорость j -ой градации (интервала), м/с, пересчитанная на высоту башни ВЭУ; $t(\Delta V_j^{rp})$ - повторяемость скоростей ветра ΔV диапазона, ед.

В результате расчетов согласно (2) для оценки эффективности была выбрана ВЭУ Nordtank-150 [7] номинальной мощностью 150 кВт. В табл. 2 приведены результаты расчета электрической энергии согласно (4), вырабатываемой ВЭУ мощностью 150 кВт.

Таблица 2 – Зависимость выработки электроэнергии на ВЭУ Nordtank-150 от скорости ветра (составлено на основе [7])

Диапазон скорости ветра	Средняя скорость ветра, м/с	Вероятность скорости ветра, %	Количество часов в году, ч	Мощность ВЭУ, кВт	Производство эл/эн, кВт·ч
0 - 2 м/с	1,0	9,5	832,2	0,0	0
3 - 6 м/с	4,5	52,2	4577,1	10,0	45771
7 - 10 м/с	8,5	31,0	2715,6	85,0	230826
11 - 14 м/с	12,5	7,0	613,2	160,0	98112
15 - 18 м/с	16,5	0,25	21,9	150,0	3285
19 - 25 м/с	22,0	0,0	0,0	140,0	0
Итого		100,0			377 994,0

Согласно данным табл. 2 годовое количество вырабатываемой ветроустановкой Nordtank-150 электроэнергии составляет 377 994 кВт·ч, что почти в один раз меньше величины годового электропотребления села Кангели. Однако для обеспечения потребителей необходимым количеством электроэнергии целесообразнее будет установить две ВЭУ по 150 кВт. Тогда их суммарная годовая выработка электроэнергии составит 755 988 кВт·ч, что превышает необходимую величину электропотребления на 0,10 % и соответствует хорошему коэффициенту использования установленной мощности (КИУМ), равному 28,7%.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОНОМНОГО ЭТК

В настоящее время основным показателем, используемым для оценки эффективности инвестиций в энергетике, является чистый дисконтированный доход (ЧДД). Он характеризует превышение суммарных денежных поступлений над суммарными денежными затратами для данного проекта с учетом неравноценности эффектов, относящихся к различным моментам времени [1], и вычисляется по формуле [8]:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (PP_t - I_t - K_t)(1 + E_H)^{-t}, \text{ тыс. сомони} \quad (4)$$

где T - горизонт расчета; t - порядковый номер шага расчета; PP_t - выручка от реализации продукции в t -м году, тыс. сомони; I_t - суммарные издержки в t -м году (без учета амортизационных отчислений), тыс. руб.; K_t - капитальные затраты в t -м году, тыс. сомони; E_H - норма дисконта (в данной работе примем 10 %).

Другой важный показатель, позволяющий оценить эффективность инвестиций - дисконтированный срок окупаемости (ДСО). Он характеризует время, которое требуется, чтобы инвестиции обеспечили достаточное поступление прибыли для возмещения инвестиционных расходов с учетом временной стоимости денег, и вычисляется по формулам:

$$\text{ДСО} = n, \text{ год;} \quad (5)$$

$$\sum_{t=1}^n (PP_t - I_t - K_t)(1 + E_H)^{-t} \geq K_0, \text{ тыс. сомони} \quad (6)$$

где n - минимальное число периодов, необходимое для превышения суммарного дисконтированного притока денежных средств над величиной исходных инвестиций в «нулевой» год.

В качестве годовой выручки от реализации продукции выступит годовая денежная экономия, обусловленная переходом с электроснабжения от централизованных сетей на электроснабжение от автономного ЭТК. Она может быть найдена согласно выражению

$$PP_t = \Delta_t = W_{\text{потр}} C, \text{ тыс. сомони} \quad (7)$$

где Δ_t - денежная экономия в t -м году, тыс. сомони; $W_{\text{потр}}$ - годовое электропотребление объекта электроснабжения, тыс. кВт·ч; C - тариф на электроэнергию, сомони /кВт·ч.

Суммарные издержки при эксплуатации автономного ЭТК складываются из расходов на текущее обслуживание, ремонт и т. д. Формула для их определения выглядит так:

$$I_t = \gamma \cdot K_{\text{ЭТК}}, \text{ тыс. сомони} \quad (8)$$

где γ - норма эксплуатационных издержек (в данной работе примем $\gamma = 0,05$); $K_{\text{ЭТК}}$ - стоимость автономного ЭТК, тыс. сомони.

Капитальные затраты автономного ЭТК состоят из его стоимости, а также сопутствующих затрат, связанных с транспортировкой, монтажом и т. д. (в данной работе примем, что дополнительные затраты составляют 30 % от стоимости ЭТК). Формула для их определения имеет вид:

$$K_t = K_{\text{ЭТК}} + K_{\text{доп}} = 1,3 \cdot K_{\text{ЭТК}}, \text{ тыс. сомони} \quad (9)$$

где $K_{\text{доп}}$ - сопутствующие капитальные затраты, тыс. сомони.

Проведём анализ экономической эффективности использования автономного ЭТК на базе ВЭУ в районе населённого пункта Кангели. При расчётах вводятся следующие исходные данные:

- данные о стоимости ВЭУ и их комплектующих получены с официальных сайтов, каталогов компаний-производителей и от продавцов в российских рублях;
- курсы валют учитывались на 20.02.2023 по данным Национального Банка РТ: 1 ₸ = 0,1425 таджикских сомони;
- на основании постановления Правительства РТ от 31 августа 2022 г. № 449, тарифы на электроэнергию для пользователей, в том числе для населения, с учётом НДС установлены 0,2651 сомони /кВт·ч.

В табл. 3 приведены данные о стоимости комплекта оборудования и сопутствующие затраты по вводу в эксплуатацию ВЭУ Nordtank-150, а также некоторые ее технические характеристики.

Таблица 3 – Данные о стоимости комплекта оборудования автономного ЭТК [7, 9, 10]

Составная часть автономного ЭТК	Цена за шт., тыс. руб.	Количество, шт.	Стоимость, тыс. руб.
ВЭУ Nordtank-150	2702,47	2	5404,94
Контроллер ENERGYWIND 10 кВт	20,0	30	600,0
Свинцово-кислотные АКБ Ritar Power RA-12-200 (12 В, 200 А·ч)	15,4	24	369,6
Инвертор МАП-Hybrid 20 кВт	303,7	14	4251,8
Мачтовый комплект (41 м)	119,4	2	238,8
Стоимость автономного ЭТК			10865,14
Капитальные затраты автономного ЭТК			14124,68

На рис. 4 приведена диаграмма величины чистого дисконтированного дохода в течение всего срока службы ЭТК для различных значений тарифа на электроэнергию по новому преискуранту ОАО Распределительные электрические сети.

В табл. 4 приведены значения показателей оценки эффективности использования ВЭУ, рассчитанных по формулам (4) - (9) для различных значений тарифа на электроэнергию (при условии неизменности тарифа на протяжении всего периода расчёта).

Таблица 4 – Показатели оценки эффективности использования автономного ЭТК на основе ВЭУ

Тариф, сомони /кВт·ч	ЧДД, тыс. сомони	ДСО, год
0,2651	4209,17	20,17
0,4551	13834,03	8,26
0,6065	21303,21	5,62

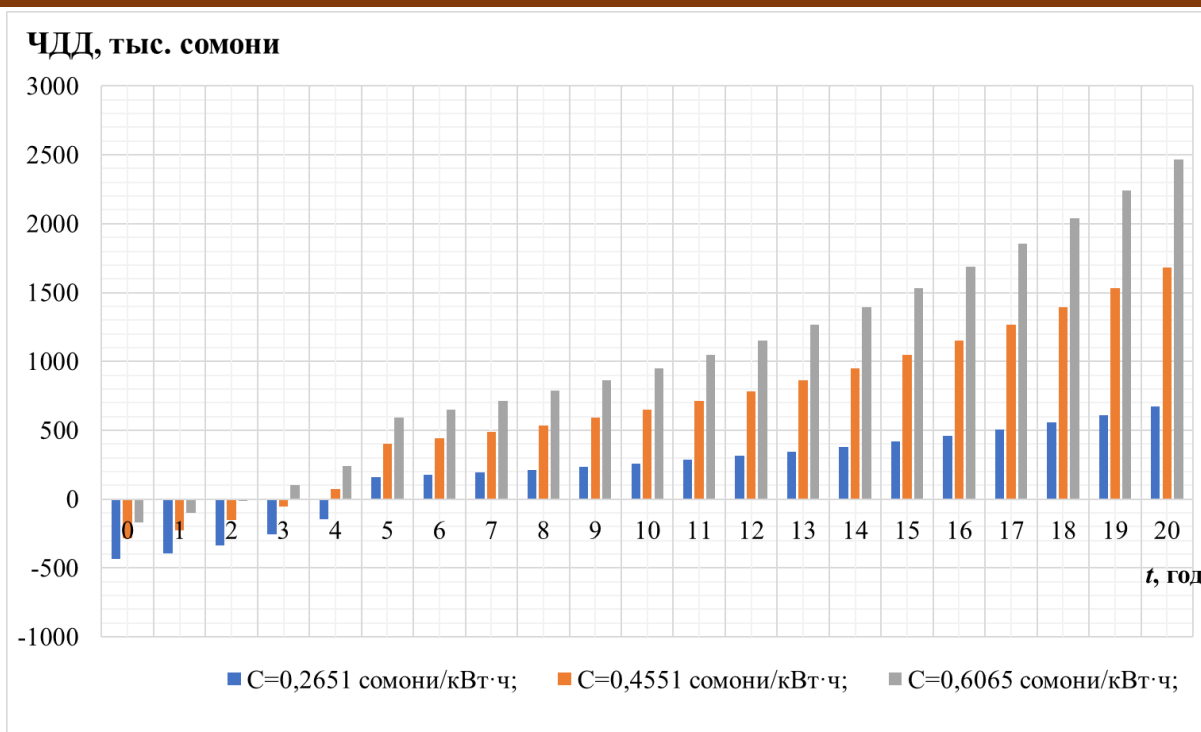


Рис. 4 – Чистый дисконтированный доход в течение срока службы автономного ЭТК для разных значений тарифа на электроэнергию

Согласно данным рис. 4 и табл. 4 можно отметить тот факт, что с ростом тарифа на электроэнергию формирование прибыли идет быстрее, величина ЧДД растёт, а ДСО уменьшается.

В ходе технико-экономического расчета из-за отсутствия величины среднего тарифа, потребители рассматриваемого объекта были классифицированы в виде групп состоящих из населения, образовательные учреждения, промышленные и непромышленные пользователи. При величине тарифа для первой группы (0,2651 сомони /кВт·ч) является экономически неэффективным (ЧДД=4209,17 тыс. сомони, ДСО=20,17 года), но достаточно актуальна с социальной точки зрения ввиду ограничения, лимиты и отключение электроэнергии. Для второй группы (0,4551 сомони /кВт·ч), является экономически целесообразным (ЧДД=13834,03 тыс. сомони, ДСО=8,26 года). Также для третьей группы (0,6065 сомони /кВт·ч), является экономически целесообразным и эффективным (ЧДД=21303,21 тыс. сомони, ДСО=5,62 года).

ВЫВОДЫ

Благодаря уникальным природно-климатическим условиям в Республике Таджикистан имеются большие потенциальные возможности для использования возобновляемых источников энергии. Для оценки целесообразности и эффективности использования энергии ветра в Файзабадском районе были адаптированы современные методы оценки потенциала использования ветроэнергетических ресурсов. На основании данной оценки определены потенциальные возможности использования ресурсов ветровой энергии в разных населённых пунктах района, среди которых выделен наиболее перспективный – населённый пункт Кангели. Рассчитаны энергетические характеристики, вырабатываемые выбранными ВЭУ, в том числе для различных скоростей ветра, на основании параметров ветра, таких как: мощность ветрового потока и средней скорости. Разработан алгоритм выбора оптимальной конфигурации схемы автономного электротехнического комплекса на основе ветроэнергетических установок по критерию технико-экономических показателей, основанная на расчёте чистого дисконтированного дохода и определении дисконтированного срока окупаемости. По её результатам сделан вывод об экономической целесообразности предложенных решений.

Рецензент: Косимов Б.И. – к.т.н., руководитель центра международных отношений и реализации проектов Института энергетики Таджикистана

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Р.В. Андреев. Ветроэнергетическая установка для автономного электротехнического комплекса малой мощности // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 4(207) ' 2014. С. 49-60.

2. Денисов Р.С. К вопросу обоснования состава и параметров оборудования ветро-дизельной электростанции // Альтернативная энергетика и экология. 2014. № 11 (151). С. 72-77.
3. П.А. Хлюпин., Г.Н. Испулаева. Разработки алгоритма выбора автономной системы электроснабжения на основе ветрогенераторных установок // Силовое и энергетическое оборудование. Автономные системы. Том 2, Выпуск 1, 2019. С.8-16.
4. NASA [Электронный ресурс] // URL: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> (дата обращения: 20.01.2023).
5. Васьков А.Г., Дерюгина Г.В., Малинин Н.К. Ветроэнергетика: учебное пособие. М.: Издательство МЭИ, 2016. 384 с.
6. Эльбазуров А.Р. Адаптация методов вероятностной оценки параметров надежности оптимальных режимов использования возобновляемых источников энергии для системы электроснабжения животноводческого комплекса в чеченской республике: дисс. канд. техн. наук: 2.4.2 / Эльбазуров Абдул Русланович. – Москва, 2022. – 159 с.
7. Ветрогенератор Nordtank-150 [Электронный ресурс] // StroyVitrina. – Режим доступа: <http://www.stroyvitrina.ru/items/vetrogenerator-nordtank-150-210921> (дата обращения: 20.01.2023 г.).
8. Сангов Х.С., Цырук С.А., Михеев Д.В., Шарафеддин К.Ф. Экономическая эффективность использования ветроэнергетической установки для электроснабжения отдаленных сельских потребителей Республики Таджикистан // В сборнике: Фёдоровские чтения - 2019. Под общей редакцией Б.И. Кудрина, Ю.В. Матюниной. 2019. С. 330-344.
9. Контроллеры заряда для ветрогенератора EnergyWind [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energywind.ru/katalog/kontrollery-zarjada-dlja-vetrogeneratora> (дата обращения: 20.01.2023).
10. Ritar - производитель аккумуляторов. URL: <http://www.ritarpower.com/>. (Дата обращения: 25.01.2023).

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

TJ	RU	EN
Саидзода Хушдил Саид	Саидзода Хушдил Саид	Saidzoda Khushdil Said
н.и.т	к.т.н	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 academic M.S. Osimi
e. mail: khushdil.sangov@mail.ru		
TJ	RU	EN
Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Ismoilov Firdavs Olimshoevich
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
e. mail: ismoilovFO@yandex.com		
TJ	RU	EN
Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Gulmurodzoda Saiyod Gulmurod
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
e. mail: jononaev.87@mail.ru		
TJ	RU	EN
Чамолзода Бехрузи Саъдонхуча	Джамолзода Бехрузи Саъдонхуджа	Jamolzoda Behruzi Sadonkhuja
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
e. mail: Jamolzoda_behruz@mail.ru		
TJ	RU	EN
Ниёзӣ Сирочиддин Рачаббоқӣ	Ниёзи Сироджиддин Раджаббоки	Niyozī Sirojiddin Rajabboqī
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
e. mail: niyozi@maorif.tj		

УДК 631.371.621.311

ОЦЕНКА ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ ЭЭС ТАДЖИКИСТАНА НА ОСНОВЕ МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ

Л.С. Касобов¹, З.С. Эшов²

¹Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, Таджикистан, 734042, г. Душанбе, пр. академиков Раджабовых, 10

²Горно-металлургический институт Таджикистана, 735730, г. Бустон, ул. А. Баротова, 6

Анализируются данные моделирования основных режимов функционирования электроэнергетических систем Таджикистана. Проведен сопоставительный анализ результатов вычислительного расчета, полученных при помощи прикладной программы MUSTANG, а также полученных аналитическим способом областей устойчивости.

Приведены результаты расчета осциллограммы переходных процессов при возмущениях на воздушной линии электропередачи 500 кВ «Юг-Север». Предложены последовательность алгоритмических команд контроля и принципиальная схема четырехступенчатой системы противоаварийного управления для устранения нарушений устойчивости с учетом ввода более высоких мощностей, составляющих не менее 60 % от существующей мощности ЭЭС Таджикистана.

Ключевые слова: устойчивость, переходный режим, алгоритм, системы противоаварийной автоматики.

БАҲОДИҲИИ РЕҶАҶОИ ГУЗАРИШИ СЭ ТОҶИКИСТОН ДАР АСОСИ АВТОМАТИКАИ ЗИДДИСАДАМАВИИ БИСЁРЗИНАВӢ

Л.С. Қасобов, З.С. Эшов

Маълумотҳои моделкунонии реҷаҷои асосии амал намудани системаи электроэнергетикии Тоҷикистон таҳлил шудаанд. Таҳлили муқоисавии натиҷаҳои ҳисобҳои, ки тавассути барномаи амалии MUSTANG, ҳамчунон бо усули аналитикии соҳаҳои устуворӣ ба даст оварда шудааст, гузаронида шудаанд.

Натиҷаҳои ҳисоби осциллограммаи равандҳои гузаранда ҳини ғалаёнҳо дар хати ҳавоии интиқоли 500 кВ «Чануб - Шимол» оварда шудаанд. Пайдарҳамии фармоишҳои алгоритми назорат ва схемаи моҳиятии системаи чорзинагии идораи зиддисадамави барои барҳам додани вайроншавии устуворӣ бо назардошти ворид намудани тавоноҳои баландтар, ки на кам аз 60 % тавонии мавҷудан СЭ Тоҷикистонро ташкил медиҳад, пешниҳод шудааст.

Калимаҳои калидӣ: устуворӣ, реҷаи гузариш, алгоритм, системаи автоматикаи зиддисадамави.

ASSESSMENT OF TRANSITIONAL MODES OF EPS OF TAJIKISTAN BASED ON MULTISTAGE EMERGENCY AUTOMATION

L.S. Kasobov, Z.S. Eshov

Simulation data of the main operating modes of electric power systems in Tajikistan are analyzed. A comparative analysis of the results of computational calculations obtained using the MUSTANG application program, as well as the stability areas obtained analytically, was carried out.

The results of calculating the oscillogram of transient processes during disturbances on the 500 kV South-North overhead power line are presented. A sequence of algorithmic control commands and a schematic diagram of a four-stage emergency control system are proposed to eliminate stability violations, taking into account the introduction of higher powers, constituting at least 60% of the existing power of the EPS of Tajikistan.

Key words: stability, transient mode, algorithm, emergency automatic systems.

ВВЕДЕНИЕ

Главной задачей энергетики в целом и электроэнергетики в частности является максимальное обеспечение устойчивости совместного функционирования электростанций (ЭС) и электроэнергетических систем (ЭЭС). Непредвиденные природные катаклизмы и аварийные ситуации, которые имели место в ряде ведущих стран (США, Канаде, Италии, Швеции, Англии, России), а также развивающихся стран, в том числе в Таджикистане в период 2003-2023 годах, показали, что рост инфраструктуры ЭЭС намного опережает возможности средств предотвращения нарушений устойчивости и обеспечения нормального функционирования ЭС [2,5,6].

Согласно государственной программе развития энергетики Республики Таджикистан в период 2010-2030 гг. предусмотрено масштабное строительство крупных и маломощных ГЭС наряду с сооружением новых линий электропередачи (ЛЭП). При таком ускоренном развитии энергосистемы параллельно решается задача доведения выработки электроэнергии в 2030 году до 30 млрд. кВт-часов, и экспорта в страны ближнего и дальнего зарубежья от 7 до 10 млрд. кВт-часов в год. С внедрением таких проектов ЭС будет полностью трансформирована, и передача электроэнергии в крупных объёмах будет осуществляться в соседние страны: Афганистан, Иран, Пакистан, Китай, Киргизия, Казахстан, а также юг России. Рост генерирующей мощности и протяжённости электрических сетей, несомненно, приводит к сложности и многомерности системы. Это в свою очередь, требует от противоаварийного контроля поддерживать устойчивость ЭС при авариях в сетях 220 - 500

кВ. В качестве примера на рис.1 и 2 иллюстрирована перспективная схема ЭС Республики Таджикистан для сетей 220-500 кВ (с учетом линии по проекту CASA-1000). Как видно, факт достижения грандиозных развитий ЭЭС на лицо и такой аргумент, несомненно, требует тщательного анализа электрических параметров.

В ходе развития генерации и совместного функционирования ЭЭС Таджикистана с соседними странами, естественно усложняется структура энергосистемы, а также первоочередные задачи персонала. В этом случае задача сохранения устойчивости и параллельной работы ЭС становятся неотъемлемой частью более актуальной проблемы обеспечения надежности работы ЭЭС, решение которой достигается различными методами, в том числе и применением любых видов противоаварийной автоматики.

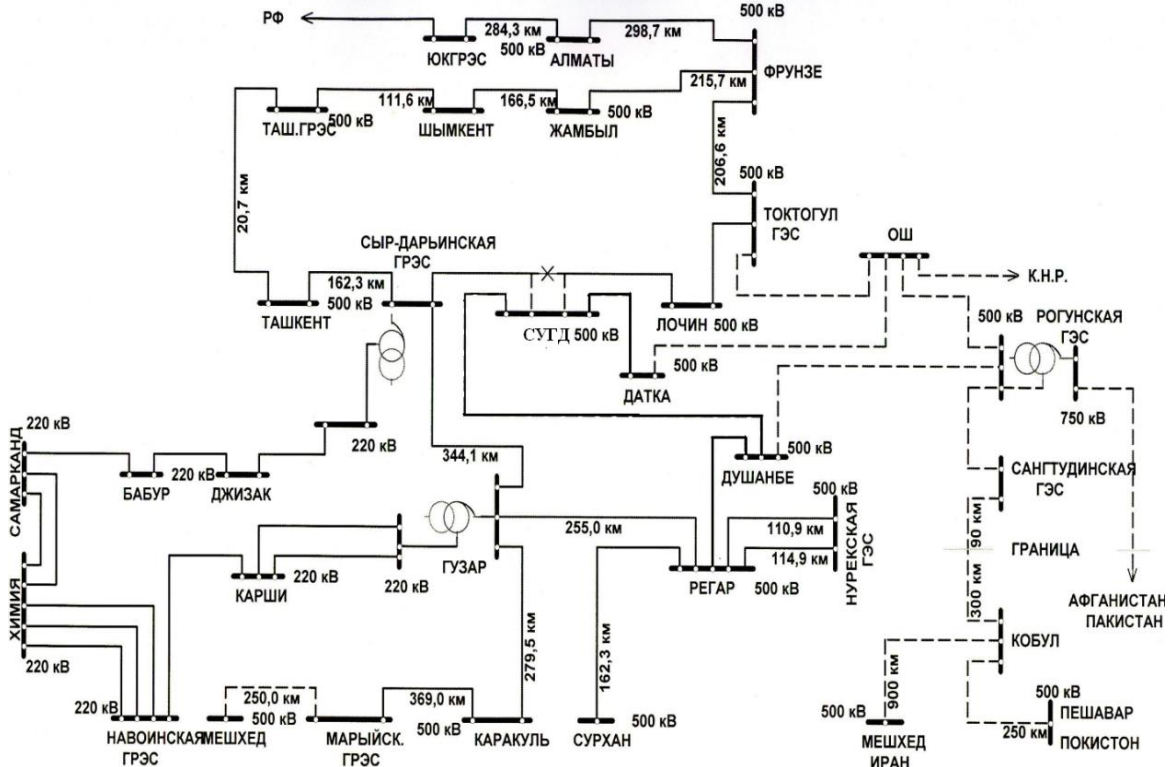


Рис.1 – Перспективная схема ЭЭС Таджикистана с выдачи мощности Рогунской ГЭС

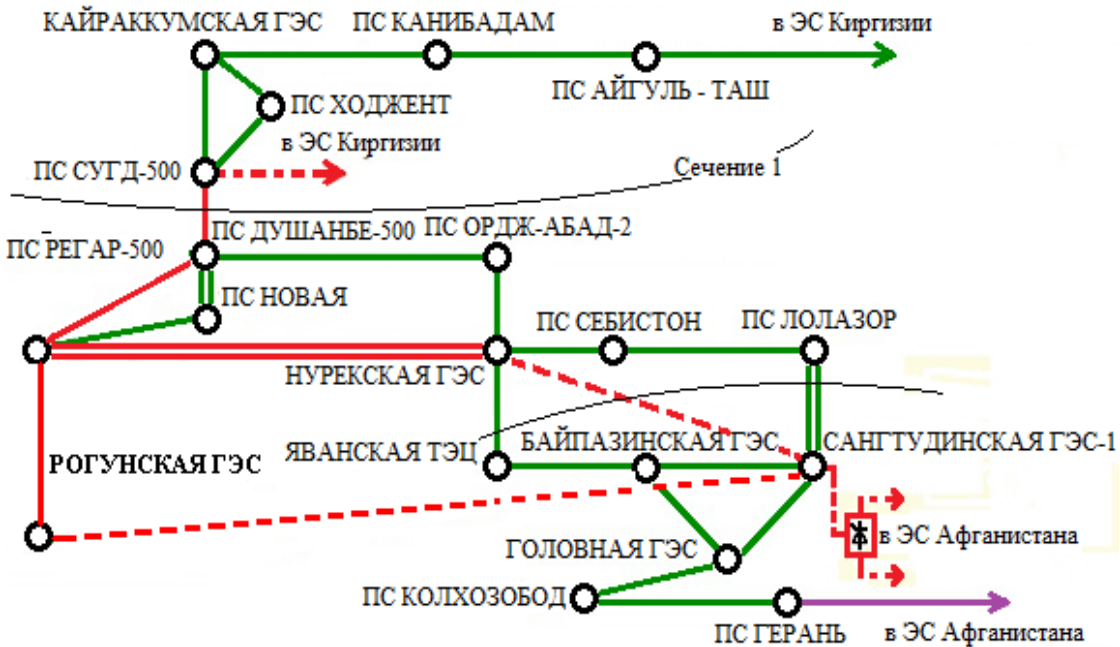


Рис.2 – Перспективная схема энергосистемы Таджикистана и контролируемые сечения

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

На основе вышеизложенных фактов и первоочередных задач, требующих скрупулезного анализа, весьма актуальным становится исследование статических и динамических свойств ЭС Северного Таджикистана, а также построение современной системы противоаварийного управления ЭЭС с управлением в режиме on-line, а также с внедрением проекта CASA-1000 и включением строящегося Рогунской ГЭС.

АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

С целью проведения сопоставительного анализа ограничений относительно статической устойчивости и определения мероприятий для обеспечения динамической устойчивости, в настоящей работе расчеты статической и динамической устойчивости производились с числовыми данными, полученными из оперативно-информационного комплекса отдела АСУ энергетической компании «Барки Точик» Республики Таджикистан с помощью прикладной программы MUSTANG. В этом аспекте, сложная ЭЭС Таджикистана исследовалась в виде двух - и трехмашинной эквивалентной ЭЭС для выявления областей устойчивости. Процесс эквивалентирования производился с поддержкой прикладной программы TKZ 3000. Для эквивалентной схемы нами была составлена матрица собственных и взаимных проводимостей (СВП) ЭЭС генераторов. Область устойчивости определялась из условий максимума и минимума мощностей в узлах 1,2 (P1, P2), в координатах $\delta_1 = f(\delta_2)$ при $\delta_3 = 0$, а затем в координатах P1=f(P2). Все параметры эквивалентной схемы были приведены к напряжению 500 кВ. Определение областей устойчивости производилось по специально составленной программе в Mathcad [1,2,3,4].

Ниже приведены результаты, полученные по программе Mathcad для ЭЭС Таджикистана при ее 3-х узловом представлении. В состав каждого эквивалентного узла включены как генераторы, так и потребители. Для выборочных точек областей устойчивости проводилась проверка соответствия результатов определения предельных мощностей, получаемых методом утяжеления режима по программе MUSTANG WIN с результатами, полученными из аналитических областей.

Таблица 1 – Сравнения предельных мощностей, полученных по программе *MUSTANG* и из аналитических областей устойчивости

Режим	Аналитический метод		<i>MUSTANG WIN.</i>	
	P _г , МВт, P1	P _п , МВт P2	P _г , МВт, P1	P _п , МВт, P2
Нормальный	3290	790	3468	790
Послеаварийный	2340	790	2270	720

Следует отметить, что в нашем случае погрешность для нормального режима составила 2,5 %, а для послеаварийного режима 2,85 %. Из представленных в таблице результатов видно, что при предельной допустимой нагрузке сети по условиям статической устойчивости режима, динамическая устойчивость не обеспечивается без применения средств противоаварийной автоматики. Последнее также необходимо и для обеспечения статической устойчивости послеаварийного режима [2].

АЛГОРИТМЫ ПА

Цель противоаварийного контроля (ПАК) действующей энергосистемой в общем случае состоит в повышении надежности электроснабжения потребителей. Однако в каждом из возможных режимов работы системы данная цель может ограничиваться и принимать частные формы. В частности, цель управления переходными режимами – сохранение динамической устойчивости перехода от аварийного режима к выбранному послеаварийному. В соответствии с этим, повышение эффективности противоаварийного управления, может быть, достигнуто путём построения многоуровневой системы противоаварийной автоматики.

Исходя из изложенного, мы предлагаем алгоритм многоуровневого контроля, который формируется по принципу эшелонированной системы обороны, на каждом рубеже которого используются определенные средства управления для прекращения или ослабления неблагоприятного развития аварийного процесса и обеспечения перехода к установившемуся (квазиустановившемуся) режиму. Эти режимы включают в себя следующее:

1. На первом рубеже используется наиболее быстродействующие средства (релейная защита, регулирование возбуждения и др.) для максимального ослабления аварийного возмущения путем сокращения продолжительности короткого замыкания, форсировки возбуждения генераторов и т.п.
2. На втором рубеже используется комплекс средств, направленных, прежде всего, на сохранения устойчивости параллельной работы (предотвращение асинхронного хода).

3. На третьем рубеже решается задача прекращения асинхронного хода разделением энергосистемы, либо осуществлением ресинхронизации. Тем самым обеспечивается локализация развития аварийного процесса в случае нарушения устойчивости.

4. На четвертом рубеже решается задача предотвращения лавины частоты в отделившихся дефицитных частях энергосистемы, главным образом за счет АЧР, с привлечением некоторых других средств (АВР, ФМТ).

5. Наконец, на последнем рубеже в случае дальнейшего развития аварийного процесса применяется частотное деление энергосистемы для сохранения в работе, хотя бы отдельных энергоблоков с выделенной нагрузкой.

Катастрофические аварии, которые, происходили в Республике Таджикистан (2009 - 2016 гг.) и в ряде других стран, показали, что основными причинами возникновения этих случаев являются:

-ложная работа микропроцессорных устройств или отсутствие таковых, предотвращающих развитие аварии и отключение неповрежденных элементов энергосистемы;

-отсутствие или неэффективная работа автоматики, обеспечивающей устойчивость станций и их «живучесть»;

-неправильные действия диспетчерских служб.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что для предотвращения крупных аварий в энергосистеме необходима современная многоуровневая эффективная система противоаварийной автоматики.

На рис. 3 приведена предлагаемая нами структурная схема четырехуровневой иерархической системы противоаварийного контроля для энергосистемы Таджикистана со следующими обозначениями [3,4,5]:

КСПУ – координирующая система противоаварийного управления всей энергосистемой страны;

ЦСПА – централизованная система противоаварийной автоматики;

МСС – межсистемная связь;

ЦУ – централизованное устройство с ограниченным районом управления, Л – локальное устройство.

Стрелками указаны направления информационных потоков мощности и управляющих команд.

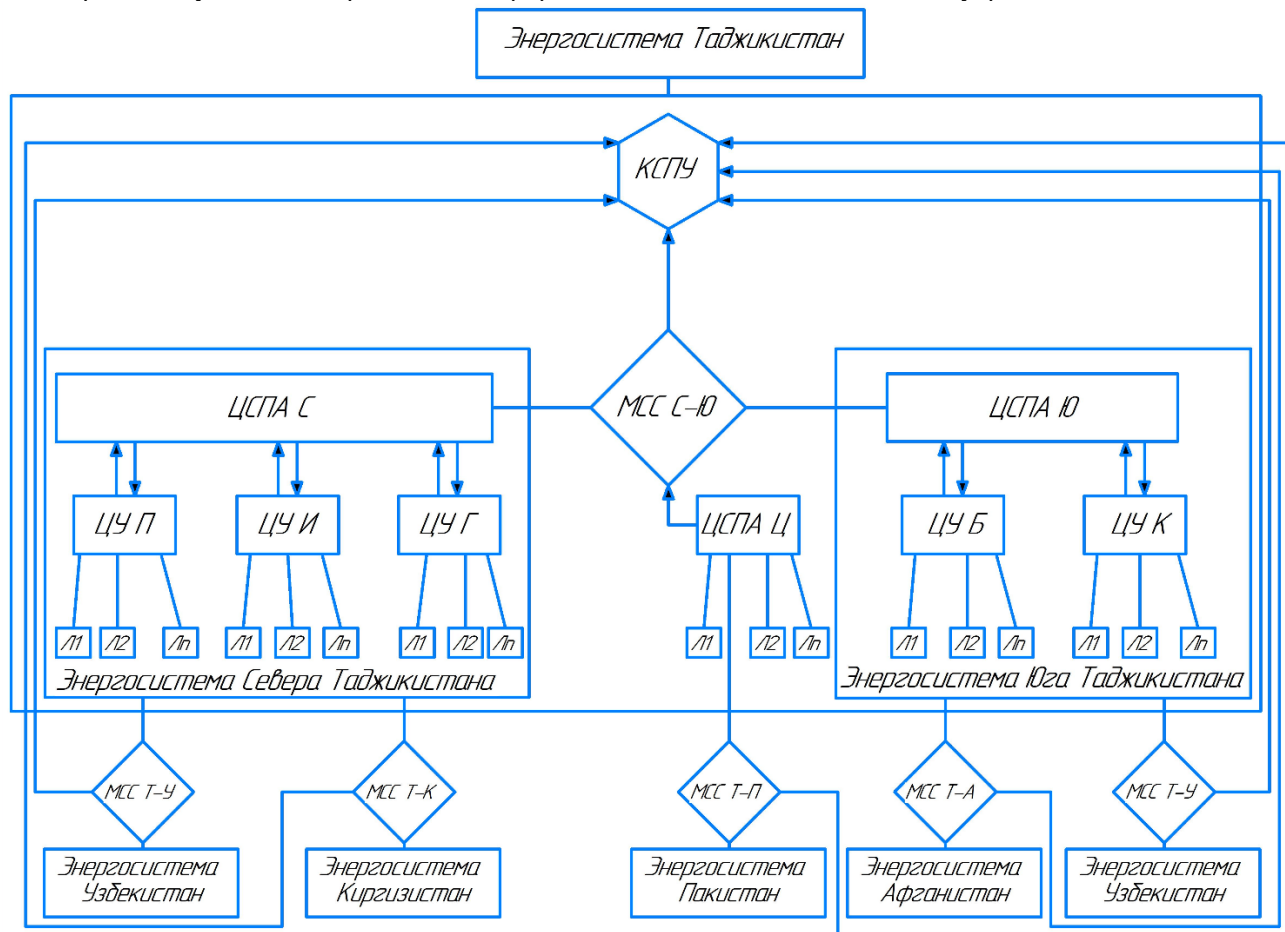
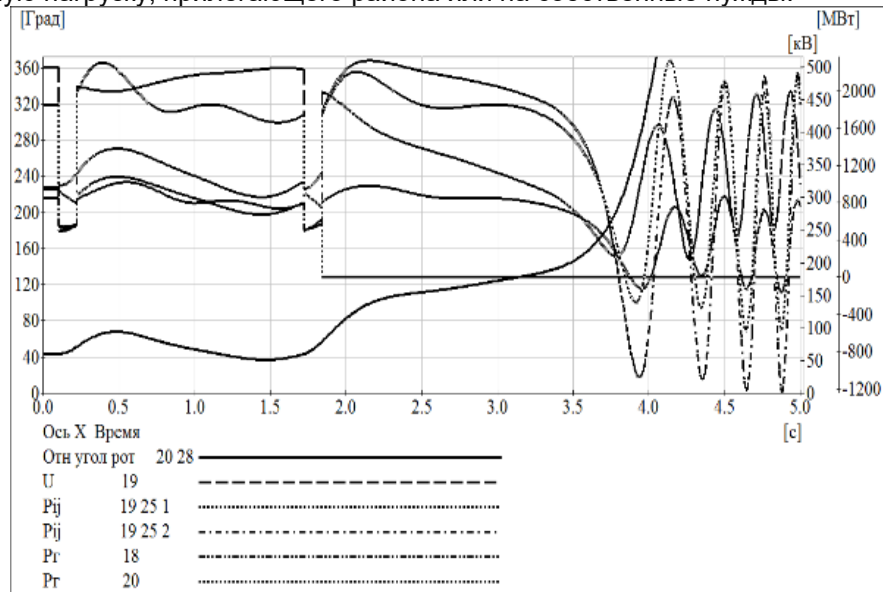


Рис.3 – Структурная схема четырехуровневой иерархической системы противоаварийного управления для энергосистемы Таджикистана

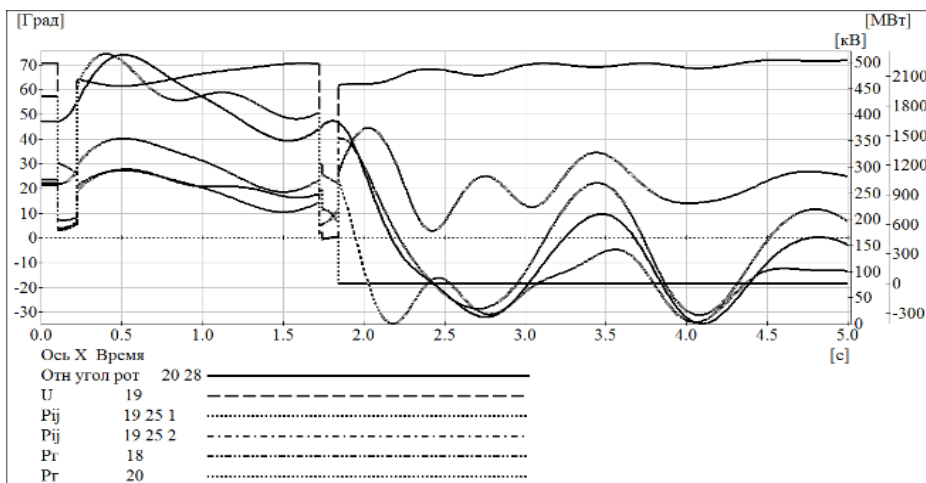
На высшем (первом) уровне иерархии осуществляется координация устройств ПА второго уровня, а также могут непосредственно формироваться сигналы управления некоторыми объектами общесистемного значения с целью обеспечения устойчивости межсистемных связей между энергосистемами.

На втором уровне находятся ЦСПА, осуществляющие управление с целью обеспечения устойчивости основных связей в своем районе управления. Например, в ЭС, а иногда и межсистемных связей с соседними ЭС и использующие как собственные средства управления, так и те, которыми располагают два низших уровня. Предполагаемая система противоаварийной автоматики, предназначена для обеспечения устойчивой работы энергосистем. В ней предусматривается возможность отключения генераторов, отключение нагрузки, а также деление энергосистемы. Результаты расчетов, выполненных в виде алгоритма, запоминаются в ПТК в виде многомерных таблиц [3,5,6].

На рис. 4 приведены расчетные осциллограммы переходных процессов при коротких замыканиях на ЛЭП 500 кВ «Юг-Север», которые проводились по программе «Mustang». Реализация УВ выполнялась на отключение генерации. Как видно, на следующем (третьем) уровне находятся централизованные устройства, каждое из которых охватывает сравнительно небольшой район управления. При выделении энергорайонов важной задачей является сохранение работоспособности станции, путем выделения мощности электростанций на сбалансированную нагрузку, прилегающего района или на собственные нужды.



а)



б)

Рисунок 4 – Расчетные осциллограммы переходного процесса при однофазном КЗ с успешным АПВ при $P_0 = 2800$ МВт, при однофазном КЗ с неуспешным АПВ, $P_0 = 2720$ МВт, при двухфазном КЗ с успешным АПВ, $P_0 = 2770$ МВт с нарушением динамической устойчивости (в отсутствие регулирования турбин) (а); с ОГ для предотвращения нарушения динамической устойчивости, $P_{пр} = 3000$ МВт (б).

На основании проведенных расчетов и анализа режимов ЭЭС Таджикистана, нами разработана блок - схема алгоритма ПАУ для предотвращения нарушений устойчивости с учетом ограничений по динамической устойчивости и статической устойчивости в послеаварийном режиме (рис.5). На наш взгляд, существенным моментом в данном алгоритме является два этапа оптимизации управляющих:

- На первом – программно отключается часть генерации исходя из наиболее вероятного сценария развития процесса.
- На втором – по результатам мониторинга запасов статической и динамической устойчивости в темпе процесса определяется необходимость в отключении дополнительной генерации, и, при необходимости, вводятся дополнительные управляющие воздействия.

Работоспособность алгоритма была вычислительно проверена на модели энергосистемы Таджикистана при расчетах по программе MUSTANG. Результаты представлены (на рис. 4 б).

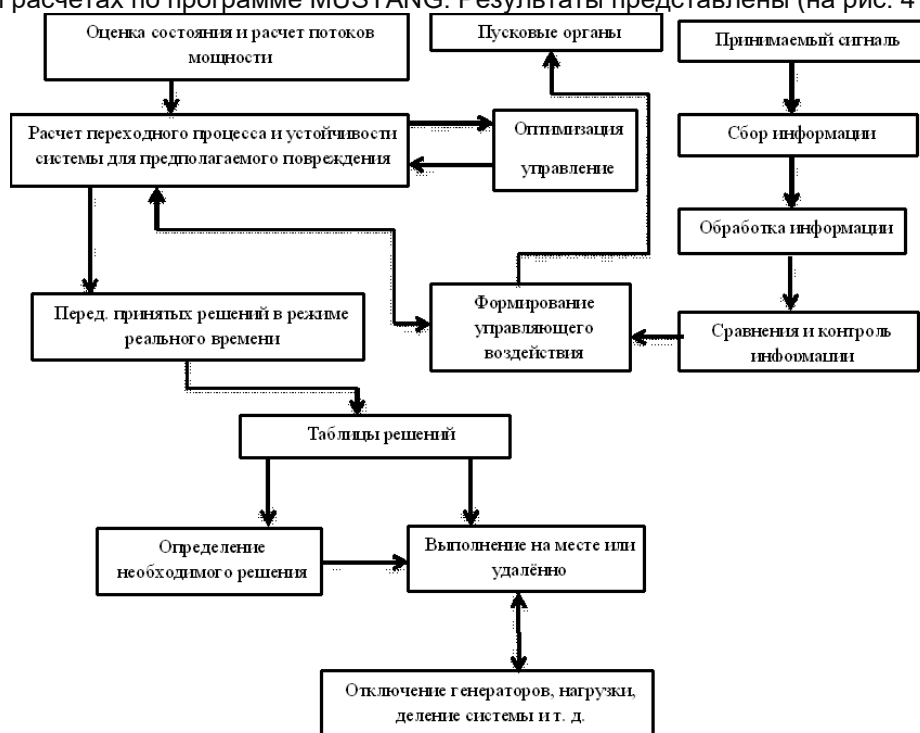


Рис. 5 – Алгоритм ПАУ

ВЫВОДЫ

Предложенная системы ПА основана на базе современной микропроцессорной аппаратуры, которая позволяет интегрировать её в любые информационные системы, (АСУ, СКАДА и т.п.). Она обеспечивает быстрый доступ к текущей и аварийной информации устройств со всех уровней диспетчерского управления и информационный обмен между отдельными уровнями и устройствами ПА.

Целесообразно ОГ запускать с предварительными параметрами в период воздействия возмущения (первый этап управления), а дооптимизацию параметров ОГ производить после снятия возмущающего воздействия (второй этап управления).

Управляющие воздействия в качестве ОГ достаточны для сохранения устойчивости ЭС при коротких замыканиях, обрыв фазы, резкие отключение нагрузки любых аварийных возмущениях.

Рецензент: Мирзозода Б. М. – к.т.н., доцент кафедры «РЗ и АЭ» ПИЛУ имени академика М.С. Осими

ЛИТЕРАТУРА

1. Фишов А.Г., Касобов Л.С. Постановка задачи управления переходными режимами для обеспечения устойчивости Нурекской ГЭС путем отключения генераторов //Известия Томского политехнического университета. Энергетика. Вып. № 4. Том 315/2009. С. 46-51.

2. Касобов Л.С. Предотвращение нарушения устойчивости режима энергосистемы с преобладанием гидрогенерации (на примере энергосистемы Таджикистана): дис....канд.тех.наук: 05.14.02 / НГТУ. Новосибирск, 2009. 178 с.
3. Касобов Л.С., Давлатшоев Д.Д. Модернизация противоаварийной автоматики энергосистемы Таджикистана //Известия Высших учебных заведений. Электромеханика. 2017. Т. 60, № 4. С. 62-68.
4. Касобов Л.С., Таштабанов Д.Ф., Иноятов М.Б. Необходимость создания многоуровневой противоаварийной автоматики на базе современных цифровых технологий //Вестник Таджикского технического университета, № 2(18). – Душанбе. «Шинос», 2012. С. 38 – 43.
5. В.М. Лопухов, В.В. Кандалинцев, И.Ш. Фардиев, Ю.В. Щелоков Система противоаварийной автоматики крупного промышленного энергорайона на базе современных цифровых технологий // Релейная защита и автоматика современных энергосистем. Чебоксария, сентябрь, 9-13, 2007.
6. Иофьев Б. И., Семенов В. А. Структуры противоаварийной автоматики крупной электроэнергетической системы //Энергетик. 2005. 3, 5.
7. Надтока И.И., Васильев П.А., Махмадджонов Ф.Д. Моделирование переходных процессов и анализ динамической устойчивости энергосистемы Республики Таджикистан// Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. -2015. -№3. – С. 50-53.
8. Надтока И.И., Махмадджонов Ф.Д. Анализ динамической устойчивости энергосистемы Таджикистана с учетом ввода Душанбинской ТЭЦ-2// Научно-техническая конференция и выставка инновационных проектов, выполненных вузами и научными организациями ЮФО в рамках участия в реализации федеральных целевых программ и внепрограммных мероприятий, заказчиком которых является Минобрнауки России: сб. материалов конф., г. Новочеркасск, 14-16 дек. 2014 г. /Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т им. М.И. Платова. – Новочеркасск: Лик, 2014. С. 39-39.
9. Информационный сайт Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.mewr.tj/>.
10. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем/под ред. Л.А. Жукова. М.: Энергия, 1979. 456 с.
11. Исследование установившихся режимов работы энергосистемы Республики Таджикистан / Махмадджонов Ф.Д., Касобов Л.С. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования № 2 (62)-2023. С. 42-47.
12. Заболотский В.П., Оводенко А.А., Степанов А.Г. Математические модели в управлении. Учебное пособие. – Санкт-Петербург.: СПбГУАП, 2001. – 196 с.

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

TJ	RU	EN
Қасобов Лоик Сафарович	Касобов Лоик Сафарович	Kasobov Loik Safarovich
н.и.т., дотсент	к.т.н., доцент	Candidat of engineering 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 academic M.S.Osimi
e. mail: loiknstu@mail.ru		
TJ	RU	EN
Эшов Зулфон Субхонович	Эшов Зулфон Субхонович	Eshov Zulfon Subhonovich
Муаллими калон	Старший преподаватель	Senior lecturer
Донишкадаи кӯхи металлургии Тоҷикистон	Горно-металлургический институт Таджикистана	Mining and Metallurgical Institute of Tajikistan
e. mail: zulfon.eshov@mail.ru		

УДК 621.311

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОГОРЬЯ НА ГЕНЕРИРУЕМУЮ МОЩНОСТЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

А.Д. Ахророва¹, З.С. Ганиев²

¹Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

²Филиал НИУ «МЭИ» в г. Душанбе

В статье дана количественная оценка влияния высоты расположения возобновляемых источников энергии на генерируемую мощность. Показано, что с увеличением высоты расположения над уровнем моря, у отдельных источников генерируемая мощность увеличивается, а у других наоборот, с увеличением высоты – уменьшается, что должно учитываться при проектировании локальных энергетических комплексов. Расчеты произведены с помощью разработанной программы «Оптимальный выбор установленных мощностей электростанций (ВЭС, СЭС и МГЭС) энергокомплекса итерационным методом».

Ключевые слова: оценка, генерируемая мощность, энергокомплекс, электрическая станция, высокогорье, график, интеграция.

БАҶОДИҶИИ ТАЪСИРИ БАЛАНДИКӢҲ БА ИҚТИДОРИ ИСТЕҲСОЛИИ МАНБАӢҲОИ БАҶҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ.

А.Д. Ахророва, З.С. Ганиев

Дар мақола арзёбии миқдори таъсири баландии ҷойгишавии манбаъҳои баҷқароршавандаи энергия ба иқтидори истеҳсоли оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки дар баробари баланд шудани баландӣ аз сатҳи баҳр иқтидори истеҳсоли баъзе манбаъҳо зиёд мешавад, барои дигар манбаъҳо, баръакс, дар баробари баланд шудани баландӣ он кам мешавад, ки инро ҳангоми лоиҳакашии комплекси энергетикӣ маҳдуд ба назар гирифта лозим аст. Ҳисобҳо аз рӯи барномаи таҳияшуда «Интихоби оптималии иқтидорҳои насбшудаи нерӯгоҳҳои барқӣ (НБ бодӣ, НБ офтобӣ ва НБ обии хурд) комплекси энергетикӣ бо усули итерационӣ (такрорӣ)» анҷом дода шудаанд.

Калидвожаҳо: баҳодихӣ, иқтидори истеҳсолӣ, комплекси энергетикӣ, нерӯгоҳи барқӣ, баландкӯҳ, ҷадвал, интеграция.

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF HIGH ALTITUDES ON THE GENERATED POWER OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

A.D. Akhrova, Z.S. Ganiev

The article provides a quantitative assessment of the influence of the height of the location of renewable energy sources on the generated power. It is shown that with increasing altitude above sea level, the generated power of some sources increases, while for others, on the contrary, with increasing altitude it decreases, which should be taken into account when designing local energy complexes. Calculations were made using the developed program “Optimal selection of installed capacities of power plants (WPP, SPP and SHPP) of the energy complex using the iterative method.”

Key words: assessment, generated power, energy complex, power plant, highlands, schedule, iteration.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время электрическая энергия является одним из наиболее востребованных видов энергии, так как данный вид энергии легко преобразуется в другие виды энергии и ее можно транспортировать на любое расстояние. Спрос на этот вид энергии стремительно растёт. Например, доля использования электрической энергии в мировом масштабе в 2021 году увеличилась на 2,5 %, а в 2022 году на 2,3 %. Несмотря на предпринимаемые мировым сообществом меры по снижению углеродного следа большинство электростанций для выработки электроэнергии использует ископаемое топливо (уголь, нефть и природный газ и т.п.). В результате не только истощаются запасы ископаемого топлива, но и в условиях современных тенденций потепления климата наносится значительный ущерб окружающей среде.

Исходя из этого, что в большинстве развитых стран мира особое внимание отдается строительству электрических станций на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), таких как энергия ветра, солнца и гидроэнергия малых рек. Особую актуальность применение солнечных (СЭС) и ветровых электростанций (ВЭС) и малых гидроэлектростанций (МГЭС) приобретает в электроэнергетических системах (ЭЭС), имеющих выраженный дефицит мощности в определенные сезоны года. Использование ВИЭ целесообразно в децентрализованных электрических сетях, которые изолировано работают от энергосистемы. В ЭЭС с большой долей гидроэлектростанций (ГЭС) дефицит мощности в условиях современных климатических тенденций в значительной мере зависит от водообеспеченности. Примером такой ЭЭС можно назвать энергосистему Республики Таджикистан (РТ).

Несмотря на развитие ЭЭС РТ в последние годы в энергосистеме существуют электрические сети, которые работают изолировано от неё. При этом, в таких труднодоступных районах имеются все предпосылки для создания локальных энергокомплексов с электрическими станциями (ЭС) на основе энергии ветра, солнца и малых рек. Примером таких районов на территории республики является Горно-Бадахшанская автономная область (ГБАО) [1 – 3].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В качестве объекта исследования выбран энергокомплекс, содержащий в своём составе такие источники как, солнечная электростанция (СЭС), ветровая электростанция (ВЭС) и малая гидроэлектростанция (МГЭС) (рисунок 1). Все источники работают на общую нагрузку, при этом приоритет отдается максимальному использованию энергии солнца и ветра, а энергия малых рек аккумулируется в верхнем бьефе МГЭС, выработка которой используется при дефиците электроэнергии (ЭЭ). При расчете необходимо учитывать, что при изменении высоты расположения источников ЭЭ над уровнем моря, генерируемая ими мощность существенно меняется, так как на режимы работы электрооборудования влияют атмосферные параметры, например, температура, атмосферное давление, разреженность воздуха, и другие факторы. Для расчета и поддержания требуемого уровня доступа электроэнергии соответствующего качества необходимо иметь первоначальные исходные данные: установленная мощность источников, максимальная потребляемая мощность нагрузки, суточные графики выработки мощности источниками и нагрузки потребителей.

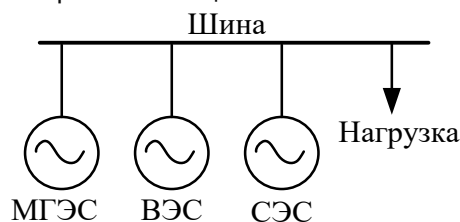


Рисунок 1 – Объект исследования

Суточные графики выработки источников электрической энергии (ВЭС, СЭС и МГЭС) и нагрузки потребителей в графическом виде соответственно приведены на рисунках 2 и 3.

Подробный анализ и пояснение методики выбора графиков выработки для каждого из источников, а также график нагрузки потребителя для рассматриваемого энергокомплекса приведены в [4].

Суточный график выработки МГЭС, для произвольного интервала времени, при наличии графиков нагрузки других участников энергокомплекса и графика нагрузки потребителей, определяется по следующему выражению:

$$P_{\text{МГЭС}}^{i-j} = P_{\text{СЭС}}^{i-j} + P_{\text{ВЭС}}^{i-j} - P_{\text{нагр.}}^{i-j} \quad (1)$$

где, $P_{\text{МГЭС}}^{i-j}$; $P_{\text{СЭС}}^{i-j}$; $P_{\text{ВЭС}}^{i-j}$; $P_{\text{нагр.}}^{i-j}$ – соответственно мощности МГЭС, СЭС, ВЭС и нагрузки на интервале времени $(i - j)$.

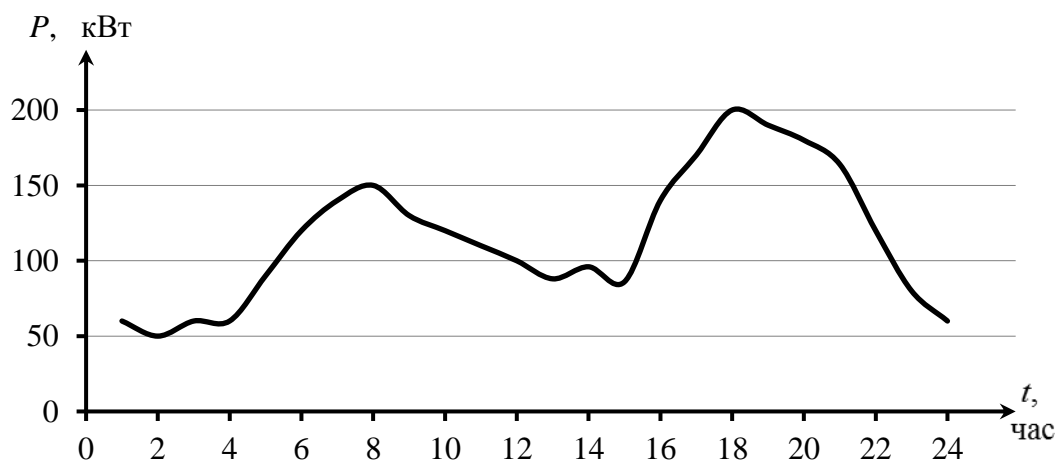


Рисунок 2 – Суточный график нагрузки потребителей энергокомплекса

Для подробной иллюстрации процесса выбора установленных мощностей участников энергокомплекса принимаем, что установленная мощность ВЭС составляет 100 кВт, СЭС – 100 кВт, а максимальная мощность нагрузки составляет 200 кВт. В результате расчета получим суточный график нагрузки МГЭС, который показан на рисунке 3.

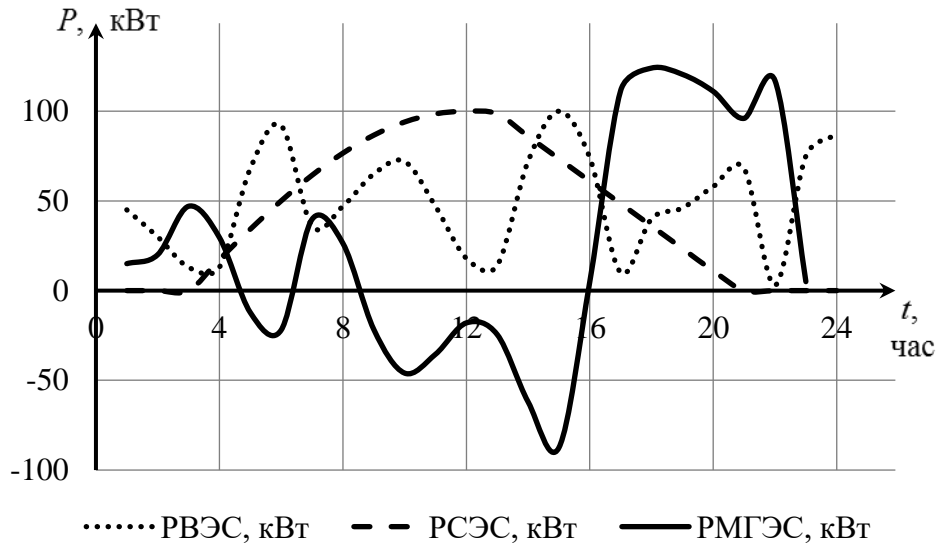


Рисунок 3 – Суточный график выработки активной мощности источниками энергокомплекса

Как видно из графика, в интервалах времени 0 – 4, 5 – 7 и 15 – 22 генерируемая мощность МГЭС имеет отрицательное значение. Это означает, что в этих интервалах времени необходимо уменьшить генерируемую мощность за счет отключения части солнечных панелей или ветрогенераторов, что неэффективно с экономической точки зрения. Поэтому необходимо найти оптимальные варианты выбора установленной мощности всех источников ЭЭ. Методика поиска оптимальной установленной мощности источников энергокомплекса итерационным методом приведена в [4]. При этом, во время расчета, необходимо учитывать влияние высоты расположения электрических станций над уровнем моря на генерируемую ими мощность.

В зависимости от высоты расположения значение солнечной радиации меняется. Динамика изменения солнечной радиации, в зависимости от высоты расположения, приведена на рисунке 4. Как видно из рисунка, максимальное значение солнечной радиации наблюдается на высоте 4200 метров над уровнем моря, которая в зимний период (декабрь) составляет 3,51 кВт·час/м², а в летний период (июнь) – 10,1 кВт·час/м².

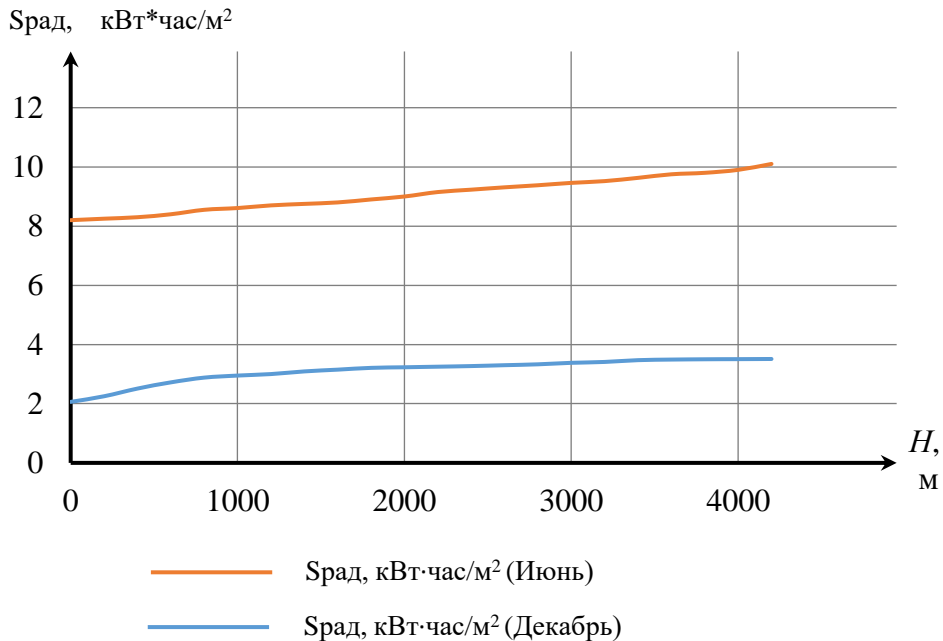


Рисунок 4 – Изменение солнечной радиации от высоты над уровнем моря

Высота расположения малой ГЭС также влияет на генерируемую ею мощность. Как показывает опыт эксплуатации, в зависимости от высоты расположения МГЭС выдаваемая мощность снижается, практически линейным образом, показанным на рисунке 5. С увеличением высоты над уровнем моря, воздух становится более разреженным и его охлаждающие способности ухудшаются, что отрицательно влияет на генераторы малых ГЭС, в большинстве своем имеющие воздушную систему охлаждения.

При проектировании СЭС и МГЭС в составе энергокомплекса необходимо учитывать все факторы, которые влияют на генерируемую мощность электрических станций и соответственно на баланс мощности.

Как видно из графика, приведенного на рисунке 5, с увеличением высоты расположения МГЭС наблюдается снижение её мощности примерно до 18 % от номинального значения [5]. Другими словами, если мощность малой гидроэлектростанции и ветровой электростанции на условной высоте 800 метров над уровнем моря (город Душанбе) в относительных единицах принять равной 1 (о.е.), тогда мощность на высоте 3800 метров (ГБАО) уменьшается до 0,82 о.е.

Для СЭС с увеличением высоты солнечная радиация (рисунок 4) увеличивается. Например, если солнечные панели на высоте 800 метров генерируют 1 относительную единицу, то мощность этих же панелей на высоте 3800 метров в зимний период увеличивается до 1,215 о.е. [5].

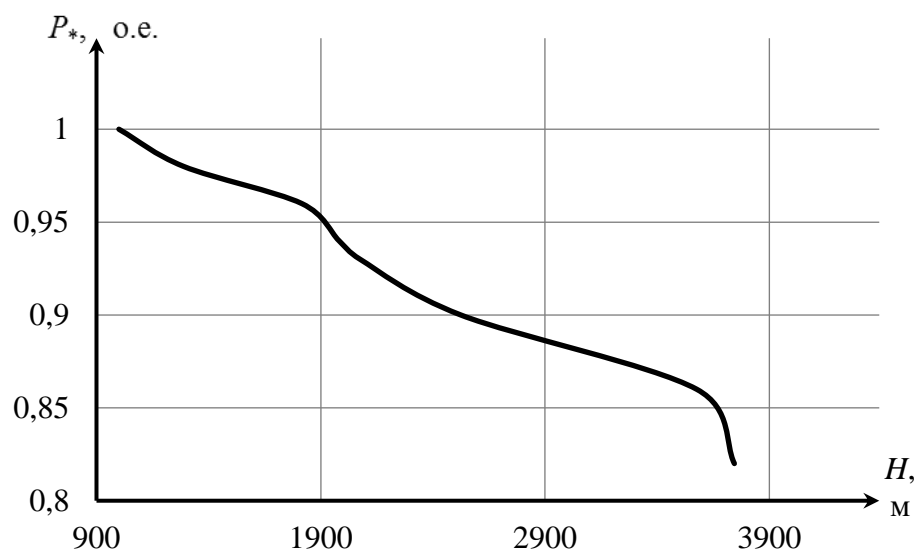


Рисунок 5 – График изменения генерируемой мощности от высоты ее расположения МГЭС

Выше изложенное предопределяет необходимость при выборе мощности генераторов СЭС, ВЭС и МГЭС учета коэффициента высоты, определяемого как отношение базовой генерируемой мощности (источник расположен на высоте 800 м) и генерируемой мощности на высоте H. Для правильной оценки сравнения приводим размещение электрических станций на высоте 800 метров (г. Душанбе) и 3800 метров (ГБАО). Зависимость генерируемой мощности СЭС от высоты расположения характеризуем с помощью коэффициента высоты, который определяется как отношение значения солнечной радиации соответственно на высотах размещения H и 800 м. Таким образом, формулу для определения коэффициента высоты для СЭС можно написать в следующем виде:

$$k_{\text{выс}}^{\text{СЭС}} = \frac{S_{\text{рад}}^H}{S_{\text{рад}}^{800}} \quad (1)$$

где, $S_{\text{рад}}^{800}$ – радиация на высоте 800 метров в кВт·час/м²; $S_{\text{рад}}^H$ – радиация на высоте H в кВт·час/м².

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ УСТАНОВЛЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (ВЭС, СЭС И МГЭС) ЭНЕРГОКОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ.

Для выбора установленной мощности источников электрической энергии, входящих в состав энергокомплекса, с учетом высоты расположения авторами разработан алгоритм расчета, который приведен на рисунке 6. В произвольном районе децентрализованного электроснабжения имеется возможность установить солнечную (СЭС) и ветровую электростанции (ВЭС) и малую гидроэлектростанция (МГЭС).

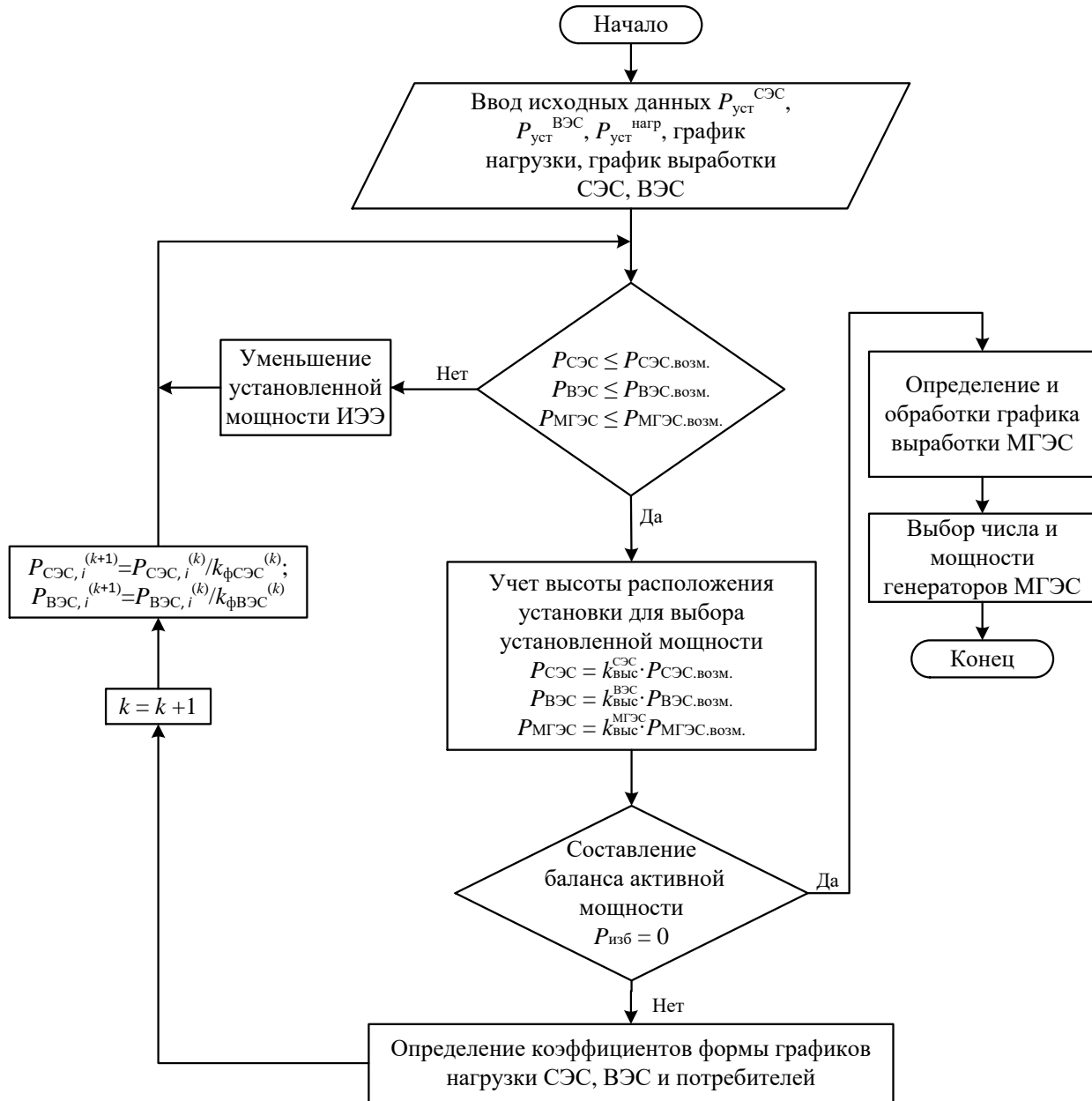


Рисунок 6 - Алгоритм оптимального выбора установленных мощностей электростанций (ВЭС, СЭС и МГЭС) энергокомплекса итерационным методом с учетом высоты над уровнем моря

Для оптимального выбора установленной мощности источников необходимы исходные данные о возможности установки того или иного типа станции, а также их суточные графики выработки и график нагрузки. После обработки исходных данных и определения возможного варианта установленной мощности источников необходимо принимать во внимание следующие условия:

$$P_{ном.уст.} \leq P_{тех.возм.} \tag{2}$$

Как отмечено выше, при проектировании энергетических комплексов в условиях высокогорья необходимо учитывать зависимость генерируемой мощности от высоты расположения источника над уровнем моря. Для этого, мощность каждого источника необходимо умножать на коэффициент высоты. Коэффициент высоты для СЭС определяется с помощью формулы (1) в соответствии с рисунком 4, а для ВЭС и МГЭС определяется с использованием графика, приведенного на рисунке 5. Зная коэффициенты высоты для каждого источника, можно определить окончательное значение установленной мощности, с учетом высоты расположения источников энергии над уровнем моря по формулам:

$$\begin{cases} P_{\text{ном.СЭС}} = k_{\text{выс}}^{\text{СЭС}} \cdot P_{\text{тех.возм.}}^{\text{СЭС}} \\ P_{\text{ном.ВЭС}} = k_{\text{выс}}^{\text{ВЭС}} \cdot P_{\text{тех.возм.}}^{\text{ВЭС}} \\ P_{\text{ном.МГЭС}} = k_{\text{выс}}^{\text{МГЭС}} \cdot P_{\text{тех.возм.}}^{\text{МГЭС}} \end{cases} \quad (3)$$

При расчёте необходимо обеспечивать, что на каждый момент времени должно выполняться условие:

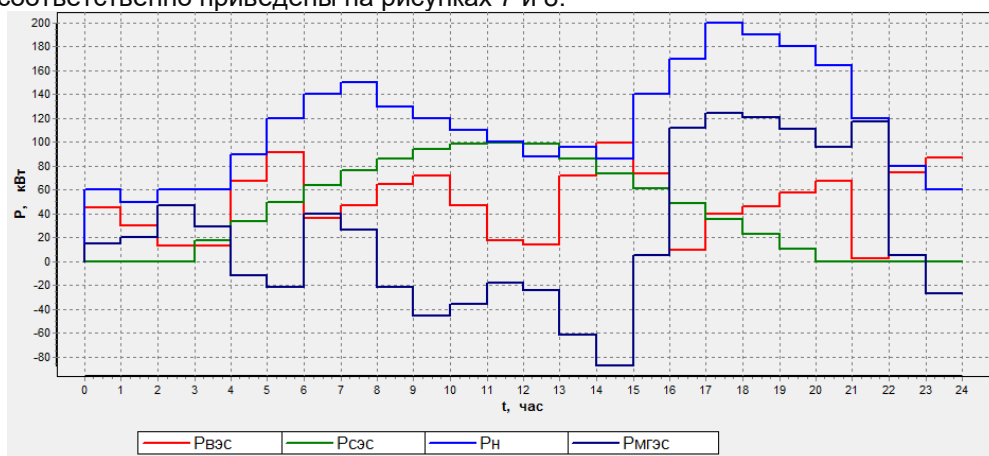
$$P_{\text{МГЭС}}^i = (P_{\text{СЭС}}^i + P_{\text{ВЭС}}^i - P_{\text{нагр.}}^i - \Delta P_{\text{пот.}}^i) \quad (4)$$

При выполнении условия (4) необходимо учитывать, что при расчёте мощности и выборе источника приоритет отдаётся максимальному использованию мощностей СЭС и ВЭС, при этом мощность МГЭС (вода, как первичный энергоноситель) запасается на верхнем бьефе.

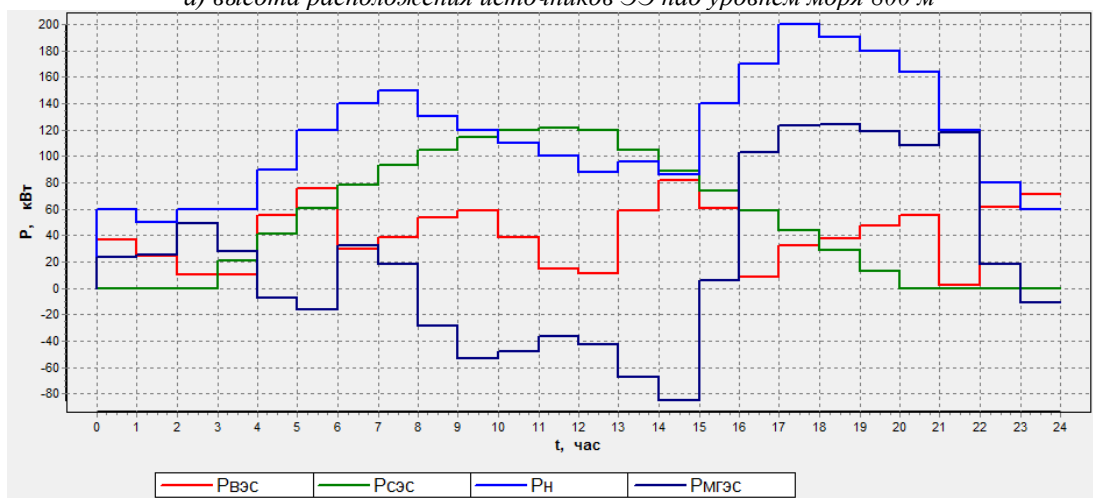
Последующие шаги алгоритма выполняются аналогично методике, приведенной в [4] с помощью программы «Програмный комплекс для оптимального выбора установленных мощностей электростанции (ВЭС, СЭС и МГЭС) энергокомплекса итерационным методом» (регистрационный номер программы для ЭВМ в «Реестре программ для ЭВМ» №2023669848, 21 сентября 2023 г.) [6].

В качестве примера приводим результаты расчета выбора оптимальной мощности по разработанной программе с учетом влияния высоты расположения источников на величину генерируемой ими мощности и без учета влияния высоты. В качестве исходных данных выбираем номинальную мощность участников энергокомплекса и принимаем, что: $P_{\text{СЭС}}^{\text{уст}} = 100\text{кВт}$, $P_{\text{ВЭС}}^{\text{уст}} = 100\text{кВт}$, $P_{\text{нагр.}}^{\text{max}} = 200\text{кВт}$.

Результаты расчета программы для первой и последней (пятой) итерации, без учета высоты расположения источников над уровнем моря на генерируемую мощность и с учетом влияния высоты расположения соответственно приведены на рисунках 7 и 8.

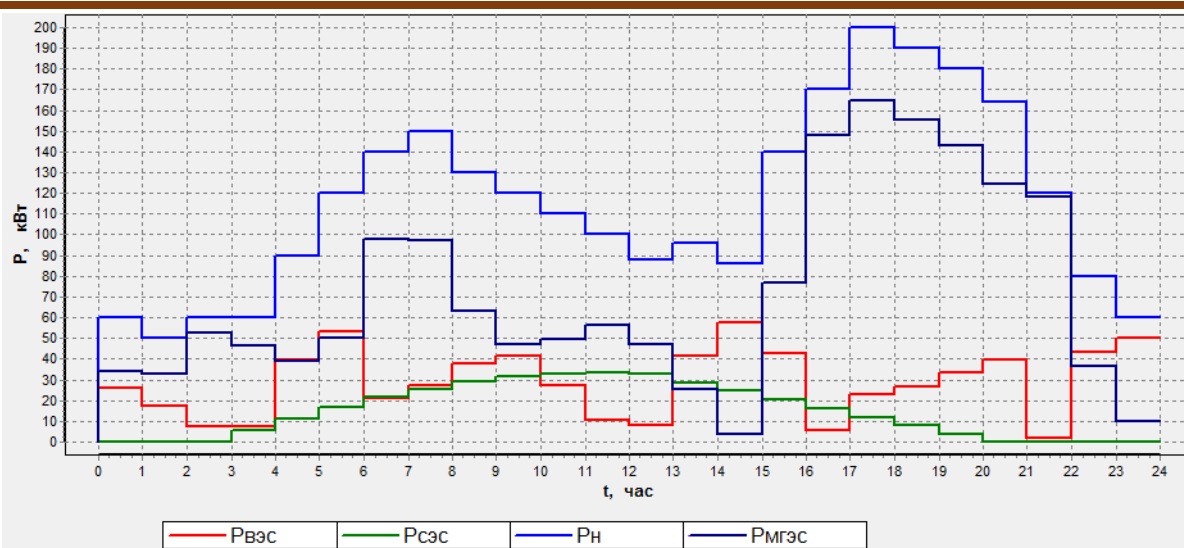


а) высота расположения источников ЭЭ над уровнем моря 800 м

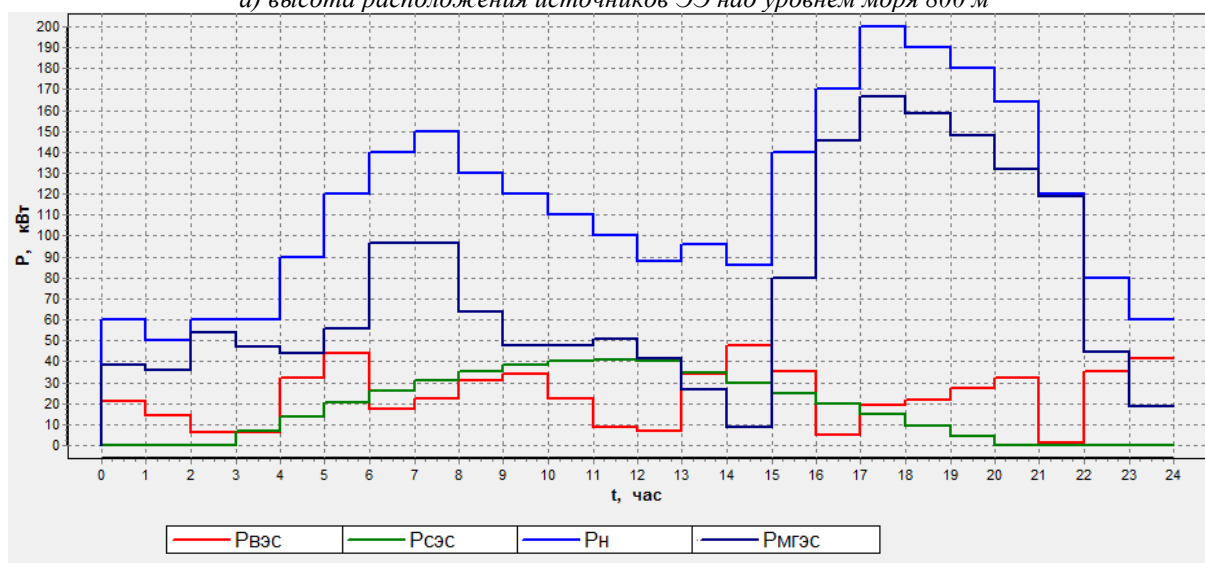


б) высота расположения источников ЭЭ 3800 м над уровнем моря

Рисунок 7 – Суточные графики выработки мощности источников ЭЭ (СЭС, ВЭС и МГЭС) и нагрузки потребителей на первой итерации



а) высота расположения источников ЭЭ над уровнем моря 800 м



б) высота расположения источников ЭЭ 3800 м над уровнем моря

Рисунок 8 – Суточные графики выработки ИЭЭ (СЭС, ВЭС и МГЭС) и нагрузки потребителей на последней (пятой) итерации

В результате произведенного расчета по программе, на пятой итерации значения максимальной генерируемой мощности ВЭС, СЭС и МГЭС в условиях города Душанбе (800 м над уровнем моря) соответственно равнялись: 59 кВт, 34 кВт и 165 кВт, а на высоте их размещения 3800 м над уровнем моря соответственно составили: 49 кВт, 41 кВт и 168 кВт.

С учетом высокой капиталоемкости энергетических объектов изменение генерируемой мощности возобновляемых источников энергии при размещении их на различной высоте над уровнем моря должно учитываться на стадии проектирования. В масштабе не охваченных централизованным электроснабжением регионов страны это может обеспечить значительную экономию капитальных вложений, обеспечивая гарантированную выработку мощности и доступ к ней потребителей.

ВЫВОДЫ

1. Показаны преимущества применения ВИЭ в качестве альтернативного источника электрической энергии в децентрализованных системах электроснабжения. Показано, что в таких сетях целесообразно применять энергокомплекс с возобновляемыми источниками ЭЭ (ВЭС, СЭС и МГЭС).

2. Предложена методика выбора оптимальных мощностей источников ЭЭ энергокомплекса с учётом влияния высоты расположения источников электрической энергии над уровнем моря. Показано, что с

увеличением высоты расположения над уровнем моря генерируемая мощность на СЭС увеличивается, а на ВЭС и МГЭС уменьшается. Например, на высоте 3800 метров генерируемая мощность на СЭС в зимний период (декабрь) увеличивается на 1,215 раза (рисунок 4), на такой же высоте генерируемая мощность ВЭС и МГЭС, наоборот, снижается на 18% (рисунок 5).

3. Приведен численный пример оценки влияния высоты размещения на генерируемые мощности источников ЭЭ. Результаты расчета показывают, что мощности источников ВЭС и МГЭС при установке на высоте 3800 метров соответственно уменьшаются на 0,967 и 0,994 раза, а мощность СЭС увеличивается на 1,143 раза, по сравнению с базовой высотой 800 метров над уровнем моря.

4. Предложенную методику учета влияния высоты размещения генерирующего источника над уровнем моря рекомендуется использовать в проектной практике.

Рецензент: Назиров Х.Б. – к.т.н., зав. кафедрой «Электроэнергетика» филиала НТУ МЭИ в г. Душанбе

ЛИТЕРАТУРА

1. Елистратов В.В. Моделирование работы и оптимизация параметров систем автономного электроснабжения на основе ВИЭ / В.В. Елистратов, Е.С. Аронова // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2011. – № 1. – С. 119-127.

2. Сибгатуллин А.Р. Оптимизация состава оборудования на основе возобновляемых источников энергии в системах электроснабжения автономных потребителей небольшой мощности / А.Р. Сибгатуллин, В.В. Елистратов // Международный научный журнал. Альтернативная энергетика и экология. – 2016. – № 23-24. – С. 51-67.

3. Fontina P. Simulation and evaluation of a hybrid concentrating-solar and wind power plant for energy autonomy on islands / Fontina Petrakopoulou, Alexander Robinson, Maria Loizidou // Renewable Energy. – Volume 96, Part A.– October 2016. – P. 863-871.

4. Ганиев З.С. Методика выбора оптимальных установленных мощностей источников электрической энергии энергокомплекса / З.С. Ганиев // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2023. – № 3 (63). С. 33 – 41.

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

6. Джураев Ш.Д., Бобоев Ш.А., Назиров Х.Б., Абдулкеримов С.А., Ганиев З.С. Программа для оптимального выбора установленных мощностей электростанции (ВЭС, СЭС и МГЭС) энергокомплекса итерационным методом/ Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023669848, 21.09.2023. Заявка № 2023668688 от 11.09.2023.

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

TJ	RU	EN
Ахророва Алфия Дадахановна Профессор, Рохбари маркази илмӣ - таҳқиқоти «Энергетика»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М. С.Осими	Ахророва Альфия Дадахановна Профессор, Руководитель Научно- исследовательского центра «Энергетика» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими	Akhrorova Alfiya Dadakhanovna Professor, Head of the Research Center “Energy” of the Tajik Technical University, named after academician M.S. Osimi
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi
e. mail: aalpha@mail.ru		
TJ	RU	EN
Ганиев Зокирҷон Султонович Муаллими калон	Ганиев Зокирджон Султонович	Ganiev Zokirjon Sultonovich Senior lecturer
Филиали Донишгоҳи миллии тадқиқоти "МЭИ" дар ш. Душанбе	Филиал «НИУ «МЭИ» в г. Душанбе	Branch of the National Research University MPEI in Dushanbe
e. mail: zoko1981@mail.ru		

УДК 552:534.222.2 (076.5)

БАҲОДИҲӢ ВА ЧЕНКУНИИ БУЗУРГИИ МУҚОВИМАТИ ХОСИ ХОК ДАР ҲУДУДИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ

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

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Муқовимати хоси хоки ҳудуди шаҳри Душанбе-ро вобаста ба ҳарорат ва намноки муайян карда шуда ва дар давоми сол дар баробари тағйир ёфтани обу ҳаво, намии хок ва ҳарорати он тағйир меёбад ва аз ин ру муқовимат низ тағйир меёбад. Муқоисаи натиҷаҳои ченкунии муқовимати хоси хок дар шаҳри Душанбе ба муқовимати хоси хокҳо тибқи ҳуҷҷатҳои меъёрӣ гузаронида шуд. Дар асоси таҳқиқотҳои гузаронидашуда нишон дода шудааст, ки тағйирёбии муқовимат дар қабатҳои болоии замин мушоҳида мешавад, ки дар зимистон ях мекунад ва тобистон хушк мешаванд. Аз ин ченкуниҳо бармеояд, ки ҳангоми паст шудани ҳарорати ҳаво то 0°C муқовимати хок дар чуқурии 0,45 м зиёд мешавад. Дар асоси натиҷаи таҳқиқоти гузаронидашуда кимати муқовимати хоси хокҳои ҳудуди шаҳри Душанбе муайян карда шуд, ки ба маълумотҳои адабиёти мувофиқ аст.

Калимаҳои калидӣ: муқовимати хоси хок, ҳарорат, намноки, муқовимати электрикӣ, гузаронандагӣ, шартҳои иқлимӣ.

ОЦЕНКА И ИЗМЕРЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА ТЕРРИТОРИИ Г. ДУШАНБЕ

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

Определены удельные сопротивления грунта территории г. Душанбе в зависимости от температуры и влажности в течение года в взаимосвязи с переменной погодных и климатических условий содержание влаги в грунте и его температура меняется, а, таким образом, меняется и удельное сопротивление. Сопоставлением результатов измерения величины удельного сопротивления грунта г. Душанбе по удельному сопротивлению грунта справочными данными. На основе проведенных исследований можно сказать, что наиболее резкие колебания удельного сопротивления наблюдаются в верхних слоях земли, которые зимой промерзают, а летом высыхают. Из данных измерений следует, что при понижении температуры воздуха до 0 °C удельное сопротивление грунта на глубине 0,45 м увеличивается. По совокупности проведенных исследований определены величина удельного сопротивления грунта территории г. Душанбе, что соответствует со справочными данными.

Ключевые слова: удельное сопротивление грунта, температура, влажность, электрические сопротивления, проводимость, климатические условия.

ASSESSMENT AND MEASUREMENT OF THE RESISTANCE OF SOIL IN THE TERRITORY OF THE CITY OF DUSHANBE

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

The resistivity of the soil in the territory of the city of Dushanbe was determined depending on temperature and humidity over the years in connection with changes in weather and climatic conditions, the moisture content in the soil and its temperature change, and thus the resistivity also changes. Comparison of the results of measuring the soil resistivity value in Dushanbe with soil resistivity reference data. Based on the studies conducted, it has been shown that the most dramatic fluctuations in resistivity are observed in the upper layers of the earth, which freeze in winter and dry out in summer. From these measurements it follows that when the air temperature drops to 0 °C, the soil resistivity at a depth of 0.45 m increases. Based on the totality of the studies carried out, the value of the soil resistivity of the territory of Dushanbe was determined, which corresponds to the reference data.

Key words: soil resistivity, temperature, humidity, electrical resistance, conductivity, climatic conditions.

Бояд қайд намуд, ки муқовимати хоси хок гуфта, муқовимати электрии байни бо ҳам муқобили ҳамвориин мукааби замин бо паҳлӯи дарозии 1м мебошад. Воҳиди ченаки муқовивимат - ом дар як метр (Ом м) мебошад [2].

Мақсади таҳқиқот ин муайян кардани бузургии муқовимати хоси хок барои ҳисоб намудани параметрҳои дастгоҳҳои заминвасла мебошад.

Замин ноқилияти бади гузаронандагии ҷараёни электрикиро дорад: гузаронандагии он аз гузаронандагии металлҳо чандин миллиард маротиба камтар аст. Барои баҳодиҳии муқовимати хоси хок, онро бо маводи маълумтарини электротехникӣ - мис муқоиса менамоем. Ҳамин тариқ, як куби миси яқлухт муқовимати ба $1,72 \cdot 10^{-8}$ Ом·м дорад. Дар ҳарорати 20 °C ва намнокии миёна муқовимати хоси хок тақрибан $\rho = 100$ Ом м аст, яъне муқовимати хоси замин 5,7 миллиард маротиба зиёдтар аст.

Аммо, азбаски майдони замин, ки тавассути он ҷараёни электрикӣ мегузарад, одатан хеле калон аст, ки муқовимати замин нисбатан хурд аст. Дар ин ҳолат, бузургии муқовимат аз руи ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$\rho = \frac{RF}{l}$$

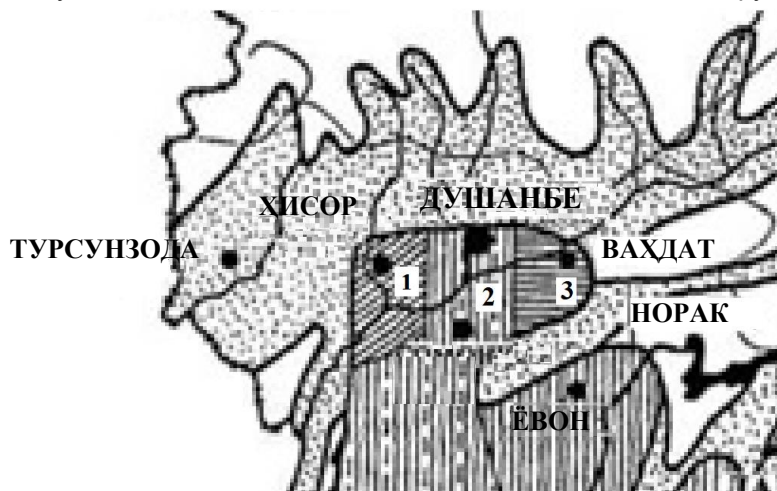
дар ин ҷо R - муқовимат, Ом; F - буруши ҳаҷми муайяни замин, м²; l - дарозӣ, м.

Муқовимати хоси электрики ҳисобшудаи хок параметрест, ки дараҷаи «гузаронандагии ҷараёни»-и заминро ҳамчун ноқилият муайян мекунад, яъне дар чунин муҳит то чӣ андоза ҷараёни электрикӣ аз заминвасла паҳн мешавад [1].

Таъсири асоси ба қимати муқовимати заминвасла ин қабати болоии хок дар чумхурӣ то 20-25 м мебошад, аз ин рӯ ҳангоми ҳисоб намудан ва васл кардани заминвасла муқовимати хоси хокро доништан лозим аст.

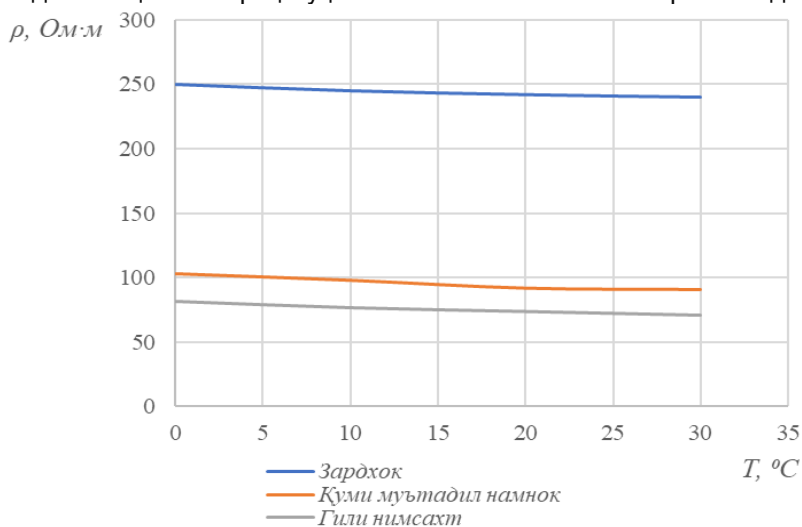
Вобаста ба таркиб (сиёҳхок, қум, гил ва ғ.), ҳаҷм ва зичии ба ҳам якҷояшавии заррачаҳо, намӣ ва ҳарорат, мавҷудияти моддаҳои кимиёвӣ ҳалшаванда (кислотаҳо, ишқҳо, маҳсулоти пӯсида ва ғ.) муқовимати хоси хок дар ҳудуди хеле васеъ фарқ мекунад [1].

Ченкунии муқовимати хок дар ҳудуди шаҳри Душанбе дар се минтақа, ки дар расми 1 нишон дода шудааст, гузаронида шуд. Ченкуниҳо бо асбоби ИС-10 бо истифода аз схемаи ченкунии чорноқила масофаи байни электродҳои ченкунанда $l = 5$ м гузаронида шуданд [2]. Ҳангоми ченкунӣ ба сифати пайвасти ноқилҳои ченкунӣ ба электродҳои ченкунанда диққат додан лозим аст, то ки хатогии иловагӣ рӯй надиҳад.



Расми 1 – Ноҳиябандии ҳудуди шаҳри Душанбе аз рӯи намуди хок: 1 - қитъа (зардхок) ; 2 – қитъа (қуми мӯтадил намнок); 3 – қитъа (гили нимсахт).

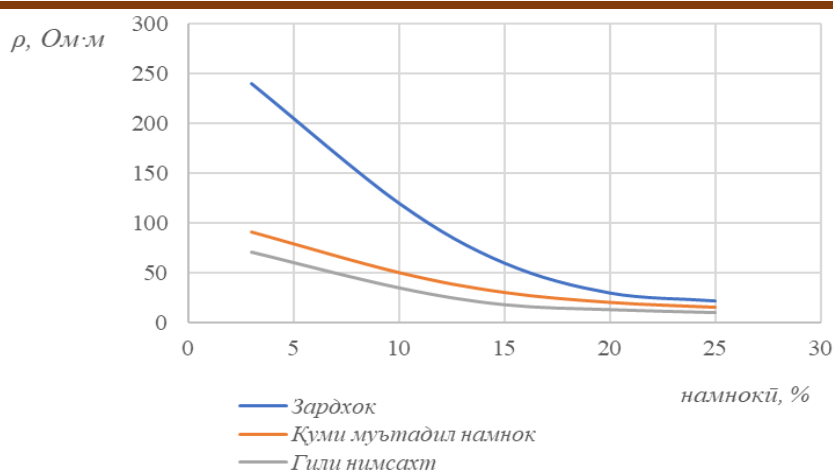
Омилҳои муҳимтаре, ки ба бузургии муқовимати хок таъсир мерасонанд, намнокӣ ва ҳарорат ҳисобида мешаванд [3]. Дар расмҳои 2 ва 3 тағйирёбии муқовимати хок дар ҳудуди шаҳри Душанбе вобаста ба ҳарорат ва намнокӣ нишон дода шудааст. Дар давоми сол бо сабаби тағйир ёфтани обу ҳаво ва иқлим намнокии хок ва ҳарорати он тағйир меёбад ва бо ҳамин тариқ муқовимати хоси хок низ тағйир меёбад.



Расми 2 – Вобастагии тағйирёбии муқовимати хоси электрикии хокҳои шаҳри Душанбе аз ҳарорат.

Тағйирёбии шадиди муқовимат дар қабатҳои болоии замин мушоҳида мешавад, ки дар зимистон ях мекунанд ва дар тобистон хушк мешаванд. Аз ин ченкуниҳо бармеояд, ки ҳангоми то 0°C паст шудани ҳарорати ҳаво муқовимати хок дар чуқурии 0,45 м зиёд мешавад.

Қимати бузургии ченкардашуда, аз таркиби хок, ҳаҷм ва зичии ба ҳам якҷояшавии заррачаҳо, намӣ ва ҳарорат, мавҷудияти моддаҳои кимиёвӣ ҳалшаванда дар он вобастагӣ дорад. Дар қадвали 1 бузургии муқовимати хоси электрикии ҳисобшудаи хоки навъҳои гуногун нишон дода шудаанд [4].



Расми 3 – Вобастагии тағйирёбии муқовимати хоси электрикии хокҳои шаҳри Душанбе аз намнокӣ.

Ҷадвали 1– Бузургии муқовимати хоси электрикии ҳисобшудаи хокҳои намудҳои гуногун

Хок	Муқовимати хоси хок, қимати миёна (Ом м)
Асфалт	200 – 3200
Базалт	2000
Бетон	40 – 1000
Оби баҳр	0.2
Оби ҳавз	40
Оби дарёи пасти	50
Оби зеризаминӣ	20-60
Хоки яхбандишуда (суглинок)	20 000
Хоки яхбандишуда (рег)	50 000
Гили тар	20
Гили нимсахт	60
Гнейси пусида	275
Шағали гили гетерогенӣ	300
Шағали якхела	800
Гранит	1100 -22000
Шағали гранитӣ	14500
Зарраҳои графитӣ	0.1-2
Реги дурушт (санги майдашуда/реги ноҳамвор)	5500
Хокистар	40
Оҳаксанг (рӯизаминӣ)	100 – 10000
Оҳаксанг (дарун)	5 – 4000
Ил	30
Ангишт	150
Кварс	15000
Кокс	2.5
Зардхок	250
Бур	60
Гилуоҳаксанги умумӣ	150
Гилуоҳаксанги серлой	50
Қум, муътадил намнок	60- 130
Реги тар	130-400
Реги намнокиаш кам	400 - 1 500
Қуми хушк	1500-4200
Хоки регдор	150
Санги рег	1000
Хоки боғ	40
Намак	20
Гилхоки нимсахт, чангалмонанд	100
Гилхок ҳангоми ҳарорат - 5 С°	150
Шифер	10-100

Шифери графитӣ	55
Торф хангои ҳарорат 10°	25
Торф хангои ҳарорат 0 С°	50
Сиёҳхок	60
Санги майдашудаи тар	3000
Санги майдашудаи хушк	5000

Аз гуфтаҳои боло ба чунин хулоса омадан мумкин аст, ки муқовимати хоси хок вобаста ба ҳарорат ва намноки тағйир меёбад. Вақте ки ҳарорат аз +30 то 0°С тағйир меёбад, муқовимати хоси хок зиёд мешавад ва инчунин, ҳар қадар намнокии хок баланд бошад, муқовимати он ҳамон қадар паст мешавад.

Дар асоси натиҷаҳои ҷенкунии муқовимати хоси хоки ҳудуди шаҳри Душанбе ба хулосае омадан мумкин аст, ки муқовимати хоси хокҳо ба маълумоти адабиёти [5] мувофиқат мекунад.

Муқаррир: Қасобов Я. С. – н.и.т., дотсенти қабедраи «Негуроғҳои электрикӣ» - и ДҶТТ ба номи академик М.С. Осимӣ

АДАБИЁТ

1. «Измеритель сопротивления измерения ИС-10». Руководство по эксплуатации.
2. Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации заземлений в установках проводной связи и радиотрансляционных узлов, Издательство «Связь», Москва 1991 г.
3. Полуянович Н. К., Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. 400 с.
4. http://www.zandz.ru/udelnoe_soprotivlenie_grunta.html.
5. Михайлова М.Ю., Прасол Д.А. «Расчет цепей постоянного тока»: методические указания к выполнению практических заданий для студентов специальности 140211.65 – «Электроснабжение», Белгород: издательство БГТУ. 2012. 84 с.

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

TJ	RU	EN
Ҷамолзода Бехрузи Саъдонхуча	Джамолзода Бехрузи Саъдонхужа	Jamolzoda Behruz Sadonkhujja
н.и.т	к.т.н	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 academic M.S.Osimi
e. mail: Jamolzoda_behruz@mail.ru		
TJ	RU	EN
Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Исмоилов Фирдавс Олимшоевич	Ismoilov Firdavs Olimshoevich
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
e.mail: ismoilovFO@yandex.com		
TJ	RU	EN
Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Гулмуродзода Сайёд Гулмурод	Gulmurodzoda Saiyod Gulmurod
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S.Osimi
e.mail: jononaev.87@mail.ru		
TJ	RU	EN
Саидзода Хушдил Саид	Саидзода Хушдил Саид	Saidzoda Khushdil Said
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S.Osimi
e. mail: khushdil.sangov@mail.ru		
TJ	RU	EN
Нийёзи Сирочиддин Рачаббоқӣ	Нийёзи Сироджиддин Раджаббоки	Niyozzi Sirojiddin Rajabboqi
н.и.т	к.т.н	Candidate of technical sciences, associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S.Osimi
e.mail: niyozi@maorif.tj		

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

УДК 669.017.11.892

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МАЛОИЗУЧЕННЫХ СИСТЕМАХ ЗОЛОТА С НЕКОТОРЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ

Т.Д. Джураев, Б.М. Мирзоева, Ф.К. Рахимов, Э.Р. Газизова

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье изучено взаимодействие золота с углеродом, широко применяемых в производстве ювелирных изделий различной пробы. Анализ литературы показал, что взаимодействие в указанной системе мало изучалось. Диаграмма состояния С-Аu построена частично. Указано, что компоненты между собой не образуют химические соединения, за исключением метастабильного соединения C_2Au_2 . Кроме того, согласно термодинамическим прогнозам впервые полностью построена диаграмма состояния двойной системы Au-B, Au-P, Au-W и Au-Re. Построенные диаграммы состояния систем Au-B, Au-P, Au-W и Au-Re свидетельствуют об отсутствии смешиваемости между компонентами как в жидком, так и в твердом состояниях, но при кристаллизации в них могут быть обнаружены весьма ограниченные твердые растворы. Нонвариантные превращения в них скорее будут вырожденными, а образование интерметаллидов или промежуточных фаз маловероятно.

Ключевые слова: золото, углерод, монотектика, термодинамика, диаграммы, бор, фосфор, вольфрам, рений.

БАҶОДИҶӢ БА ТАӢСИРИ ТЕРМОДИНАМИКИ СИСТЕМАӢОИ КАМОӢХТАШУДАИ ТИЛЛО БО БАӢӢЭ ЭЛЕМЕНТӢОИ ҶАДВАЛИ ДАВРӢ

Т.Д. Джураев, Б.М. Мирзоева, Ф.Қ. Раҳимов, Э.Р. Газизова

Дар мақолаи мазкур таъсири мутақобилаи тилло бо карбон, ки дар истеҳсоли маснуоти заргарии навъҳои гуногуни он васеъ истифода мешавад, омӯхта шудааст. Таҳлили адабиёт нишон дод, ки таъсири мутақобила дар ин система кам омӯхта шудааст. Диаграммаи ҳолати С-Аu қисман сохта шудааст. Дар диаграммаи қисман сохта шуда нишон дода шудааст, ки маҳлулҳо (компонентҳо) бо ҳамдигар пайвастиҳои кимиёвӣ ба вучуд намеоранд, ба истиснои пайвастигии ноустувори C_2Au_2 . Ғайр аз ин, аз рӯи пешгузори термодинамикӣ бори аввал диаграммаи ҳолати системаи дукомпонентаи Au-B, Au-P, Au-W ва Au-Re пурра сохта шудааст. Диаграммаҳои ҳолати сохташудаи системаҳои Au-B, Au-P, Au-W ва Au-Re мавҷуд набудани омехташавиро дар байни компонентҳо дар ҳолати моеъ ва саҳт нишон медиҳанд, аммо ҳангоми кристаллизатсия дар онҳо метавонанд ҳалли хеле маҳдуди маҳлулҳои саҳт пайдо шаванд. Тағйирёбии ғайривариантӣ (нонвариантӣ) дар онҳо эҳтимоли таназзул доранд ва ташаққули пайвастиҳои интерметаллидӣ ё фазаҳои мобайнӣ (промежуточные фазы) аз эҳтимол дур мебошад.

Калимаҳои калидӣ: тилло, карбон, монотектика, термодинамика, диаграмма, бор, фосфор, вольфрам, рений.

THERMODYNAMIC ASSESSMENT OF INTERACTION IN LOW STUDIED GOLD SYSTEMS WITH SOME ELEMENTS OF THE PERIODIC TABLE

T.D. Juraev, B.M. Mirzoeva, F.K. Rakhimov, E.R. Gazizova

The article studies the interaction of gold with carbon, which is widely used in the production of jewelry of various grades. An analysis of the literature showed that the interaction in this system has been little studied. The C-Au phase diagram has been partially constructed. It is indicated that the components do not form chemical compounds with each other, with the exception of the metastable compound C_2Au_2 . In addition, according to thermodynamic predictions, the state diagram of the binary system Au-B, Au-P, Au-W and Au-Re has been completely constructed for the first time. The constructed phase diagrams of the Au-B, Au-P, Au-W and Au-Re systems indicate the absence of miscibility between the components in both liquid and solid states, but very limited solid solutions can be found in them during crystallization. Nonvariant transformations in them are more likely to be degenerate, and the formation of intermetallic compounds or intermediate phases is unlikely.

Key words: gold, carbon, monotectics, thermodynamics, diagrams, boron, phosphorus, tungsten, rhenium.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире массовое изготовление ювелирных изделий определяется двумя наиболее существенными причинами. Одна из них – тысячелетняя история формирования дизайна драгоценных украшений, другая – развитие теоретических и методических ремесленных баз их получения, в основе которых лежат научные подходы к решению технологических задач более широкого производства.

Как известно, для производства драгоценных ювелирных изделий в основном применяют уникальные свойства (мягкость, пластичность, красивый цвет) золота и серебра. Наиболее удобными при расплавлении золота, серебра их сплавов являются тигли, выполненные из графита. Использование графита в этих целях вызвано его инертностью по отношению к указанным металлам. Неотъемлемой задачей при получении сплава с наилучшими свойствами наименьшими пороками является изучение взаимодействия участвующих в данном процессе компонентов, дабы избежать пагубного влияния примесей. Например, чтобы получить зелёное золото, его сплав с серебром легируют кадмием, а белое золото получают введением в него никеля и цинка.

Подобные результаты невозможно получить, если сплав будет содержать непредусмотренные технологией случайные примеси.

Целью настоящего исследования явилось изучение взаимодействия золота с углеродом, широко применяемых в производстве ювелирных изделий различной пробы. Кроме того, такая же оценка вида диаграммы состояния применима и для малоизученных двойных систем золота с В, Р, W и Re.

Основой научного материала явилась двойная диаграмма состояния системы С-Аu. Анализ литературы показал, что взаимодействие в указанной системе мало изучалось. Диаграмма состояния С-Аu построена частично. Указано, что компоненты между собой не образуют химические соединения, за исключением метастабильного ацетиленида C_2Au_2 . Растворимость углерода в золоте определена методом сжигания после отжига при 810-1027°C фольги толщиной 0.025 мм в присутствии графита в запаянных кварцевых ампулах (остаточное давление 0.1 кПа) в течение 170 часов для установления равновесия между углеродом в газовой фазе CO/CO₂ и в твёрдом растворе. Методом экстраполяции получено значение максимальной растворимости С в Au, равное 0.08% (ат.). В расплавленном золоте растворяется ~4.7% (ат.) углерода [2].

На основании проведённого обзора следует, что полностью построенной диаграммы состояния двойной системы С-Аu в литературе нет. Исследования по взаимной растворимости компонентов, приведённые в работе [2], однозначно не подтверждаются. Заявление, указанное в Интернете об инертности компонентов этих систем, ничем не обосновано.

Согласно работе [2], бор не взаимодействует с жидким золотом. Система Au-В относится к диаграммам состояния эвтектического типа, эвтектика кристаллизуется при температуре 1056 °С и содержании 95% (ат.) Au. В интервале концентрации 50-75% (ат.) бора существует ограниченная растворимость компонентов в жидком состоянии. Растворимость Р в Au в системе Au-Р отсутствует. Согласно результатам термического, микроструктурного и химического анализа определено растворимость золота в фосфор при температуре кипения (935°C) составляет 2,4% (ат.) в твердом золоте фосфор нерастворим. Взаимодействие Au с W не обнаружено вплоть до температур, близких к температуре кипения Au. В системе Au-Re металлографическим и рентгеновским методами установлено отсутствие взаимной растворимости компонентов в жидком и твердом состояниях.

МЕТОДИКА И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Для установления полного взаимодействия углерода с золотом мы применили метод термодинамической оценки, результаты которой приведены в таблице. Исходные данные при расчёте энергии взаимообмена (Q_{12}) и степени ближнего (σ_{12}) порядка взяты из справочников.

Анализ полученных результатов (табл.) показал, что большие положительные значения энергии взаимообмена характеризуют изучаемую систему как систему с отсутствием взаимодействия между компонентами. Применение расчёта степени ближнего порядка понадобилось нам для однозначной оценки видов взаимодействия с расслаиванием в системе С-Аu, так как расслаивание компонентов в жидком состоянии при их затвердевании приводит к различным типам взаимодействия таб.

Таблица – К расчету параметров взаимодействия для прогноза невариантных превращений в малоизученных двойных системах Au-Э (С, В, Р, W, Re)

Система Au-Э	Q_{12} кДж/г-ат.	σ_{12}	Тип превращения			
			Со стороны блока Au		Со стороны блока Э	
			Расч.	Эксп.	Расч.	Эксп.
Au-C	228	-0,93	ОВ	П	ОВ	О
Au-B	82,6	0,97	ВЭ	Эв	ВМ	Эв
Au-P	100,5	0,28	ВЭ	О	ВМ	О
Au-W	69,19	0,99	ВЭ	О	ВМ	О
Au-Re	108	0,99	ВЭ	О	ВМ	О

Примечание: ОВ – отсутствие взаимодействия; ВЭ – вырождения эвтектики; ВМ – вырожденная монотектика; Эв – эвтектика; П – перитектика; О – отсутствуют сведения.

Один из предельных видов расслаивания двухкомпонентных систем, склонных к принятию значений, характер изучающихся $Q_{12} > 0$ и $\sigma_{12} \approx 1$, определяет несмешиваемость компонентов в жидком и образование ограниченных растворов в твёрдом состояниях. В таких системах наблюдается монотектический тип взаимодействия между компонентами. Согласно термодинамическим прогнозам (см. табл.) к ним относятся системы Au-В, Au-Р, Au-W и Au-Re.

В случае с системами, где $Q_{12} > 0$ и $\sigma_{12} \approx -1$ ($\sigma_{12} \neq -1$), наступает полное отсутствие взаимодействия между компонентами как в жидком, так и в твёрдом состояниях. Именно такой тип взаимодействия, т.е. его отсутствие, характерно для изучаемой нами системы углерода с золотом.

Таким образом, проведённая термодинамическая оценка взаимодействия в системах Au-В, Au-Р, Au-W и Au-Re способствовала построению их диаграмм состояния (рис. 1 и 2).

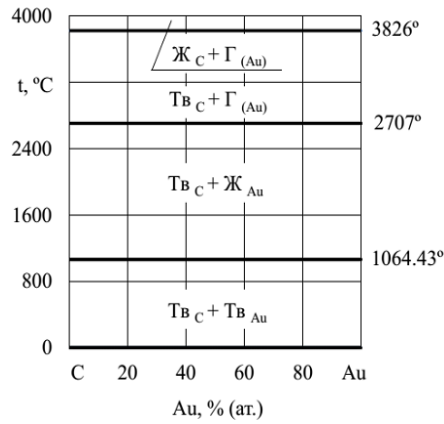


Рисунок 1 – Диаграмма состояния двухкомпонентной системы С-Аи

Из рисунка 1 видно, что система Au-С относится к типу с полной несмешиваемости компонентов как в жидком, так и в твердом состояниях. В этой системе промежуточных фаз не образуется. При охлаждении расплава происходит последовательная кристаллизация каждого из компонентов в зависимости от их температур плавления. Температура ликвидуса в системе совпадает с температурой тугоплавкого компонента (С), а температура солидуса совпадает с температурой легкоплавкого компонента (Аи).

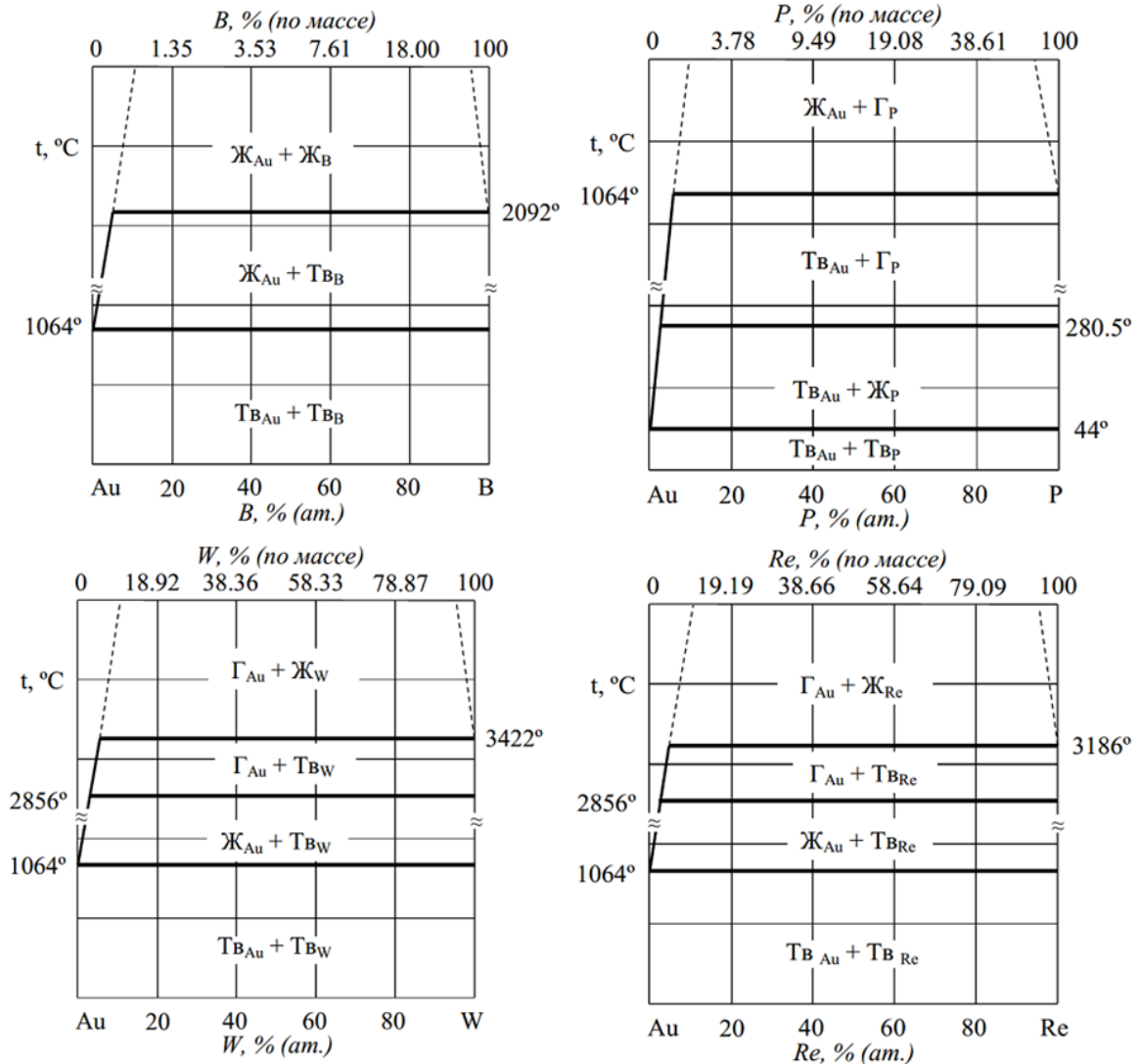


Рисунок 2 – Диаграммы состояния двухкомпонентных систем Аи-В, Аи-Р, Аи-W и Аи-Re

Изображенные на рисунке 2 диаграммы состояния систем Au-B, Au-P, Au-W, и Au-Re свидетельствуют об отсутствии смешиваемости между компонентами как в жидком, так и в твердом состояниях, но при кристаллизации в них могут быть обнаружены весьма ограниченные твердые растворы. Нонвариантные превращения в них скорее будут вырожденными, а образование интерметаллидов или промежуточных фаз маловероятно.

ВЫВОДЫ

Полученные результаты термодинамической оценки взаимодействия и впервые полностью построенная диаграмма состояния двойной системы Au-B, Au-P, Au-W и Au-Re является теоретическим подспорьем при разработке технологии получения сплавов в ювелирном деле и литейном производстве.

Рецензент: Бобоев И.Ф. – доцент кафедры «Э и ФТТ» ДФ НУИПУ «МНС»

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии приготовления сплавов драгоценных металлов из чистых металлов [Электронный ресурс]. Портал ООО Индукционные установки – оборудование для ювелиров и литья. 2012. Режим доступа: <http://www.mexel.narod.ru/SplavAu.html>.
2. Диаграммы состояния двойных металлических систем / Под ред. ак. РАН Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 1996. – Т.1. – 992 с.
3. Физико-химические свойства элементов / Под ред. Г.В.Самсонова. – Киев: Наукова думка, 1965. – 807 с.
4. Джураев, Т.Д. Термодинамическая оценка взаимодействия углерода с золотом, серебром, кадмием и цинком / Т.Д. Джураев, К.Б. Нурув, Р.А. Нимонов, Б.М. Мирзоева, Ш.Б. Курбонов, С.С. Садыкова // Доклады АН РТ, 2019. – Т. 62. – № 1-2. – С.567-570.
5. Джураев, Т.Д. Построение диаграмм фазового равновесия углерода с золотом, серебром, кадмием и цинком / Т.Д. Джураев, К.Б. Нурув, Р.А. Нимонов, Б.М. Мирзоева, Ш.Б. Курбонов, С.С. Садыкова // Материалы IV республиканской научно-практической конференции «Наука – основа инновационного развития». Душанбе: ТТУ им.акад. М.С.Осими, 2019. – С. 171-176.

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

TJ	RU	EN
Джураев Тухтасун Джураевич	Джураев Тухтасун Джураевич	Juraev Tukhtasun Juraevich
д.и.х., профессор	д.х.н., профессор	Doctor of chemical sciences, Professor
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi
e. mail: mcm45@mail.ru		
TJ	RU	EN
Мирзоева Бибисоро Музаффаровна	Мирзоева Бибисоро Музаффаровна	Mirzoeva Bibisoro Muzaffarovna
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
e. mail: mirzoeva.bibisoro@mail.ru		
TJ	RU	EN
Рахимов Фаррух Қаюмович	Рахимов Фаррух Қаюмович	Rakhimov Farrukh Qayumovich
н.и.х., дотсент	к.х.н., доцент	PhD, acting assistant professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S.Osimi
e. mail: rahimov_83F@mail.ru		
TJ	RU	EN
Газизова Эльвира Рашитовна	Газизова Эльвира Рашитовна	Gazizova Elvira Rashitovna
номзади илмҳои химия, дотсент	кандидат химических наук, доцент	candidate of chemical sciences, assistant professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S.Osimi

УДК 669.017.11.892

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОВЕДЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ ПРИ ЛИКВАЦИОННОМ РАФИНИРОВАНИИ КАЛЬЦИЯ

Т.Д. Джураев¹, С.И. Муродов², Ф.К. Рахимов¹, Э.Р. Газизова¹¹ТТУ имени акад. М.С. Осими, г. Душанбе, Таджикистан;²ТНУ, г. Душанбе, Таджикистан

В работе на основании применения статистической физики и квазихимической теории растворов определены такие термодинамические параметры взаимодействия в системах кальция с некоторыми переходными металлами (Nb, Mo, Hf, Ta, W и Re) как энергия взаимообмена, степень ближнего порядка, энтальпия связи и энтальпия образования. Установлено, что полученные данные по величинам термодинамических функций изученных систем указывают на отсутствие сплавообразования в них. Показано, что системы кальция с Nb, Mo, Hf, Ta, W и Re характеризуются полной несмешиваемостью компонентов в жидком состоянии и отсутствием растворимости в твёрдом. Результаты оценки типа взаимодействия в изученных системах были применены для построения их диаграмм состояний и установления на их основе механизма ликвационного рафинирования кальция от вышеуказанных примесных элементов.

Ключевые слова: кальций, диаграммы состояния, ликвационное рафинирование, переходные металлы, несмешиваемость, отсутствие растворимости, энергия взаимообмена, степень ближнего порядка, жидкое и твердое состояния, последовательная кристаллизация.

ПАРАМЕТРҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ РАҒТОРИ ҒАШҶО ҲАНГОМИ ТОЗАКУНИИ КАЛТСИЙ БО УСУЛИ ЛИКВАТСИОНӢ

Т.Д. Джураев, С.И.Муродов, Ф.Қ. Раҳимов, Э.Р. Газизова

Дар мақола дар асоси татбиқи физикаи статистикӣ ва назарияи квазихимиявӣ маҳлулоҷи ҷунин параметрҳои термодинамикии таъсири мутақобила дар системаҳои калсий бо баъзе металлҳои интиқоли (Nb, Mo, Hf, Ta, W ва Re) яъне энергияи мубодила, дараҷаи тартиби наздик, энтальпияи алоқа ва ҳосилшавӣ муайян карда шудаанд. Муқаррар карда шудааст, ки маълумотҳои ба даст овардашуда дар бораи қимматҳои функсияҳои термодинамикии системаҳои тадқиқшуда дар онҳо мавҷуд набудани ҳулаҳоро нишон медиҳанд. Иҷбот шудааст, ки системаҳои калсий бо Nb, Mo, Hf, Ta, W ва Re омехташавии компонентаҳо ҳам дар ҳолати моеъ ва ҳам дар ҳолати сахт дида намешавад. Натиҷаҳои муайян намудани навҳои диаграммаҳои ҳолат аз рӯи қимматҳои энергияи таъсири мутақобила ва дараҷаи тартиби наздик барои сохтани онҳо ва дар асоси ин диаграммаҳо механизми тозакунии калсий бо роҳи раванди ликватсионӣ аз элементҳои интиқоли дар боло зикршуда пешниҳод карда шудааст.

Калидвожаҳо: калтсий, диаграммаҳои ҳолат, тозакунии ликватсионӣ, металлҳои интиқоли, омехташавӣ, ҳалишавандагӣ, энергияи мубодилаи мутақобила, дараҷаи тартиби наздик, ҳолати моеъ ва сахт, кристаллизатсияи пайдарпай.

THERMODYNAMIC PARAMETERS OF IMPURITY BEHAVIOR DURING CALCIUM LIQUATION REFINING

T.D. Juraev, S.I. Murodov, F.K. Rahimov, E.R. Gazizova

In this work, based on the application of statistical physics and quasi-chemical theory of solutions, such thermodynamic parameters of interaction in calcium systems with some transition metals (Nb, Mo, Hf, Ta, W and Re) are determined as interchange energy, degree of short-range order, enthalpy of bonding and enthalpy of formation. It has been established that the data obtained on the values of the thermodynamic functions of the studied systems indicate the absence of alloy formation in them. It has been shown that calcium systems with Nb, Mo, Hf, Ta, W and Re are characterized by complete immiscibility of the components in the liquid state and lack of solubility in the solid. The results of assessing the type of interaction in the studied systems were used to construct their state diagrams and establish on their basis the mechanism of segregation refining of calcium from the above-mentioned impurity elements.

Key words: calcium, phase diagrams, segregation refining, transition metals, immiscibility, lack of solubility, interchange energy, degree of short-range order, liquid and solid states, sequential crystallization.

ВВЕДЕНИЕ

Высокая химическая активность и широкая распространенность в природе способствовали развитию применения кальция в металлургии черных и цветных металлов. Его главная роль при производстве тугоплавких редких металлов (Zr, Hf, Ta, Nb, U, Th и др.), склонных к соединению с кислородом – это восстановление. Для очистки от кислорода, серы и фосфора кальций используют при плавке стали и чугуна. Ещё одной областью применения, связанной с большой активностью кальция, оказалась электровакуумная техника, где его используют в качестве поглотителя остаточных газов. В производстве определенных видов аккумуляторов, а также подшипников применяют кальциево-свинцовые сплавы. Архитектурная отрасль широко использует соединения кальция при создании скульптурных и бытовых объектов строительства. Наличие у кальция магического ядра позволило его внедрить в ядерное производство по получению новых сверхтяжёлых металлов [1-3].

Зачастую степень чистоты кальция определяет область его применения. Восстановление природного кальция из его оксидов электролизом с различными солями позволяет получить от 60 до 90% годного металла, используемого для технических целей. Из черного кальция дистилляцией получают металл чистотой 99.98-99.997% Ca. Такой металл сложно переплавить для получения необходимой формы из-за его большой

химической активности. В этом случае применяют плавку металла в атмосфере инертного газа или в вакууме. При дистилляционной очистке кальций освобождают от примесей Fe, Mn, Si, Al, Cu и др., имеющих сравнительно очищаемого металла низкую упругость паров. К отделению примесей, имеющих относительно кальция повышенную склонность к летучести, возгонку дистилляцией не применяют. Для очистки кальция от тугоплавких примесных элементов, например, таких как Nb, Mo, Hf, Ta, W, Re и др., обладающих повышенной упругостью паров, в независимости от того, являются ли они наследственными (из руды), случайными (от футеровки) или вводимыми (при легировании и модифицировании), эффективным методом может оказаться ликвационное рафинирование [4-5]. Механизм ликвационной очистки заключается в отделении от кальция более тугоплавких примесей в виде образующихся в процессе нагрева фаз, различающихся по плотности. Важным моментом при таком виде рафинирования является тип взаимодействия основного металла (кальция) с примесями. Если металл с примесями образует химические соединения, механические смеси или твердые растворы, то попытки отделить такой металл от них методом ликвационного рафинирования будут бесполезными. Поэтому, прежде чем выбрать метод очистки, необходимо воспользоваться информацией из их диаграмм состояний. Анализ литературных данных [6], проведенный нами, показал, что диаграммы состояния для двойных систем кальция с некоторыми переходными металлами – ниобием, молибденом, гафнием, танталом, вольфрамом и рением не построены. Однако, в более ранних наших работах [7-8] была произведена попытка определить тип взаимодействия в изучаемых системах с использованием статистических критериев. Результаты прогнозов указали на отсутствие взаимодействия между компонентами как в жидком, так и в твердом состояниях и установление для них типа диаграммы состояния с расслаиванием. Дальнейшая оценка результатов показала, что используемые статистические критерии не дают провести внятное разделение диаграмм состояния с расслаиванием на системы с монотектическим типом и на системы, в которых компоненты полностью не смешиваются друг с другом, кристаллизуясь при охлаждении каждый из собственных расплавов.

МЕТОДИКА И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

В настоящей работе нами применяется термодинамический метод установления типа взаимодействия в двойных системах Ca-Nb, Ca-Mo, Ca-Hf, Ca-Ta, Ca-W и Ca-Re с целью построения их диаграмм состояния и определения схемы протекания процесса ликвационного рафинирования кальция от указанных примесей.

Исходя из первого закона термодинамики [9], по уравнению (1) на основании существующей квазихимической теории растворов эмпирически возможно определить величину энергии взаимообмена, указывающую на вероятность сплавообразования в изучаемой системе:

$$Q_{12} = ZN_0 [H_{12} - 0.5(H_{11} + H_{22})], \quad (1)$$

где Q_{12} – энергия взаимообмена, H_{12} , H_{11} , H_{22} – энтальпии связи различных сочетаний пар атомов, Z – координационное число сплава и N_0 – число Авогадро.

Однако получаемые эмпирическим путем результаты зачастую оказывались некорректными. Исходя из того, что экспериментально определить значения энергии взаимообмена очень сложно, многие исследователи стали прибегать к чисто расчетным методам по физико-химическим свойствам атомов химических элементов. В итоге одним из лучших расчетных методов Q_{12} был предложен И.Х.Гильдебрандом и Б.Моттом. Этот метод включает в себя учет показателей электроотрицательностей (E), мольных объемов (V) и параметров растворимости (δ) обоих компонентов:

$$Q_{12} = V (\delta_1 - \delta_2)^2 - 23.06 Z/2 (E_1 - E_2)^2. \quad (2)$$

Оценка энтальпии атомизации (ΔH^{at}) и мольного объема (V) даёт возможность определить параметры растворимости (δ) в уравнении (2):

$$\delta = [(\Delta H^{am} - RT/V)]^{1/2}, \quad (3)$$

где R – газовая постоянная; T – абсолютная температура. Для расчета Q и δ использовали справочные данные [10].

Количественные значения энтальпии связи ΔH_{12} , вычисленные с использованием выражения (1) при известных величинах Q_{12} , также могут быть применены для определения возможности образования растворов:

$$\Delta H_{12} = Q_{12} \cdot x_{11} x_{22}, \quad (4)$$

где x – атомные доли.

Выражения (2)-(4) были использованы [7] для получения значений энергии взаимообмена и энтальпии связи кальция с другими элементами периодической таблицы Д.И. Менделеева (Δ), дальнейший анализ которых показал, что все системы Ca- Δ следует разбить на две группы:

1. с параметрами взаимодействия $Q_{12} < 0$ и $[H_{12} < 0.5 (H_{11} + H_{22})]$;
2. с параметрами взаимодействия $Q_{12} > 0$ и $[H_{12} > 0.5 (H_{11} + H_{22})]$.

Отрицательные значения определяемых термодинамических величин, т.е. $Q_{12} < 0$ и $H_{12} < 0$, согласно установленным закономерностям [9], указывают на образование между кальцием и вторыми компонентами различных типов сплавов. К ним относятся твердые растворы, механические смеси, химические соединения и прочие. Противоположные значения этих показателей, т.е. $Q_{12} > 0$ и $H_{12} > 0.5$, говорят об отсутствии взаимодействия в двойных системах между кальцием и другими элементами в жидком состоянии.

Для исследуемых систем кальция с некоторыми переходными металлами (Nb, Mo, Hf, Ta, W, Re) значения энергии взаимообмена (Q_{12}) и энтальпии связи различных сочетаний пар атомов приведены в таблице. Анализ этих данных показал, что системы Ca-Nb, Ca-Mo, Ca-Hf, Ca-Ta, Ca-W и Ca-Re склонны к расслоению при расплавлении компонентов. Однако в твердом состоянии может наблюдаться различная растворимость компонентов, что приведёт к образованию диаграмм состояния с разнообразным типом взаимодействия.

Таблица 1 – Значения параметров взаимодействия кальция с Nb, Mo, Hf, Ta, W и Re

Порядковый номер элемента	Система	Q_{12}	H_{22}	ΔH_{12}	σ_{12}
		кДж/г-ат			
41	Ca-Nb	409.3	-18.11	-32.12	-0.989
42	Ca-Mo	264.9	-158.6	-109.1	-0.614
72	Ca-Hf	385.2	-101.2	-79.63	-0.590
73	Ca-Ta	589.3	-195.5	-73.81	-0.949
74	Ca-W	585.1	-209.3	-85.71	-0.920
75	Ca-Re	429.9	-129.4	-104.6	-0.830

При одном из таких типов в системе по мере снижения температуры нагрева можно наблюдать постепенную кристаллизацию элементов из расплавов, состоящих из двух расслаивающихся фаз. Каждый компонент в ходе этого процесса отделяется от другого собственной границей поверхности раздела, т.е. взаимодействие между ними в твердом состоянии фактически отсутствует. Иногда в подобных системах компоненты начинают весьма ограниченно растворяться друг в друге, и в них при кристаллизации можно наблюдать образование невариантного монотектического равновесия.

Для того чтобы разграничить эти два типа взаимодействия показатель значений энергии взаимообмена оказался неэффективным. Здесь появился новый критерий [11-12] – степень ближнего порядка (σ_{12}), величину которого возможно вычислить, используя выражение $\Delta H = [0.5 (H_{11} + H_{22}) - H_{12}]$, косвенно касающееся формулы (5) по определению σ_{12} :

$$(1 - \sigma_{12}) / (1 + \sigma_{12}) = \exp(-\Delta H / kT), \quad (5)$$

где k – постоянная Больцмана и T – абсолютная температура.

Энтальпию образования связей (H_{12}) можно получить для элементов в чистом твердом состоянии, принимая в расчёт энтальпии атомизации металла. Если предположить, что имеется 1 моль атомов 1-1 или 2-2, то $-\Delta H_{1at} = 0.5 ZN_0 H_{11}$ и $-\Delta H_{2at} = 0.5 N_0 H_{22}$, тогда получим: $H_{12}ZN_0 = Q_{12} - \Delta H_{1at} - \Delta H_{2at}$.

Положительные значения энтальпии образования (ΔH) и степени ближнего порядка (σ_{12}) указывают на существование ближнего порядка в системе и, соответственно, обмен энергиями между компонентами. При отрицательных величинах ΔH и σ_{12} происходит схождение однотипных атомов элементов 1-1 и 2-2, поэтому между кальцием и вторым компонентом в системе не наблюдается взаимодействия.

Полученные на основании уравнения (5) расчетные данные по значениям степени ближнего порядка σ_{12} для исследуемых двойных систем кальция с Nb, Mo, Hf, Ta, W, Re приведены в таблице. Можно видеть, что предложенный критерий, принявший отрицательные величины $\sigma_{12} \approx -1$ ($\sigma_{12} \neq -1$) для всех 6-ти изучаемых систем, указывает на полное отсутствие взаимодействия компонентов в них как в твердом, так и в жидком состояниях.

ВЫВОДЫ

Таким образом, используя термодинамические расчеты, нами впервые построены диаграммы состояния двойных систем кальция с Nb, Mo, Hf, Ta, W и Re, которые приведены на рисунке. Можно видеть, что системы характеризуются полной не смешиваемостью компонентов в жидком состоянии и отсутствием растворимости в твердом. Взаимное легирование кальция вторыми компонентами и вторых компонентов кальцием практически не изменяет температуры плавления компонентов. Температуры невариантных превращений на представленных диаграммах соответствуют температурам плавления чистых кальция (842°)

и ниобия (2469°), молибдена (2623°), гафния (2231°), тантала (3020°), вольфрама (3422°) и рения (3186°), которые приведены согласно существующим стандартам.

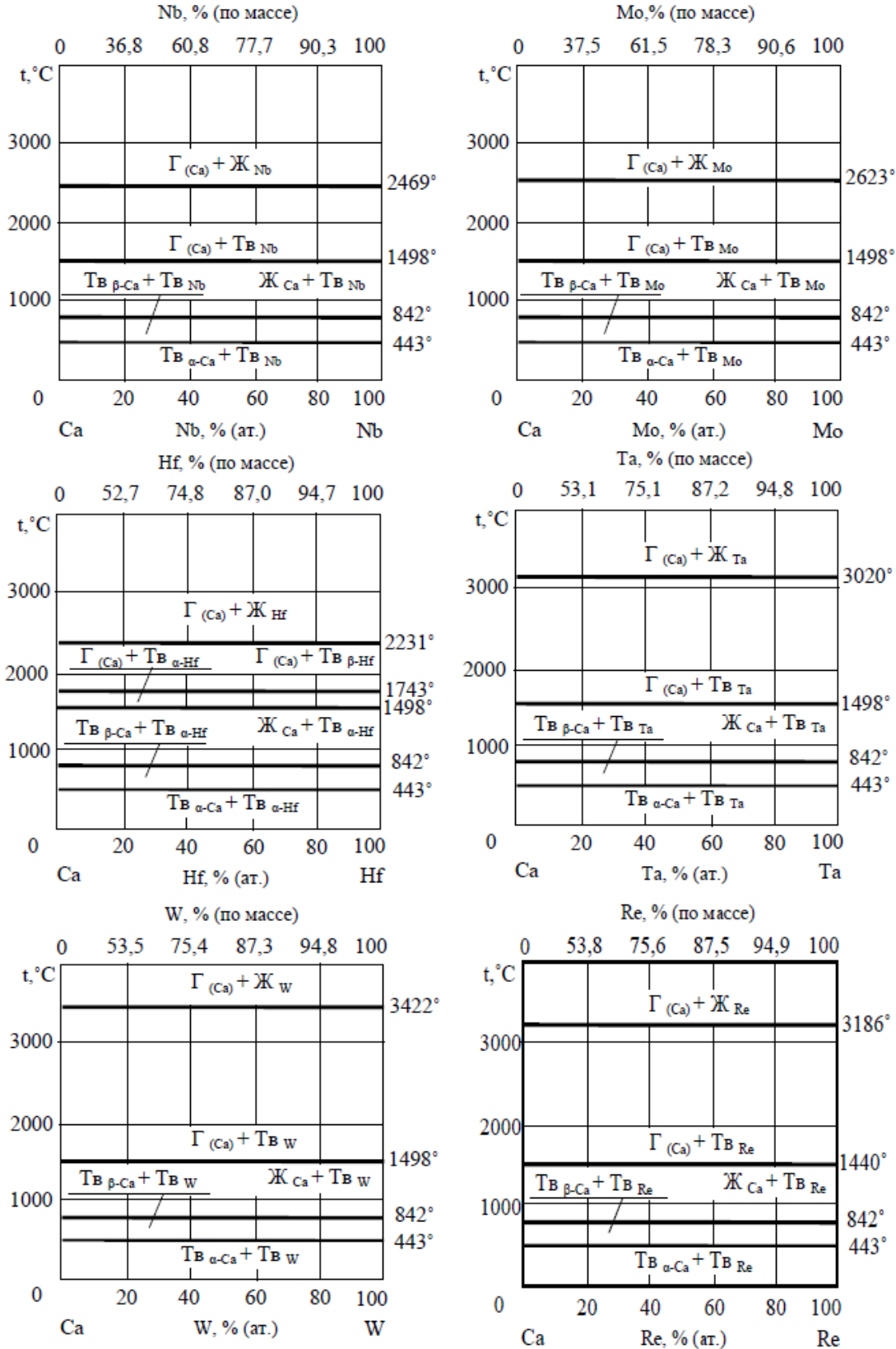
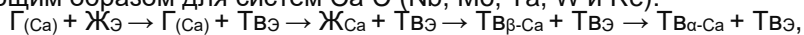


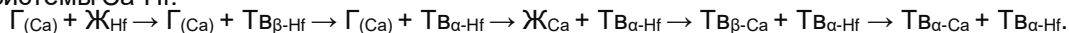
Рисунок 1 – Диаграммы состояния двухкомпонентных систем кальция - элемента (ниобий, молибден, гафний, тантал, вольфрам и рений)

При температуре 1440° (температура кипения кальция) наблюдается равновесие газообразного кальция с твердыми Nb, Mo, Hf, Ta, W и Re. Температура 443° на двойных диаграммах состояния кальция с Nb, Mo, Hf, Ta, W и Re соответствует превращению α-кальция в β-кальций в твердом состоянии. Аналогично на диаграмме состояния кальций-гафний при температуре 1743° происходит перекристаллизация α-гафния в β-гафний с повышением температуры.

Данные, полученные в ходе термодинамической оценки типа взаимодействия в исследованных системах, применимы для объяснения процесса протекания ликвационного рафинирования кальция от таких примесных металлов как ниобий, молибден, гафний, тантал, вольфрам и рений. Учитывая, что механизм ликвационно-кристаллизационной очистки заключается в отделении от кальция более тугоплавких примесей в виде образующихся в процессе нагрева фаз, различающихся по плотности, схематично это можно изобразить следующим образом для систем Ca-Э (Nb, Mo, Ta, W и Re):



а для системы Ca-Hf:



Результатом рафинирования является получение чистого кальция.

Рецензент: Самихов Ш.Р. – д.т.н., профессор кафедры «ЛХТ» ПЭНУ

ЛИТЕРАТУРА

1. Кальций. [Электронный ресурс]. Википедия. 20. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кальций>.
2. Рипан, Р. Неорганическая химия / Р. Рипан, И. Четяну. – М.: Мир, 1971. – Т.1-2 – 1431с.
3. Ажажа, В.М. Получение высокочистого кальция и исследование некоторых его свойств / В.М. Ажажа, П.Н. Вьюгов, В.Б. Крюков, Г.Ф. Тихинский // Вопросы атомной науки и техники. – 1994. – №2(62)-3(63). – С. 129-132.
4. Кечин, В.А. Генезис, теория и технология литых материалов. – Материалы I-ой Международной научно-технической конференции. Владимир. 2002, с.183-185.
5. Джураев, Т.Д. Теоретические разработки основ ликвационного рафинирования свинца / Т.Д. Джураев, Ф.К. Ходжаев, Э.Р. Газизова, И.Ш. Муслимов // Цветные металлы, 2015. – №1(865). – С. 32-34.
6. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник / Под общ. ред. Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 1996, 1997, 2001. – Т. 1-3. – 992, 1024, 1320 с.
7. Вахобов, А.В. Систематизация видов взаимодействий в двойных системах на основе кальция, стронция и бария / А.В. Вахобов, В.Н. Вигдорович, Т.Д. Джураев // В кн.: Общие закономерности в строении диаграмм состояния металлических систем. – М.: Наука, 1973. – С.121-123.
8. Джураев, Т.Д. Разработка композиций и сплавов кальция, стронция и бария: дис. док. хим. наук: 02.00.01 / Джураев Тухтасун Джураевич. – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 1991. – 327с.
9. Мельвин-Хьюз, Э.А. Физическая химия / Э.А. Мельвин-Хьюз. – М.: ИЛ, 1962. – Т.2. – 1148с.
10. Физико-химические свойства элементов: Справочник / Под ред. Г.В. Самсонова. – Киев: Наукова думка. 1965. – 807с.
11. Джураев, Т.Д., Степень ближнего порядка, критерий для определения разновидности расслаивающихся систем / Т.Д. Джураев, А.В. Вахобов // Докл. АН Тадж. ССР. – 1986. – Т.29. №1. – С. 32-35.
12. Джураев, Т.Д. Степень ближнего порядка и разновидности диаграмм состояния расслаивающихся систем / Т.Д. Джураев // Мат. Всесоюзной конференции «По диаграммам состояния металлических систем» М.: ИМЕТ им. Байкова А.А., 1989. – С. 8-9.

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

TJ	RU	EN
Джураев Тухтасун Джураевич д.и.х., профессор	Джураев Тухтасун Джураевич д.х.н., профессор	Juraev Tukhtasun Juraevich Doctor of chemical sciences, Professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi
e. mail: mcm45@mail.ru		
TJ	RU	EN
Муродов Сухайли Искандаршоевич	Муродов Сухайли Искандаршоевич	Murodov Suhilyli Iskandarshoyvich
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
e. mail:		
TJ	RU	EN
Раҳимов Фаррух Қаюмович н.и.х., дотсент	Раҳимов Фаррух Қаюмович к.х.н., доцент	Rakhimov Farrukh Qayumovich PhD, acting assistant professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
e. mail: rahimov_83F@mail.ru		
TJ	RU	EN
Газизова Эльвира Рашитовна номзади илмҳои химия, дотсент	Газизова Эльвира Рашитовна кандидат химических наук, доцент	Gazizova Elvira Rashitovna candidate of chemical sciences, assistant professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi

ТЕХНОЛОГИЯИ КИМИЁВӢ - ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ - CHEMICAL TECHNOLOGY

УДК 625.85

СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНА НА БИТУМЕ С МИНЕРАЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ РАЗНОГО СОСТАВА

¹Дж.З. Тошов, ²А. Шарифов, ¹Ф.Б. Шарипов, ³З.А. Гозиев, ⁴Д.С. Неъматзода¹Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими²Институт химии имени В.И. Никитина НАНТ,³Институт технологии, менеджмента и инновации, г. Куляб,⁴Дангаринский государственный университет

В статье приведены результаты исследования свойств асфальтобетона на дорожном битуме марки БНД 60/90 с минеральными добавками из цементной пыли, керамического кирпича, золы угля, отходов флотационного обогащения флюоритовых руд и карбонатных пород. Определено влияние добавок на плотность, водопоглощение и водонасыщение, прочность при осевом сжатии и при расколе асфальтобетона.

Ключевые слова: битум, асфальтобетон, минеральная добавка, цементная пыль, зола угля, отход флотационного обогащения флюоритовых руд, керамический кирпич, известняк, плотность, водопоглощение, прочность.

ХОСИЯТҲОИ АСФАЛТБЕТОНИ МУМИ ИЛОВАҲОИ МИНЕРАЛИИ ТАРКИБҲОИ ГУНОГУН ДОШТА Ҷ.З. Тошов, А. Шарифов, Ф.Б. Шарипов, З.А. Гозиев, Д.С. Неъматзода

Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқоти хосиятҳои асфалтбетони муми роҳии тамғаи МНР 60/90 бо иловаҳои минералӣ аз чанги семент, хишти сафолӣ, хокистари ангишт, партови раванди флотатсияшавии маъдани флюоритӣ ва чинсҳои карбонатӣ дошта оварда шудаанд. Таъсири иловаҳои минералӣ ба зичӣ, обкашӣ ва аз об сершавӣ, мустаҳкамӣ дар самти таъсири тирӣ ва дар самти порашавӣ асфалтбетон муайян карда шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: мум, асфалтбетон, иловаҳои минералӣ, чанги семент, хокистари ангишт, партови раванди флотатсияшавии маъдани флюоритӣ, хишти сафолӣ, оҳаксанг, зичӣ, обкашӣ, мустаҳкамӣ.

PROPERTIES OF ASPHALT CONCRETE ON BITUMEN WITH MINERAL ADDITIVES OF DIFFERENT COMPOSITION

J.Z. Toshov, A. Sharifov, F.B. Sharipov, Z.A. Goziev, D.S. Nematzoda

The article presents the results of a study of the properties of asphalt concrete on road bitumen of BND 60/90 grade with mineral additives from cement dust, ceramic bricks, coal ash, flotation enrichment wastes of fluorite ores and carbonate rocks. The effect of additives on density, water absorption and water saturation, axial compression strength and splitting of asphalt concrete has been determined.

Keywords: bitumen, asphalt concrete, mineral additive, cement dust, coal ash, fluor flotation beneficiation waste, ceramic brick, limestone, density, water absorption, strength.

В работе [1] нами приведены результаты исследования минеральных добавок из карбонатных пород, цементной пыли (ЦП), керамического кирпича (КК), отхода флотационного обогащения флюоритовых руд (ОФОФР) и золы угля (ЗУ), на основные свойства дорожного битума марки БДН 60/90. Минеральные добавки к битуму были получены: КД из известняка Харангонского месторождения; ЗУ из угля Фон-Ягнобского месторождения при его сжигание на ТЭЦ-2 г. Душанбе; ЦП из фильтров Душанбинского цемзавода; КК из отходов обожжённого кирпича; ОФОФР хвостохранилищ Такобского ГОК.

Все названные вещества оказали положительное влияние на свойства битума, что подтверждает возможность замены, обычно применяемой в составе битума карбонатной добавки (КД) на добавку из техногенных отходов разных производств, что позволяет снизить себестоимость производства асфальтобетона. При этом также утилизируются техногенные отходы промышленных предприятий, что оказывает благоприятное влияние на экологическое положение районов их нахождения.

В продолжение указанной работы были проведены исследования основных свойств асфальтобетона на модифицированном, вышеназванными добавками, битуме БНД 60/90. Определили влияния вышеназванных минеральных добавок на изменения плотности, фотопоглощения и водонасыщения асфальтобетона, его прочности при осевом сжатии и при расколе.

Минеральные добавки из вышеназванных веществ были приготовлены согласно требованиям [2-4]. Состав заполнителей для приготовления асфальтобетона соответствовал данным табл.1. Общая дозировка минеральной добавки составила 6 % от общей массы заполнителей, при этом при модифицировании битума до 50 % от массы карбонатной добавки заменили на добавку из указанных отходов. Количество битума БНД 60/90 принято 4,8% от массы заполнителей, что соответствует стандартным требованиям [4,5].

Таблица 1– Зерновой и количественный составы заполнителей асфальтобетона

№ п/п	Материал и его содержание, %		Содержание частиц заполнителя (%) на ситах с отверстиями, мм											
			20	15	10	5	2,5	1,2 5	0,63	0,31 5	0,14	0,07 1	<0,071	
1	Щебень 10-20 мм		1,32	73,4 5	24,78	0,45	-	-	-	-	-	-	-	
2	Щебень 5-10 мм		-	3,95	79,26	16,3 2	0,47	-	-	-	-	-	-	
3	Песок речной		-	-	0,79	19,1 3	14,43	19,02	21,39	14,4 2	6,45	4,37	-	
4	Дробленый песок		-	-	-	7,31	33,53	26,75	13,22	7,77	4,79	6,63	-	
5	Минеральная добавка		-	-	-	-	-	0	0	0,7	4,5	19,5	75,4	
6	Щебень 10-20 мм	3	0,04	2,21	0,74	0,01	-	-	-	-	-	-	-	
7	Щебень 5-10 мм	51	-	2,01	40,43	8,32	0,24	-	-	-	-	-	-	
8	Песок речной	15	-	-	0,12	2,87	2,16	2,8 6	3,21	2,16	0,97	0,65	-	
9	Дробленый песок	25	-	-	-	1,83	8,38	6,6 9	3,30	1,94	1,20	1,66	-	
10	Минеральная добавка	6	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,27	1,17	4,52	
11	Сумма, %		100	0,04	4,22	41,29	13,0 3	10,78	9,5 5	6,51	4,14	2,44	3,48	4,52
12	Полный остаток, %		0,04	4,26	45,55	58,5 8	69,36	78,91	85,42	88,8 2	91,2 6	94,7 4	100	
13	Разность 100-ПО		99,9 6	95,7 4	54,45	41,4 2	30,64	21,09	14,58	11,1 8	8,74	5,26	0	
По ГОСТ 9128-2013			90-100	75-100	62-100	40-50	28-38	20-28	14-20	10-16	6-12	4-10	-	
Соответствие ГОСТу			+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	

В составе заполнителей асфальтобетона минеральную добавку из предлагаемых веществ вводили в сочетании с карбонатной минеральной добавкой при соотношении 1:1. При общем содержании минеральной добавки 6% доля предлагаемой добавки составила всего 3%. В табл.2 приведены значения плотности и водопоглощения асфальтобетона.

Замена части карбонатной минеральной добавки на предлагаемые добавки практически не изменила плотность асфальтобетона и варьируется в пределах 2,39...2,44 г/см³. В то же время, водопоглощение асфальтобетона для образцов со смешанными добавками по сравнению с исходным составом с карбонатной добавкой возрастает в 1,44 2,32 раза.

Таблица 2 – Плотность и водопоглощение асфальтобетона с разными минеральными добавками

№ п/п	Минеральная добавка	Свойства асфальтобетона	
		плотность, г/см ³	водопоглощение, %
1	Карбонатная добавка (КД)	2,44	1,57
2	КД + ЗУ	2,39	3,64
3	КД + КК	2,42	2,38
4	КД + ЦП	2,42	2,82
5	КД + ОФОФР	2,43	2,26

На рис.1 представлены значения прочности асфальтобетона при осевом сжатии при температурах 0°C, 20°C и 50°C. Разумеется, что с повышением температуры прочность асфальтобетона снижается, однако при разных температурах влияние добавок на значение прочности асфальтобетона разное. При 50°C прочность образцов, содержащих в качестве дополнительной минеральной добавки соответственно золу угля и отход керамического кирпича выше, чем для эталонного состава с карбонатной минеральной добавкой. При 20°C прочность асфальтобетона, содержащего золу угля, выше прочности эталонного состава, а при 0°C - прочность асфальтобетона с ОФОФР преобладает над значениями прочности образцов остальных составов асфальтобетона. При 0°C изменение прочности асфальтобетона с предложенными добавками варьируется от -11,5 до +3,0%, при 20°C – в среднем ±15,0%, а при 50°C только образцы с ОФОФР имеют прочность на 7,0% ниже значения прочности образцов с карбонатной добавкой, в то же время прирост прочности асфальтобетона с цементной пылью составляет 4,0 %, с золой угля – 26,2%, а с отходом керамического кирпича – 66%.

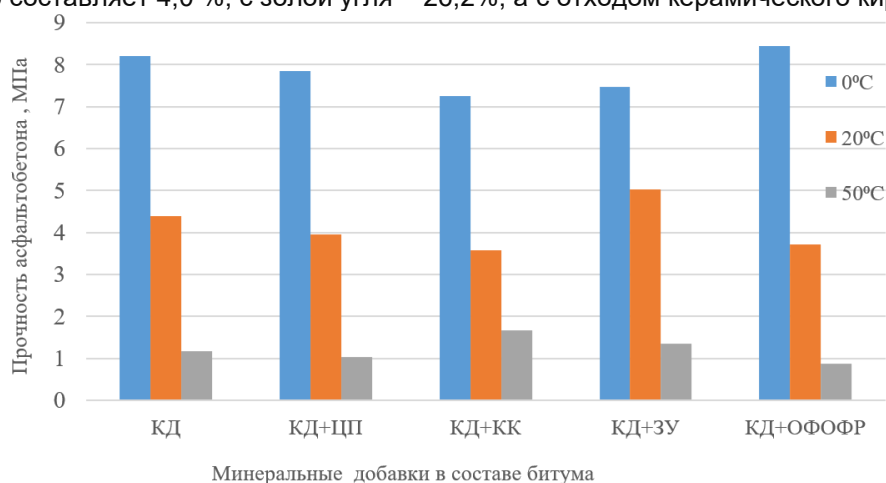


Рис. 1 – Зависимость прочности асфальтобетона от вида и содержания минеральных добавок в составе битума при разных температурах.

В природных условиях Таджикистана, где в течение года, за исключением некоторых высокогорных регионов, температура воздуха всегда положительная, результаты, полученные при температуре +50°C, показывают, что все используемые минеральные добавки из отходов являются эффективными для их использования в составе асфальтобетона.

На рис.2 представлено изменение прочности асфальтобетона на растяжение при раскалывании образцов. Добавка из керамического кирпича оказывает такое же действие, что и эталонная карбонатная добавка. Составы асфальтобетона с другими добавками имеют сравнительно низкую прочность, однако для всех составов изменения прочности варьируется в пределах от 3,2 до 6,4%, что можно не принимать во внимание и считать, что все использованные добавки оказывают положительное действие на устойчивость асфальтобетона при его расколе. Следовательно, используемые отходы вполне пригодны для использования в качестве минеральной добавки в составе битума в асфальтобетоне.

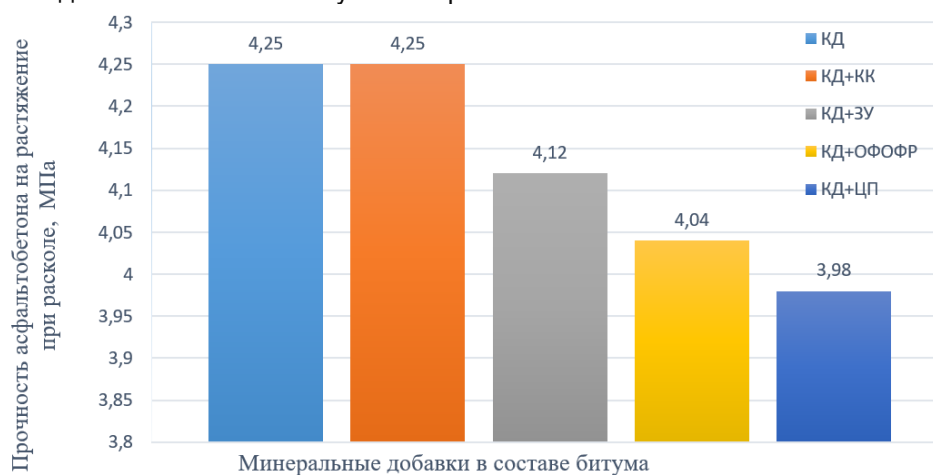


Рис. 2 – Зависимость прочности асфальтобетона на растяжение при расколе от вида и содержания минеральных добавок в составе битума.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование порошкообразных минеральных отходов промышленных предприятий в качестве добавки к битуму в составе асфальтобетона, при обеспечении нормативных качеств дорожного покрытия, снижается себестоимость его производства ввиду меньшей энергоёмкости процесса подготовки минеральной добавки из отходов, чем из добываемых карбонатных пород. Также использование отходов промышленных предприятий может обеспечить экологическую чистоту их образования в производственных местах.

Рецензент: Мирзозода С.Б. – к.т.н., доцент, директор «ООО Андешақор»

ЛИТЕРАТУРА

1. Тошов Дж.З., Шарифов А., Незматзода Д.С., Гозиев З.А. Изменение свойств дорожного битума под влиянием минеральных добавок разных составов.-Доклады НАНТ,2023, Т.66, №5-6, с.349-354.
2. ГОСТ 16557-2003. Минеральный порошок для асфальтобетонных смесей.Технические условия.
3. ГОСТ 9128-2013. Смесей асфальтобетонные, полимерасфальтобетон-ные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.
4. ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний
5. Т.Н. Акимова, Н.В. Быстров, Э.В. Котлярский Бытумы. Асфальтобетон. Лабораторный практикум по дорожно-строительным материалам. Москва 2006.

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

TJ	RU	EN
Тошов Ҷонон Зухуриддинович	Тошов Джонон Зухуриддинович	Toshov Jonon Zukhuriddinovich
Ассистент	ассистент	assistant
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi
E-mail: tjz90@mail.ru		
TJ	RU	EN
Шарифов Абдумумин	Шарифов Абдумумин	Sharifov Abdumumin
доктори илмҳои техникӣ, профессор	доктор технических наук, профессор	doctor of technical sciences, professor
Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ	Институт химии имени В.И. Никитина НАНТ	Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin NAST
E-mail: Sharifov49@mail.ru		
TJ	RU	EN
Шарипов Фарҳод Баротович	Шарипов Фарход Баротович	Sharipov Farhod Barotovich
номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсент	кандидат технических наук, и.о. доцент	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi
E-mail: abdullo.1982@mail.ru		
TJ	RU	EN
Ғозиев Зоирхон Амирхонович	Гозиев Зоирхон Амирхонович	Goziev Zoirkhon Amirkhonovich
Муаллими калон	старший преподаватель	Senior Lecturer
Донишкадаи технология ва менеҷменти инноватсионӣ дар шаҳри Кулоб	Институт технологии и инновационного менеджмента в городе Куляб	Institute of Technology and Innovation Management in Kulyab
E-mail: gozievzoirhon@gmail.com		
Незматзода Дилшоди Сидик	Негматзаде Дилшоди Сидик	Nematzoda Dilshodi Sidiq
Ассистент	Ассистент	Assistant
Донишгоҳи давлатии Данғара	Дангаринский государственный университет	Dangara State University
dilshod.nematov92@mail.ru		

УДК 624.04 (075)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ УПЛОТНЕНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

К.З. Тиллоев¹, С.В. Кондаков², Д.А. Шарифов¹, Дж.Р. Хасанов³

¹Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, Душанбе, Таджикистан

²Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск, Россия

³Технологический университет Таджикистана, Душанбе, Таджикистан

Рассматриваемый материал содержит способы уплотнения дорожно-строительных материалов усилиями сжатия по всей площади изготавливаемого изделия. Приведены достоинства и недостатки способов уплотнения строительных изделий из строительных материалов, таких как бетон, глины, силикаты и др. В статье приведены примеры прессования строительного материала в виде кирпича с размерами 250 мм x 125 мм из глиняной массы влажностью 8 - 10%, необходимое усилие прессования от 60x103 кГ до 120x103 кГ и удельное давление может доходить до 200 кГ/см² - 400 кГ /см². Причины появления больших усилий – внутреннее и внешнее трение между материалами и формами, обусловленные усилиями прессования. Если прилагать большое усилие на прессуемое изделие происходит перепрессовка, а если прилагать меньшее усилие, то будет недопрессовка. По этой причине совершенствование способов уплотнения дорожно-строительных материалов является актуальным направлением. Приведены способы периодического укатывания новыми механизмами, позволяющие уплотнять дисперсионный материал на малую площадь, укатывания его с высокой удельной нагрузкой. Такое укатывание эквивалентно одновременному воздействию статической нагрузки и полноточной вибрации, которая уменьшает внешнее и внутреннее трение в уплотняемом дисперсном материале.

Ключевые слова: способы уплотнения, строительные материалы, усилие сжатия, реологические характеристики материала, периодические укатывания, конусные устройства, прецессирующий вал.

МУКАММАЛДИҲИИ УСУЛҲОИ ЗИЧКУНИИ МАСОЛЕҲҲОИ РОҲСОЗИЮ СОХТМОНӢ

К.З. Тиллоев, С.В. Кондаков, Д.А. Шарифов, Ҷ.Р. Ҳасанов

Маводи дидабаромадашаванда усулҳои зичкунии масолеҳҳои сохтмонӣ роҳсозиро бо қувваҳои фишурдашавӣ дар ҳама масоҳати маснуоти истеҳсол шаванда, дарбар мегирад. Баргариҷаи ва норасоии усулҳои зичкунии маснуотҳои сохтмонӣ аз масолеҳҳои сохтмонӣ, ба монанди бетон, хок, силикатҳо ва ғайра оварда шудааст. Дар мақола мисоли прескунии масолеҳи сохтмонӣ дар намуди хишти андозаҳои 250 мм x 125 мм ҳисми хоки намнокиаш 8 - 10%, қувваи зарурии прескунии аз 60x103 кГ то 120x103 кГ ва фишори ҳос мумкин аст то 200 кГ/см² - 400 кГ /см² расад, дида баромада шудааст. Сабабҳои пайдоиши қувваҳои калон - соиши доҳила ва берунаи байни масолеҳҳо ва формаҳо мебошанд, ки бо қувваҳои прескунии асоснок карда шудаанд. Агар қувваи калонро ба маснуоти пресмешуда диҳем аз нав прескунии иҷро мешавад, вале агар қувваи кам дода шавад, прескунии намешавад. Аз ҳамин сабаб мукамалдиҳии усулҳои зичкунии масолеҳҳои сохтмонӣ роҳсозӣ яке аз самтҳои мубрам ба ҳисоб меравад. Усулҳои даврии ғелониши механизмҳои нав оварда шудаанд, ки масолеҳҳои дисперсиониро дар масоҳати хурд зич менамоянд, ғелониши он бо сарбории ҳос баланд мешавад. Чунин ғелониш ба таъсири яқмуддати сарбории статикӣ ва ларзиши бисёрбасомад баробар аст, ки соиши беруна ва доҳилиро дар масолеҳи дисперсионии зичшуда коҳиш медиҳад.

Калидвожаҳо: усулҳои зичкунии, масолеҳҳои сохтмонӣ, қувваи фишурдашавӣ, тавифдиҳандаҳои реологии масолеҳ, ғелониши даврий, дастгоҳи конусӣ, наварди прескунанда.

IMPROVEMENT OF SEALING METHODS ROAD CONSTRUCTION MATERIALS

K.Z. Tilloev, S.V. Kondakov, D.A. Sharifov, J.R. Khasanov

The material in question contains methods for compacting road construction materials by compressive forces over the entire area of the manufactured product. Advantages and disadvantages of sealing methods for building products made of building materials such as concrete, clays, silicates, etc. are given. The article provides examples of pressing building material in the form of bricks with dimensions of 250 mm x 125 mm from clay mass with a moisture content of 8-10%, the required pressing force from 60x103 kG to 120x103 kG and the specific pressure can reach 200 kG/cm² - 400 kG /cm². Reasons for the appearance of large forces are internal and external friction between materials and shapes due to pressing efforts. If you apply a lot of force to the pressed product, over-pressing occurs, and if you apply less force, there will be under-pressing. For this reason, improving the methods of compaction of road construction materials is an urgent direction. Methods of periodic rolling by new mechanisms are given, which allow compacting the dispersion material into a small area, rolling it with a high specific load. Such rolling is equivalent to the simultaneous action of static load and multi-frequency vibration, which reduces external and internal friction in the compacted dispersed material.

Key words: sealing methods, building materials, compression force, rheological characteristics of the material, periodic rolling, cone devices, precessing shaft.

ВВЕДЕНИЕ

Изготовление мелких строительных изделий из дорожно-строительных материалов (бетона, глины, силикатов и др. материалов) до настоящего времени производится методом уплотнения. Главным недостатком этого метода является необходимость приложения больших усилий к пуансону (штемпелю), сжимающему дисперсный материал в матрице (форме). Например, при прессовании кирпича с размерами: в плане 250 мм x 125 мм из глиняной массы влажностью 8-10% необходимое усилие прессования достигает от 60x103 кГ до 120x103 кГ и более. При этом развивается удельное давление от 200 кГ/см² до 400 кГ /см² [1].

Причины, вызывающие появление больших усилий прессования условно можно разделить на две группы: внутреннее трение в материале и внешнее трение между материалом и формой.

Внутреннее трение в материале зависит от множества факторов: фракционного состава материалов, влажности, реологических свойств составляющих материалов и смеси, количества запрессованного в изделие воздуха и т.д.

С другой стороны, и внутреннее и внешнее трение обусловлены усилиями прессования и зависят от них.

И, наконец, большое усилие прессования возникает еще и потому, что оно прилагается сразу по всей площади изготавливаемого изделия.

Совершенно очевидно, что большие усилия прессования требуют мощной и тяжелой конструкции пресса, прочных, тяжелых матриц (форм) и больших затрат энергии.

Рост усилий прессования увеличивает боковой распор. Это в свою очередь за счет увеличения трения о стенки формы, приводит к уменьшению напряжения по высоте изделия от поверхности к днищу формы и к неравной плотности изделия.

Общеизвестно, что с помощью вибрации можно уменьшить внешнее трение дисперсного материала о стенки формы и внутреннее трение в дисперсных материалах.

Имеется большое количество работ, в которых исследуется воздействие вибрации на внешнее трение дисперсного материала о различные металлы. Обратимся к одной из них [1,2]. В этой работе определялся коэффициент трения следующих материалов: сталь-песок, сталь-супесь, сталь-глина, сталь-цементобетонная смесь, сталь-асфальтобетонная смесь. Опыты показывают, что при вибрации коэффициент внешнего трения резко уменьшается до 10 – 15 раз.

ВНУТРЕННЕЕ ТРЕНИЕ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Внутреннее трение в дисперсных материалах можно описать их обобщенной реологической характеристикой - эффективной вязкостью.

Большинство строительных материалов представляют собой дисперсные системы - рассеяние (дисперсию) одного или нескольких тел (дисперсионная фаза) в другом (дисперсионная среда). Дисперсионная фаза представляет собой тело, распределенное в виде отдельных мелких твердых частиц, капелек жидкости или пузырьков газа в окружающей сплошной среде. Дисперсионная среда – это непрерывная фаза в дисперсной системе, керамическое сырье (глина) является высококонцентрированной трехфазной дисперсной системой, содержащей твердую и газообразную фазы в жидкой дисперсионной среде.

Все дисперсные системы обладают структурой. Под структурой понимается пространственный каркас, образованный различными видами связей - внутримолекулярными и межмолекулярными. Виды структур определяются типами связей и сочетанием различных типов связей.

Крайними видами структур являются коагуляционная и кристаллическая структуры. Существует бесконечное множество промежуточных структур. Реальные тела (т. е. строительные материалы, в т. ч. керамическое сырье) имеют промежуточную структуру. Эти тела образуют большую группу строительных материалов с высокой концентрацией дисперсионной фазы, которые называются структурированными дисперсными системами.

Эти дисперсные системы разнообразны по структуре и отличаются по химическому составу, твердой фазы и дисперсной среды, различным поведением при воздействии вибрации со стороны уплотнительных механизмов.

Рассмотрим полную реологическую кривую течения структурированных дисперсных систем (СДС). На рис. 1 показана зависимость скорости деформации $\dot{\gamma}$ от напряжения для структурированных дисперсных систем. Если течение структурированных дисперсных систем начинается при любом, сколь угодно малом напряжении сдвига (рис. 1а и б), то такая система называется жидкообразной структурированной дисперсной системой (ЖСДС). Если же течение начинается лишь при конечном напряжении сдвига τ_{k1} (рис. 1а' и б'), то такая дисперсная система называется твердообразной структурированной дисперсной системой (ТСДС).

Зависимость между скоростью деформации и напряжением можно записать следующим образом:

$$\tau = \eta^{(\dot{\gamma})} \dot{\gamma} \quad (1)$$

где $\eta^{(\dot{\gamma})}$ - эффективная вязкость.

На рис. 1б и б' показаны зависимость эффективной вязкости от напряжения, соответствующие реологической кривой течения жидкообразной и твердообразной дисперсной системы. У жидкообразных структур происходит плавное уменьшение в диапазоне η_0 и η_m . У твердообразных структур вязкость падает скачкообразно до минимального уровня. Напряжение τ_r' можно назвать условной границей практически неразрушенной структуры. При напряжениях происходит псевдоньютоновское течение с постоянной вязкостью η_m . Типичные полные реологические кривые течения по [1.2].

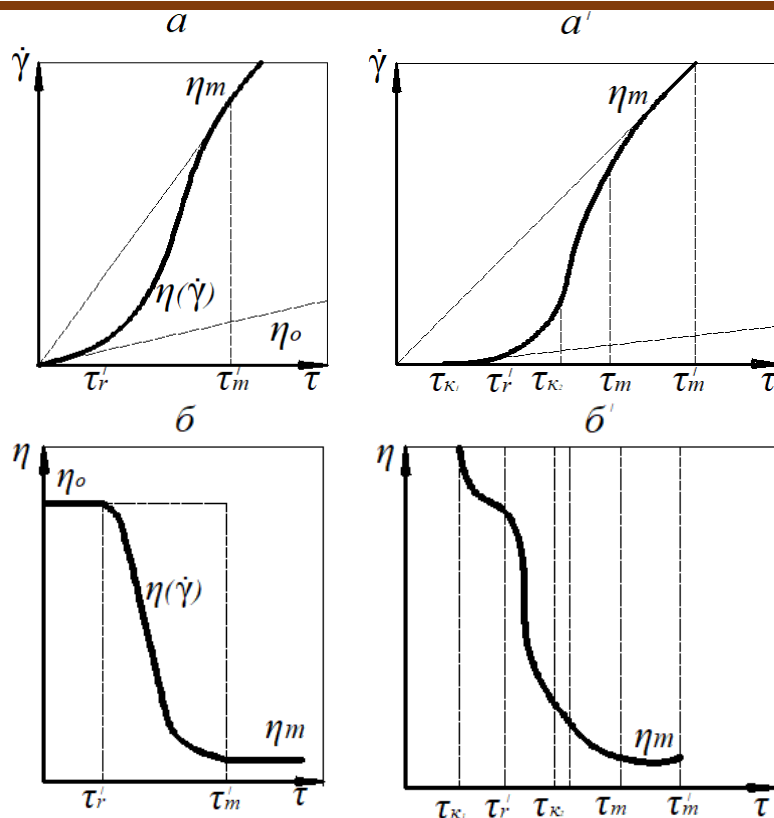


Рисунок 1 – Зависимость скорости деформации от напряжения для структурированных дисперсных систем. а, б- жидкообразные; а', б'- твердообразные структурированные дисперсные системы; η_0 -наибольшая предельная вязкость неразрушенной структуры; $\eta^{(\dot{\gamma})}$ - эффективная вязкость; η_m - наименьшая вязкость предельно разрушенной структуры; $\tau_{к1}$ - условный статический предел текучести; $\tau_{к2}$ - бингамовский предел текучести; τ_r - граница прочности неразрушенной структуры при пластично-вязком разрушении; τ_m -предел прочности при упруго-хрупком разрыве; τ_m' -граница предельного разрушения структуры.

Рассмотрим реологические свойства СДС в условиях воздействия на них вибрации. На рисунке 2 показано изменение реологических характеристик, структурированных дисперсных в динамических условиях (при вибрации) [2,3].

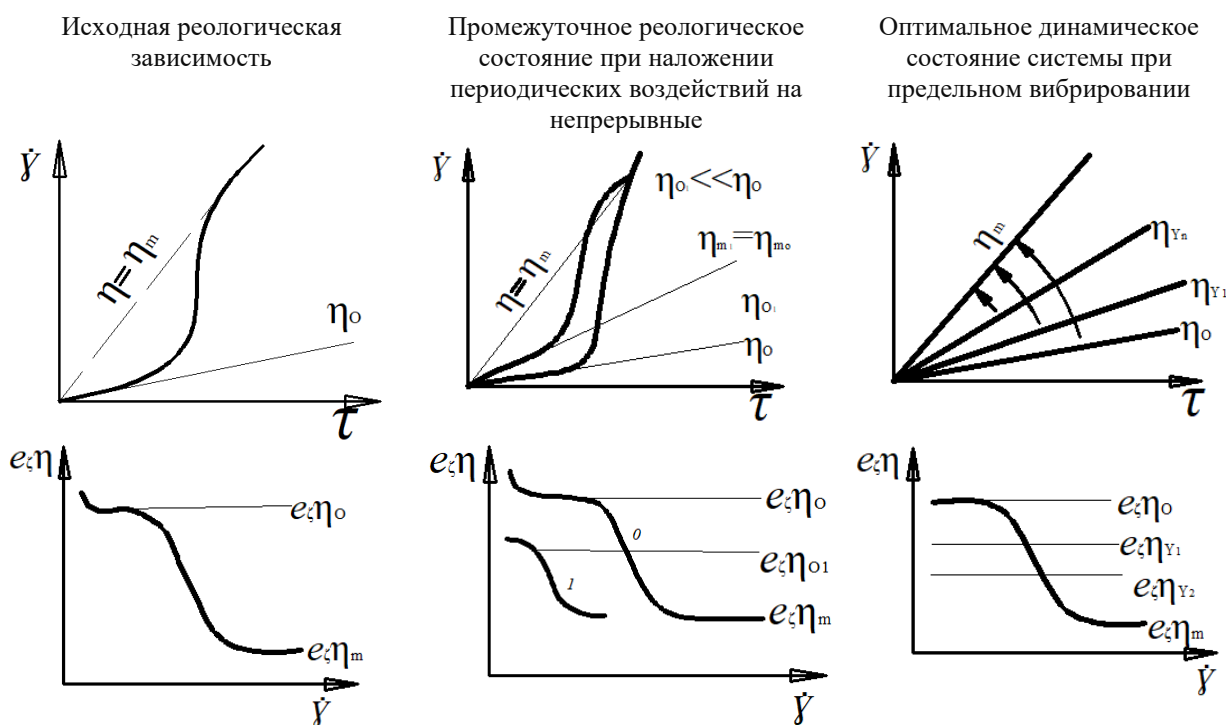


Рисунок 2 – Изменение реологических характеристик структурированных дисперсных систем в динамических условиях (при вибрации)

При воздействии на дисперсную систему вибрации и по мере возрастания ее интенсивности уменьшается предельное напряжение сдвига. С помощью вибрационного воздействия на уплотнённый материал можно достичь равновесного разрушения уплотнённой структуры. В этом случае эффективная вязкость изменяется от наибольшей вязкости неразрушенной структуры η_0 до наименьшей ньютоновской вязкости предельно разрушенной структуры η_m .

Создание наибольшей легкоподвижности, текучести способствует эффективному проведению различных физико-химико-технологических процессов. Таким образом, при вибрационном воздействии обобщенная реологическая характеристика – эффективная вязкость уменьшается.

Наиболее эффективным оказалось применение вибрации в технологии формования и прессования высококонцентрированных дисперсных систем.

При аналитическом исследовании влияния вибрации на уплотнение дисперсных материалов их реологические свойства можно характеризовать комплексной жесткостью $k = k_0(1 + i\eta)$, где k_0 - динамическая жесткость прессуемого дисперсного материала, а η - коэффициент потерь, который не следует смешивать с эффективной вязкостью $\eta(\gamma)$. Коэффициент потерь η при определенных фиксированных условиях (напряжение, амплитуда и частота) можно считать величиной постоянной [4,5].

КОНСТРУКЦИЯ КОНУСНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО УКАТЫВАНИЯ

Способы уплотнения дорожно-строительных материалов: можно либо трамбовать малыми участками, либо укатывать. Эти способы широко применяются при возведении дорог и строительных сооружений, например уплотнения грунта дорожными катками или пневматическими трамбовками при взаимодействии рабочего органа с грунтом на малую площадь [6,7].

Периодическое укатывание катком позволяет воздействовать на малую площадь укатываемого материала с высокой удельной нагрузкой. Такое укатывание эквивалентно одновременному воздействию статической нагрузки и поличастотной вибрации, которая уменьшает внешнее и внутреннее трение в уплотняемом дисперсном материале [8,9].

Конструктивно периодическое укатывание можно реализовать путем качения конуса (конического штемпеля) по прессуемому материалу. Конические устройства для периодического укатывания можно разделить на два типа в зависимости от величины угла при вершине конуса.

Конструкции конусных устройств (рис. 3 а,б) состоят из конусов с углом при вершине $\beta < \frac{\pi}{2}$ и $\beta > \frac{\pi}{2}$

Эти устройства дают возможность уплотнения либо в цилиндрической формы (рис. 3а), либо в вертикальном направлении образуя форму котлована (рис. 3б). Водилом конусного устройства служит прецессирующий вал (коленвал) 1, который связан с приводом базовой машины (базовая машина условно не показана). Участки прецессирующего вала расположены под углом α друг к другу и пересекаются на вершине конуса 2. При кручении водила 1 и воздействии осевого усилия от базовой машины Q , конус 2 вдавливают прессуемый материал, совершая обкатывание на поверхность изделия 3.

На (рис. 3б) схематически показана конструкция конусного устройства с углом при вершине $\beta = \pi - \alpha > \frac{\pi}{2}$. Такое устройство может состоять из конуса, вырождающегося в конусообразную (выпуклую) плиту. В этом случае прецессирующий вал (водило), приводящий в движение конус, наклонен к вертикальной оси на угол $\alpha/2$. Имеется ряд технических решений, реализующих описываемое конусное устройство [10].

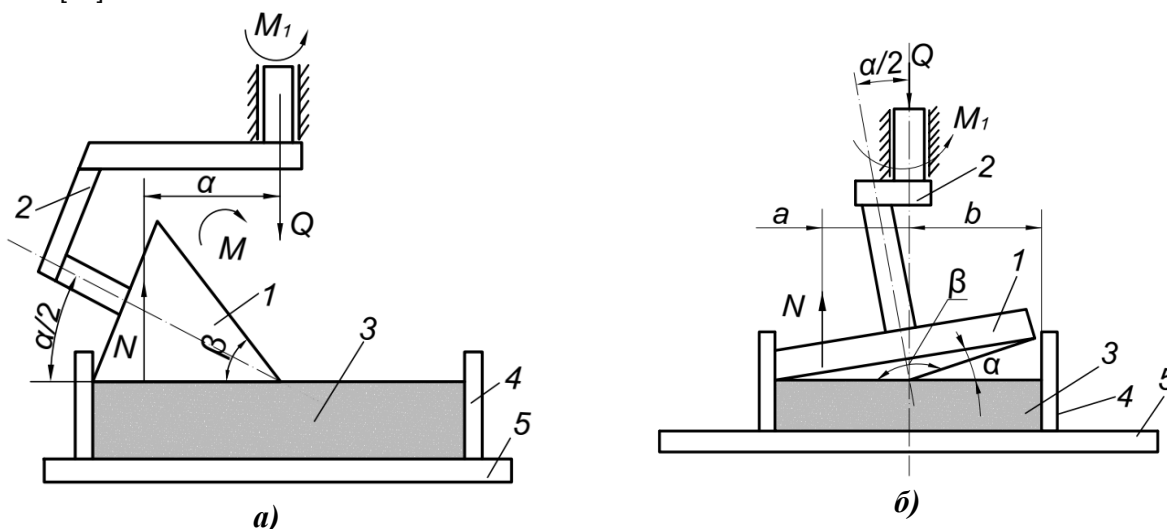


Рисунок. 3– Кинематическая схема конструкции конусного устройства, а) $\beta < \frac{\pi}{2}$, б) $\beta > \frac{\pi}{2}$.

1- конус, 2- водило, 3-прессуемый сыпучий материал, 4- форма, 5- основание

Исследования велись на экспериментальном стенде (рис. 4), представляющий собой фрагмент установки, содержащий одну форму. На экспериментальном стенде имелась возможность изменять углы конусов, углы наклона вала привода и скорость его вращения.

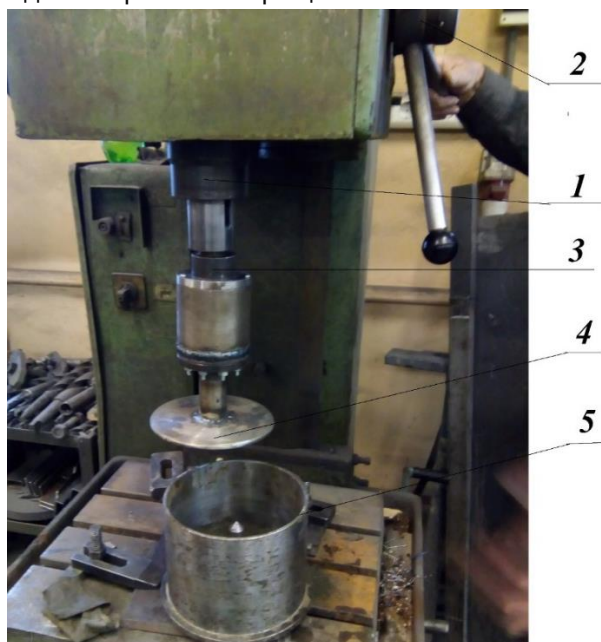


Рисунок. 4 – Экспериментальный стенд

1 – привод, 2 – механизм подачи, 3 – прецессирующего вал, 4 – конусный рабочий орган $\alpha > \frac{\pi}{2}$, 5 – форма для уплотнения материала при работе раскатчика.

Опыты проводились в круглой форме конусом с углом при вершине до $\alpha = 10^\circ$. Опыты проводились на четырех видах дорожно-строительных материалах: влажностью 6 - 10%, силикатной смеси, бетоне на мелком щебне (< 5 мм) и песчаном бетоне ($B/C = 0,28 - 0,3$). Всего проделано три серии опытов (по три образца каждого вида строительного материала), образцы показали, что при укатывании конусом получается плотная, однородная, без пористая структура с высокой распалубочной прочностью (рис. 5).



Рисун. 5 – Уплотненный образец

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Известно [11,12], что крутящий момент конусного устройства можно определить по формуле (2)

$$M_1 = \int_0^e S(y) y dy = \frac{8}{9} \cdot \frac{Q}{\pi} \sqrt{\frac{2Q}{\pi}} \cdot \frac{1-\sigma^2}{E} \cdot \frac{1}{\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}} = 0,226 \cdot Q^{1,5} e \sqrt{\frac{1-\sigma^2}{E} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}, \quad (2)$$

где e – величина эксцентрика прецессирующего вала, σ – коэффициент Пуассона и E – модуль упругости материала,

Мощность можно найти по формуле:

$$N = M_1 \omega = M_1 \frac{\pi n}{30}, \quad (3)$$

здесь n – частота вращения привода, приведенного к водилу.

Выполненные экспериментальные исследования в лабораторных условиях позволили определить эффективность применения конусных раскатчиков при уплотнении материалов в искусственных условиях. Проведен ряд опытов уплотнения строительных материалов конусными устройствами $\alpha < \frac{\pi}{2}$ с различными углами конической поверхности. Наибольший эффект уплотнения достигается при угле в вершине конуса 176° ($\alpha = 4^\circ$) (рис. 6).

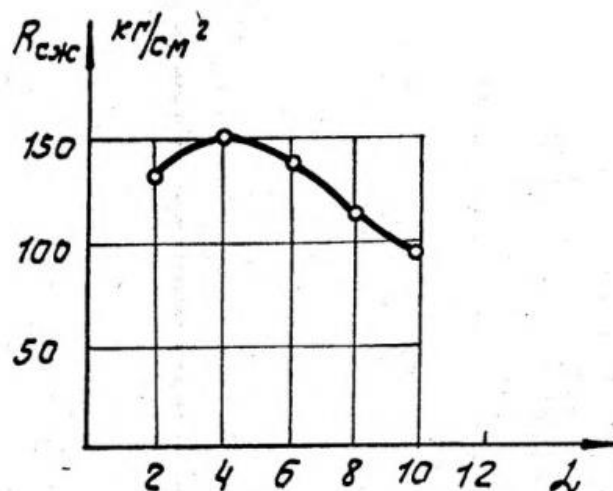


Рисунок 6 – Влияние угла конуса раскатчика на прочность уплотняемого образца

Вычисление по формуле (2) (при $\alpha=4^\circ$, $\sigma=0,1$, $E=15 \cdot 10^7$ Н/м² и $Q=5 \cdot 10^4$ Н) дало численное значение крутящего момента $M=38,55$ Нм.

Для скорости вращения приводного вала $n = 600$ об/мин, потребная мощность (3) оказалась равной примерно 2,5 квт. Полученные данные были положены в основу задания на проектирование промышленной установки.

Таким образом, была подтверждена принципиальная возможность уплотнения конусным устройством периодическим укатыванием, воздействуя на малую площадь.

ВЫВОДЫ

1. Из сказанного выше следует, что для уменьшения усилий прессования необходимо уменьшить внутреннее и внешнее трение в прессуемом материале. Кроме того, для уменьшения усилия прессования следует уменьшать площадь, на которую воздействует пуансон (штемпель). Благодаря этому можно значительно увеличить удельное давление на прессуемый материал.

2. Проведены экспериментальные исследования конусного устройства, показавшие работоспособность данного рабочего органа, который одновременно воздействует на материал при помощи статической нагрузки и поличастотной вибрации.

Рецензент: Сафаров Ф.Т. – к.т.н., и.о. доцента ДФ ННПТУ «МНМС»

ЛИТЕРАТУРА

1. Нарманова Р.А. Асфальтовые покрытия из нефтебитуминозных пород и отходов промышленности диссертация ... кандидата технических наук: 05.23.05. – Москва, 1992. - 182 с.
2. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы М. Химия 1980. – 319
3. Зубанов М.П. О коэффициентах трения при вибрации // Научно-технический информационный бюллетень. Машиностроение. №6 л.: ЛПИ, 1958. С. 38-49.
4. Файвусович А.С., Зубов Ю.А. Реологические свойства бетонных смесей при ударных и ударно-вибрационных воздействиях // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1984. №11. С. 68-71.
5. Човнюк Ю.В., Кравчук В.Т. Аналитическое определение динамических параметров вибрируемой бетонной смеси // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1985. №9. С. 57-61.
6. Баловнев В.И. Дорожно-строительные машины и комплексы: Учебник для вузов / В.И. Баловнев, Г.В. Кустарев и др.; // Под общ. ред. В. И. Баловнев. – 2-е изд. дополн. И перераб. - Москва-Омск 2001 – 528 с.
7. Abbas R.K. (2018). A review on the wear of oil drill bits (conventional and state of the art approaches for wear reduction and quantification). Eng. Fail. Anal. 90, 554–584. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2018.03.026>.
8. Njobuenwu D.O., Wobo C.A. (2007). Effect of drilled solids on drilling rate and performance. J. Petrol. Sci. Eng. 55, 271–276.
9. Lichter J., Lim K., Potapov A., Kaja D. (2009). New developments in cone crusher performance optimization. Miner. Eng. 22 (7), pp. 613–617.

10. Kromsky E.I., Tilloev K.Z., Muhiddinzoda K. J. (2021) New Mechanism for Composite Materials Compaction. Proceedings of the 6th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2020). Vol. 1. – P. 173–180. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54814-8_21

11. Тиллоев, К.З. Математическая модель процесса работы конусного раскатчика / К.З. Тиллоев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 60–67. DOI: 10.14529/engin190307

12. Кромский Е.И., Кондаков С.В., Тиллоев К.З. (2018). Конусный раскатчик к гусеничному экскаватору / Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». –Т.18, №1. – с.34-39. DOI: 10.14529 /engine 140104.

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

TJ	RU	EN
Тиллоев Қ.З.	Тиллоев К.З.	Tilloev K.Z.
номзади илмҳои техникаӣ, муал. калон	кандидат техникаи ҷиш, ст. преподаватель	Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after acad. M.S.Osimi
E-mail: kudratullo.tilloev@bk.ru		
TJ	RU	EN
Кондаков С.В.	Кондаков С.В.	Kondakov S.V.
доктори илмҳои техникаӣ, профессор	доктор техникаи ҷиш, профессор	Doctor of Technical Sciences, Professor
Донишгоҳи давлатии Урали чанубӣ	Южно-Уральский государственный университет	South Ural State University (National Research University)
E-mail: tanksv@mail.ru		
TJ	RU	EN
Шарифов Д.А.	Шарифов Д.А.	Sharifov D.A.
номзади илмҳои техникаӣ, и.в. дотсент	кандидат техникаи ҷиш, и.о. доцент	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after acad. M.S.Osimi
E-mail: sharifov.mexroj@mail.ru		
TJ	RU	EN
Ҳасанов Ҷ.Р.	Хасанов Дж.Р.	Khasanov Dzh.R.
номзади илмҳои техникаӣ, муал. калон	кандидат техникаи ҷиш, ст. преподаватель	Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer
Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон	Технологический университет Таджикистана	Technological University of Tajikistan

УДК: 629.3.07

УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВАДС

Р.Х. Саидзода, А.М. Умирзоков

Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими

Управление энергетической эффективностью функционирования системы ВАДС в контексте современных рыночных отношений, с учетом высокого уровня конкуренции и продолжающейся тенденции существенного роста цен на углеводородное топливо в мире, является основополагающим и жизненно важным фактором для экономического роста и социального развития общества. В этих условиях обеспечение энергетической безопасности и энергоэффективности функционирования системы ВАДС становятся важной проблемой для Таджикистана, который не отличается многообразием источников энергии, обладает значительным гидроэнергетическим потенциалом и ограниченными возможностями по углеводородному сырью. Целью исследования является разработка методологических принципов управления эффективностью функционирования системы ВАДС в горных условиях. Для достижения данной цели последовательно решаются следующие задачи: а) оценка и анализ характерных особенностей функционирования системы ВАДС в горных условиях Республики Таджикистан; б) обоснование системного подхода в качестве фундаментальной стратегии исследования управления эффективностью функционирования системы ВАДС; в) разработка 3-х уровневых способов управления эффективностью функционирования системы ВАДС; г) разработка структура управления инженерной деятельности по обеспечению эффективности функционирования системы ВАДС. По результатам исследования можно сделать вывод о том, что рациональное управление транспортным процессом на основе системного подхода в горных условиях способствует значительному росту эффективности функционирования системы ВАДС.

Ключевые слова: Эффективность, надежность, качество, система ВАДС, системный подход, система управления, горные условия.

ИДОРАКУНИИ САМАРАНОКИИ ЭНЕРГЕТИКИИ ФАЪОЛИЯТИ СИСТЕМАИ PARM

Р.Х. Саидзода, А.М. Умирзоков

Идоракунии самаранокӣи энергетикӣи фаъолияти системаи PARM аз нуқтаи назари муносибатҳои муносири бозоргонӣ, бо дарназардошти сатҳи баланди рақобатпазирӣ ва анбанаҳои афзоиши назарраси нархи сузишвориҳои нафти дар ҷаҳон омилҳои асосгузор ва ҳаётан муҳим барои инкишофи иқтисодӣи иҷтимоӣ дар ҷомеа мебошад. Дар ҷунин шароит таъмини бехатарии энергетикӣ ва самаранокӣи энергетикӣи системаи PARM проблемаи муҳим барои Тоҷикистон мебошад, ки он манбаи гуногуншакли энергияро доро нест ва потенсиали гидроэнергетикӣи он назаррас буда, имкониятҳои маҳдуди манбаҳои нафти мебошад. Мақсади тадқиқот аз қорқарди принципҳои методологӣи идоракунии самаранокӣи фаъолияти системаи PARM дар шароитҳои қуҳсор иборат мебошад. Барои расидан ба мақсади гузошташуда ҳалли пайдарпайи масъалаҳои зерин дар назар аст: а) баҳодихи ва таҳлили хусусиятҳои ҳосӣ амали системаи PARM дар шароити қуҳсори Ҷумҳрии Тоҷикистон; б) асосноккунии услуби система ҳамчун стратегияи фундаменталӣ оид ба тадқиқоти идоракунии самаранокӣи амали системаи PARM; в) қорқард намудани услуби 3-сатҳаи идоракунии самаранокӣи амали системаи PARM; г) қорқард намудани сохтори идоракунии фаъолияти муҳандисӣ оид ба таъмини самаранокӣи амали системаи PARM. Дар асоси тадқиқотҳои гузаронидашуда ба ҷунин ҳулоса омадан мумкин аст, ки идоракунии рақсоналии раванди нақлиётӣ бо истифодаи услуби системи дар шароитҳои қуҳсор барои баланс бардоштани самаранокӣи амали системаи PARM мусоидат хоҳад кард.

Важбаҳои калидӣ: самаранокӣ, эътимодият, сифат, системаи PARM, услуби системавӣ, системаи идоракунии шароитҳои қуҳсор.

ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT OF THE FUNCTIONING OF THE DCRE SYSTEM

R.H. Saidzoda, A.M. Umirzokov

Energy efficiency management of the functioning of the DCRE system in the context of modern market relations, taking into account the high level of competition and the continuing trend of a significant increase in prices for hydrocarbon fuel in the world is a fundamental and vital factor for economic growth and social development of society. In these conditions, ensuring energy security and energy efficiency of the functioning of the DCRE system are becoming an important problem for Tajikistan, which does not differ in the variety of energy sources, has significant hydropower potential and limited hydrocarbon raw materials. The purpose of the study is to develop methodological principles for managing the effectiveness of the functioning of the DCRE system in mountainous conditions. To achieve this goal, the following tasks are consistently solved: a) assessment and analysis of the characteristic features of the functioning of the DCRE system in the mountainous conditions of the Republic of Tajikistan; b) substantiation of a systematic approach as a fundamental strategy for the study of the effectiveness of the functioning of the DCRE system; c) development of a 3-level method for managing the effectiveness of the functioning of the DCRE system; d) development of a management structure for engineering activities to ensure the effectiveness of the functioning of the DCRE system. According to the results of the study, it can be concluded that rational management of the transport process based on a systematic approach in mountainous conditions contributes to a significant increase in the efficiency of the functioning of the DCRE system.

Keywords: Efficiency, reliability, quality, DCRE system, system approach, management system, mountain conditions.

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильная транспортная система, являясь основным потребителем углеводородного энергоносителя, в тоже время составляет десятую часть налоговых поступлений в бюджет большинства стран. Для Республики Таджикистан, с ее горными и высокогорными условиями, этот показатель имеет более высокие значения и может достигать 15-20 %.

В современных условиях требуется новый подход в исследованиях рационального управления эффективностью функционирования системы ВАДС, позволяющий оперативно учитывать изменения внешней среды, адекватно реагировать на меняющееся поведение потребителей транспортных услуг, а также эффективно влиять на спрос и предложение. Это обуславливает актуальность темы исследования.

Автомобиль в сложных горных и высокогорных условиях Республики Таджикистан является наиболее востребованным и массовым видом транспорта, и системообразующим элементом системы ВАДС, оценка и повышение эффективности которого становится проблемой общегосударственной важности. Не менее важным, при этом, является выбор научного подхода (метода) – особого угла зрения на объект исследования, включающую в себя способы исследования феноменов, систематизацию, корректировку новых и полученных ранее знаний. Умозаключение и выводы делаются с помощью правил и принципов рассуждения на основе эмпирических данных об объекте исследования [5].

Базой для получения данных является наблюдения и эксперименты. Для объяснения наблюдаемых фактов выдвигаются гипотезы и строятся теории, на основании которых, в свою очередь, строится модель изучаемого объекта [12]. Не является исключением из данного правила исследование вопросов, связанных с оценкой и повышением энергетической эффективности функционирования сложноорганизованной системы ВАДС. Для этой цели наиболее приемлемым является системный энергетический подход, представляющий собой общенаучный уровень методологии исследования эффективности функционирования системы ВАДС.

Системный энергетический подход является одной из фундаментальных стратегий научного исследования, логически вызванной необходимостью изучения свойств больших и сложных систем, примером которого является система ВАДС, адекватными познавательными средствами [6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Функционирование системы ВАДС в горных условиях Республики Таджикистан характеризуется и усугубляется неоднозначными особенностями, наиболее важными из которых являются следующие:

1. Водитель, основное назначение которого диктуется бережливым управлением автомобиля, поддержанием его в работоспособном состоянии характеризуется различным уровнем профессиональных навыков, психо-физиологическим состоянием.

2. Автомобиль, являясь наиболее энергопотребляемым элементом системы ВАДС, находится в непрерывном, быстром, количественном и качественном развитии и играет важную роль в формировании надежности и эффективности системы.

3. Автомобильные дороги в горных условиях отличаются низким качеством дорожного покрытия, характеризуются частыми подъемами и спусками, сложной геометрией в плане и профиле, недостаточной видимостью и др.

4. Что касается среды функционирования системы ВАДС, то одним словом ее можно характеризовать как суровую.

Для обеспечения энергетической эффективности функционирования системы ВАДС необходимо совершенствовать подготовку и переподготовку водителей, улучшать техническое состояние транспортных средств путем совершенствования технологии и организацию ТО и ремонта, повысить качество и надежность автомобильных дорог, разработать мероприятия, снижающие влияние среды эксплуатации на эффективность осуществления транспортного процесса.

Данная деятельность (рис. 1), с позиции системного энергетического подхода, может быть рассмотрена как последовательно осуществляемое управление на трех уровнях, конечной целью, которого является обеспечение эффективности функционирования системы ВАДС:

1-й уровень включает в себя систему законодательных актов, стандартов, регламентов, норм и правил для управления эффективностью функционирования системы ВАДС.

2-й уровень связано с непосредственной реализацией требований системы законодательных актов и нормативно-технических документов по управлению эффективностью функционирования системы ВАДС, предусмотренных на 1-ом уровне в процессах:

- подготовки и переподготовки водителей правилам бережливого управления автомобилем;
- повышения качества и надежности функционирования транспортных средств в сложных, порой суровых условиях эксплуатации;
- строительства новых, реконструкции и ремонта существующих автомобильных дорог;
- обеспечения адаптации транспортных средств и водителей к условиям эксплуатации.

3-й уровень предусматривает организацию контроля надежности функционирования системы ВАДС.

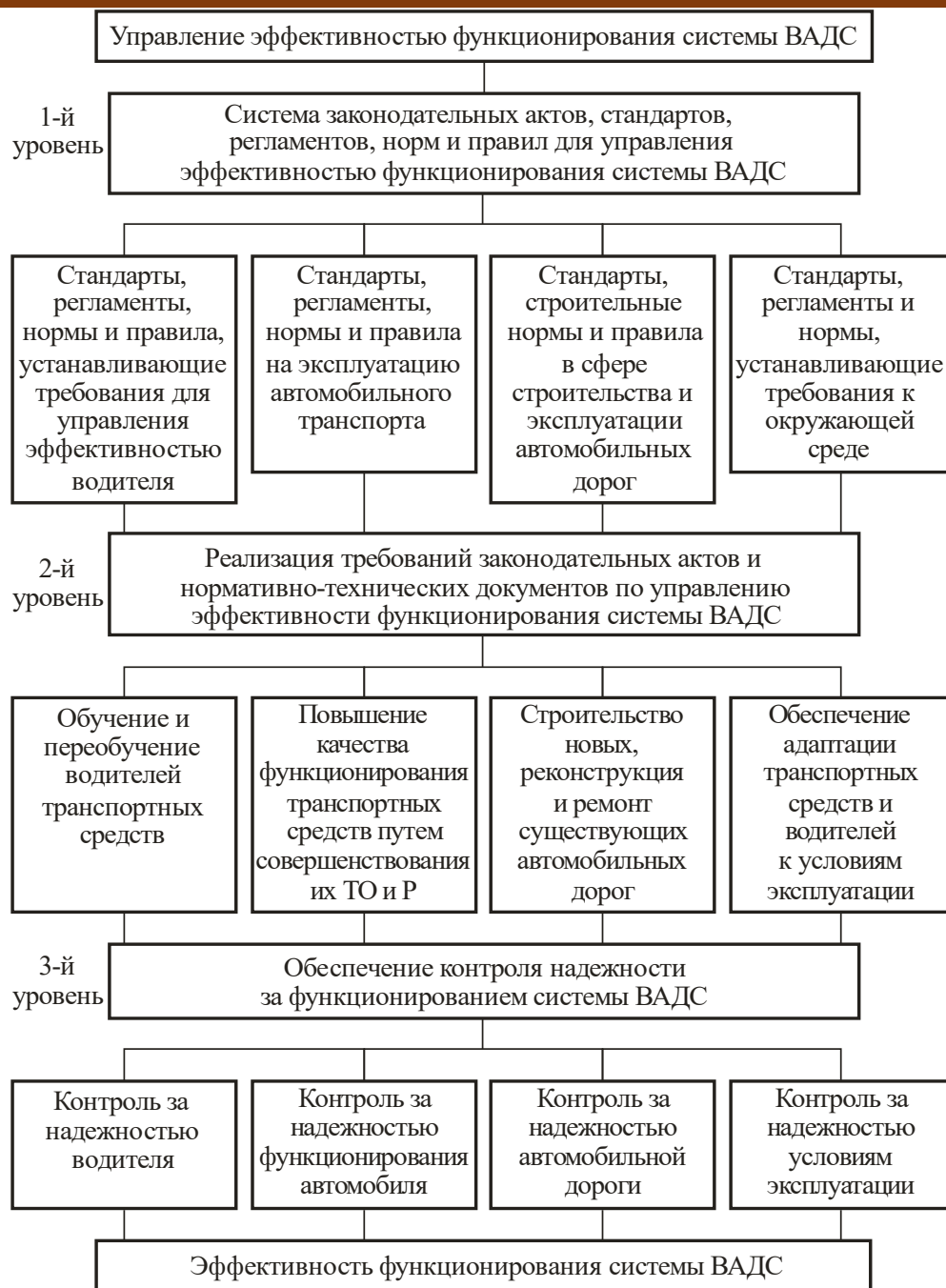


Рисунок 1 – Схема управления эффективностью управления системой ВАДС

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходя из приведенной схемы мероприятия по управлению энергетической эффективностью системы ВАДС можно сгруппировать в следующие блоки:

1. Установление полномочий и ответственности органов исполнительной власти в Республике Таджикистан по отношению к обеспечению энергетической эффективности функционирования системы ВАДС.

2. Разработка и утверждение законодательных и иных нормативных правовых актов в сфере обеспечения энергетической эффективности функционирования системы ВАДС.

3. Регулирование деятельности на автомобильном транспорте, в дорожном хозяйстве, осуществление деятельности по обеспечению энергетической эффективности функционирования системы ВАДС.

4. Организация подготовки и переподготовки водителей транспортных средств, обучение их к бережливому стилю езды.

5. Проведение комплекса мероприятий по медицинскому обеспечению водителей транспортных средств.

6. Метрологическое обеспечение, стандартизация и сертификация объектов, продукции и услуг транспорта и дорожного хозяйства.

7. Осуществление надзора и контроля за выполнением законодательства, действующего в сфере функционирования системы ВАДС.

Каждый из блоков представляет определенные направления деятельности, участниками которой могут быть как государственные, так и иные структуры любых форм собственности, функционирующие в рамках закона.

На государственном уровне решаются наиболее фундаментальные проблемы функционирования системы ВАДС - разработка законодательных и иных нормативно-правовых актов, планирование развития автомобилизации, принятие решений о структуре органов управления в рассматриваемой сфере, разработка программ дорожного строительства, утверждение государственных стандартов на дороги, улицы, автомобили и т.п. [9].

На уровне уполномоченного государственного органа рассматриваются практические вопросы обеспечения функционирования системы ВАДС. Все они входят в компетенцию соответствующих структур управления и подведомственных им организаций и решаются применительно к конкретному региону. Эти направления охватывают основные виды деятельности по обеспечению эффективного функционирования системы ВАДС, главным образом, применительно к задачам, которые должны решаться инженерными кадрами в области автомобильного транспорта [15].

Следует отметить, что деятельность инженерных кадров по обеспечению энергоэффективного функционирования системы ВАДС не может быть сосредоточена в каком-то одном ведомстве или учреждении. С ростом уровня автомобилизации все большее значение приобретает деятельность по обеспечению энергетической эффективности транспортных процессов, обычно осуществляемая на ведомственном и местном уровнях.

Инженерная деятельность по оценке и повышению энергетической эффективности функционирования системы ВАДС может быть представлена в виде следующих укрупненных блоков (рис. 2):

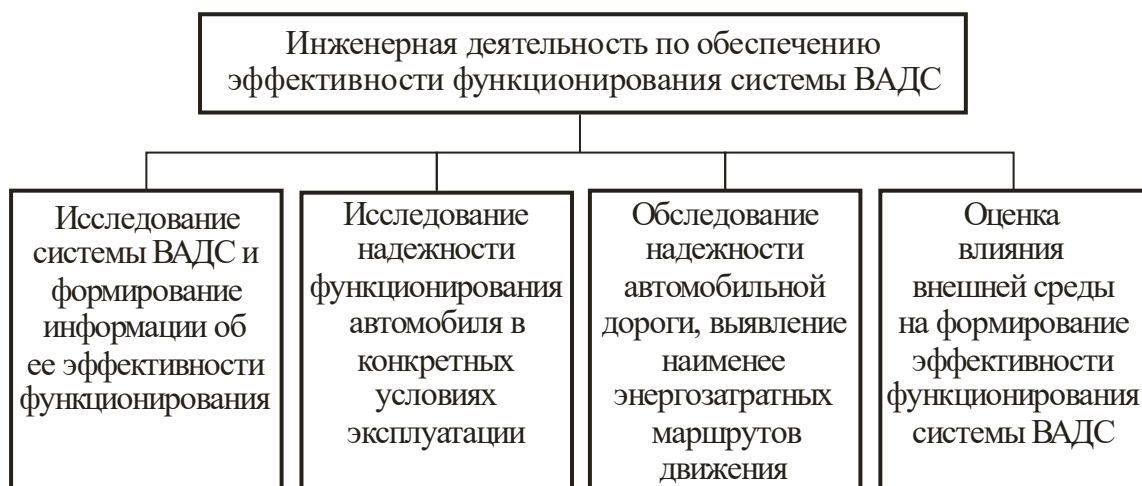


Рисунок 2 – Структура инженерной деятельности по обеспечению энергетической эффективности функционирования системы ВАДС

1. Основой для разработки мероприятий по совершенствованию функционирования системы ВАДС является информация об уровне энергетической эффективности транспортного процесса.

Такую информацию обычно собирает инженер-исследователь на основе специально разработанной методике в процессе эксплуатации автомобиля в конкретных дорожно-климатических условиях.

2. Работа по выявлению безотказности и долговечности автомобиля, эксплуатируемого в горных условиях Республики Таджикистан.

Количественно долговечность оценивается средним ресурсом автомобиля до капитального ремонта, средней наработкой на отказ автомобиля за пробег до капитального ремонта, средней наработкой до капитального ремонта основного агрегата, гамма-процентным ресурсом. Для оценки безотказности автомобиля применяются следующие основные показатели: вероятность безотказной работы; вероятность отказа; плотности вероятности безотказной работы; средняя наработка до отказа; средняя наработка на отказ; интенсивность отказов; параметр потока отказов, ведущая функция потока отказов.

3. Важным компонентом оценки и повышения энергетической эффективности функционирования системы ВАДС является информации о состоянии дорожной отрасли, которая количественно может быть

оценена долговечностью и безотказностью автомобильных дорог. Эффективность функционирования системы ВАДС связана также выявлением наименее энергозатратных маршрутов движения.

4. Непосредственное участие в реализации разработанных мероприятий по оценке и снижению влияния внешней среды на формирование эффективности функционирования системы ВАДС.

Разработка и реализация любых методов и мероприятий по оценке и повышению энергетической эффективности функционирования системы ВАДС подразумевают наличие определенных требований к ее элементам.

Оперативное управление уровнем энергетической эффективности функционирования системы ВАДС производится непрерывно при выполнении транспортных операций, а также в случае возникновения ситуаций, полностью или частично препятствующих функционированию системы, связанных с предельно низкими показателями надежности элементов системы: болезни и чрезмерной усталости водителя, отказы автомобиля и его агрегатов и узлов, потери пропускной способности участка дороги из-за аварий, повреждений дорожной одежды и др., гололед, образование толстого слоя грязи на поверхности дороги (в горных карьерных условиях), чрезмерно высокие и низкие температуры воздуха и др.

На основе оценки и изучения функционирования системы ВАДС должны быть установлены наиболее уязвимые элементы, способствующие снижению эффективности транспортного процесса, а также проработаны пути устранения ситуаций, препятствующих эффективному функционированию системы. Реализация оперативных изменений для оптимизации взаимодействий между элементами системы с целью максимизации энергетической эффективности функционирования системы ВАДС при минимальных энерго-материало-и трудовых затрат, как правило, возлагается на диспетчера, действия которого должно быть направлено на выбор оптимального пути решения, связанного с повышением эффективности системы ВАДС.

На сегодня существуют и могут быть применены в транспортной отрасли такие виды АСУ как: АСУ «ГОРОД-ДД», АСУ ГПТ, реализованная на базе платформы системы комплексной автоматизации транспорта (СКАТ), в качестве навигационно-коммуникационной базы которой используются технологии ГЛОНАСС/GPS, АСУ-Навигация, АСУ ГПТ «Диспетчер-0440», АСУ АТП – WDS: управление автоперевозками – автоматизация процесса управления автопарками с использованием ГЛОНАСС/GPS технологий, а также АСУ-Транспорт, в состав которого входят: АСУ-Транспорт (МТУ), АСУ-Транспорт (ЗАК), АСУ-Транспорт (ТУ), АСУ-Транспорт (АТП).

Расчетно-экспериментальным путем определены границы показателей эффективности функционирования системы ВАДС с различными видами автомобилей (легковых, автобусов и грузовых), которые в горных условиях эксплуатации варьируют в довольно широких пределах (табл.1). Это свидетельствует о том, что имеются значительные возможности повышения эффективности функционирования системы ВАДС, что может быть достигнуто рациональным управлением автотранспортного процесса в горных условиях на основе соответствующего вида АСУ.

Таблица 1 – Сравнительные показатели эффективности функционирования системы ВАДС для различных видов автомобилей при равнинных и горных условиях эксплуатации

Показатель	Автомобиль					
	легковой		автобус		грузовой	
	равнинные условия	горные условия	равнинные условия	горные условия	равнинные условия	горные условия
Производительность	1,0	0,75-0,85	1,0	0,77-0,86	1,0	0,65-0,80
Расход топлива	1,0	1,10-1,40	1,0	1,12-1,25	1,0	1,10-1,60
Качество перевозок	1,0	0,82-0,90	1,0	0,85-0,95	1,0	0,90-0,95
Надежность системы ВАДС	1,0	0,75-0,85	1,0	0,75-0,85	1,0	0,70-0,80
Эффективность функционирования системы ВАДС	1,0	0,60-0,80	1,0	0,60-0,80	1,0	0,55-0,75

При рациональном управлении транспортным процессом в горных условиях эффективность функционирования системы ВАДС может повысится на 10-20%, что в масштабах страны приводит к ощутимому росту налоговых поступлений в бюджет страны.

Как следует из данных таблицы доминирующим фактором, формирующим эффективность функционирования системы ВАДС являются энергетические затраты, в основном, за счет значительного завышения расхода топлива в горных условиях по сравнению с равнинной средой эксплуатации. Это обстоятельство лишнее раз доказывает о том, что энергетический системный подход оценки эффективности функционирования системы ВАДС и изыскание путей ее повышения является наиболее рациональным.

ОБСУЖДЕНИЕ

Внедрение АСУ в управление транспортным процессом способствует оценке энергетической эффективности системы ВАДС путем получения объективных данных в режиме онлайн, обеспечивает техногенную, экономическую и экологическую безопасность грузоперевозок, управление движением транспортных средств на дорогах, относящимся к различным категориям, находящихся в различных состояниях и проложенных на различных высотах над уровнем моря.

При всем этом внедрение АСУ в транспортной отрасли наделено определенными недостатками, связанными с высоким уровнем затрат на внедрение таких систем и трудностью переобучения кадрового состава в связи применением АСУ.

ВЫВОДЫ

1. На основе оценки и анализа характерных особенностей функционирования системы ВАДС в горных условиях Республики Таджикистан обоснована рациональность применения системного энергетического подхода в качестве фундаментальной стратегии исследования управления эффективностью транспортной системы.

2. Разработана схема 3-х уровней способ управления эффективностью функционирования системы ВАДС и обоснована структура управления инженерной деятельности по обеспечению эффективности функционирования системы ВАДС.

3. Расчетно-экспериментальным путем установлены границы снижения показателей эффективности функционирования системы ВАДС (с различными видами автомобилей), которые в горных условиях эксплуатации варьируют в пределах от 0,55 до 0,80.

Рецензент: Ахунов Ш.И. – д.т.н., профессор кафедры «Машины и оборудования технологических процессов в агроинженерии» ПГАУ им Ш. Шохтемур

ЛИТЕРАТУРА

1. Гнеденко, Б.В. Математические методы в теории надежности/ Б.В. Гнеденко, Ю.К. Беляев, А.Д. Соловьев –М.: Либроком, 2017. – 584 с.
2. Ефименко, В.Н. Пути обеспечения эксплуатационной надежности автомобильных дорог в природных условиях Сибири/ В.Н. Ефименко, С.В. Ефименко, М.В. Бадина//Транспортное строительство: транспорт Российской Федерации, 2007. – № 1. – С. 18 – 19.
3. Закон Республики Таджикистан от 17 мая 2018 года № 1533 «О дорожном движении». – г. Душанбе, 2018. –10 с.
4. Золотарь И.А. Повышение надежности автомобильных дорог/ И.А. Золотарь, В.К. Некрасов, С.В. Коновалов, Ю.М. Яковлев, М.С. Коганзон–М.: Транспорт, 1977. – 183 с.
5. Исаак Ньютон. Математические начала натуральной философии. Ч.3. Система мира. Перевод с латинского и примечания А.Н. Крылова. –М.: Наука, 1989. –688 с.–ISBN 5-02-000747-1.
6. Каган, М.С. Человеческая деятельность. (Опыт системного анализа)/ М.С. Каган -М.: Политиздат, 1974. - 328 с.
7. Кодекс автомобильного транспорта Республики Таджикистан от 12 февраля 2020 года, №1594. – г. Душанбе, 2020.– 43с.
8. Кораблев, Р.А. Развитие и современное состояние работ по организации дорожного движения: учебное пособие/ Р.А. Кораблев. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГЛУ», 2015.–756 с.
9. Луканин, В. Н. Автотранспортные потоки и окружающая среда: учеб. пособие для вузов / В. Н. Луканин, А.П. Буслаев, М.В. Яшина // под ред. В. Н. Луканина. - М.: ИНФРА-М, 2001. - 646 с.
10. Моисеенко, Р.П. К оценке долговечности автомобильных дорог/ Р.П. Моисеенко, В.Н. Ефименко // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – Т. 21. – № 3. – С. 207–213. DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-3-207-213
11. Моисеенко Р.П. Расчет надежности нежестких дорожных одежд методом моментов по критерию допустимого прогиба/Р.П. Моисеенко, Г.В. Пушкарева, Б.Г. Акимов, А.О. Стешенко //Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2017. – № 6. – С. 220 –226.
12. Научный метод//Философия: Энциклопедический словарь/ под ред. А.А. Ивина. –М.: Гардарики, 2004.–1072 с.–ISBN 5-8297-0050 -6.
13. Половко, А.М. Основы теории надежности. 2-е изд., перераб. и доп./ А.М. Половко, С.В. Гуров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 704 с.
14. Поначугин, А.В. Актуальные проблемы разработки и внедрения автоматизированной системы управления на городском пассажирском транспорте/ А.В. Поначугин, В.А. Соколов. Научные ведомости Белгородского государственного национального исследовательского университета (БелГУ). Серия Экономика. Информатика. – Белгород, 2018. – № 2. – Том 45. – С.353–362. DOI: 10.18413/2411-3808-2018-45-2-353-362
15. Пугачёв, И. Н. Экологические проблемы надёжности системы «Водитель - автомобиль - дорога - среда» [Текст] / И. Н. Пугачёв, П. А. Пегин // Проблемы безопасности и совершенствования учебного процесса: Сб. науч.

ст. // Под ред. Л. П. Майоровой, Л. Ф. Юрасовой, Т. В. Гомзы. - Хабаровск: Изд-во Хабар, гос. техн. ун-та, 2001. - С. 65-68.

16. Умирзоков, А.М. Оценка эффективности эксплуатации автомобилей в условиях высокогорья Республики Таджикистан/ А.М. Умирзоков, А.А. Саибов и др.//Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств: Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. 24-25 ноября 2016 г. – г. Владимир, ВГУ им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Аркаим, 2016. –336 с.

17. Умирзоков, А.М. Теоретические основы оценки и повышения эффективности функционирования системы Водитель–Автомобиль–Дорога–Среда в горных условиях: монография/ А.М. Умирзоков. – Душанбе: Изд-во ООО «Сифат-Офсет», 2023 – 218 с.

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

TJ	RU	EN
Саидзода Раҳим Ҳамро	Саидзода Рахим Хамро	Saidzoda Rahim Hamro
Д.и.т., профессори кафедраи «Истифодабарии нақлиёти автомобилӣ»	Д.т.н., профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»	Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department "Operation of Road Transport"
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi
E-mail: mort@maorif.tj		
TJ	RU	EN
Умирзоков Аҳмад Маллабоевич	Умирзоков Ахмад Маллабоевич	Umirzokov Ahmad Mallaboevich
Н.и.т., дотсенти кафедраи	К.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»	Candidate of Technical Sciences, Senior teacher of the Department "Operation of Road Transport"
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi
E-mail: ahmad.umirzokov@mail.ru		

ЭЛЕКТРОМОБИЛҲО: БАРТАРӢ, МУШКИЛОТ ВА ОЯНДАИ РУШД**З.М. Воҳидов, М.А. Абдулло**

ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ

Электромобил як навъи воситаи нақлиёти автомобилӣ ба ҳисоб рафта, бо як ё якчанд муҳаррикҳои барқӣ, ки аз манбаи мустақили энергияи барқ (батареяҳои аккумуляторӣ, ҳуҷайраҳои сӯзишворӣ, суперконденсаторҳо ва ғайра) ё дугона - гибриди (муҳаррики барқӣ бо муҳаррики дарунсӯз) қор мекунад. Дар мақола оид ба рушди нақлиёти барқӣ, сиёсати давлатӣ дар ин самт ва мушкилотҳои ҷойдошта, андеша ва пешниҳодҳо оварда шудаанд.

*Калидвожаҳо: Барномаи рушди нақлиёти барқӣ, электромобил, гибриди, PHEV, FCEV***ЭЛЕКТРОМОБИЛИ: ПРЕИМУЩЕСТВА, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ****З.М. Воҳидов, М.А. Абдулло**

Электромобиль — вид автотранспортного средства, с одним или несколькими электродвигателями, работающими от независимого источника энергии (аккумуляторы, топливные элементы, суперконденсаторы и т. д.) или двухгибридные (электродвигатель с двигателем внутреннего сгорания). Представлена статья о развитии электротранспорта, государственной политики в этом направлении и существующих проблемах, мнениях и предложениях.

*Ключевые слова: программа развития электромобиля, электромобиль, гибриди, PHEV, FCEV***ELECTRIC CARS: ADVANTAGES, PROBLEMS AND FUTURE DEVELOPMENT****Z.M. Vohidov, M.A. Abdullo**

An electric vehicle is a type of motor vehicle, with one or more electric motors that work from an independent source of energy (batteries, fuel cells, supercapacitors, etc.) or hybrid (an electric motor with an internal combustion engine). The article on the development of electric transport, state policy in this direction and existing problems, opinions and suggestions are presented.

*Keywords: electric vehicle development program, electric car, hybrid, PHEV, FCEV***ПЕШГУФТОР**

Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар Паёми худ ба Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон санаи 21 декабри соли 2021 баён доштанд, ки «... бо мақсади ба тағйирёбии иқлим мутобиқ гардонидани иқтисоди миллӣ, ҳифзи муҳити зист ва беҳтар намудани вазъи экологии мамлакат воридоти нақлиёти барқӣ ба кишвар, яъне электромобилҳо, электробусҳо, троллейбусҳо ва монанди инҳо аз пардохтҳои андозӣ ва гумруки пурра озод карда шаванд. Вобаста ба ин, Ҳукумати мамлакатро зарур аст, ки ҷиҳати тадриҷан муҳайё сохтани инфрасохтор ва дигар шароити зарурӣ барои истифодаи ҷунин воситаҳои нақлиёт дар қаламрави кишвар чораҷӯӣ намояд». Баҳри амалӣ сохтани ин дастур аз ҷониби Вазорати Нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон бо ҷалби мутахассисон аз вазорату идораҳои дахлдор, аз ҷумла Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ лоиҳаи «Барномаи рушди нақлиёти барқӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2023-2028» таҳия гардид.

Барномаи рушди нақлиёти барқӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2023-2028 (минбаъд дар матн Барнома) тибқи қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон (аз 31 октябри соли 2022, №532) тасдиқ гардид. Барнома бо мақсади баланд бардоштани рақобатпазирии иқтисодии миллӣ, ба тағйирёбии иқлим мутобиқ гардонидани он, ҳифзи муҳити зист ва беҳтар намудани вазъи экологии мамлакат, ноил шудан ба ҳадафҳои рушди устувор, аз ҷумла муқовимат бо тағйирёбии иқлим, таъмини тарзи ҳаёти солим ва мусоидат ба некуаҳволи барои ҳама, таъмини дастрасии умум ба манбаҳои неруи арзон, боэътимод, устувор ва муосир барои ҳама, таъмини гузариш ба шаклҳои оқилонаи истеъмол ва истеҳсолот, ки аз ҷониби Ассамблеяи генералии Созмони Милали Муттаҳид эълон гардидаанд, таҳия шудааст.

Яке муҳимтарини бартариҳо ин паст гардидани таъсири манфии нақлиёти автомобилӣ ба муҳити зист ва кам гардидани вобастагӣ аз воридоти сӯзишвориҳои нафтӣ ва газӣ мебошад. Нақлиёти барқиро дар он сурат аз ҷиҳати экологӣ нисбатан тоза номидан мумкин аст, ки захираи энергия дар он аз манбаҳои барқароршавандаи энергия гирифта шавад. Агар нақлиёти барқӣ захираи энергияро аз манбаҳои дигари энергияи барқ, ки тавассути сӯхтани сӯзишворӣ (ангишт, газ, маводи нафтӣ ва ғайра) бартариҳои экологии он назаррас нахоҳад буд.

Хушбахтона, ҷуноне ки Ҷаноби Олӣ, Асосгузори сулҳу Ваҳдати миллӣ Пешвои миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар суҳанрониашон дар вохӯри бо бунёдгарони неругоҳи барқи оби «Роғун» [1] қайд намуданд: "...Тоҷикистон дорои захираҳои бузурги гидроэнергетикӣ мебошад, ки яке аз манбаҳои асосии барқароршавандаи энергия ва истеҳсоли «энергияи сабз» ба шумор меравад. Дар кишвари мо 98 фоизи нерӯи барқ бо истифода аз захираҳои об истеҳсол мегардад ва Тоҷикистон аз рӯи фоизи истеҳсоли «энергияи сабз» шашум мамлакати пешсафи сайёра мебошад". Яъне истифодаи нақлиёти барқӣ дар кишвари мо, на танҳо вобастагиро аз воридоти энергиябарандаҳо (сӯзишвориҳои нафтӣ ва газӣ) кам, инчунин ба ҳолати экологии муҳити зист, хусусан шаҳрҳои қалон таъсири мусбат хоҳад дошт.

ТАВОФУТИ БАЙНИ АВТОМОБИЛИ МУҚАРРАӢ ВА ЭЛЕКТРОМОБИЛ ДАР ЧИ АСТ?

Дар банди 3-ми Қоидаҳои ҳаракат дар роҳ оварда шудааст, ки "... – автомобил – воситаи нақлиёти механикии берелс, ки барои интиқоли одамон ё бор дар роҳҳои истифода мешавад ё барои дар роҳҳои

кашола карда бурдани воситаҳои нақлиёте, ки барои интиқоли одамон ё бор истифода мешаванд. Ба автомобилҳои квадритсиклҳо (мотоаробаҳо) – воситаҳои нақлиёти механикии чорчархаи дорои маҷмӯи идоракунии намуди автомобилӣ ва вазни муҷаҳҳази на зиёда аз 550 кг дошта баробар карда мешавад”. Аз тарафи дигар автомобил – воситаи механикии нақлиёти берелсе мебошад, ки дорои муҳаррики хусусӣ ва одатан на кам аз чор чарх дорад. Дар баъзе мавридҳои воситаҳои нақлиётии сечарха, ки массаи холиси онҳо аз 400 кг зиёд аст, низ автомобил шуморида мешаванд.

Яъне электромобил низ як навъи автомобил мебошад, ки фарқияташ танҳо дар навъ ё намуди муҳаррик, яъне манбаи энергияи механикӣ мебошад. Самаранокии энергетикӣ он дар истифодаи манбаи энергияи механикӣ таҷассум меёбад, яъне дар аксарияти электромобилҳо манбаи энергияи механикӣ муҳаррики барқӣ мебошад. Самаранокии тавассути коэффисиенти кори фойданок, яъне то чи андоза муҳаррик ягон намуди энергияро ба кори механикӣ табдил медиҳад, муайян карда мешавад. Самаранокии муҳаррикҳои ҳозиразамони дизелии автомобилӣ ба ҳисоби миёна 42%, муҳаррики дарунсӯзи бензинӣ бошад аз 30% беш нест. Аммо самаранокии муҳаррикҳои барқӣ барои электромобилҳо аз 90% зиёд аст (Tesla model S тақрибан 95%). Яъне муҳаррикҳои барқӣ камаш ду маротиба самараноктар мебошанд.

Агар автомобилҳои барқӣ самаранок бошанд, пас чаро ин қадар маъмул набуданд?

Истифода аз энергияи барқ дар нақлиёти автомобилӣ масъалаи нав нест. Дар охири асри XIX ва аввали асри XX автомобилҳои дорои муҳаррикҳои барқӣ ва бугӣ аз рӯи баъзе нишондиҳандаҳо бо муҳаррикҳои дарунсӯзи бензинӣ рақобатпазир буданд. Соли 1900 дар ИМА тақрибан 40% автомобилҳо бо буг, 38% бо барқ ва 22% бо бензин кор мекарданд. Электромобил (автомобили барқӣ) пеш аз автомобили дорои муҳаррики дарунсӯз (44 сол пеш) ихтироъ гардидааст. Электромобили нахустин дар шакли аробаи дорои муҳаррики барқӣ соли 1841 сохта шуда буд. Дар соли 1910 дар Нью-Йорк ҳамчун такси то 70 000 электромобил кор мекард. Инчунин, дар аввали асри XX электромобилҳои боркаш ва омнибусҳои барқӣ (электробусҳо) низ маъмул буданд. Аввалин мошини гибридро соли 1899 Фердинанд Порше сохта буд. Сабаби васеъ рушд наёфтани нақлиёти барқӣ дар ғунҷоиши ками аккумуляторҳо ва рақобатпазир набудан бо автомобилҳои дорои муҳаррикҳои дарунсӯз буд.

Бо афзудани талаботи экологӣ ва боло рафтани нархи маҳсулоти нафтӣ, рушди технологияи истеҳсоли аккумуляторҳо ва истеҳсоли энергияи барқ тавассути ҳуҷайраҳои (элементҳои) сӯзишворӣ аз гидроген дар ҳуди автомобил, электромобилҳо боз мавқеи худро аз нав барқарор намуда истодаанд. Онҳо асосан дар шакли автомобилҳои гибридӣ (дурага), яъне муҳаррики дарунсӯз бо муҳаррики барқӣ дар автомобил насб шуда, вобаста ба талабот ба навбат ё якҷоя кор мекунад. Инчунин саноати автомобилсозӣ дар замони ҳозира электромобилҳои танҳо бо қувваи барқ ҳаракаткунандаро низ истеҳсол карда истодааст. Мисоли ин гуна электромобилҳо Kia Naimo, Citroen Czero, Nissan NV200, Mercedes Electric eVito Taxi, Renault Fluence Z.E., Tesla Roadster ва ғайра шуда метавонанд. Мушкилоти электромобилҳо асосан бо захираи энергия вобастааст. Агар дар автомобилҳои муқаррарӣ энергия дар шакли сӯзишворӣ (газӣ, бензинӣ ва дизелӣ) дар зарфи нигоҳдорӣ ё баллонҳо захира шавад, дар электромобилҳо он дар батареяҳои аккумуляторӣ ё баллонҳои нигоҳдории гидроген захира мешавад.

Чуноне, ки қайд кардем электромобил як навъи воситаи нақлиёти автомобилӣ ба ҳисоб рафта, бо як ё якчанд муҳаррикҳои барқӣ, ки аз манбаи мустақили энергияи барқ (батареяҳои аккумуляторӣ, ҳуҷайраҳои сӯзишворӣ, суперконденсаторҳо ва ғайра) ё дугона - гибрид (муҳаррики барқӣ бо муҳаррики дарунсӯз) кор мекунад. Асосан электромобилҳои ҳозиразамонро ба чор қисм ҷудо кардан мумкин аст:

Автомобили гибридӣ (HEV - Hybrid electric vehicle), ки бо истифода аз муҳаррики барқӣ аз ҳисоби аккумуляторҳо коркунанда ва муҳаррики дарунсӯз кор мекунад. Гашти чунин автомобилҳои аз ҳисоби аккумуляторҳо коркунанда хеле маҳдуд буда, онро аз манбаи берунаи барқ заряд додан ғайриимкон аст.

Автомобилҳои гибридии плагин (PHEV - Plug-in Hybrid Electric Vehicle), ки дар онҳо кори якҷояи муҳаррики электрикӣ ва дарунсӯзро таъмин гардида, имкони заряд додани аккумулятор аз шабакаи берунаи барқӣ ва тай кардани масофаи калон тавассути манбаи энергияи барқ (аккумулятор) вучуд дорад.

Автомобилҳои аккумуляторӣ (BEV - Battery electric vehicle), ки манбаи ягонаи энергияи барқ дар онҳо аккумулятор мебошад ва он танҳо аз шабакаи берунаи барқӣ заряд дода шуда, тавассути муҳаррики барқӣ ба ҳаракат дароварда мешавад.

Автомобилҳои барқӣ бо ҳуҷайраҳои сӯзишворӣ (FCEV - Fuel Cell Electric Vehicle). Дар чунин автомобилҳо барои баланд бардоштани самаранокии истифодаи гидроген дар нақлиёти автомобилӣ аз усули дигар, яъне ҳуҷайраҳои (элементҳои) сӯзишворӣ (fuel cells) истифода мебаранд. Усули кори элементҳои сӯзишворӣ ба реаксияи электрохимиявӣ асос ёфтааст, ки дар натиҷаи он гидроген бо оксигени ҳаво пайваست шуда, ҷараёни электрикӣ ҳосил мешавад, ки ҳамчун манбаи энергияи электрикӣ барои ба ҳаракат даровардани муҳаррикҳои электрикии воситаи нақлиёт истифода бурда мешаванд. Бояд қайд намуд, ки дар ин сурат самаранокии баландтари табдили энергияи сӯзишворӣ (то 60%) ба даст меояд, ки нисбат ба муҳаррикҳои дарунсӯзи муқаррарӣ (20% - 35%) хеле зиёд аст.

Истифодаи кадом навъи электромобилҳо барои кишвари мо мувофиқи мақсад аст?

Бояд қайд намуд, ки навъи якуми гузариш аз автомобили муқаррарӣ ба барқӣ, яъне автомобили гибридӣ (HEV) ба миқдори кам ҳам бошад, аллакай чандин сол дар ҷумҳурии мавриди истифода қарор дода шудааст. Ягона норасоии он набудани имкони аз манбаи берунаи барқ заряд гирифтани аст.

Айни замон тавассути шабакаи интернет ва ВАО ҳаматарафа дар бораи бартариати электромобилҳо маводи бисёре ба нашр мерасад, аммо мушкилоти асосии он, яъне таъсири аккумуляторҳои он (асосан аз литий ва пайваस्ताгиҳои он иборат аст) баъди муҳлати истифодабарӣ ба муҳити зист пурра омӯхта нашудааст. Мусаллам аст, ки ширкатҳои бонуфузи истеҳсолкунанда маҳсулоти худро ҳаматарафа тадқиқу ташхис карда ба бозор ворид месозанд. Дар баробари ин ширкатҳои хурди навтаъсис кӯшиш менамоянд, ки бо ворид кардани маҳсулоти нав ба мисли электромобилҳо, ки баъзе қисмҳои он, аз ҷумла батареяҳои аккумуляторӣ аз санҷиши дарозмуддат нагузаштаанд, ба бозорҳои дигар давлатҳо онро ҳамчун “навъи озмоишӣ”, ё ба истилоҳ “опытный образец” (англ. reproduction model) ноаён пешниҳод менамоянд. Бинобар ин дар ворид намудани электромобилҳо ва батареяҳои аккумуляторӣ, пеш аз ҳама, ба сатҳу сифати маҳсулот ва обрӯю эътибори истеҳсолкунанда диққати ҷиддӣ бояд дода шавад.

Дар марҳилаи аввал истифодаи электромобилҳо, ки манбаи ягонаи захираи энергия дар онҳо батареяҳои аккумуляторӣ мебошад, мувофиқи мақсад нест. Сабаби яқум арзиши баланди батареяҳои аккумуляторӣ, ки айни замон то 40% нархи электромобилро ташкил медиҳанд. Дуюм масъалаи захираи гашти электромобил, ки аз ҳарорати беруна вобаста буда, барои заряд додани аккумулятор муҳлати муайян даркор аст. Вобаста аз иқтисоди истеҳсоли заряддиҳӣ ва ғунҷоиши батареяҳои аккумуляторӣ, барои пурра заряд додани он аз 30 дақиқа то якчанд соат вақт лозим аст, гарчанде дар ин самт пешравиҳо ба назар расанд ҳам. Дар баробари ин чи хеле ки дар боло зикр кардем, масъалаи безаргардонии батареяҳои аккумуляторӣ мебошад, ки масъалаи доғи рӯз аст. Бояд зикр намуд, ки дар Барнома як боби махсус ба безаргардонии аккумуляторҳои нақлиёти барқӣ бахшида шудааст, ки он маҷмуи чорабиниҳоро ҷиҳати коркарди дубора ва безаргардонии аккумуляторҳои истифодашуда пешниҳод карда мешаванд. [2]

Аз тарафи дигар, баъди муҳлати муайян боз аккумуляторҳои нав харидорӣ кардан лозим аст ва аз эҳтимол дур нест, ки аккумуляторҳои барои электромобили муайн пешбинишуда, дигар истеҳсол нашаванд. Яъне дар аксар мавридҳо мо вобастагии доимӣ ба истеҳсолкунанда хоҷем дошт.

Ба андешаи мо истифодаи ду навъи электромобил барои шароити кишвари мо мувофиқи мақсад аст. Аз сабаби он, ки яқум якбора даст кашидан аз сӯзишвориҳои газӣ ва нафтӣ ғайриимкон аст, яъне яқум ин автомобилҳои гибридии плагин (PHEV), ки тавассути ду манбаи энергияи механикӣ, яъне муҳаррикҳои электрикӣ ва дарунсӯз кор карда, имкони заряд додани аккумулятор аз шабакаи берунаи барқиро доранд. Дуюм ин истифода аз энергияи гидроген тавассути ҳуҷайраҳои сӯзишворӣ автомобилҳои барқӣ (FCEV), ки дар онҳо энергиябаранда (дар ин сурат гидроген) дар балонҳои махсус зери фишори то 700 атмосфера нигоҳ дошта мешавад. Дар баробари ин чунин автомобилҳо бо миқдори муайяни аккумуляторҳо низ ҷиҳозонида мешаванд. Тавлиди энергияи барқ тавассути ҳуҷайраҳои сӯзишворӣ бо истифодаи гидроген як самти бисёр ояндадор, хусусан дар нақлиёти автомобилӣ мебошад.

Бартариҳои муҳимтарини чунин электромобилҳо вақти кӯтоҳи пур кардани баллон бо гидроген мебошад. Баллони гидрогени электромобили FCEV-ро дар давоми камтар аз панҷ дақиқа пур кардан мумкин аст. Бартариҳои дигари кулӣ дар қиёс бо электромобилҳои аккумуляторӣ захираи гашт мебошад, ки одатан аз 500 километр зиёд аст. Самаранокии чунин электромобилҳо аз ҳарорати беруна кам вобаста нест.

ХУЛОСА

Ба андешаи мо барои рушди нақлиёти барқӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон корҳои зеринро анҷом додан лозим аст:

1. Таъсиси инфрасохтор барои заряддиҳии мошинҳои барқӣ. Барои ин дар саросари кишвар, аз ҷумла дар роҳҳои асосӣ ва шаҳрҳо, сохтани истеҳсоли заряддиҳӣ, инчунин дар назди иншооти бисёрфункционалӣ, аз қабилҳои марказҳои савдо ва таваққуфгоҳҳо лозим аст.

2. Дар нақлиёти чамъиятӣ чорӣ намудани автобусу троллейбусҳои электрикӣ. Ин метавонад сифати хизматрасонии нақлиётро беҳтар гардонад, ифлосшавии ҳаворо коҳиш диҳад ва хароҷоти сӯзишвориро кам кунад.

3. Дастгирии рушди нақлиёти барқӣ дар бахши хусусӣ дар шакли субсидияҳо барои хариди автомобилҳои барқӣ ва рушди инфрасохтори заряддиҳӣ.

5. Ҷорӣ намудани технологияҳои инноватсионӣ, аз қабилҳои идоракунии автоматӣ ва заряддиҳии бесим барои баланд бардоштани самаранокии истифодаи автомобилҳои барқӣ.

6. Такмили қонунгузорӣ ва таҳияи барномаҳои давлатӣ оид ба дастгирии рушди нақлиёти барқӣ дар шакли имтиёзҳои андозии нақлиёт, расмиёти соддакардашудаи бақайдгирӣ воситаҳои нақлиёти барқӣ.

Муқаррир: Ҷонусов М.ҶО. – н.и.т., дотсени қабедраи «Истифодабарии нақлиёти автомобилӣ» -и ДҶЛҶИ ба номи академик М.С. Осимӣ

АДАБИЁТ

1. Суҳанронӣ дар воҳӯрӣ бо бунёдгарони нуругоҳи барқи обии «Роғун» // Сомонаи ПРЕЗИДЕНТИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН. 2022. URL: <http://prezident.tj/node/28691> (дата обращения: 5.01.2023).

2. ИСТИФОДАИ НАҚЛИЁТИ БАҶҶАИ ПАРКИ ТЕХНОЛОГИИ ДОНИШГОҶИ ТЕХНИКИИ ТОҶИКИСТОН БА НОМИ АКАДЕМИК М.С. ОСИМӢ. 2023. URL: <https://technopark.tj/tj/articles/115> (дата обращения: 7.1.2023).

3. Учебное пособие. — М.: Московский автомобильно-дорожный институт, 1979. — 74 с.

4. Ефремов И.С. Теория и расчет тягового привода электромобиля. М.: Высш. школа, 1984. - 383 с

5. Кашкаров А.П. Современные электромобили. Устройство, отличия, выбор для российских дорог. М.: ДМК Пресс, 2017. — 148 с.

6. Лежнев Л.Ю. и др. Энергоустановки автомобильного транспорта с тяговым электроприводом. Монография. — Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2017. — 204 с.: ил.

7. Электромобили и беспилотный транспорт. Дайджест. — М.: Агентство промышленного развития города Москвы, 2020. — 114 с.

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

TJ	RU	EN
Вохидов Зафар Масъудович	Вохидов Зафар Масъудович	Vohidov Zafar Masudovich
Докторант PhD-и кафедраи «Истифодабарии нақлиёти автомобилӣ»	Докторант PhD кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»	PhD student of the department "Operation of road transport"
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
zafarzafar12074@gmail.com		
TJ	RU	EN
Абдулло Мамадамон Абдурахмонбек	Абдулло Мамадамон Абдурахмонбек	Abdullo Mamadamon Abdurahmonbek
н.и.т., дотсент,	к.т.н., доцент	Ph.D., associate professor
ДТТ ба номи академик М.С. Осими	ТТУ имени акад. М.С. Осими	TTU named after acad. M.S. Osimi
mamadamonabdullo@ttu.tj		
ORCID id 0000-0002-6253-5946		

УДК 656:005.932(476)

ТАҲЛИЛИ ҲОЛАТИ КУНУНИИ ХИЗМАТРАСОНИҲОИ НАҚЛИЁТИЮ ЛОГИСТИКӢ, МУШКИЛИҲО ВА ДУРНАМОИ РУШДИ ОНҲО

Ф.Н. Низомзода, Ш.К. Шодиев

Дар мақолаи мазкур тавсифоти умумии хизматрасониҳои логистикуи нақлиётӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, ҳаҷми боркашонӣ, ҳаҷми воридоту содироти борҳо ва дурнамои рушди он барои солҳои минбада оварда шудааст. Инчунин дар мақола мушкилиҳои боркашонӣ тавассути намудҳои нақлиёт дар минтақаҳои ҷумҳурӣ нишон дода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: логистика, логистикаи нақлиётӣ, хизматрасониҳои нақлиётӣ логистикӣ, боргардиши, интиқол.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ, ПРОБЛЕМ И ИХ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ

Ф.Н. Низомзода, Ш.К. Шодиев

В данной статье представлена общая характеристика рынка транспортно-логистических услуг в Республики Таджикистан, объем перевозок грузов, объем экспорта и импорта товаров и его перспективы развития на следующие годы. А также представлены проблемы грузоперевозки видов транспорта в регионах республики.

Ключевые слова: логистика, транспортная логистика, транспортно-логистические услуги, грузооборот, перевозка.

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF TRANSPORT AND LOGISTICS SERVICES, PROBLEMS AND THEIR DEVELOPMENT PROSPECTS

F.N. Nizomzoda, Sh.K. Shodiev

This article presents the general characteristics of the transport and logistics services market in the Republic of Tajikistan, the volume of cargo transportation, the volume of exports and imports of goods and its prospects for the next years. The problems of cargo transportation of modes of transport in the regions of the republic are also presented.

Keywords: logistics, transport logistics, transport logistics services, freight turnover, transportation.

САРСУҲАН

Рушди соҳаи истеҳсолот, ташкил ва азнавсозии корхонаҳои саноатӣ, бунёду азнавсозии роҳҳо аз ҷумлаи ҳадафҳои ба ҳисоб мераванд, ки Ҷумҳурии Тоҷикистонро метавонанд ба як давлати транзитӣ ва пешрафта табдил гардонанд. Дар робита ба ин яке аз ҳадафҳои стратегии Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ин баромадан аз бунбасти коммуникатсионӣ ба ҳисоб меравад, ки амалишавии чунин мақсадҳо низ дар ин ҳадафи стратегии мамлакат дарҷ гардидаанд. Пешрафти тамоми соҳаҳои ҷамъият аз натиҷаи кори нақлиёт вобаста буда, хизматрасониҳои он рушд меёбанд. Барои расидан ба ин ҳадафи стратегии мамлакат нақши Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар робита ба ташаққул ва рушди соҳаи нақлиёт аввалиндараҷа мебошад. Бунёдкорӣ созандагӣ, ташаққул ва азнавсозии роҳҳо, рушди соҳаи нақлиёту кишоварзӣ ва пешрафти тамоми соҳаҳо аз зумраи омилҳои мебошанд, ки ба рушди иқтисодии мамлакат таъсири ҳудро мерасонанд, ки ҳамаи онҳо аз иқдомҳои пешгирифти роҳбари мамлакат сарчашма мегиранд.

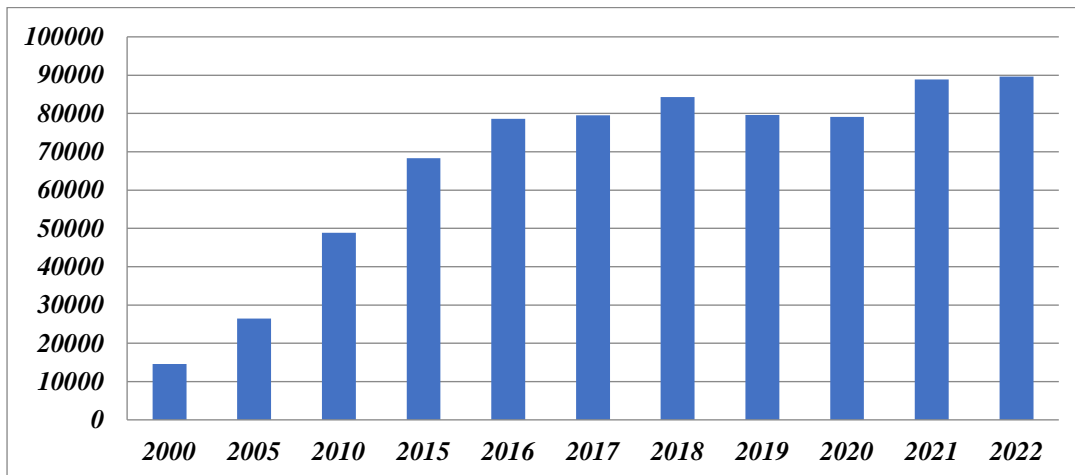
Дар робита ба ин соҳаи нақлиёт бояд саривақтии талаботи аҳолии мамлакатро ба хизматрасониҳои худ ва роҳҳои саривақтии расонидани молу маҳсулотро истеъмолкунандагон таъмин намояд. Саривақтии таъмини молу маҳсулот ба истеъмолкунандагон бештар аз сатҳи хизматрасониҳои логистикуи нақлиётӣ сарчашма мегиранд.

Қайд намудан ба маврид аст, ки таҳлили ҳолати кунунии хизматрасониҳои нақлиётӣ логистикӣ мушкилиҳо ва дурнамои рушди онҳо дар як қатор қорҳои илмӣ олимону муҳаққиқон оварда шудааст. Ҳолати кунунии хизматрасониҳои нақлиётӣ логистикӣ дар минтақа (Вилояти Суғд) дар қори Тоҳиров Т.И. [1] оварда шудааст. Тоҳиров Т.И. дар мақолаи пешниҳоднамудаи худ ҳолати кунунии системаи нақлиётӣ илмӣ логистикӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистонро таҳлил намуда, омилҳои асосии таъсиррасонӣ ба дараҷаи боркунии инфрасохтори нақлиётӣ автомобилӣ ҳангоми боркашонии транзитӣ нишон додааст. Инчунин қараёни тағйирёбии таносуби қори намудҳои гуногуни нақлиёт дар мақола оварда шудааст.

Масъалаи моделкунонии эконометрикӣ ва пешгуи содироти хизматрасониҳои логистикуи нақлиётӣ Ҷумҳурии Белорус аз тарафи Дутина Алина Александровна [2] дида баромада шудааст. А.А. Дутина дар қори худ самтҳои иқтисодӣ ҳолати кунунӣ ва тавоноии логистикаи байналмилалӣ нақлиётӣ таҳия намуда, модели тамоюли эконометрикии содироти хизматрасониҳои нақлиётӣ ва логистикӣ дар шароити иқтисодии молгардиши давлатҳои пешқадами ҷаҳонро пешниҳод намудааст. Инчунин масъалаи баландбардории самаранокии фаъолияти нақлиётӣ автомобилӣ боркаш дар робитаҳои байналмилалӣ аз ҳисоби баландбардории равандҳои логистикӣ дар қори Зиядуллаев К.Ш. [3] оварда шудааст. Зиядуллаев К.Ш. дар қори худ баландбардории раванди боркашониро бо истифодаи шартҳои логистикӣ: интиқоли масири муносиби интиқоли борҳо дар самти байналмилалӣ, таҳияи усулҳои муносири боркашонӣ ва истифодаи технологияҳои итилоотӣ муносири нишон додааст.

Имрузҳо ҳолати хизматрасониҳои нақлиётӣ логистикӣ ҳам дар самти боркашонӣ ва ҳам мусофирбарӣ назаррас буда, саривақтии талаботи истеъмолкунандагон тавассути ин соҳа амалӣ гардида истодааст. Агар мо ба нишондиҳандаҳои қори нақлиётӣ дар солҳои охир назар афканем, хулоса баровандан мумкин аст, ки тамоюли рушди хизматрасониҳои он ба болоравӣ майл дорад. Ҳаҷми боркашонӣ ва мусофирбарӣ дар самти дохилӣ ва байналмилалӣ аз ҷумлаи нишондиҳандаҳои қори

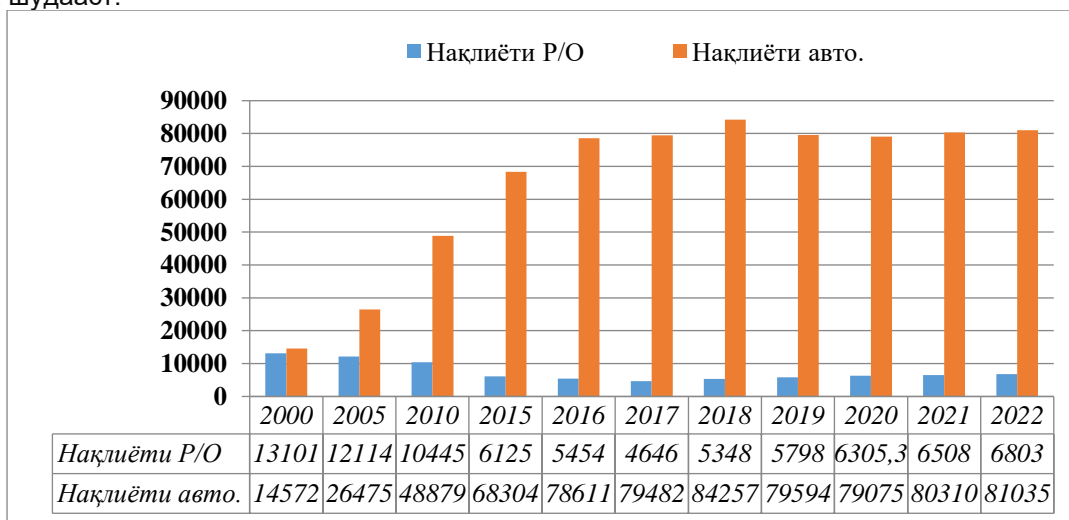
нақлиёт ба ҳисоб мераванд, ки аз маҷмуи истеҳсоли маҳсулот сарҷашама гирифта, ба пешрафти иқтисодиёти мамлакат таъсири худро мерасонанд. Ин нишондиҳандаҳо тавассути намудҳои гуногуни нақлиёт вобаста аз дастрасӣ иҷро гардида, ба натиҷаи назаррас ноил мегарданд. Вобаста ба ин ҳолати кунунии ҳаҷми боркашонӣ ҳамчун омил таъсиррасон ба рушди иқтисодиёти мамлакат ба ҳисоб рафта, дар ҳолати майлқунӣ ва зиёдшавӣ қарор дорад, ки дар шакли зерин оварда шудааст.



Расми 1 – Ҳаҷми боркашонӣ тавассути нақлиёти автомобилӣ, ҳаз.тон.

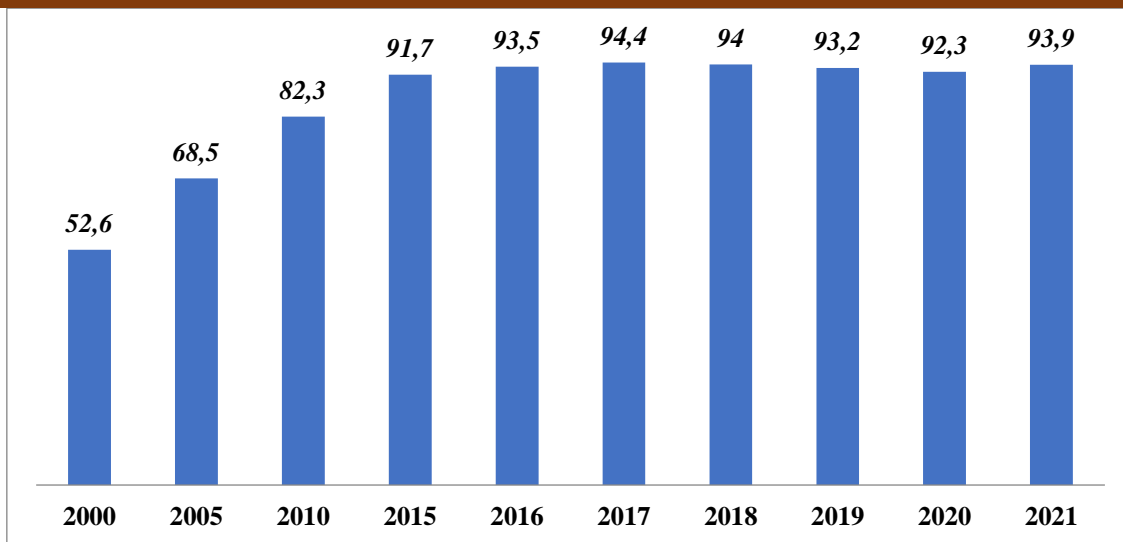
Тавре аз расм дида мешавад ҳаҷми боркашонӣ ҳамчун нишондиҳандаи кори нақлиётӣ дар солҳои овардашуда тағйирёбанда буда, дар солҳои охир ру ба зиёдшавӣ дорад. Дар соли 2020 натиҷаи он 79075,8 ҳаз.тонна баробар мебошад, ки ин нисбат ба соли қаблӣ 518,8 ҳаз.тонна кам иҷро гардидааст. Яке аз омилҳои пастравии он дар соли 2020 ин таъсири бемории COVID-19 ба ҳисоб меравад. Аммо дар соли 2021 ҳаҷми боркашонӣ тавассути нақлиёти автомобилӣ ба 88900,9 ҳаз.тонна мерасад, ки ин нисбати соли 2020 9825,4 ҳаз.тонна зиёд гардидааст.

Ба қайд мегирем, ки Ҷумҳурии Тоҷикистон мамлакатаи кӯҳӣ ба ҳисоб рафта, зиёда аз 93%-и онро кӯҳ ташкил медиҳад. Релефи кӯҳӣ мамлакат яке аз омилҳои таъсиррасон ба дастрасии дигар намудҳои нақлиёт мебошад. Вобаста ба ин, нишондиҳандаҳои кори нақлиётӣ дар дигар намудҳои нақлиёт дар минтақаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон гуногун буда, бештар ба истифодабарии нақлиёти мувофиқ ба шароит оварда мерасонад. Дар расми зерин ҳаҷми боркашонӣ тавассути нақлиёти автомобилӣ ва роҳи оҳан оварда шудааст:



Расми 2 – Ҳаҷми боркашонӣ бо нақлиёти автомобилӣ ва роҳи оҳан

Чи хеле, ки аз расм дида мешавад ҳаҷми боркашонӣ тавассути нақлиёти автомобилӣ зиёд аст. Тавре қайд намудем яке аз омилҳои таъсиррасон ин имконияти истифодаи намуди нақлиёт мебошад. Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон зиёда аз 90% боркашонӣ ва мусофирбарӣ тавассути нақлиёти автомобилӣ иҷро мегардад. Аҳамияти истифодаи васеи нақлиёти автомобилӣ дар он аст, ки дастрасии молу маҳсулот ба истеъмолкунандагон аз руи бартариӣ низоми “аз дар то дар” амалӣ мешавад. Вобаста ба истифодабарии нақлиёт ба давлатҳои хориҷа назар Афғонистон, Таваҷҷуҳи бештар ба нақлиёти автомобилӣ дода мешавад. Ташкили робитаи зичи намудҳои нақлиёт тавассути нақлиёти автомобилӣ амалӣ мегардад. Интиқол ҳамчун маҳсулоти нақлиёт истифодаи васеъ дорад.



Расми 3 – Ҳиссаи нақлиёти автомобилӣ дар ҳамлу нақли борҳо, %

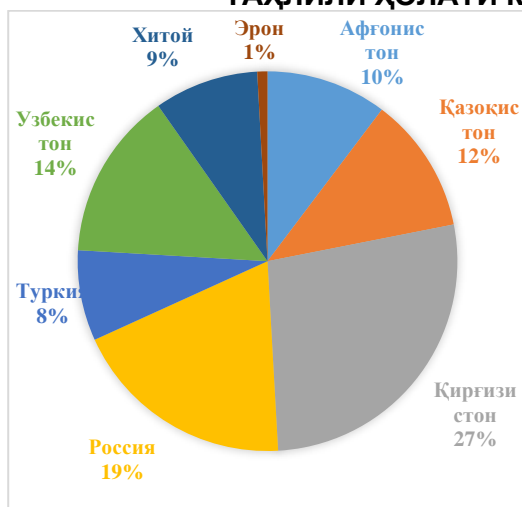
Ҳаҷми хизматрасонии нақлиётӣ ҳамчун нишондиҳандаи кори нақлиётӣ вобаста ба ҳаҷми истеҳсоли маҳсулот, мавҷудият ва дастрасии нақлиёт, инчунин тарифи боркашонӣ аз рӯи гашти автомобил ба роҳ монда мешавад. Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳаҷми истеҳсоли маҳсулоти хоҷагии қишлоқ бештар дар минтақаҳои Хатлон, Суғд ва ноҳияҳои тобеи марказ истеҳсол гардида, ба дохил ва хориҷ содирот карда мешаванд. Вобаста ба ин, ҳаҷми боркашонӣ тавассути нақлиёти автомобилӣ, ки дастрасӣ бештар ба ин намуди нақлиёт аст.

Ҷадвали 1 – Ҳаҷми боркашонӣ тавассути нақлиёти автомобилӣ, ҳаз.тонн

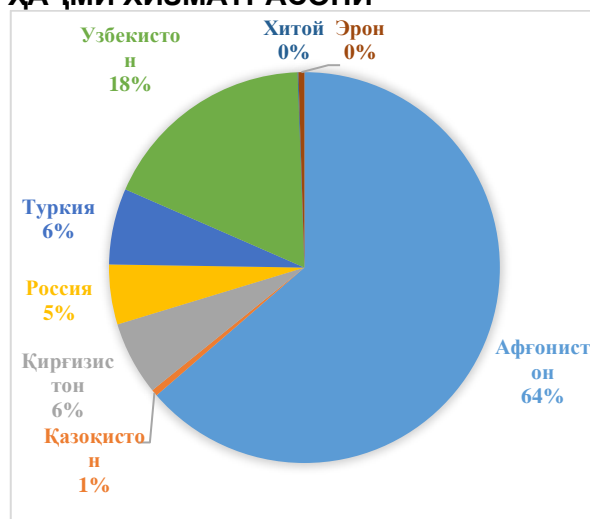
№	Солҳо	ВМКБ	Вилояти Суғд	Вилояти Хатлон	Ш.Душанбе	НТЧ
1	2000	310,9	9326,2	2500,9	879,2	1555,2
2	2005	201,1	13442,1	5658,5	1942,9	5231,1
3	2010	381,7	19998,1	15700,8	4067,7	8731,3
4	2015	507,3	21745,8	23816,7	8049,4	14184,9
5	2016	578,9	23114	25017,3	8725,3	21175
6	2017	676,3	22306,8	23798,7	8178,1	24522,6
7	2018	796,7	23947,9	24,597,6	8298,5	26616,9
8	2019	753,5	22487,2	25341,8	8828,6	22183,6
9	2020	472,4	22810,2	27377,2	9849,1	18566,9
10	2021	985	27320,5	30107,4	11366,7	19121,3

Аз ҷадвали дар боло овардашуда хулоса баровардан мумкин аст, ки ҳаҷми боркашонӣ дар минтақаи Хатлон, Суғд, шаҳри Душанбе ва НТЧ бештар ба назар мерасад.

ТАҲЛИЛИ ҲОЛАТИ КУНУНИИ ҲАҶМИ ХИЗМАТРАСОНӢ¹



Расми 1 – Ҳиссаи кишварҳои хориҷӣ дар ҳамлу нақли воридоти бор ба Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соли 2021 с.



Расми 2 – Ҳиссаи кишварҳои хориҷӣ дар ҳамлу нақли содироти бор аз Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соли 2021 с.

¹ Манбаъ: //Маълумотнома оид ба натиҷаҳои ҷамъбасти фаъолияти нақлиётӣ руизаминӣ ВНҚТ//

Бо мақсади баланд бардоштани ҳаҷми боркашонии байналмилалӣ, таъмини заминаи ҳуқуқии рушди муносибатҳои мутақобилан судманди тиҷоратӣ иқтисодӣ, сайёҳӣ ва истифодабарии имконият ва иқтисодии транзитии кишвар, инчунин васеъ намудани чуғрофияи ҳамлу нақли байналмилалӣ автомобилӣ бо як қатор кишварҳои хориҷи дуру наздик Созишномаҳои дучониба ва бисёрҷониба оид ба ҳамлу нақли байналмилалӣ автомобилӣ бор ва мусофирон баста шуда, бо якҷанд кишварҳои дигар лоиҳаҳои Созишнома таҳия ва тибқи тартиби муқарраргардида омода шуда истодааст.

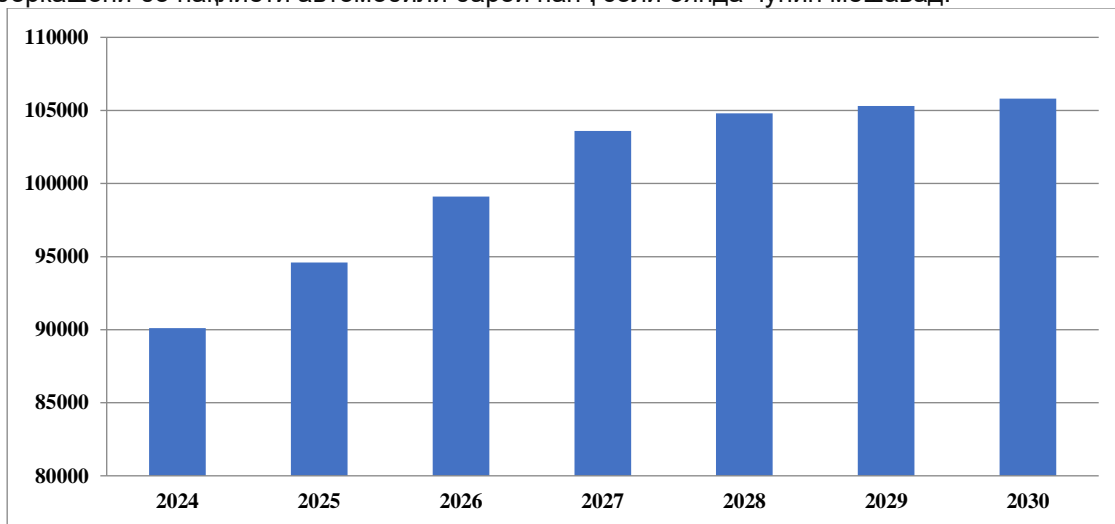
Ҳамин тариқ, дар соли 2021 ҳаҷми боркашонии байналмилалӣ автомобилӣ 1млн. 487 845 тоннаро ташкил намуда, аз он 669957 тонна ба воридот, 817888 тонна ба содирот рост меояд, ки нисбат ба соли 2020 мутаносибан воридот – 73,5 % ва содирот –75,7 % -ро ташкил медиҳад.

Айни замон ҳамлу нақли байналмилалӣ автомобилӣ тибқи Созишномаҳои дучониба оид ба ҳамлу нақли байналмилалӣ бо 16 кишвари хориҷи дуру наздик амалӣ гардида, дар маҷмӯъ дар асоси созишномаҳои байналмилалӣ дучонибаю бисёрҷониба ҳамлу нақли байналмилалӣ автомобилӣ бо зиёда аз 40 кишвари хориҷи дуру наздик ба роҳ монда шудааст [4].

Ҷумҳурии Тоҷикистон кишвари агросаноатӣ ба ҳисоб рафта, бештар ба хориҷи кишвар намудҳои гуногуни маҳсулоти кишоварзӣ саноатӣ, аз ҷумла картошка, сабзӣ, пиёз, меваи тар хушк, пахта ва маҳсулоти аз ин ашё истеҳсолшавандаро содир менамояд. Дар баробари дигар намудҳои нақлиёт, содироти бештари маҳсулоти кишоварзӣ бо нақлиёти автомобилӣ амалӣ мегардад.

ДУРНАМОИ ҲАҶМИ БОРКАШОНӢ БО НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛӢ

Тавре аз диаграммаи ҳаҷми боркашонӣ бо нақлиёти автомобилӣ дида мешавад, раванди иҷрои борҳо дар солҳои қайдгардида тамоюли гуногун доранд. Дар соли 2021 ҳаҷми боркашонӣ нисбат ба соли 2020 9825,1 ҳаз.тонна бор зиёд иҷро гардидааст, ки баробари 12,4% мебошад. Вобаста ба ин, дурнамои ҳаҷми боркашонӣ бо нақлиёти автомобилӣ барои панҷ соли оянда чунин мешавад:



Расми 4 – Дурнамои ҳаҷми боркашонӣ бо нақлиёти автомобилӣ барои солҳои 2024-2030

Қайд намудан лозим аст, ки бо амалишавии барномаҳои давлатӣ, лоиҳаҳо ва бо ҷалби сармоягузори хориҷӣ соҳаҳои иқтисодӣ иҷтимоӣ мамлакат аз он ҷумла нақлиёти коммуникатсия рушд намуда, ба ташкили корхонаҳои саноатӣ ва истеҳсолӣ ва фаъолияти мунтазами намудҳои нақлиёт заминаи мусоид меорад.



Расми 3 – Лоиҳаи хатти роҳи оҳани Тоҷикистон-Афғонистон-Туркманистон

Тавре қайд намудем, яке аз роҳҳои рушди соҳаи хизматрасонии нақлиётию логистикӣ ин сохтмону азнавсозии роҳҳои оҳан ва автомобилгард мебошад. Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон барои рушди ин соҳа дар асоси ҳамкорӣ ва бо ҷалби сармоягузори ватанию хориҷӣ сохтмони роҳҳоро ба роҳ монда истодааст. Яке аз лоиҳаҳои амалишаванда, ки ба дурнамои рушди боркашонӣ оварда мерасонад, ин лоиҳаи хатти роҳи оҳани Тоҷикистон-Афғонистон-Туркманистон мебошад.

Қайд намудан лозим аст, ки Ҳангоми амалишавии лоиҳаҳои мазкур ва дар амал ҷорӣ шудани онҳо ҳамкориҳои зичи намудҳои нақлиёт ба миён омада, ҳаҷми боркашонӣ дар дохил ва самти байналмилалӣ рушд меёбад. Аз ин лиҳоз, ҷиҳати рушди соҳаи нақлиёт ва барои баромадан аз бунбасти коммуникатсионӣ амалишавии чунин лоиҳаҳо дар мадди назари давлату Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон қарор дорад.

Муқарриз: Саломзода Ғ.С. – н.и.т., дотсент, директори муассисаи давлатии “Нақлиёти автомобилӣ ва хизматрасониҳои логистикӣ”

АДАБИЁТ

1. Анализ состояния и перспектив развития транспортной системы региона. Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2021
2. А.А. Дутина. Эконометрическое моделирование и прогнозирование экспорта транспортно-логистических услуг Республики Беларусь
3. Зиядуллаев К.Ш. Повышение эффективности функционирования грузового автомобильного транспорта в международном сообщении за счет улучшения логистических процессов. Дисс. на соис. уч. ст. к.э.н., Ташкент, ТГТУ, 2004. – 140 с.
4. Ф.Н. Начмудинов., Ф.Ҷ. Фафуров., Т.У. Самадов. Муайяннамои ҳаҷми боркашонӣ тавассути долонҳои байналмилалӣ нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон. //Паёми Донишгоҳи технологии Тоҷикистон// самти иқтисодӣ – 2018.№2(33) 18. – сах. 60-66.

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

TJ	RU	EN
Низомзода Фаҳриддин Низом	Низомзода Фаҳриддин Низом	Nizomzoda Fakhrudin Nizom
номзади илмҳои техникӣ, муаллими калон	кандидат техникийи ҷиҳати таҳқиқот, профессор	Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осимӣ	Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi
E-mail: fnizomzoda@list.ru		
TJ	RU	EN
Шодиев Шодикул Каримович	Шодиев Шодикул Каримович	Shodiev Shodiqul Karimovich
ассистент	Ассистент	assistant
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осимӣ	Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi
E-mail: skarimzoda@bk.ru		

УДК: 656.135.2

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ СИСТЕМО - ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ВАДС

Р.Х. Саидзода, А.М. Умирзоков

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В современном постиндустриальном мире инновация является наиболее значимым фактором развития экономики и общества. Немаловажную роль в этом отводится транспортной сфере, которая во всем мире переживает период «инновационного ренессанса», что требует аккумулирования материальных, энергетических, человеческих и интеллектуальных ресурсов. В условиях Республики Таджикистан доминирующую позицию занимает автомобильный транспорт, на долю которого приходится более 90% всего грузооборота по стране. При этом, в горных условиях, от эффективности функционирования автомобильного транспорта или равнозначной к нему системы ВАДС, в значительной степени зависит рост экономики страны. Повышение эффективности функционирования системы ВАДС, как одного из важных атрибутов экономического благосостояния общества, не представляется возможным без широкого внедрения инновационных технологий. Тому причиной является и то обстоятельство, что пассажирские и грузовые перевозки в большинстве регионов республики осуществляются только автомобильным транспортом.

Ключевые слова: концепция, инновация, система, энергетика, эффективность, водитель, автомобиль, дорога, среда

ТАРЗИ КОНЦЕПТУАЛӢ ИННОВАЦИОНӢ СИСТЕМАӢ -ЭНЕРГЕТИКИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ САМАРАНОКИ СИСТЕМАӢ РАРМ

Р.Ҳ. Саидзода, А.М. Умирзоқов

Дар ҷаҳони муосири постиндустриалӣ инноватсия омили аҳамиятноктарини инкишофи иқтисодӣ ба ҳисоб меравад. Дар ҳалли ин масъала мавқеи нақлиёт, ки дар тамоми ҷаҳон давран «ренессанси инноватсионӣ»-ро аз сар мегузаронад, хеле баланд аст. Ин ҳама мутамарказонидани ресурсҳои моддӣ, энергетикӣ, меҳнатӣ ва интеллектуалиро талаб мекунад. Дар шароитҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон мавқеи муҳим ба нақлиёти автомобилӣ воғузур карда мешавад, ки он зиёда аз 90% - и ҳамаи гардиши боркашониро ташкил медиҳад. Бо вучуди ин, дар шароити қуҳсор аз самаранокӣ амали нақлиёти автомобилӣ ё системаи РАРМ, ки баробараҳамияти он мебошад, ба инкишофи иқтисодиёти кишвар таъсири назаррас мерасонад. Баланд бардоштани самаранокӣ амали системаи РАРМ, ки яке аз омилҳои муҳими таъминии некуаҳволии иқтисодии ҷомеа ба ҳисоб меравад, бидуни ба таври васеъ ҷорӣ намудани технологияҳои инноватсионӣ ғайри имкон мебошад. Боиси ин ҳама чунин ҳолат ба ҳисоб меравад, ки мусофиркашонӣ ва боркашонӣ дар аксари минтақаҳои Ҷумҳури танҳо тавассути нақлиёти автомобилӣ амалӣ мегардад.

Калимаҳои калидӣ: концепсия, инноватсия, система, энергетика, самаранокӣ, ронанда, автомобил, роҳ, муҳит

CONCEPTUAL INNOVATION SYSTEM-ENERGY SUBTASK EFFECT OF THE VADS SYSTEM

R.H. Saidzoda, A.M. Umirzokov

In the modern post-industrial world, innovation is the most significant factor in the development of society's economy. An important role in this is assigned to the transport sector, which is experiencing a period of "innovative renaissance" all over the world, which requires the accumulation of material, energy, human and intellectual resources. In the conditions of the Republic of Tajikistan, the dominant position is occupied by road transport, which accounts for more than 90% of the total cargo turnover in the country. At the same time, in mountainous conditions, the growth of the country's economy largely depends on the efficiency of the functioning of road transport or the equivalent VADS system. Improving the efficiency of the functioning of the VADS system, as one of the important attributes of the economic well-being of society, is not possible without the widespread introduction of innovative technologies. The reason for this is the fact that passenger and cargo transportation in most regions of the republic.

Keywords: concept, innovation, system, energy, efficiency, driver, car, road, environment

ВВЕДЕНИЕ

Концептуальный инновационный системно - энергетический подход повышения эффективности (КИСЭППЭ) системы ВАДС является новой позицией, связанной с процессом управления в автотранспортной системе и внедрением прогрессивных методик, направленных для оценки и повышения эффективности транспортных процессов.

Сегодня под инновацией принято понимать продукт научно-исследовательской деятельности, который уже доведен до стадии коммерческого применения и распространяется на рынке в качестве новых товаров, технологий, методов или подходов.

Инновации в транспортной сфере являются особенно значимыми, и они приобретают еще большую значимость в горных и высокогорных условиях эксплуатации в Республике Таджикистан. Необходимость применения КИСЭППЭ системы ВАДС связана с особенностями ее функционирования в горных и высокогорных условиях, при котором имеет место значительное снижение основных технико-экономических показателей транспортных процессов.

Автотранспортные перевозки являются важным рычагом, обеспечивающим развитие основных отраслей народного хозяйства и стабильного роста экономики республики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Несмотря на имеющиеся неблагоприятные особенности развития транспортной отрасли в Республике, за счет повышения уровня инновационной активности намечены основные целевые индикаторы стратегии развития автомобильного транспорта согласно индустриально-инновационному сценарию (табл. 1).

Таблица 1 – Основные целевые индикаторы стратегии развития автомобильного транспорта согласно индустриально-инновационному сценарию

Показатель	Единица измерения	Годы			
		2015	2020	2025	2030
Грузооборот	млрд. т.км	6,32	8,0	10,2	14,9
Пассажирооборот	млрд.пасс. км	10,6	13,3	17,0	24,8

С целью решения назревших проблем, в том числе связанных с автомобильным транспортом, разработана Национальная стратегия развития республики Таджикистан на период до 2030 года [1].

На сегодня не существует более рациональной методики оценки и повышения эффективности функционирования системы ВАДС, нежели инновационный подход. На сегодняшний день при наличии огромного числа научных трудов по оценке и повышению эффективности автотранспортных перевозок, не разработана всеохватывающая классификация инновационных подходов в данной отрасли. Классификационная схема подходов оценки эффективности функционирования системы с учетом ее эволюционного развития, разработанная Е.В. Коробейниковой является наиболее полно охватывающей основные подходы в укрупненном виде (рис. 1.). Для транспортной отрасли следовало бы конкретизировать отдельные подходы в представленной классификации методических аппаратов для оценки эффективности с учетом особенностей функционирования системы ВАДС в горных условиях.

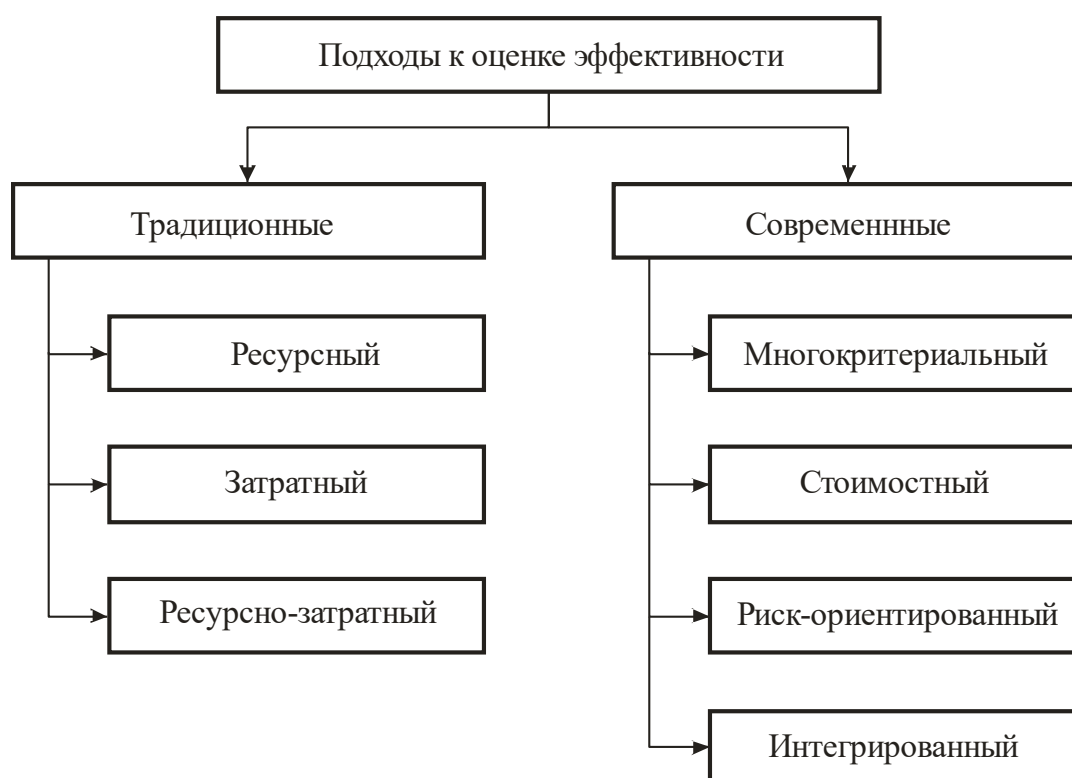


Рисунок 1 – Классификационная схема подходов к оценке эффективности

Классификация подходов с точки зрения определения показателя инновационной деятельности предполагает разделение подходов на две группы: без расчета интегрального показателя и с расчетом интегрального показателя.

Краткая характеристика современных подходов приведена в таблице 1.

В настоящее время процесс разработки показателей эффективности инновационной деятельности постоянно совершенствуется, появляются новые подходы и концепции исследования и оценки функционирования объекта исследования.

Сегодня в экономических исследованиях представлены более десяти различных концепций, которые определяют подходы ученых к оценке эффективности инновационной деятельности предприятий, некоторые из которых могут быть применены в качестве инновационного подхода решения проблемы повышения эффективности функционирования системы ВАДС. Известные инновационные подходы недостаточно полно отражают особенности функционирования системы ВАДС в суровых горных условиях. Для этой цели предлагается инновационный системно - энергетический оптимизационный (ИСЭО) подход оценки и повышения эффективности системы ВАДС.

Таблица 1 – Особенности существующих подходов для оценки эффективности функционирования системы ВАДС

Подход	Краткая характеристика
Многокритериальный подход	Эффективность функционирования системы ВАДС оценивается одновременно по двум и более критериям, например по экономическим и надежностьвым показателям, с учетом причинно-следственной взаимообусловленности связей между поставленной целью и полученными результатами.
Стоимостной	Данный подход характеризуется тем, что в качестве критерия комплексной оценки эффективности функционирования системы ВАДС принимается стоимость транспортных услуг, которая оперативно учитывает влияние различных факторов
Рискоориентированный	Рентабельность транспортных услуг оценивается с учетом управления рисками
Интегрированный	Интегрированный подход применительно к оценке эффективности функционирования системы ВАДС предполагает интеграцию отдельных подходов между собой, интеграцию различных методических аппаратов в рамках отдельного подхода, а также интеграцию моделей и различных подходов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Суть концепции системности инновационного подхода заключается в том, что в начале соответствующие инновационные подходы применяются для оценки, анализа и повышения эффективности отдельных элементов системы ВАДС, а после с учетом свойств эмергентности, синергизма и неаддитивности системы ВАДС применяется инновационный системный оптимизационный подход для повышения целостной системы ВАДС. Предлагаемый подход называется оптимизационным потому, что эффективность системе ВАДС формируется под влиянием большого количества факторов, оптимальные сочетания которых является неизбежным условием ее максимизации. Предлагаемый подход повышения эффективности функционирования системы ВАДС называется системно – энергетическим потому, что для оценки и повышения эффективности функционирования системы ВАДС неизбежно системный подход с предположительным учетом энергетических затрат. Энергетические затраты являются самой большой составляющей эффективности функционирования системы ВАДС среди прочих затрат, особенно, в горных условиях. Немаловажным показателем являются также энергообменные процессы между элементами системы при их взаимодействии. Кроме того, энергетические затраты являясь наиболее универсальным и обобщающим показателем, дают возможность наиболее однозначно и стабильно оценивать эффективность функционирования системы ВАДС.

В общем виде при использовании ИСЭО подходе эффективность функционирования системы ВАДС $\mathcal{E}_{\text{ВАДС}}$ может быть определена из выражения

$$\mathcal{E}_{\text{ВАДС}} = f(\mathcal{E}_B^{k_B}, S_A^{k_A}, S_D^{k_D}, S_C^{k_C}), \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_B, \mathcal{E}_A, \mathcal{E}_D$ и \mathcal{E}_C – соответственно, инновационные энергетические затраты функционирования системы ВАДС, связанные с водителем, автомобилем, дорогой и средой, Дж; k_B, k_A, k_D и k_C – соответственно, показатели степени, характеризующие весомость соответствующего показателя уровня энергетических затрат при функционировании системы ВАДС.

Показатель уровня инновационного потенциала ИП_{ВАДС} повышения эффективности функционирования системы ВАДС определяется из выражения

$$\text{ИП}_{\text{ВАДС}} = \sum_{i=1}^I p_i \sum_{j=1}^J a_{ij} p_{ij}, \quad (2)$$

p_i – составляющая i -го ИП_{ВАДС}; p_{ij} – уровень показателя j в i -том составляющем ИП_{ВАДС}; a_{ij} – нормированное (по шкале 0 ... 1) значение показателя j в i -том составляющем ИП_{ВАДС}; i – составляющая ИП_{ВАДС} (составляющие энергетические, экономические, оценки человеческого фактора и др.), $i = 1 \dots I$; j – показатель внутри составляющей ИП_{ВАДС}, $j = 1 \dots J$.

Эффективность функционирования системы ВАДС оценивается на основе методических аппаратов подходов, представленных на (рис. 2).

КИСЭППЭ системы ВАДС невозможно представить без применения современных информационных технологий или систем, например систему планирования операций – СІТOS, систему управления и планирования движением автотранспорта – СІMOS, система оформления транспортных документов – TradeNet и др. [3,4].

КИСЭППЭ системы ВАДС предполагает применения таких инновационных технологий, как:

1. Автоматизация управления эффективностью функционирования системы ВАДС.
2. Роботизация погрузочно-разгрузочных операций и управления автотранспортом.
3. Автоматизация распознавания автомобиля.
4. Оптимизация складских работ.
5. Контроль перемещения груза по горным дорогам с помощью ГЛОНАСС [5].



Рисунок 2 – Иновационные технологии оценки и повышения эффективности функционирования системы ВАДС

Современные технологии, связанные с обеспечением безопасности транспортных средств включают в себя такие инновационные решения как:

1. Система управления автомобилями с помощью интеллектуальных устройств.
2. Система контроля показателей транспортного средства.
3. Использование фото и видеофиксации элементов системы ВАДС.

Информационные технологии, обуславливающие повышение эффективности функционирования системы ВАДС включает в себя (рис.3):

1. С целью выбора и оптимизации маршрутов движения, для навигации (установления местоположения, скорости движения и ориентации транспортного средства), оценки транспортных издержек, необходимых для эффективного функционирования системы ВАДС применяются геоинформационные системы (ГИС).

2. Электронные системы для цифровизации транспортных процессов, документооборота и др. [6,7].

3. Телематические системы связи, позволяющие диспетчерское управление и контроль за транспортными процессами [14].



Рисунок 3 – Научно-методические инновационные технологии оценки и повышения эффективности функционирования системы ВАС

К основным функциям телематических систем связи относятся:

- прием и обработка заказов на выполнение транспортных услуг;
- своевременное прибытие к назначенному месту;
- регулирование работы транспортной инфраструктуры;
- контроль расхода топлива и запасных частей и эксплуатационных материалов на протяжении всего маршрута движения.

Оценка и управление эффективностью функционирования системы ВАС невозможно без применения современных методов идентификации, возможности которого представлены на рис. 4.

ОБСУЖДЕНИЕ

Следует отметить, что до сих пор идентификационные технологии на автомобильном транспорте применялись в основном с целью обеспечения и управления безопасностью дорожного движения. Имеются исследования, связанные с применением идентификационных технологий в области повышения эффективности отдельных элементов системы ВАС, точнее связанные с эффективностью автомобиля. Современные методы и подходы, уровни научно-технического прогресса и метрологического обеспечения позволяют применение идентификационных технологий для управления эффективностью функционирования системы ВАС, что особенно важно в горных и высокогорных условиях деятельности водителя, эксплуатации автомобиля и дороги, а также изменчивости параметров среды.



Рисунок 4 – Система идентификации функционирования системы ВАДС

ВЫВОДЫ

Основной замысел инновационной концепции повышения эффективности функционирования системы ВАДС заключается в том, что повышается эффективность отдельных элементов системы ВАДС путем применения соответствующих инновационных подходов, а после на основе свойств эмергентности, синергизма и неаддитивности системы ВАДС применяется инновационный системный оптимизационный подход повышения эффективности системы в целом. Эффективность функционирования системы ВАДС формируется под влиянием большого количества факторов, повышение которой обусловлено за счет оптимального их сочетания. Среди прочих затрат энергетические затраты являются самой большой составляющей, необходимой для повышения эффективности функционирования системы ВАДС в горных условиях.

Рецензент: Ахунов П.М. – д.т.н., профессор кафедры «Машины и оборудования технологических процессов в агроинженерии» ТПУ им Ш. Шохтемур

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 год. – Душанбе, 2016. – 110 с.
2. Современные программные системы компании Modular Mining для управления горным оборудованием на карьерах // Горная промышленность. 1996. №4. С. 46. URL: <https://mining-media.ru> (дата обращения: 23.01.2018).
3. Аброськин, А.С. Применение современных систем автоматизации на открытых горных работах/ А.С. Аброськин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2015.– Т. 326.– №12.– С.112-130.

4. Trapeznikova M. A. Simulating multilane traffic flows based on cellular automata theory/ M.A. Trapeznikova, I.R Furmanov, N.G. Churbanova, R. Lipp.//Mathematical Models and Computer Simulations. 2012. – Pp. 53– 61.

5. Chun-xiu Wu, Phase-plane analysis of conserved higherorder traffic flow model/ Wu Chun-xiu, T. Song, P. Zhang, S.C.Wong // Applied Mathematics and Mechanics, 2012.– Pp. 1505-1512.

6. Новиков, А.Н Оптимизация численности диагностических линий технического осмотра транспортных средств на примере Орловской области/ А.Н. Новиков, М.В. Кулев // Бюллетень транспортной информации, 2010. – № 5 (179). – С. 31-33.

7. Шаволь, Г., Новая услуга фирмы DBT в России: предоставление в аренду горно- шахтного оборудования/Г. Шаволь, А.Н. Новиков// Горная промышленность, 2007.– № 4 (74). – С. 36-37.

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

TJ	RU	EN
Саидзода Раҳим Ҳамро	Саидзода Рахим Хамро	Saidzoda Rahim Hamro
Д.и.т., профессори кафедраи «Истифодабарии нақлиёти автомобилӣ»	Д.т.н., профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»	Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department "Operation of Road Transport"
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi
E-mail: mort@maorif.tj		
TJ	RU	EN
Умирзоков Аҳмад Маллабоевич	Умирзоков Ахмад Маллабоевич	Umirzokov Ahmad Mallaboevich
Н.и.т., дотсенти кафедраи	К.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»	Candidate of Technical Sciences, Senior teacher of the Department "Operation of Road Transport"
ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ	ТТУ имени академика М.С.Осими	Tajik Technical University named after acad. M.S. Osimi
E-mail: ahmad.umirzokov@mail.ru		

СОҲТМОН ВА МЕЪМОРӢ - СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА - CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

УДК 699.86

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЗДАНИЯ

И.И. Нигматов

Таджикский Технический университет им. акад. М.С. Осими

Рассмотрены все виды тепловых нагрузок на здания, сущность трех видов теплопередачи на ограждающие конструкции и условия их возникновения.

Ключевые слова: теплопередача, тепловой поток, солнечная радиация, излучение, конвекция, теплопроводность, кондиционирование, воздухообмен.

ОМУЗИШИ ТАЪСИРИ ГАРМӢ БА БИНОҶО

И.И. Нигматов

Намудҳои сарборихои гармидиҳӣ ба биноҳо, моҳияти се намуди интиқоли гармӣ ба лифофаҳои бино ва шароити пайдоиши онҳо баррасӣ карда мешаванд; муносиб кардани қиёфаи биноҳо бо назардошти кам кардани хароҷоти энергия барои биноҳо дар фасли зимистон ва тобистон; масъалаҳои бароҳати экологӣ.

Калидвожаҳо: интиқоли гармӣ, қараёни гармӣ, радиатсияи офтобӣ, радиатсия, конвексия, гармӣгузаронӣ, кондиционерӣ, мубодилаи ҳаво.

STUDIES ON THERMAL EFFECTS ON BUILDINGS

I.I. Nigmatov

Types of thermal on buildings, the essence of three types of heat transfer to limiting constructions and the conditions for their occurrence; optimization of building shells, taking into account minimizing energy costs for buildings in winter and summer periods; issues of comfort environment all are considered.

Key words: heat transfer, heat flow, solar radiation, radiation, convection, heat conduction, air conditioning, air exchange.

ВВЕДЕНИЕ

Для территорий Таджикистана характерен жарко-сухой климат. Территория нашей республики характеризуется четко выраженными признаками аридного климата с высокими температурами воздуха и незначительным количеством атмосферных осадков. Таджикистан - подвержен действию значительной солнечной радиации в сочетании с высокими летними температурами воздуха, большой вероятностью солнечного сияния, малой подвижностью воздуха и низкой его влажностью. Эти условия приводят к перегреву жилых помещений, что вызывает значительные тепловые нагрузки на организм человека, понижая его работоспособность до 30%.

Теплоэнергетическое воздействие наружного климата на тепловой баланс здания может быть оптимизировано за счет выбора формы здания, расположения и площадей заполнения световых проёмов, регулирования фильтрационных потоков. Например, удачный выбор ориентации и размеров здания прямоугольной формы даёт возможность в тёплый период года уменьшить воздействие солнечной радиации на оболочку здания и, следовательно, снизить затраты на его охлаждение, а в холодный период-увеличить воздействие солнечной радиации на оболочку здания и уменьшить затраты на отопление.

МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТЫ

Методология проектирования систем теплового воздействия на здания в периоды отопления, вентиляции, кондиционирования основана на расчётах тепловых и воздушных балансов здания для характерных периодов года. Приведены расчетные характеристики тепловых воздействий и условия их применения.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

В специфических условиях жаркого климата оптимальность выбора ограждающих конструкций обуславливается целым рядом их физических параметров, по которым может быть им дана характеристика по летним и по зимним условиям на основе соответствующих расчетов и сравнительной оценки с нормативными параметрами. Так, например, в основу теплотехнических нормативов по расчету необходимого сопротивления теплопередаче ограждающих зданий заложен определенный уровень теплопотерь (зависящий только от характера здания) для жилых и ряда категорий общественных зданий составляющего для пола нижнего этажа -17,5 Вт/м², для перекрытия верхнего этажа -35, для наружных стен -52, для окон и других светопрозрачных конструкций –от 75 до 120Вт/м².

При выборе ограждающих конструкций следует стремиться к уменьшению соотношения площади наружных ограждений к объему здания. А снижая площадь остекления стены с 75 до 25%, можно сэкономить энергозатраты и зимой и летом 50%.

Характерными признаками года являются наиболее холодная пятидневка, отопительный период, самый жаркий и период охлаждения. В этом случае оптимизация теплоэнергетического воздействия

наружного климата на тепловой баланс здания за счет выбора его формы и ориентации даёт следующие результаты:

- для наиболее холодной пятидневки - снижение установочной мощности системы отопления;
- для отопительного периода – снижение затрат теплоты на отопление;
- для самого жаркого месяца – снижение установочной мощности системы кондиционирования воздуха;

- для периода охлаждения – снижение затрат энергии на охлаждение здания.

Прежде, в условиях жаркого климата, по нормативным требованиям определяющая роль отводилась теплоустойчивости наружных ограждений зданий в летних условиях, обеспечив которую можно было считать вполне достаточным и термическое сопротивление этих ограждений. В соответствии с новыми требованиями приоритетной характеристикой наружных ограждений являются значения их приведенных сопротивлений теплопередачи, которые в 1,5 – 2,0 раза превышают прежние значения (т.е. для наружных стен они должны приниматься около $2,0 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}$, а для покрытий - около $3,0 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}$).

В этом случае здания с такими наружными ограждениями можно отнести к энергоэффективным.

В зимних условиях теплотери должны рассматриваться для шести поверхностей здания, а в летних - для пяти.

Минимальные теплоступления в здания наблюдаются в случаях, когда эти отношения незначительны.

В помещении тепловое ощущение человека определяется нагреванием внутренних поверхностей ограждения и температурой, влажностью, подвижностью воздуха, а во дворе и на улице – наличием каменных, бетонных и асфальтовых покрытий, массивов стен, взаимоотражающих светлых плоскостей, зеленых участков, водных поверхностей и их нагревом интенсивной прямой солнечной радиацией до высокой температуры.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оптимизация теплосащитных свойств ограждающих конструкций зданий должна рассматриваться с нормированием теплоизоляции всей оболочки здания. Оценка уровня теплоизоляции осуществляется по значению коэффициента теплопередачи по зданию в целом по формуле:

$$K_{\text{ср. max}} = 0,45 + \frac{0,165}{F/V}, \quad (1)$$

здесь F и V – соответственно площадь и объем здания (м^2 , м^3).

Средневзвешенный коэффициент теплопередачи оболочки здания вычисляется по формуле:

$$K_{\text{ср.}} = 1/F \sum a_i \cdot k_i \cdot F_i, \quad (2)$$

здесь k_i и F_i - соответственно коэффициенты теплопередачи и площадь i -ой ограждающей конструкции; a_i - коэффициент, учитывающий положение ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху.

При этом $K_{\text{ср}} \leq K_{\text{ср. max}}$, а $K_i \text{ max}$ для наружных стен с окнами находится в пределах $1,2 \text{ Вт/м}^3 \text{ К}$.

Величину теплоты, поступающей через окно за счет разности температур наружного и внутреннего воздуха, можно определить по формуле:

$$q = \frac{t_H - t_B}{R_0} \cdot F_0, \quad (3)$$

здесь R_0 - сопротивление теплопередаче заполнения светового проема, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$; F_0 - площадь окна, м^2 ;

А теплоту, поступающую через покрытия и стены здания, определяют по зависимости:

$$q_0^i = \frac{F}{R_0} (t_H^{\text{усл}} - t_B), \quad (4)$$

здесь F - площадь покрытия, м^2 ; R_0 - сопротивление теплопередаче покрытия, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$; $t_H^{\text{усл}}$ - условная среднесуточная температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$.

$$t_H^{\text{усл}} = t_H + \frac{p \cdot Q_{\text{ср}}}{\alpha_H}, \quad (5)$$

здесь t_H - расчетная температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$; p – коэффициент теплопоглощения наружной поверхности ограждения; $Q_{\text{ср}}$ - среднесуточное количество тепла суммарной солнечной радиации, поступающего на горизонтальную (покрытия) и вертикальные (стены, окна) поверхности ограждений, Вт ; α_H – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждений конструкции. $\alpha_H = 7,5 + 2,2v$,

здесь v – расчётная скорость ветра, м/с .

Все виды теплового воздействия на здания заключается в трёх видах теплопередачи-теплопроводности, конвекции и излучении. Рассмотрим эти виды.

Как известно, теплопроводность происходит у жестких материалов посредством передачи тепла от молекулы к молекуле. В металлах - это усиление потока электронов. Чем выше электропроводность металла, тем больше его теплопроводность. В камневидных материалах (например, бетон) - это преимущественно волны тепловых упругих колебаний структуры. Чем тяжелее атомы или атомные группы, образующие кристаллы в структуре материала, и чем слабее они между собой связаны, тем меньше теплопроводность материала. Так, бетоны на карбонатном песке обладают меньшей теплопроводностью, чем бетоны на кварцевом песке. Количество тепла, передаваемого теплопроводностью, зависит от следующих факторов:

$$Q_T = f(\Delta t, \lambda, \delta, F, Z), \quad (6)$$

здесь Δt - градиент температуры в направлении, противоположном тепловому ($^{\circ}\text{C}$); λ - коэффициент теплопроводности материала $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C})$; δ - толщина конструкции (м); F -площадь конструкции (м^2); Z - время (ч).

Тогда, как при теплопроводности молекулы вещества остаются на месте, при конвекции тепло переносится потоками частиц теплоносителя (жидкости или газа).

Количества тепла, передаваемого конвекцией:

$$Q_k = f(\Delta t, V, F, Z), \quad (7)$$

здесь V - скорость движения теплоносителя (м/ч).

Тепловая энергия может передаваться не только через пространство, заполненное теплоносителем, но и через воздушное пространство. Причём эта передача тепла происходит практически без потерь. Тепловые лучи это электромагнитные колебания с длиной волны более 760 миллимикрон или нанометров (НМ) до диапазона радиоволн.

Попадающая на тело тепловая радиация частично поглощается, частично отражается. Оконное стекло пропускает отдельную коротковолновую часть тепловой радиации солнца, но не пропускает более длинные волны инфракрасной части спектра. Так, солнечное тепло зимой, попадая в помещение поглощается его поверхностями и повышает температуру воздуха.

Отражение используется в теплозащитных стеклах, в нишах под батареями в покрытиях мансард.

Тепло отбрасывается в помещение с помощью алюминиевой фольги от поверхности стекла.

В нише за батареей отопления тепло отбрасывается в помещение с помощью алюминиевой фольги, а летом наружное тепло отбрасывается от поверхности стекла наружу.

Под утеплителем в крыше мансарды тепло поступает от помещения зимой, а летом - в помещение.

$$Q_p = f(T_1 - T_2) C, \quad (8)$$

здесь $T_1 - T_2$ - разность абсолютных температур излучающей и облучаемой поверхности; C - относительная излучательная способность поверхности, равная $4,28 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C})$.

Установившимся поток тепла через ограждающую конструкцию можно считать, когда зимой постоянно работает центральное отопление и температура наружного воздуха не меняется (или меняется незначительно) в течение 5 и более суток.

По понятиям термодинамики ограждающие конструкции - это открытые системы, обменивающиеся со средой (с окружающим воздухом) энергией (теплообмен) и веществом (влаги и воздухообмен). Стена или покрытие разделяет воздушные среды с разными температурами.

При установившемся потоке тепла количество тепловой энергии (Q) проходящее через однородную конструкцию площадью $F(\text{м}^2)$ и толщиной δ (м), может быть определено на основании закона Фурье:

$$Q = (t_v - t_n) \frac{\lambda}{\delta} FZ(\text{Вт}\cdot\text{ч}), \quad (9)$$

Здесь t_v и t_n - температуры внутренней и наружной поверхностей стены; λ - коэффициент теплопроводности материала стены ($\text{Вт}/\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}$); Z - время передачи тепла (ч).

ВЫВОД

Для условий жаркого климата все тепловые воздействия на оболочку здания следует учитывать в расчётах ограждений комплексно, а наружные стены и покрытия должны проектироваться преимущественно с вентилируемыми прослойками со стороны инсолируемого фасада, с целью повышения теплозащитных качеств вертикальных и горизонтальных ограждений и обеспечения снижения температур на внутренних поверхностях.

Рецензент: Муқимов Ғ.С. – доктор архитектуры., профессор кафедры «Архитектура» ИИПУ им. академика М.С. Осими

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильинский В.М. Строительная теплотехника / М. 1976г. - С. 390.
2. Нигматов И.И. Проектирование зданий в регионах с жарким климатом с учетом энергосбережений, микроклимата и экологии. / Душанбе. 2007г. - С. 299.

3. МҚС ҚТ 23-02-2021, Гармимуҳофизии биноҳо. Тепловая защита зданий. Душанбе 2022г. - С55.
4. Архитектурно-конструктивное проектирование многоэтажных гражданских, высотных, уникальных зданий и организация внутренней среды. Душанбе. 2021г. – С395.
5. Михеев А.П. Строительная климатология в архитектурном проектировании. Пенза. 1984г. – С 120.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ – MAЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФОН – INFORMATION ABOUT AUTHORS

TJ	RU	EN
Нигматов Икромҷон Исматҷоновиҷ	Нигматов Икромдҷон Исматдҷоновиҷ	Nigmatov Ikromdzhon Ismatdzhonovich
Номзади илмҳои техникӣ, профессор	Кандидат техникеских наук, профессор	Candidate of technical
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi
e. mail: nigmatov 40 @ bk.ru		

АРХИТЕКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПОСТРОЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ В ГОРОДЕ ДУШАНБЕ

Ш.И. Рахматуллозода

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, г. Душанбе, Таджикистан

В работе рассмотрены основные направления исследований многих лет, включающие разработку новых и совершенствование существующих методов проектирования зданий и сооружений различного назначения в сейсмических районах на просадочных и галечных грунтах Средней Азии с последующим составлением региональных нормативных документов. Это касалось зданий и сооружений жилищно-гражданского назначения, реконструкции фасадов зданий, разработка интерьерного дизайна помещений различного назначения. С 1999г.-2021г., за двадцатилетний период были разработаны и осуществлены сотни проектов, которые из года в год совершенствовались, за счёт новых методов проектирования, конструирования и их реализации.

Ключевые слова: архитектура, проектирование, сооружения, реконструкция, грунты, сейсмика, дизайн, конструирование, города и районы.

ТАҲЛИЛИ МЕЪМОРИИ ИНШООТИ СОХТАШУДА ДАР ШАҲРИ ДУШАНБЕ

Ш.И. Раҳматуллозода

Самтҳои асосии таҳқиқот дар ӯли солҳои зиёд таҳияи усулҳои нав ва такмил додани усулҳои мавҷудани тарҳрезии биноҳо ва иншооти таъиноти гуногундошта дар минтақаҳои сейсмики ва хокҳои фурунишину шағалшакли Осии Марказӣ ва минбаъд тартиб додани санадҳои меъёрии минтақавӣ шудаанд. Ба ин биноҳо ва иншооти таъиноти истиқоматӣ ва шаҳрвандӣ, аз навсозии намоҳои биноҳо ва таҳияи тарҳи дохилии биноҳо барои таъиноти гуногун шомил мебошанд. Аз соли 1999 то соли 2021, яъне дар ӯли бистсолаи охир садҳо лоиҳаҳо таҳия ва амалӣ гардиданд, ки сол то сол аз ҳисоби усулҳои нави лоиҳакашӣ, сохтмон ва истифодабарии такмил меёбанд.

Калимаҳои калидӣ: меъморӣ, лоиҳакашӣ, иншоот, реконструксия, хок, сейсмики, лоиҳакашӣ, сохтмон, шаҳру ноҳияҳо.

ARCHITECTURAL ANALYSIS OF CONSTRUCTED STRUCTURES IN THE CITY OF DUSHANBE

Sh.I. Rakhmatullozoda

The main areas of research for many years included the development of new and improvement of existing methods for the design of buildings and structures for various purposes in seismic areas on subsidence and pebble soils in Central Asia, with the subsequent drawing up of regional regulatory documents. This concerned buildings and structures for residential and civil purposes, reconstruction of building facades, and development of interior design for premises for various purposes. From 1999 to 2021, a twenty-year period, hundreds of projects have been developed and implemented, which have been improved from year to year due to new methods of design, construction and their implementation.

Key words: architecture, design, structures, reconstruction, soils, seismic, design, construction, cities and regions.

ВВЕДЕНИЕ

Республика Таджикистан на данном этапе своего развития сталкивается с целым рядом вызовов и проблем. Являясь самой маленькой страной по площади в Центральной Азии, республика в то же время является лидером по темпам роста населения, которое к концу 2023 года превысит 10 миллионов человек. Учитывая горный ландшафт территории страны, население в основном заселяет долины и предгорные равнины на высотах до 1000 метров над уровнем моря. Эти участки характеризуются повышенной плотностью населения, особенно в последние годы, ввиду переселения людей в города [1]. В условиях, когда количество зданий и сооружений растёт, обеспечение доступности населения жильём и соответствующей инфраструктурой является одним из важнейших направлений деятельности как Правительства Республики Таджикистан, так и специалистов этой области [2]. Задачами данного исследования являются: в первую очередь архитектура т.е красота зданий и безопасность современных построек, второе это анализ нынешней ситуации в сфере строительства города. При формировании сооружений необходимо анализировать взаимодействие архитектурного и конструктивного решения, которые имеют свои особенности проектирования при строительстве. например, в сейсмоопасных зонах. Проектирование осуществляется в соответствии с определёнными требованиями: архитектурными, строительными, где необходимо учитывать природные, геологические, сейсмические понятия. Рассматривая архитектуру, необходимо обратить внимание на образ, отделочные материалы, новые технологии, цвета и фактуры, далее колорит, форма, стиль.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Конструкции, применяемые в зданиях и сооружениях — это фундаменты, стены, перекрытия, лестницы, колонны, ригели, которое свою очередь являются украшением и интересным решением для концепции архитектурного решения. Исследуя данный материал, необходимо сформировать направления взаимосвязи архитектурно-конструктивного решения, при сейсмических особенностях территории города. Для безопасности зданий и сооружений с сейсмическими воздействиями, необходимо изучить геологическое состояние земли, его лабораторные анализы почвы. Так же исследования, проектирования и строительства зданий выполняются на основе анализа существующей научной литературы, различных отчетов, законодательных нормативно-технических документов и статистические данные по Республике

Таджикистан. Важным является сопоставления взаимосвязи архитектуры и конструирования построек, объектов инфраструктуры в том числе. Выявления особенности проектирования архитектурных решений и его конструкций во время сейсмических воздействий и реакция взаимодействия земли и сооружений. На первом этапе разрабатывается концепция планировки земельного участка застройки, в которой определяются рельеф, виды инфраструктуры, характер и расположение существующих построек, транспортной инфраструктуры, системы коммуникаций и т. д. Таджикистан с абсолютными высотами от 300 до 7495 метров. Треть страны составляют холмы и прерии с низинами в речных долинах и расположена в активной сейсмической зоне [3].

Многообразие форм рельефа и различных уклонов создают сложности и исключительные градостроительные условия для проектирования. Но формы рельефа как усложняют, так и украшают антураж панорамы города или проектируемого района, создавая индивидуальность градостроительного формирования. В течении, многих лет учёными были выполнены комплексные сейсмологические исследования, охватившие почти все территории Таджикистана, что представляет важную информацию для проектирования крупных сооружений. Проблемами формирования развития сейсмологии и сейсмостойкого строительства в Таджикистане исследуют институты, службы города и Республики. Сотрудники соответствующих подразделений выявляют предвестники мест сильных и слабых землетрясений и представляют его прогнозы. В связи с этим приведены необходимы общие понятия, знания и характеристики для проектирования и меры предотвращения повреждений в рисунке1 [4].

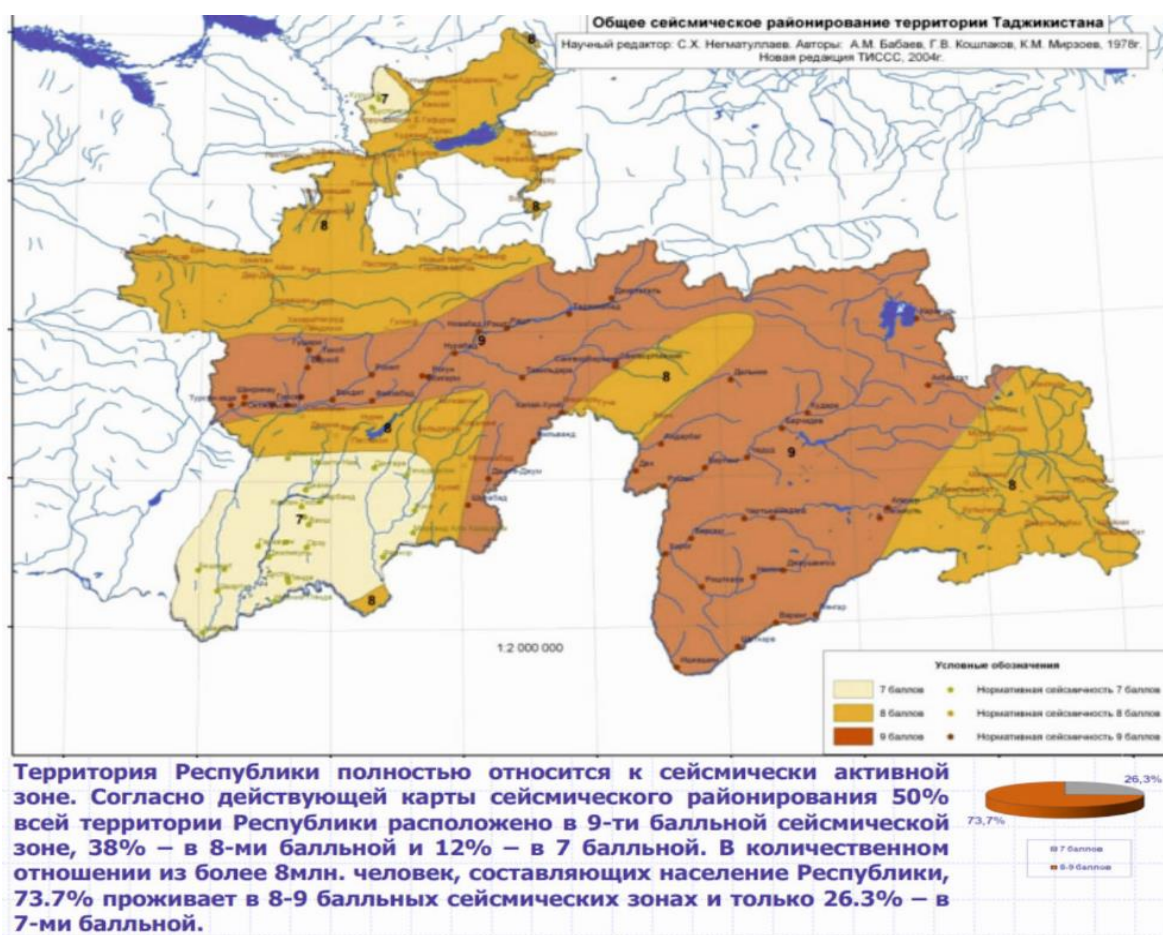


Рисунок 1 – Карта сейсмического районирования территории Республики Таджикистан.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НА ОСНОВЕ ОСУЩЕСТВЛЁННЫХ ПРОЕКТОВ

Здание восстанавливаемого Таджикского Государственного Медицинского Университета - трехэтажное с подвалом, был основан 1939 года, реконструкция после пожара 2007 год. Задание правительством было не менять концепцию первоначального архитектурно-планировочного решения объекта, поэтому изменения были в конструктивной части Университет имеет в плане сложную конфигурацию, с основными размерами в осях (110,0мх83,8м). Стены существующего подвала и первого этажа были выполнены из бутовой кладки, стены второго и третьего этажа кирпичные [5] представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Здание восстанавливаемого Таджикского Государственного Медицинского Университета
 а) каркас актового зала после пожара; б) фото главного корпуса во время пожара 25.12.07г.

По новым требованиям задания на проектирование, сооружение должно разделяться на несколько отсеков брандмаурными стенами, которые отделяли бы полностью блоки друг от друга. В этом примере представлена полная реконструкция существующего актового зала и всего корпуса. После пожара использовалось заполнения конструкций кирпичной кладкой, вместо каркасов из бруса с дощатым заполнением шириной составляющих до пожара больше метра. Этот метод применялся в довоенное время 1917-1940 г.[6]. Перекрытие зала выполнена металлическими фермами, крыша здания чердачная с покрытием из металочерепицы по деревянным стропилам, представленном чертеже (рисунки 3,4).

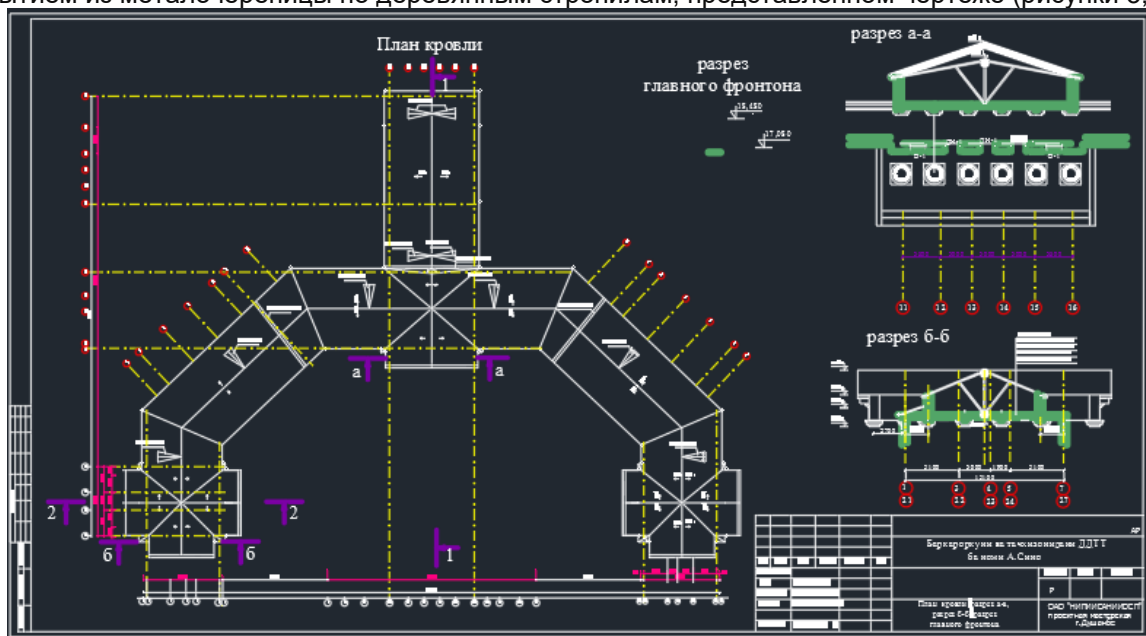


Рисунок 3. План кровли, фронтон -фрагменты разрезов, в программе AutoCad.



Рисунок 4 – Здание восстанавливаемого Таджикского Государственного Медицинского Университета
 а) фото фасада после реконструкции. Фото бокового фронтона и портала здания; б) Фото главного фронтона и портала Университета после пожара.

Основные направления исследований многих лет включали разработку новых и совершенствование существующих методов проектирования зданий и сооружений различного назначения в сейсмических районах на просадочных и галечных грунтах Средней Азии с последующим составлением региональных нормативных документов. Это касалось зданий и сооружений жилищно-гражданского назначения, реконструкции фасадов зданий, разработка интерьерного дизайна помещений различного назначения. Следующий пример показатель осуществления архитектуры за счёт конструкций. Средняя школа №8 в г. Душанбе, построена на месте старой двухэтажной школы, один блок был сохранен и надстроен. Необходимо отметить, что новая школа была пристроена к старому блоку, это послужило формированию дополнительных пяти блоков - сложной формы при стесненном участке. Проект отвечает современным требованиям проектирования, где имеются классы: хореографии, рисунка, компьютерный и актовый зал на 320 мест, кабинеты продленного дня, плавательный бассейн, большая просторная столовая на 200 мест, спортивный зал и спорт ядро, а также просторные холлы, переходы и рекреации необычной формы. Школа может вместить 2000 и более учащихся, рисунок 5,6.

Технико-экономические показатели средней школы №8:

Площадь застройки - 4618.0 м²

Общая площадь - 10.777.0 м²

Полезная площадь - 9.230.0 м²

Строительный объем - 49.077.0 м³



а)



б)



в)



г)

Рисунок 5 – Средняя школа №8 в г. Душанбе

а) I стадия проектирования эскиз проекта; б) реализация проекта в эксплуатации; в, г) стадия строительства.

Реконструкции здания Дома радио, которое было построено в 60-е годы, реконструировано в 2013 году, проект был выполнен 2007 году, с применением новых конструктивных решений и современных методов по отделке здания [5], представленные на рисунке 6,7



Рисунок 6 – Проект Дома Радио 60-е годы.



Рисунок 7 – Реконструкции здания Дома радио
 а) дом радио (1980г); б) стадия проекта; в) реконструкции; г) эксплуатации.

Проект “Строительство нового учебного корпуса Русско-Таджикского Славянского Университета Россия-Таджикистан” разработан как дополнительный учебный корпус РТСУ. Запроектирован в 2012 году, реализован 2016 году.

Здание 5-ти этажное с подвалом, разработано в комплексных конструкциях, сложной формы в плане с общими размерами в осях: 54,65 x 81,4м. Состоит из 3-х блоков (А, Б и В), разделённых между собой антисейсмическими швами [5].

Это единственный проект, где впервые было применён индивидуальный конструктивный расчёт и решение большепролётных ригелей на три двухсветных зала пролётом 26 метров, столовая в полуподвальном помещении, затем спортивный зал высотой 7 м., и актовый зал на 1500 мест, показанный на рисунке 8, 9

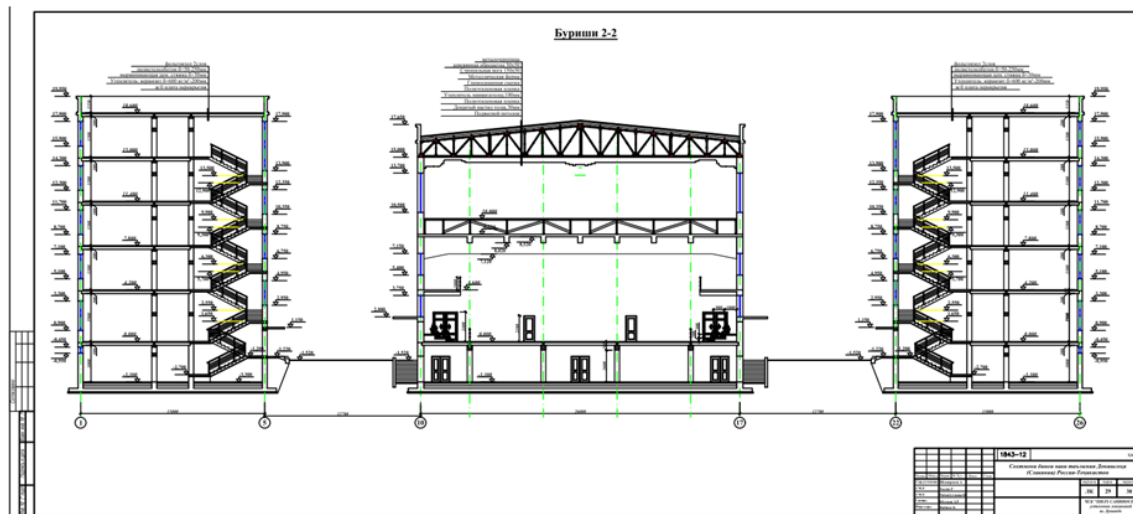


Рисунок 8 –Разрезы для изучения, решение трёх больше пролётных залов, пролётом 26 метров, 8 метров высота спортзала, ферма 1,5м., и высота актового зала 5 метров, в чистоте конструкции.



Рисунок 9 – Здание нового учебного корпуса Русско-Таджикского Славянского Университета Россия-Таджикистан"
 а) Фрагмент стадии строительства, б)фрагмент фасада бокового фасада, в)фрагмент главного фасада сданного в эксплуатацию 2016г..

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При исследовании и анализе необходимо изучать основные факторы, влияющие на проектирование, строительство и его реализация. Важной частью исследования является сопоставления взаимосвязи архитектуры и конструирования построек, объектов инфраструктуры в том числе. Выявления особенности проектирования архитектурных решений и его конструкций во время сейсмических воздействий и реакция взаимодействий земли и сооружений.

Рецензент: Хасанов Н.Н. – доктор архитектуры., и.о. проф. кафедры «АЗ и С» ЛПТУ им. академика М.С. Осими

ЛИТЕРАТУРА

1. Физико-географический атлас мира. Москва, 1964г.
2. Worldometr Physical Map of Tajikistan (Физическая карта Таджикистана), цифровая-медиа компания, Соединенные штаты Америки 2018г.
3. Рахматуллоева Ш.И. Градостроительные особенности развития социальной инфраструктуры горных районов Таджикистана. Москва.1999г.
4. Лосев К. С. Лавинный режим в горных районах СССР по анкетным данным. «Метеорология и гидрология», 1962, № 3.159с.
5. Рахматуллоева Ш.И., 1000+проект, рисунок, эскиз. Учебно-методическое пособие. г. Душанбе 2021г.
6. Институт строительной экспертизы Ise.exhert. Особенности зданий по периодам строительства.

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

TJ	RU	EN
Рахматуллоева Ш.И. Н.м., муал. калон “ДММТ”. Донишгоҳи Техникии Тоҷикистон ба номи ак. М.С. Осимӣ	Рахматуллоева Ш.И. К. арх. , ст. преп. каф. “ДАСи Р” Таджикского технического университета им. академика М.С. Осимӣ	Rakhmatullozoda Sh.I. Candidate of architecture, lector of the Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi
e. mail: Shahnoz119@gmail.ru		

УДК 624

СПОСОБЫ ПРОХОДКИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В ЗОНАХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ РАЗРЫВОВ РОГУНСКОЙ ГЭС

Н.М. Хасанов¹, М.Х. Саидов², М.Х. Мехрубонов²

¹Таджикский технический университет, им. акад. М.С.Осими

²Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана

В статье подробно изложены результаты проходки гидротехнических сооружений в зонах тектонических разрывов, в частности Ионахском и Гулизинданском разломах II типа. Подробно изучено их строение. По результатам комплекса проведенных разведочных работ и инструментальных наблюдений за современными тектоническими процессами сделаны выводы, позволяющие установить зоны «активных разломов», характер разломов и их крутизну, угол падения разрыва, водопроницаемость разрыва и фильтрацию.

Ключевые слова: подземная выработка, деформации, напряженное состояние массива, максимальные и минимальные напряжения, разломы, тектоника, скважины.

УСУЛҶОИ СОҲТМОНИ ИНШООТИ ГИДРОТЕХНИКӢ ДАР МИНТАҚАИ ШИКАСТАҶОИ ТЕКТОНИКӢИ НБО РОҶУН

Н.М. Ҳасанов, М.Ҳ. Саидов, М.Ҳ. Мехрубонов

Дар мақола натиҷаҳои коркарди иншооти гидротехникӣ дар минтақаҳои шикастаҳои тектоникӣ, алаҳусус тектоникӣ Ионахш ва Гулизиндон шакли II муфассал баён карда шудаанд. Сохтори онҳо муфассал омӯхта шудааст. Аз руи натиҷаҳои комплекси корҳои ҷустуҷӯӣ ва мушоҳидаҳои асбобҳои процессҳои ҳозиразамони тектоникӣ ҳулосаҳои бароварда шуданд, ки барои муқаррар намудани минтақаҳои «тарқишҳои фаъол», характери суроғҳо ва нишеб будани онҳо, кунҷи пайдоиши пора имконият медиҳанд, ки гузариши об аз тарқиш ва филтратсия.

Калидвожаҳо: корҳои зеризаминӣ, деформатсияҳо, ҳолати стрессии ҷинсҳои қўбӣ, фишорҳои максималӣ ва минималӣ, шикастаҳо, тектоника, чоҳҳо.

METHODS OF SINKING HYDRAULIC STRUCTURES IN TECTONIC FRACTURE ZONES OF ROGUNSKAYA HPP

N.M. Khasanov, M.H. Saidov, M.H. Mehruonov

The article details the results of sinking of hydraulic structures in the zones of tectonic fractures, in particular Jonakhsh and Gulizindan type II faults. Their structure is studied in detail. Based on the results of a set of exploration works and instrumental observations of modern tectonic processes, conclusions are drawn that allow to establish the zones of "active faults", the nature of faults and their steepness, the angle of dip of the rupture, the water permeability of the rupture and filtration.

Key words: underground excavation, deformations, stress state of the massif, maximum and minimum stresses, faults, tectonics, boreholes.

ВВЕДЕНИЕ

Геологический разлом или разрыв это нарушение сплошности горных пород, без смещения (трещина) или со смещением пород по поверхности разрыва. Разломы выражают относительное движение земных масс. Крупные разломы земной коры являются результатом сдвига тектонических плит в местах стыка. Землетрясения как результат выброса энергии во время быстрого скольжения вдоль линии разлома часто происходят в зонах активных разломов. Чаще всего разломы состоят не из единственной трещины или разрыва, а из структурной зоны однотипных тектонических деформаций, которые ассоциируются с плоскостью разлома, то такие зоны называют зонами разлома.

Следует отметить, что смещение земной коры – одна из главных характеристик разломов. В результате смещения земной коры может происходить перемещение разных геологических слоев, образование глубоких ям, поднятие горных массивов и т.д.

Разломы могут иметь разные направления и ориентации: горизонтальные и вертикальные. Разломы называются горизонтальными или плоскими, а вертикальные разломы называются вертикальными или ступенчатыми.

Разломы могут быть разных размеров, от небольших трещин на поверхности до межконтинентальных разломов, простирающихся на сотни и тысячи километров.

Некоторые разломы могут быть связаны с образованием геологических структур, таких как горы, хребты или долины. Примером служит разлом Сан-Андреас в Северной Америке, который напрямую связан с образованием гор Сьерра-Невада.

Разломы могут быть активными, то есть происходящими сейчас, или неактивными, т.е. несмещающимися. Следует отметить, что активные разломы могут вызывать землетрясения.

Решения изложенной проблемы отражены в работах, В.Г. Трифонова. В России большой вклад в развитие методики изучения активных разломов в разных геодинамических ситуациях и регионах внесли С.Г. Аржанников, В.С. Буртман, А.В. Ваков, Т.П. Иванова, В.С. и Л.П. Имаев, Р.М. Лобацкая, Н.В. Лукина, О.В. Лунина, В.И. Макаров, Е.А. Рогожин, С.Ф. Скобелев, О.П. Смекалин, А.Л. Стром, С.И.Шерман, А.В. Чипизубов и др.

Необходимо пояснить, что это такое – «активный разлом», а также применение понимания этого термина на практике, при картировании активных разломов. Это важно, так как обнаружение активных разломов представляет наиболее важную и сложную составляющую в изучении активной разломной

тектоники и возможно только при правильном понимании природы изучаемого объекта. Методы и способы уже обнаруженного активного разлома описывались подробно и неоднократно, но их применение возможно только тогда, когда есть уверенность, что оно обосновано.

На современную активность разломов обращали внимание и ранее. И.В. Мушкетов [1] высказал соображения о связи землетрясений с разломами. Подробно описывались примеры активизации разломов при сильнейших землетрясениях: Например, Сан Франциском 1906 г. в Калифорнии [2] и Кеминском 1911 г. в Тянь Шане [3]. С середины XX в. резко возрос интерес к разломам как источникам сейсмических и деформационных воздействий на сооружения и системы жизнеобеспечения, что сделало активные разломы специальным объектом исследований.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Строящаяся Рогунская ГЭС располагается на реке Вахш, в 70 км выше по течению от Нурекского водохранилища. Район исследований и смежной с ним территории расположены в зоне сочленения Южного Тянь-Шаня и Таджикской депрессии. Из орографических элементов изученной территории включает: хребет Сурхку юго-восточный смежный с ним склон Каратегинского хребта, с севера западный склон Вахшского хребта и с юга – западное окончание хребта Пётра первого. Основным орографическим элементом района является хребет Сурхку. Максимальные абсолютные отметки хребта, сложенные исключительно осадочными породами, составляет 2700м, и имеет более мягкие черты рельефа. Особенно это характерно для северо-западного склона хребта, где большая часть его покрыта мощным чехлом четвертичных наносов.

Юго-восточный склон хребта характеризуется обрывистым рельефом. Часто склон «бронирован» песчаниками и известняками.

Как хребет Сурх-ку, так и горы Чамиджун, характеризуется асимметрическим строением: их северо-западные склоны крутые и короткие, а юго-восточный пологие и длинные.

Обнаженность района удовлетворительная. Морфологические формы рельефа находятся в прямой зависимости от литологии отложений.

В областях распространения песчано-глинистых образований нижнемелового возраста преобладает, мягкий сглаженный рельеф относительно широкими водоразделами, разделённых узкими ущельями с крутыми часто обрывистыми скальными бортами.

Иногда вследствие интенсивного выветривания аргиллита и мергеля, разделяющих известковистые и песчанниковые слои образуется труднодоступный ребристый рельеф. В при водораздельных частях юго- восточных склонов хребта Сурх-ку (от уч.Чормагзак до левого борта сая Араак) большое развитие получил куэстовый рельеф.

Куэсты предоставляют собой наклонные бронированные поверхности, крутизна которых совпадает с углами падения слоев песчаников и известняков.

Проходимость на северо-западном склоне хребта удовлетворительная, а на юго-восточном очень плохая, местами район совершенно непроходим.

Изученный район характеризуется широко развитой гидросетью. Большая часть ручьев и рек являются правыми притоками р. Вахш.

Ручьи питаются за счёт многочисленных родников и снежников, дебит их зависит от времени года. Вода рек и ручьев, берущих своё начало на Каратегинском хребте и северо-западном склоне хребта Сурх-ку холодная и пресная; а текущие по юго-восточному склону хребта Сурх-ку с повышенной минерализацией, изредка из-за загипсованности водовмещающих пород.

Долины рек представляют собой узкие V- образные ущелья с крутыми продольными и поперечными профилями.

Климат района континентальный с резким колебанием температуры, как во время суток, так и во время года. Климатические условия характеризуются присущими для горных областей особенностями, то есть находятся в тесной зависимости от абсолютных высот того или иного пункта. В общем для района характерны короткая и дождливая весна, сухое и жаркое лето, сухая и короткая осень, длинная и холодная зима.

Исследованный район расположен в зоне сочленения Южного Тянь- Шаня и Таджикской депрессии.

Структуры хребта Сурх-ку образованы в результате проявления двух циклов тектогенеза: Герцинского и Альпийского и сложены исключительно мезо-кайнозойскими отложениями, дислоцированными в сложные складки разрывными нарушениями.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

На исследуемой территории прослеживаются разрывные нарушения II, III и IV порядка.

1. Ионахшский тектонический разлом II-го порядка

Ионахшский разлом от кишлака Танакба прослеживается на левом берегу р. Вахш до верхнего бьефа гидроузла. В 500м выше оси платины он пересекает реку и перейдя на правый борт отделяя

Гашионскую синклинали от Ионахшской антиклинали прослеживается далее вдоль подножия хребта Сур-ку.

Ионахшский разлом представляет собой взброс с поднятым юго-восточным крылом. Он представлен двумя тектоническими швами, ограничивающий блок, вытянутый по простиранию и имеющий линзовидную форму. Основной шов разлома имеет ориентировку: азимут падения 130-1400 (80-850) точка наблюдения №146 и по разведочной скважине IF-1. Шов представлен супесчано-суглинистым материалом коричневатого-красного цвета с включением мелких (1-2мм) окатанных обломков аргиллита. Мощность глинки трения на поверхности и в местах вскрытия скважины № IF-1 до 0,5м.

Второй (северо-западный) шов разлома имеет непостоянные элементы залегания: при среднем азимуте падения 130-140, угол 60-90, вплоть до падения в противоположную сторону 310-350, угол 35-60 (скв. № WRB-2, т.н. 150, 171, 68 и др.). Мощность глинки трения заполняющий шов до 35см.

2. Гулизинданский разлом II-порядка

Гулизинданский разлом проходит в удалении от плотины, вдоль правого берега р.Вахш, ответвляясь от Вахшского разлома в 4км выше створа в верхнем бьефе. Разлом прослеживается на отметках 1200-1250, в районе плотины поднимается до отм.1500м и уже в нижнем бьефе вскрываются в резом р.Оби-Шур до отм.1034м. (аналогичен Ионахшскому разлому).

Для разведки Гулизинданского разлома Средазгидропроектом проведены следующие работы:

- обследование на поверхности зоны разлома от сая Талхакчашма до сая Оби-Шур;
- пробурены 3 скважины в пойме р.Оби-Шур, расщечками пересекающие зону разлома;
- из штольни по двум створам пробурены разведочные скважины (скв №1094 и № 1095);
- пробурены скважины на участках саев Талхакчашма и Танакба (скв №1100 и № 1101);
- в скважинах проведены опытные нагнетания и отобраны пробы воды для определения химического состава подземных вод.

По разлому верхнеюрские загипсованные алевролиты и аргиллиты контактируют с верхнемеловыми отложениями, а между саями Талхакчашма и Танакба с породами верхов нижнего мела.

Разлом имеет крутое (70-850) падение на юго-восток с амплитудой смещения более 1км. В районе сая Талхакчашма угол падения разлома в приповерхностной части выполаживается до 150 и соответственно увеличивается мощность верхнеюрских отложений.

В 1985г. в районе поймы р. Оби-Шур пробурены 3 разведочные скважины колонкового бурения:

Скв. № 1093 абс. отм. 1046м, глубина 151,0м.

Скв. № 1074 абс. отм. 1046,2м, глубина 115,3м.

Скв. № 1025 абс. отм. 1004,6м, глубина 136,0м.

Эти скважины вскрыли разлом на отметках 974, 957 и 929м. Угол падения разрыва на этих отметках существенно ниже, чем на поверхности и составляет 55-60°. Соль по разлому на вскрытых отметках не обнаружена, но все скважины вдоль разрыва пересекают пласт гипса или ангидрида, вертикальная мощность которого составляет от 7 до 27м (истинная мощность от 3 до 15м).

В 1989 году пройдена подходная штольня к Гулизинданскому разлому длиной 100м под сейсмооборудование. Пройдены две расщечки 8 и 20м.

Выработки пройдены в породах яванской свиты верхнего мела ($k_{1j}v_2$), гаурдакской свиты верхней юры (J3gr) и туронской свиты верхнего мела (K2t).

Гулизинданский разлом, по которому контактируют породы юры и верхнего мела имеют различное строение в расщечке и подходной штольне. В расщечке шов разлома представлен плотной глиной трения тёмно- и светло-коричневого цвета с дресвой, красноватыми алевролитами и серыми мергелями с дресвой со следами окатанности, разламывается руками. Встречаются единичные гальки известняка хорошей окатанности размером от 2 до 6м, мощность шва от 0,5 до 0,8м.

В 2-3 км северо-восточнее р.Оби-Шур в саю Танакба, вдоль разлома прослеживается монолитный пласт гипса мощностью до 10м, а на глубине 70м не превышает 5-6м вскрытый разведочными выработками, расположенными на 5 створах по всему протяжению Гулизинданского разлома от кишлака Танакба до сая Оби-Шур. Отмечена идентичность строения, отличие только в изменении мощности гипсов и ангидридов.

Водопроницаемость зоны Гулизинданского разлома не отличается от вмещающих пород, удельное водопоглощение редко превышает 0,01л/мин и имеет максимальное значение 0,023л/мин при минимальном 0,001л/мин. По химсоставу подземные воды относятся к сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевым водам.

По результатам проведённых комплексов разведочных работ сделаны следующие выводы:

- каменная соль по разлому в пределах отметок возможной фильтрации из водохранилища отсутствует;

- водопроницаемость зоны разлома очень низкая и не отличается от водопроницаемости окружающих практически водоупорных аргиллитов и алевролитов;

- сосредоточенная фильтрация из водохранилища по Гулизинданскому разлому исключена.

Разлом № 35 протягивается от Гулизинданского до Ионахшского разлома, сочленяясь с Ионахшским на глубине 400-450м. Расстояние по реке (отм. 980м) между разломом № 35 и Ионахшским около 540м. Элементы залегания разлома № 35 весьма изменчивы, как по падению, так и простиранию. Общая ориентировка 35-го разлома следующая; азимут падения 330-3100, угол падения 45-50 (т.н. № 130, № 1764). По своей кинематической схеме-это типичный взброс. На левом берегу и в русле реки описываемый разлом с поверхности представлен одним швом, который осложняется небольшими разрывами образующими с разломом № 35 тектонические линзы. Амплитуда смещения по разрывам 10-20м. Мощности линз до 20см.

Разлом № 70 (IV-порядка) прослеживается по левому борту пересекая р.Вахш на расстоянии 300-320м выше оси плотины. Переходя на правый борт далее перекрыт под четвертичными отложениями.

По бортам и под руслом реки описываемый разлом представлен одним швом (т.н. № 178). Азимут падения 3300, угол 30-500.

По своей схеме это небольшой взброс. Амплитуда смещения – 0,5м. Ширина раскрытия шва – 20см. Заполнитель – глина. Зона влияния до 3м.

На участке створа наблюдения за тектоническими подвижками проводились на разломах Ионахшском, Гулизиндонском, № 35 и № 70 как геологическими методами, так и с помощью наклономеров, деформографов и гидростатических нивелиров.

По Гулизиндонскому разлому наблюдались вертикальные смещения по тем же геодезическим поперечникам, которые существовали до 1980г. Полученные при этом скорости смещений 0,5-1,0мм/год практический равен тем, что были измерены ранее.

По Ионахшскому разлому, пересекающему основание верхней перемычки плотины, продолжались комплексные наблюдения за тектоническими смещениями. Они включали в себя высокоточное геодезическое нивелирование, наклономерные и деформографические измерения. До 1982г. наблюдения проводились на ранее оборудованной станции в разведочной штольне № 1001а расположенной в нижней части долины, позже и до 1991г. в специально пройденной выше НПУ штольне №1034.

Величины деформации, измеренные в штольне № 1001а, не превышают наблюдаемые ранее, а в том числе и на поверхности земли.

Результат наклономерных наблюдений выполненных ТИСС, приведены в табл. № 1

№ пунктов	Местоположение пунктов	Период наблюдений, годы	Результирующий вектор скорости наклонов	
			Азимут	Значение скорости, сек/год
1	2	3	4	5
7	Шт. № 1001а, С-3-ое крыло Ионахшского разлома	1973-1974	281	114
8	Шт. № 1001а, Ю-В-ое крыло Ионахшского разлома	1973-1974	250	85
13	Шт. № 1001а, С-3-ое крыло Ионахшского разлома	1978	209	6
15	Шт. № 1001а, Ю-3-ое крыло Ионахшского разлома	1978-1981	115	46
12	Шт. № 1002 в, Ю-В-ое крыло Ионахшского разлома	1976-1978	222	9
9	Шт. № 1002 в, С-3-ое крыло разлома № 35	1975-1976	145	17
11	Шт. № 1002 в, Ю-В-ое крыло разлома №35	1976-1982	130	26
16	Шт. № 1003 Ю-В-ое крыло разлома № 35	1980	226	10
16	Шт. № 1030 С-3-ое крыло разлома № 35	1980	195	20
П-1	Шт. № 1034 С-3-ое крыло Ионахшского разлома	1985-1991	46	669
П-2	Шт. № 1034 Ю-В-ое крыло Ионахшского разлома	1986-1991	118	384
П-6	Шт. №1034, в 140м Ю-В-ое крыло Ионахского разлома	1988-1991	301	6

Измерения движений по разломам №35 и №70 проводились в разведочной штольне №1030, пройденной в нижней части долины на глубине 200-350м. Установлено, что вертикальная составляющая

относительного перемещения крыльев разлома №35 равно 0,7 мм/год и в зоне дробления достигает значения 2,0мм/год, т.е. подтверждены полученные ранее величины геодезических измерений по разлому №35 продолжавшейся в штольне №1002 в течение 8 лет, показали поднятие северо-восточного крыла со средней скоростью 0,4мм/год.

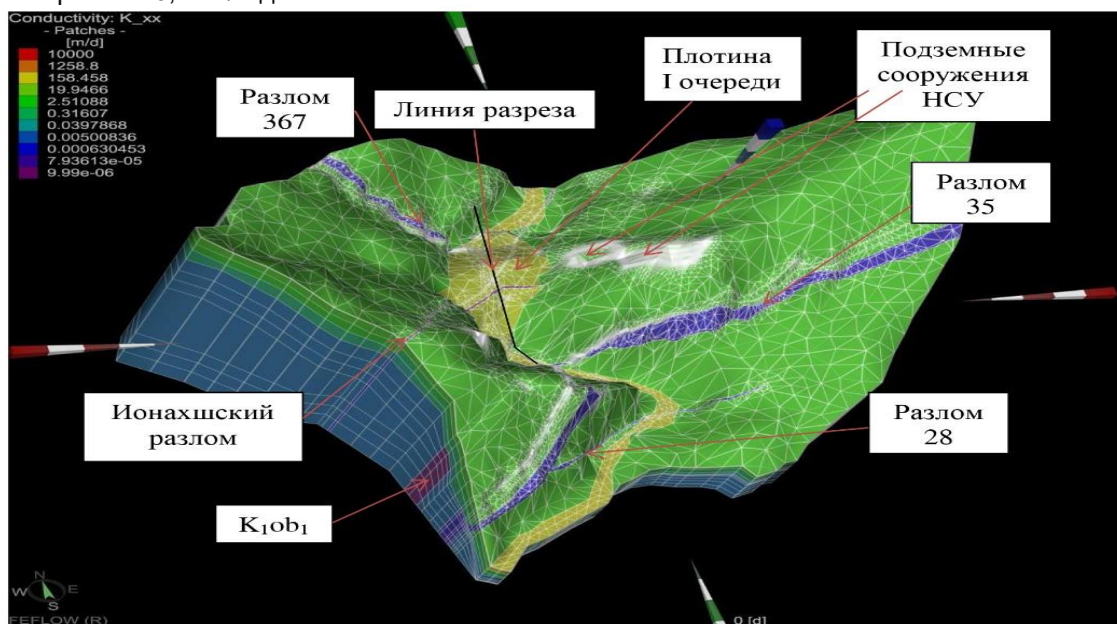


Рисунок 1 – Общий 3D-вид распределения коэффициентов фильтрации на модели Рогунской ГЭС

Результаты бурения скважины № IF-1

Скважина IF-1 пробурена для изучения геологического строения Ионахшского разлома и оползня на правом берегу р.Вахш. Скважина расположена на правом берегу реки Вахш на оползневом участке.

Глубина пробуренной скважины составила 115м. На глубине 107,3-111,2м скважина вскрыла Ионахшский тектонический разлом.

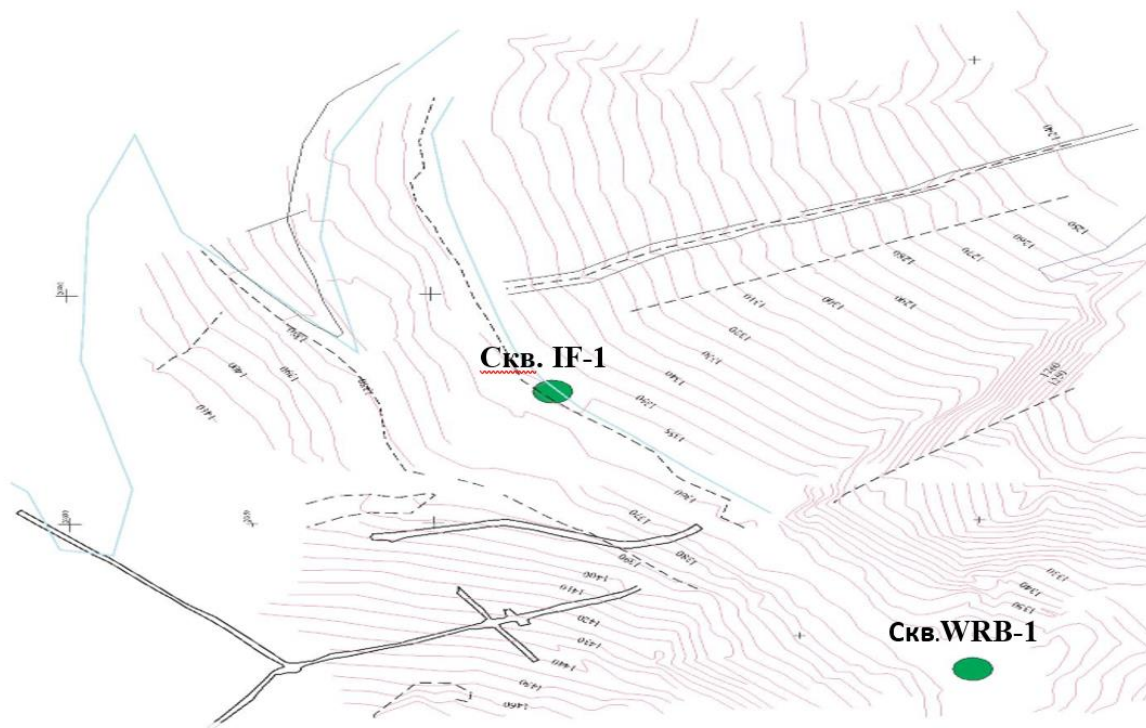


Рисунок 2 – Геотехнические исследования по скважине IF-1

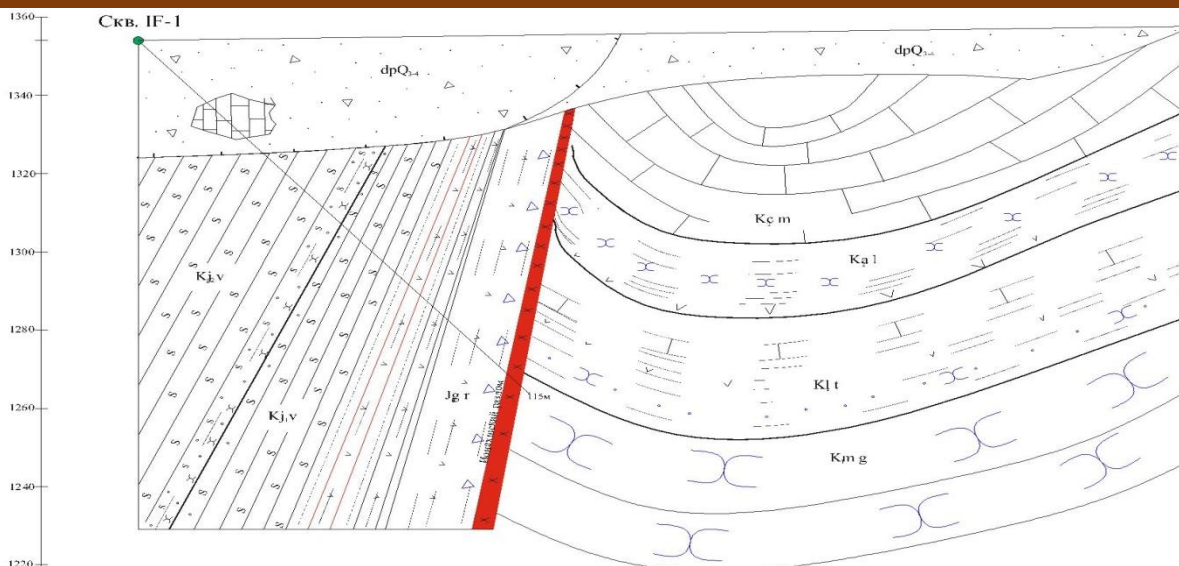


Рисунок 3 – Геологический разрез IF-1

Сейсмопрофилирование

На исследуемой территории данные сейсмических преломлений были записаны с 3 линий, содержащих 11 профилей. В каждом профиле места взрывов расположены на глубине 1 метра от поверхности. Данные записаны на 24 геофонах, находящихся на расстоянии 10 метров друг от друга.



Рисунок 4 – Местоположения линий 1,2 и 3, вдоль которого были рассмотрены сейсмические профили

В результате проведенного сейсмопрофилирования на исследуемой площади больших аномалий не обнаружено.

Три сейсмические линии преломления были разработаны в расположенной вниз по течению части правого р.Вахш. Главная цель этих исследований состояла в том, чтобы исследовать геотехнические особенности данного участка, поскольку сейсмическое преломление является одним из основных, классических методов прикладной геофизики.

По результатам работ, сейсмические данные были зарегистрированы вдоль 3 линий, которые содержат 11 профилей.

Основанный на сейсмических профилях, некоторые структуры могли быть идентифицированы, которые покрыты свободной почвой глинистыми материалами. В рассмотренной области от поверхности вниз к глубине 80 метров солёное тело не обнаружено.

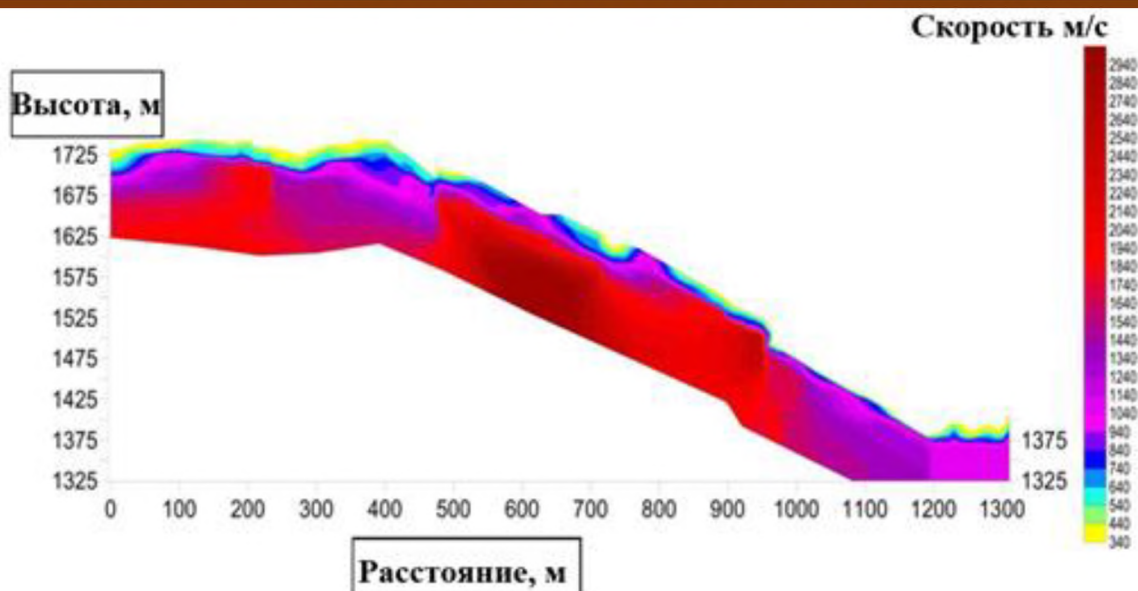


Рисунок 5 – Предложенная скоростная модель вдоль линии 1 использование метод Кригинг для интерполяции, рассматривая эффект топографии.

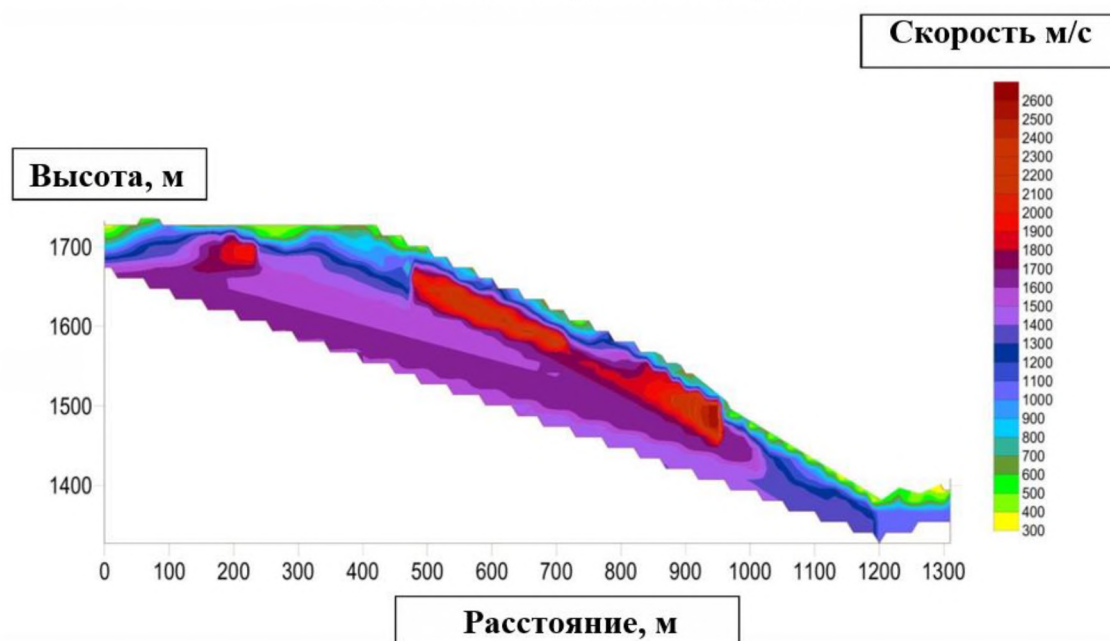


Рисунок 6 – Предложенная скоростная модель вдоль линии 1 использующий треугольный метод для интерполяции, рассматривая эффект топографии

ВЫВОДЫ:

В районе строительства Рогунской ГЭС и прилегающих к нему территорий в период проектирования с 1968 по 1990 годы выполнен большой объем изыскательских и научно-исследовательских работ, инженерно-геологической документации строительных выработок и натурных наблюдений за состоянием горного массива и сооружений. В настоящее время принципиальных изменений в инженерно-геологических условиях не произошло. Дополнительные исследования правого борта реки Вахш в нижнем бьефе были выполнены по техническому заданию международных экспертов Консорциума «Коиен эт Беллие» для уточнения геологического строения правобережного склона и обновления имеющейся информации, рассмотрения особых аспектов в сложном геологическом контексте объекта.

Пробуренные в 2012 году со сплошным отбором керна разведочные скважины в средней (IF-1, WRB-1, WRB-2) и верхней (DZ-2) части склона на исследуемом участке вскрыли почти весь комплекс пород мелового возраста и юры, по данным, которых пласты здесь залегают моноклинально, без видимых значительных нарушений, деформаций и наличия зон смещений. Скважины №IF-1 и №WRB-2 пробуренные глубиной, соответственно 110м и 230м вскрыли породы гаурдакской свиты юрских

отложений и зону Ионахшского разлома, где пласты соли отсутствуют. Скважина №DZ-2 пробуренная в верхней «платовой» части склона показала наличие в разрезе рыхлых делювиальных отложений мощностью 67м. В средней и нижней частях склона мощность этих отложений незначительна.

По данным геофизических исследований (сейсмопрофилеирование и микрогравиметрия) выполненных в 2012 году Иранской компанией «Ориёно» в верхней «платовой» части склона выявлена зона глубиной до 67м сложенная рыхлыми делювиальными отложениям, ниже которых залегают почти моноклинально коренные породы мела с углами падения в основном 40-60о (выше шва Ионахшского разлома) в северо-восточном направлении. С глубиной плотность пород увеличивается. Интерпретация геофизических данных с геологическими разрезами скважин показывают отсутствие на исследуемой площади значительных аномалий.

Во избежание обвалов и камнепадов обусловленным процессам выветривания, а также процессов оврагообразования на склонах выше НПУ (1290м) необходимо выполнить.

- анкерные крепления с установкой металлической сетки и нанесения набрызг бетона на отвесных скалах и местах сильно трещиноватых породах, разбитых на блоки;

- необходимо на местах развития оврагов провести мероприятия по отводу атмосферных осадков через водоотводящие каналы в сторону сая Кирбич с целью для уменьшения риска размыва легкорастворяемых на поверхности сильно выветрелых аргиллитов, алевролитов, мергелей и гипсов, а также покровных четвертичных отложений.

Рецензент: Якубов А.О. – к.т.н., доцент кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения» ТПУ им. академика М.С. Осими

ЛИТЕРАТУРА

1. Мушкетов И.В. Верненское землетрясение 28 мая (9 июня) 1887 // Тр. Геолкома. 1890. Т. 10. № 1. 154 с.
2. Reid H.F. The mechanics of the earthquake. In: The California earthquake of April 18, 1906. Rep. of the State Earthquake Invest. Comm. Wash.: Carnegie Inst. Publ., 1910. Vol. 2. 192 p.
3. Богданович К.И., Карк И.М., Корольков В.Я., Мушкетов Д.И. Землетрясение в северных цепях Тянь Шаня 22 декабря 1910 г. (4 января 1911 г.) // Труды Геол. Ком. Нов. сер. 1914. Т. 89. С. 1–170.
4. Хасанов Н.М., Холов Ф.А., Саидов С.А. Способы проведения цементационных работ в гидротехническом строительстве. Вестник, ТНУ- Душанбе: Серия геологических и технических наук 2022. №3. –С. 85-93.
5. Хасанов Н.М., Ятимов У.А. Геологические факторы, влияющие на разрушение устойчивости гидротехнических тоннелей. Вестник КГУСТА. 2018. № 2 (60). С. 94-98.
6. Альтовский М.Е. Справочник гидрогеолога, М., 1962г.
7. Гришин М.М. Гидротехнические сооружения. М. 1979г.
8. Войцеховский А.А. Рогунская ГЭС на р.Вахш (проект по оценке Техничко-экономических показателей ГЭС при уменьшении ёмкости водохранилища), г.Ташкент, 1993 г.

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

TJ	RU	EN
Хасанов Нурали Мамедович Доктор технических наук, и.о. проф, кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения»	Ҳасанов Нуралӣ Мамедович Доктори илмҳои техники и.в. проф, кафедраи «Асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ»	Khasanov Nurali Mamedovich Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi
e. mail: Khasanov.nurali@mail.ru		
TJ	RU	EN
Саидов Мансур Ҳамрокулович докторант Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана	Саидов Мансур Ҳамрокулович докторант Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология	Saidov Mansur Khamrokulovich doctoral student Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan
e. mail:		
TJ	RU	EN
Меҳрубонов Мирзохаёт Хасанович Соискатель Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана	Меҳрубонов Мирзохаёт Хасанович Унвонҷӯ Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология АМ ИТ	Mehrubonov Mirzokhayot Khasanovich Applicant Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan

КОМПОЗИТСИЯИ МЕЪМОРИИ БИНОҶОИ МАРКАЗҶОИ ИҶТИМОӢ**Н.Н. Ҳасанов¹, О.Ҳ. Амирзода², Ф.Н. Ҳасанов²**¹Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.Осимӣ²Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Ҷобачогузори марказҳои иҷтимоӣ (МИ) дар минтақаҳои сабзи наздишаҳрӣ ва дар деҳоти аз ҷиҳати экологӣ ҳавои тоза дошта, ки бо назардошти талаботи педагогӣ ва санитариву гигиенӣ мувофиқи мақсад аст, ба композитсияи маҷмуи биноҳои маҳал таъсири ҷиддӣ ва назаррас намерасонад. Дар мақолаи мазкур шароити ҷойгиршавии МИ, ки дар асоси ҷудо намудани маҳали иморатсозӣ, нақшаи муқарнас, сабззоркунӣ, самти вазидани шамол, мавҷуд будани сардобаҳо, таркиби гидрогеологӣ ва сабабҳои ғайра вобаста мебошад, мавриди баррасӣ қарор дода шудааст. Бо ин сабаб, бастакорӣи меъморӣи иншоот дар асоси таркиби функционалии он ва принципҳои нафосати меъморӣ барпо мегардад. Омилҳои мазкур шаклҳои бастакорӣи меъморӣи бинову иншоот, ҳалли ҳаҷмиву тарҳӣ, фазои меъморӣи дохиливу беруна онҳоро ташаккул медиҳанд. Шарту шароити бамӣномадаи иморатсозӣ, мавҷуд будани номувофиқатии раванди функционалӣ ҷиҳати ташкил додани фазои муҳити марказҳои иҷтимоӣ, тавсия додани се шакли қаблан маълуми бастакорӣи меъмориро, аз ҷумла: намуди мутамарказонидашуда, қисматӣ (блокӣ) ва ҷудогоноро (павилионӣ) имконпазир мегардонад. Шаклҳои тавсияшуда мувофиқан аз шаклҳои бастакорӣи мавҷуда сифатан фарқкунанда мебошанд, чунки онҳо бо назардошти сохтори таркибии зинадор тартиб дода шуда, ҷудо намудани хучраҳоро ба гурӯҳи таълимӣ ва умумиҷамъасавӣ, бар ивази маҷмуи хучраҳои таълимӣ ва хучраҳо барои хоб тарҳрезӣ мешаванд.

*Калидвожаҳо: маркази иҷтимоӣ, композитсия, хучра, таълимӣ, мавзӯ, сохтмон, таъинотӣ***АРХИТЕКТУРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ ЗДАНИЙ СОЦИАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ****Н.Н. Хасанов, О.Х.Амирзода, Ф.Н. Хасанов**

Полезное с точки зрения педагогики и гигиены размещение социальных центров (СЦ) в загородных зеленых зонах и в поселках с экологически чистым воздухом может оказать существенное влияние на общий состав окружающей застройки. В данной статье рассмотрены условия размещения СЦ, которые в основном зависят от выбора места строительства, его рельефа, благоустройства, ветроустойчивости, наличия водоемов, геологического строения и других факторов. С этой точки зрения композиция здания определяется главным образом в зависимости от его предполагаемой конструкции и архитектурно-строительной идеи. На их основе создаются композиционные типы зданий, формируют особенности конструктивного решения, а также архитектурно-пространственную среду. Различительные особенности условия строительства, а также отсутствие организационных и целевых противоречий позволяют рекомендовать три типа композиционно-пространственного формирования социальных центров: централизованный, блочный и павильонный. Каждый из этих типов, во многом имеют качественное отличие от соответствующих типов, используемых в современной практике, поскольку они формируются на основе ступенчатой структуры и предусматривают разделение помещений на учебные и общеучебные группы, а не на группы учебных помещений и спален.

*Ключевые слова: социальный центр, композиция, помещение, образовательный, расположение, конструкция, назначение.***ARCHITECTURAL COMPOSITION OF SOCIAL CENTER BUILDINGS****N.N. Khasanov, O.H. Amirzoda, F.N. Khasanov**

The placement of social centers (SC) in suburban green areas and in villages with ecologically clean air, useful from the point of view of pedagogy and hygiene, can have a significant impact on the overall composition of the surrounding buildings. This article discusses the conditions for placing a SC, which mainly depend on the choice of construction site, its topography, landscaping, wind resistance, the presence of reservoirs, geological structure and other factors. From this point of view, the composition of a building is determined mainly depending on its intended design and architectural and artistic design. These factors shape the compositional types of buildings, design features, internal and external architectural environment. Certain different construction conditions, as well as the absence of organizational and target contradictions, allow us to recommend three well-known compositional types of spatial formation of social centers: centralized, partial (block) and isolated (pavilion). Each of these types is qualitatively different from the corresponding types used in the experiment, since they are formed on the basis of a stepped structure and provide for the division of premises into educational and general educational groups, and not into groups of educational institutions. classrooms and dormitories.

Key words: social center, composition, premises, educational, location, design, purpose.

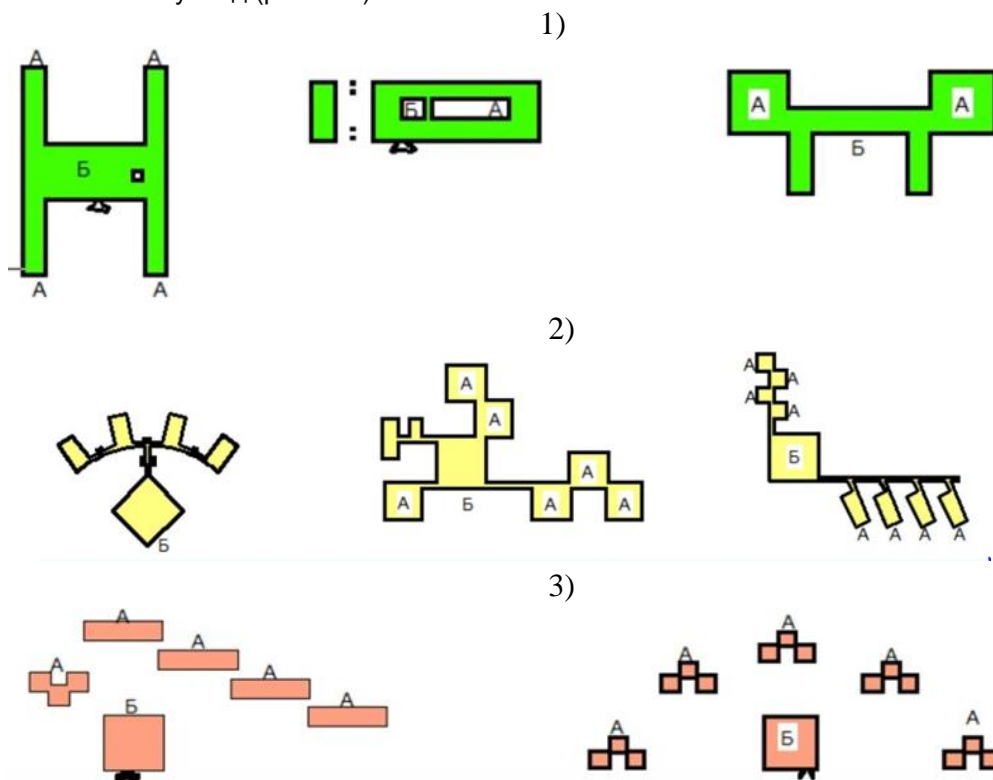
Ҳалли композитсияи (бастакорӣи) меъморӣи биноҳои марказҳои иҷтимоӣ дар умум аз се омилҳои асосӣ - шароити ҷойгиршавӣ дар маҳал, сохтори таъинотӣ ва фасоҳати меъморӣ-бадеӣ вобаста мебошад.

Ҷойгиронии марказҳои иҷтимоӣ дар маҳалҳои сабззоршудаи наздишаҳриву деҳотҷойҳои аз ҷиҳати экологӣ ҳавои тозадошта, ки дар асоси талаботи педагогӣ бо ҳаҷмҳои манфиатовару самарабахш мебошад, ба бастакорӣи меъморӣи маҷмуи бинову иншооти муҳити атроф таъсири ҷиддӣ ва назаррас намерасонад. Шарту шароити ҷойгиронии марказҳои иҷтимоӣ асосан бо интиҳоби маҳали иморатсозӣ, нақшаи муқарнас, сабззоркунӣ, самти вазиши шамол, мавҷуд будани сардобаҳо, таркиби гидрогеологӣ ва аз сабабҳои ғайра вобаста мебошад. Бинобар ин, бастакорӣи меъморӣи иншоот дар асоси ташаккули таркиби функционалии он ва принципҳои нафосати меъморӣ барпо гардида, омилҳои мазкур шаклҳои бастакорӣи меъморӣи бинову иншоот, ҳалли ҳаҷмиву тарҳӣ, фазои меъморӣи дохиливу беруна онҳоро ташаккул медиҳанд.

Шарту шароитҳои аниқу мухталифи иморатсозӣ, инчунин мавҷуд набудани муҳолифати ташкилии сохтори функционалӣ имконият фароҳам меоваранд, ки барои ташаккули меъмориву фазоии МИ намудҳои асосии ҳалли бастакорӣи меъморӣ, дар лоиҳақашӣ, сохтмон ва истифодабарии марказҳои

болозикр, аз қабилӣ мутамарказонидашуда, қисматӣ ё блокиронидашуда ва ҷудогона ё павилионӣ тавсия дода шавад.

Бояд қайд намуд, ки ҳар яке аз ин намудҳо аз намудҳои ба онҳо мувофиқи дар амал истифодашаванда сифатан фарқ менамоянд, чунки онҳо дар асоси сохтори зинадор тартиб дода шуда, ҷудошавии ҳуҷраҳоро ба гурӯҳи таълимӣ ва умумимарказӣ, бар ивази гурӯҳи ҳуҷраҳои таълимӣ ва истиқоматӣ пешбинӣ мекунанд (расми 1).



Расми 1 – Нақшаҳои намудҳои ҳалли бастакорӣ меъморӣ МИ.

А – гурӯҳи таълимӣ-истиқоматӣ. Б – бинои ҳуҷраҳои умумимуассисавӣ. 1- намуди мутамарказонидашуда; 2 - намуди қисматӣ (блокиронидашуда); 3 - намуди ҷудогона (павилионӣ).

Намуди мутамарказонидашуда дар асоси якҷояшавии гурӯҳи таълимӣ истиқоматӣ ба қисмати ҳуҷраҳои умумимарказӣ ташкил дода мешавад. Ҳалли бастакорӣ намуди мазкур МИ, аслан навъи мураккабу душвори рушдёрдор дорад ва он аз талаботи меъёрии таъминоти рушноии табиӣ ва муҳофизат аз садо ғалоғула, шарту шароити мустақилонаи маҷмуъи ҳуҷраҳои гуногуни функционалӣ бо баромаду даромадгоҳҳои алоҳида ба саҳни ҳавлӣ ва маҳдудияти шумораи ошёнаҳои бино вобастагӣ дорад.

Шакли композитсияи мутамарказонидашуда ҳамчун намуди ихчам, барои бунёд намудани МИ дар тамоми ноҳияҳои иқлимӣ сохтмони ҷумҳурӣ мувофиқ мебошад.

Намуди қисматӣ ё блокиронидашуда робитаи бевосита қисматҳои функционали бинои МИ-ро танҳо дар доираи маҷмуъи ҳуҷраҳои асосӣ, гурӯҳи ҳуҷраҳои таълимӣ- истиқоматӣ ва ҳуҷраҳои умумимарказӣ пешбинӣ намуда, дар он алоқамандии гурӯҳҳо васоити роҳрав-гузаргоҳҳои пӯшида иҷро мегардад.

Намуди мазкур ҳалли бастакорӣ меъморӣ хусусан барои марказҳои таълимӣ тавонбахшии иқтисодӣ калондошта мувофиқ аст. Дар онҳо гурӯҳи тарбиягирандагонӣ бемории мухталифдошта, дар гурӯҳи ибтидоӣ - қисмати таълимӣ истиқоматӣ аз якҷанд воҳиди таълимӣ истиқоматӣ иборатбуда, ки бо толори бисёртаъинота бо ҳам алоқаманданд, пешбинӣ мегарданд. Дар чунин қисматҳои таълимӣ истиқоматӣ барои гузаронидани дарсҳо, тайёр намудани вазифаҳои хонагӣ, таомхурӣ, истироҳату корҳои берун аз синф, хобу табоат ва чорабиниҳои тавонбахшӣ, ки бояд бо таҷҳизоти доимӣ мураккаб ҷиҳозонида шавад, иҷро карда мешаванд.

Бунёди намуди ҷудогона ё павилионӣ барои ноҳия ва вилоятҳои минтақаҳои ҷанубии кишвар хос буда, шарту шароитҳои иқлимӣ табиӣ ин маҳалҳо барои ҷойгир намудани биноҳои алоҳидаи марказ, бе дарназардошти роҳрав-гузаргоҳҳои пӯшидаи гарм имкон медиҳад. Дар ин ҳол, масоҳати зери сохтмони биноҳои алоҳида начандон калон буда, намуди мазкур, барои МИ-и дар маҳалҳои бо нақши муқарнаси мураккаб бунёдшаванда ва умуман барои ҳамаи манотиқи ҷумҳурӣ хосу ниҳоят мусоид мебошад. Дар он имконияти ҷойгиронии тамоми биноҳои марказ бо назардошти пастубаландии нақши муқарнаси маҳал мавҷуд мебошад.

Фасеҳияти тарҳрезӣ. Дар давраи рушду нумуъи ҳамаҷонибаи илмию техникӣ раванди таълиму тавонбахшии МИ метавонанд ба тағйиротҳои назаррас рӯ ба рӯ гардида, онҳо аз ҳама бештар ба методҳои раванди таълим, ки мувофиқан талаботи муосирро нисбати бунёди муҳити меъмориву фазоги МИ ва ташаққули пояи моддию техникии он ба миён меоварад, дахлдор бошанд.

Таҳлилҳои аз ҷониби муҳаққиқ Ҳасанов Н.Н. [1] амалишуда, собит месозанд, ки марказҳои таълимиву тавонбахшии дар асоси лоиҳаҳои намунавӣ дар муддати тақрибан ҳар 7-8 сол маънаван қуқнаву фарсуда мешаванд.

Дар кишварҳои тараққинамудаи ҳақон мунтазам роҳҳои ҳалли истифодаи фасеҳи муассисаҳои таълимӣ дар асоси тағйирёбии методҳои таълиму тавонбахшӣ амалӣ мегарданд [1, 2, 3, 4]. Роҳи дурусти ҳалли масъалаи мазкур аз бунёди муҳити аз конструкцияҳои сохтмонӣ озоди фазои дохилии биноҳо бо пешбинӣ намудани миёнадеворҳои ҷудо- ва ҷамъшаванда, аснобу таҷҳизоти махсус, ки вобаста аз тағйиротҳо дар раванди таълиму тавонбахшӣ таҷдиду азнавсозӣ мегарданд, ба ҳисоб меравад.

Агар ин тарзи ҳалли масъала барои макотиби таълимии таълимоти умумӣ муфиду самаранок бошад, барои МИ кӯдакони маъҷубиятдошта, аз лиҳозе, ки дар он хусусияти ҳаёту фаъолияти хонандагон ҷобачогузори мухталифи ҳуҷраҳо ва дар ҷойи муайян мустаҳкам намудани аснобу таҷҳизотро металабад, тамоман ғайриимкон аст.

Бояд қайд намуд, ки масъалаи истифодаи фасеҳи тарҳи биноҳо барои МИ низ вучуд дорад. Танҳо бо назардошти он, ки дар қиёс бо макотиби муқаррарӣ, дар онҳо ивази пайвастаи усулҳои таълим пешбинӣ нашуда, балки ба талаботи истифодабарии биноҳо дар вақти авҷи эпидемия ва тағйироти таносуби хонандагон вобаста ба шакли дараҷа беморӣ дар ҳудуди як намуди муассиса, дар ҳолати қабули навбатии хонандагон алоқамандбуда, амалӣ мегардад.

Сохтори функционалии зинагии марказҳои таълимӣ-тавонбахшии пешниҳодшуда метавонад асос барои ҳалли фасеҳии тарҳи биноҳо фароҳам оварда, ҷойгиркунии хонандагон дар унсурҳои ҳаҷмиму тарҳии ибтидоии мустақил, метавонад барои ворид намудани тағйирот дар ҳаёти таркибии марказ, дар шаклҳои мухталиф имконият диҳад.

Бузургии камтарини дифференсатсияи ҳаёти тарбиягирандагон дар асоси ғунҷоиши 2-синфаи воҳиди таълимӣ-истикоматӣ, баробар ба 24-32 нафар, вобаста ба намуди марказ муқаррар гардида, он қомилан ба шумораи камтарини тарбиягирандагон, ки вобаста ба шакли хусусият ва пайдо гардидани беморӣ ба талаботи таъмини шароити махсуси таълимиву тавонбахшӣ мусоид бошад [1].

Миқдори ҷойҳои воҳиди 2-синфа, тахминан аз даҳ фисади ғунҷоиши умумии МИ иборат буда, он бояд барои ҷудошавӣ ба қисмати алоҳидаи муҳофизатшуда дар давраи бемориҳои сироятӣ мувофиқ бошад.

Бо ҳамин, фасеҳии тарҳии истифодаи биноҳо зарурате мебошад, ки бо назардошти шарту шароитҳои махсуси дар боло зикргардида пайдо гардида, ба воситаи сохтори тарҳии дохилаи бино қомилан ҷудо намудани ҳаёти тарбиягирандагонро таъмин мекунад.

Дар ташаққули муҳити меъморӣ ва фазоги биноҳои МИ ду омил таъсирбахш ва ҳалқунанда, яъне будубоши доимии тарбиягирандагон дар тули даҳ, дувоздаҳ соли ҳаёт ва хусусиятҳои бемории онҳо назаррас мебошанд. Боиси зикр аст, ки меъмор дар баробари тарҳрезии лоиҳа ва бунёди биноҳо, новобаста аз вазифаҳои функционалии он, аз ҷумла биноҳои МИ бо эҷоди худ бевосита дар раванди таълимиву тавонбахшии тарбиягирандагон иштирок намуда, ба ҳаёту фаъолияти ҳамаҷунан онҳо метавонад таъсири муфиду мусбӣ ва ё манфӣ расонад.

Бинобар ин, фазои меъморӣ бояд шакли сохтори мухталиф дошта, дар мафкураи тарбиягирандагон ҳиссиёти мусбӣ ва меҳри кӯдакони онҳоро нисбати мактаби худ бедор кунад. Тарафи дигари масъала, зарурати ба инобат гирифтани муайян кардани хусусиятҳои равониву ғисмонии кӯдакони маъҷубиятдошта дар ҳалли меъморӣ-тарҳрезии биноҳои МИ, ҳадафии ниҳонии муҳайёосозии шарту шароитҳои қобили қабули будубоши онҳо дар муҳити меъморӣ ва ёрии бевосита дар бартарафсозии бемориҳои кӯдакон мебошад.

Мутаффақир Буров А.К. дар яке аз асарҳои худ “Дар бораи меъморӣ” [5] навиштааст: “Робита бо табиатро бояд аз нав барпо намуд, фақат на ба таври “ба қафо аз табиат”, балки бо шарт “ба пеш ба сӯи табиат”.

Меъмор Вальтер Гроппиус [6] иброн намудааст, ки “Фазо ба дохил ва берун ҳаракат намуда истода, шакли беканори фазои беруна метавонад як қисми бастакории меъморие бошад, ки ҳудуди он бо тавораҳо ба мисли гузашта маҳдуд нагардида, балки берун аз бино ба муҳити атрофи он рушд меёбад”.

Ақидаи мазкурро муҳаққиқ Эдуард Д. Стоун низ тақвият додааст. “Ҳама гуна бино бояд дар сатҳи муайян бо табиат дар мувофиқа бошад. Он бояд ба табиат мутобиқ буда, бар хилофи қонуниятҳои табиии муҳити атрофи мо набошад. Масалан, гармӣ, сардӣ ва нурҳои офтоб. Ин фавқуллода қувваи бузургест. Мо барои сохтани бинои шишабандишуда дар қучое набошад ҳаракат намуда, қонунҳои табиатро ба инобат намегирем” [1].

Будубоши тарбиягирандагон дар муҳити дохили бино ва саҳни ҳавлии он гузашта, бояд равандҳои таълимиву тавонбахшӣ ва речаи рӯзгузаронии ба он мувофиқ, алоқамандии пайвастаи байни бино ва ҳавлии онро таъмин намояд. Аз ин лиҳоз, муҳити меъмориву фазоги МИ бояд ҳамчун маҷмуи фазои

дохла ва беруна, ки аз тарафи меъмор дар асоси талаботи педагогика, тиб, психология, экология ва эстетика ташаккул ёфтааст, баррасӣ карда шавад.

Таъсири муҳити атроф дар рушди организми тарбиягирандагон, дарки муҳити атроф, таъсири назарраси психолог ба онҳо ва алоқамандиҳо бо муҳити табиӣ атроф, зарурати робитаи зичи бино ва табиатро муайян намуда, ин ҳамбастагиро бо ду раванд, яқум функционалӣ ва дуҷум меъморӣ-психологӣ муайян кардан мумкин аст.

Раванди функционалии масъала дар асоси истифодаи сохтори зинагии қабулшуда, ки чудосозии қисмати таълимию истиқоматии биноро ба гурӯҳҳои алоҳидаи 1-2 ошӯна, бо баромадгоҳҳои мустақилона ба саҳни ҳавлии МИ таъмин менамояд, метавонад амалӣ карда шавад.

Раванди меъмориву психологии масъала бошад, бояд бо ҳалли мусоиди ҳаҷмию тарҳии бино вобаста бошад ва унсурҳои муҳити табиӣ атрофро дар бар гирифта, “кушодашавии” фазои дохилаи биноро ба муҳити атроф, ки пайваста мавҷудияти табиатро дар тафаккури тарбиягирандагон ҷой менамояд, пешбинӣ кунад. Муносибати мазкур ҷиҳати ташаккули меъморӣ МИ дар умум, хоси ташаккули муҳити зисти инсоният ба ҳисоб меравад.

Ҳаракату кӯшиш барои алоқаманд намудани бино бо муҳити атрофи табиӣ, ҳамзамон талаботи махсуси дар боло зикршуда, барои ташкил намудани сохтори тарҳрезии қитъаи замин таъсири назаррас дорад. Қитъаи замини МИ бо назардошти минтақабандии функционалӣ ба қисмҳои таълимию таҷрибавӣ, варзишӣ, хоҷагидорӣ ва минтақаи истироҳатӣ ҷудо карда шуда, дар минтақаҳои таълимию таҷрибавӣ ва истироҳатӣ тақсимоли тарбиягирандагон вобаста ба синну соли онҳо ба майдончаҳои ҷудоғона иҷро карда мешаванд.

Дар асоси таҳқиқотҳои дар муассисаҳои амалкунанда аз ҷониби олимони Степанов В.К., Ҳасанов Н.Н., Шокиров Р.М., Аҳмад Ҷовид ва муаллифон гузаронидашуда, тавсияҳои омӯзгорон ва мутахассисони соҳаи гигиена, дар асоси андозаҳои меъёрии майдончаҳои варзишӣ, ҳамзамон тартиби истифодаи аломатҳои мавқеъмуайянкунӣ, ҳайат ва масоҳати қитъаҳои замини МИ барои намудҳои мухталифи биноҳо пешбинӣ гардидаанд.

Дар қатори мавқеъбандии функционалӣ ва сохторӣ вобаста ба хусусиятҳои синну соли хонандагон ҷудошудаи қитъаи замин, дар ободонию ҳудуди МИ бояд хусусиятҳои нуқсонҳои руҳиву ҷисмонии тарбиягирандагон низ аз мадди назар дур намонад.

Хусусиятҳои бемориҳои гуногуни тарбиягирандагони МИ, норасоӣ ва ё қисман косташавии ин ва ё он узви ҳиссиёт, зарурати ворид намудани воситаҳои аломатӣ ва ёрирасонро ба муҳити атроф, ки бехатарӣ ва суръати мусоиди ҳаракатро метавонанд таъмин кунанд, тақозо менамояд. Онҳо ба воситаи аломатҳои беруна ва дохила тақсим гардида, вобаста ба хусусият ва таъсироти худ, ба гурӯҳҳои воситаи аломатҳои равшанидиҳанда, рангӣ, сатҳи барҷастадошта ё релефӣ ва тобишӣ, садогӣ ва электромагнитӣ тасниф мешаванд.

Пиёдароҳравҳо дар ҳавлии МИ бояд аз рӯи нақшаи росткунҷа тарҳрезӣ карда шуда, ҳар як роҳрав бевосита ба ҳадафи ҳаракат, даромадгоҳ ба бино бурда расонад. Болопӯши ин пиёдароҳравҳо бояд аз рӯи ранг ва масолеҳ аз дигар сатҳҳои муҳити атроф фарқкунанда бошад. Канори роҳравҳо ҳамчун нишонаи равиши ҳаракат хизмат намуда, он аз сангҳои хошиявӣ (бордюрӣ), ки аз сатҳи рӯйпуши роҳрав бояд 10 см баландтар ва инчунин ранги ин сангҳои хошиявӣ аз ранги рӯйпӯши роҳ ва сатҳҳои дигари атроф фарқ дошта бошад. Манбаъҳои равшанидиҳанда, ҷароғак-фонусҳо бояд аз як тарафи роҳи пиёдагард пешбинӣ карда шаванд [1].

Ҷойҳои даромад ба биноҳо бояд бо ранги фарқкунанда рангубор карда шуда, инчунин пеш аз онҳо унсурҳои садои форамдошта пешбинӣ гардида, дарҳои даромаду баромад бо рангҳои ҳархелаи тобон молида шаванд.

Майдончаи даромаду пешзинаҳо ва лавҳаҳои ахборотӣ-иттилоотӣ бояд бо равшанию зарурии меъёрӣ таъмин карда шаванд.

Роҳраву гузаргоҳҳо ва роҳҳои асосӣ асфалтпӯш карда шуда, роҳравҳои сайругаштӣ бошад, бо мақсади таъмин намудани ҳаракати бехатари тарбиягирандагон, бо назардошти ҳаракати муқобил, бо бари на кам аз 3,0 метр ва аз 2 ҷониб бо таворапанҷараи баландиаш 0,9 м. бояд пешбинӣ гарданд.

Буриши кундаланги роҳравҳои асфалтпӯш камоншакл қабул шуда, маркази он вобаста ба бари онҳо, аз ду тарафи канорӣ бояд 5-15 см баландтар бошад. Дар ҳудуди гардишҳо, буриши роҳҳо, иморатҳо, появу сутунҳо ва дигар унсурҳои моневӣ, таркиби болопӯши роҳрав бояд аз масолеҳи калонзарра омода гардад. Дар ин ҳолат сатҳи рах - рахдоштаи роҳраву пиёдагардҳо ба кафи пой эҳсос карда шуда, он ҳамчун аломати огоҳӣ ҷиҳати пастар кардани суръати ҳаракат мегардад.

Дар саҳни ҳавлии МИ бояд пешбинӣ намудани кабудизорро низ дар назар дошта, ҷойгиронии гурӯҳҳои муайяни навъи дарахтон, буйи онҳо (навъҳои дарахтони сӯзанбарг, мевадиҳанда ва ғайра) барои кӯдакони маъҷуб дар вақти ҳаракат ҳамчун воситаи муайянсозии равиши ҳаракат хизмат мерасонанд. Ҳамзамон ба сифати аломати мавқеъмуайянкунӣ шинондани гулҳои серранг аз манфиат холӣ намебошад.

Барои кӯдакони маъҷубиятдошта бозӣ яке аз воситаҳои муҳими тарбиявӣ-тавонбахшӣ ба ҳисоб рафта, бо истифода аз бозиҳои гуногун онҳо метавонанд фазои атрофро ҳис намоянд, чусту чолокӣ, қувва ва ҷасурӣ, шунавоӣ ва ломисаи худро инкишоф дода, ҳаракати озод ва сабуки худро сайқал диҳанд.

Дар раванди таълиму тавонбахшӣ бозиҳои гуногун бояд бештар амалӣ шуда, аксаран онҳо бояд дар ҳавои тоза бо назардошти шарту шартҳои зерин гузаронида шаванд: дар саҳни ҳавлии МИ бояд майдончаи ихоташудаи ҳамвор, шиббакардашуда ва ё алафзоркардашуда тарҳрезӣ гардад. Беҳтараш, бояд майдончаи бози кӯдакон дар алоҳидагӣ ҷойгир бошад; агар майдонча сабзапуш бошад, дар атрофи он тасмаи чим бо васегии 1-1,5 м. тоза карда шуда, агар майдонча шиббашудаи регпӯш бошад, баръакс гирдогирди он бо васегии қайдшуда, чимпӯш ё алаф кишт карда мешавад. Баландии ҳархела ба тарбиягирандагон имконият медиҳанд, ки андозаҳои канори майдончаро ба хубӣ дарк карда, дар он муайян кардани мавқеи худро осон созанд [1].

Дар вақти пешбинӣ намудани майдончаи доимӣ, тасмаҳои канориро бояд каме моил тарҳрезӣ карда, яъне аз майдонча сар карда тасмаҳо оҳиста оҳиста зери кунҷи 10-12° баландтар мешаванд, бари он 3-3,5 метр қабул гардад. Дар ин вақт, сатҳи бологии тасмаҳо ва майдонча якхела пешбинӣ шуда, ҳатто моилии начандон назарраси он, метавонад ба сифати аломати эҳсосшаванда барои бозингарон хизмат расонад.

Ба мисли тамоми иншооти меъморӣ сатҳу сифати баланди тахассусидошта, ҳалли ҳаҷмию тарҳии МИ барои кӯдакони маъҷубиятдошта, ташаккули фазои дохилаи он аз амалисозии вазифаҳои функционалии ҳуҷраҳо ва алоқамандии байниҳамдигарии онҳо вобаста мебошад.

Муқарриз: Ғанизода Ҷ.Ш. – номзоди меъморӣ, профессор, ректори Донишқадаи давлатии санъати тасвирӣ ва дизайни Тоҷикистон

АДАБИЁТ

1. Хасанов Н.Н. Научно-прикладные и теоретико-исторические аспекты архитектурно-планировочных решений социальных комплексов для детей с ограниченными функциональными возможностями // Монография. – Душанбе: Совет по внедрению и публикации НИР ТТУ имени академика М.С. Осими, протокол №51 от 21.11.2022 . – 304 с.
2. Аҳмад Ҷовид Тафақур. Муассисаҳои иҷтимоӣ барои кӯдакони нуксонӣ узвҳои бинишдошта (барои шароити Ҷумҳурии Ислонии Афғонистон). Рисолаи докт PhD. Душанбе, с. 2019.
3. Хасанов Н.Н., Шокиров Р.М., Аҳмад Ҷовид. Принципы проектирования социальных комплексов для детей с ограниченной функциональной возможностью. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 1. № 1 (45). С. 125-130. - г. Душанбе: 2019.
4. Степанов В.К. Специализированные школы. М., Стройиздат, 1973.
5. Буров АЛ. Об архитектуре. М., Стройиздат 1960.
6. Гропиус В. Границы архитектуры. М., Искусство, 1971.

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

TJ	RU	EN
Ҳасанов Нозимшо Назокатшоевич докт. меъморӣ, и.в. проф.	Хасанов Нозимшо Назокатшоевич докт. арх, и.о. проф.	Khasanov Nozimsho Nazokatshoevich Dr. arch, acting prof.
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими e. mail: nozimsho-58@mail.ru	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi
TJ	RU	EN
Амирзода Ориф Ҳамид д.и.т., дотсент ИМОГваЭ АМИТ	Амирзода Ориф Ҳамид докт. техн. наук, доцент ИВПГЭ НАНТ e. mail: orif2000@mail.ru	Amirzoda Orif Hamid Dr. arch, acting prof. IWPHE NASN
TJ	RU	EN
Ҳасанов Фирдавс Нозимшоевич унвонҷӯй ИМОГваЭ АМИТ	Хасанов Фирдавс Нозимшоевич соискатель ИВПГЭ НАНТ e. mail: kapitelh@mail.ru	Khasanov Firdavs Nozimshoevich applicant IWPHE NASN

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА МАГНЕЗИАЛЬНО-КАРНАЛЛИТОВУЮ СМЕСЬ

А.А. Акрамов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье приведены результаты применения магнезиально-карналлитового вяжущего для получения смеси обладающей высокой прочностью, пластичностью и термостойкостью. Основными материалами при работе являлись отход металлического магния и каустический магнезит. В качестве добавок применялись: известняк, трепел и аргиллит.

Ключевые слова: карналлитовый шлам, каустический магнезит, известняк, трепел, аргиллит, прочность.

ТАЪСИРИ ИЛОВАҶО БА ОМЕХТАИ МАГНЕЗИАЛӢ-КАРНАЛЛИТ

А.А. Акрамов

Дар мақола натиҷаҳои истифодабарии пайвандгари магнезия-карналлит барои ба даст овардани омехтаи дорoi мустаҳкамии баланд, чандирӣ ва муковимати гармӣ оварда шудааст. Масолеҳи асосие, ки дар қор истифода шуд, ин партови метали магний ва магнезити каустикӣ мебошад. Иловаҳои зерин истифода шуданд: оҳаксанг, триполи ва аргиллит.

Калидвожаҳо: шлами карналлит, магнезити каустикӣ, оҳаксанг, трипол, аргиллит, мустаҳкамӣ.

INFLUENCE OF ADDITIVES ON MAGNESIAN-CARNALLITE MIXTURE

A.A. Akramov

The article presents the results of using magnesia-carnallite binder to obtain a mixture with high strength, ductility and heat resistance. The main materials used in the work were waste metal magnesium and caustic magnesite. The following additives were used: limestone, tripoli and argillite.

Key words: carnallite slurry, caustic magnesite, limestone, tripoli, argillite, strength.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с возникшей за последние десятилетия тенденцией к получению вяжущих веществ, в состав которых помимо традиционных компонентов включаются отходы различных производств (что зачастую не только не ухудшает свойства смесей, но при определенных обстоятельствах даже улучшает некоторые характеристики), к настоящему моменту насчитывается уже не одна сотня работ, посвященных таким разработкам. Тем не менее, изучению ввода техногенных отходов в магнезиальное вяжущее не уделялось должного внимания.

Данное вяжущее обладает рядом примечательных характеристик (повышенная прочность на изгиб и сжатие, коррозионная стойкость, огнестойкость, нейтральный состав продуктов твердения, отсутствие необходимости во влажной среде при твердении, низкая теплопроводность и так далее [1, 6]). Однако по ряду причин (превалирующей из которых является высокая стоимость сырья для получения каустических магнезита и доломита, а также отсутствие соответствующих месторождений в Республике Таджикистан) широкого распространения в нашей стране оно не получило. Вместе с тем, введение техногенных отходов может сократить расход самого вяжущего, а также впоследствии способствовать получению прочного камня с оптимальными параметрами, удовлетворяющими требованиям потребителя.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящей работе в каустический магнезит вводился отход производства металлического магния – карналлитовый шлам, основным соединением которого являлся непосредственно карналлит (представляет собой смешанную соль калия и магния $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$).

Введение такого шлама в смесь позволяет при затворении использовать воду, а не растворы солей магния, которые способствуют образованию. Существует несколько патентов [2, 3, 7-9], которые получали подобную смесь для тампонажных цементов, применяющихся для скважин нефте- и газодобывающей промышленности. В этих же исследованиях использовались такие добавки, как полифосфат натрия, борная кислота и суперфосфат, которые, согласно данным, играют роль замедлителей схватывания и пластификаторов (приводит к снижению водопотребности смеси).

Кроме того, чтобы регулировать сроки схватывания и прочностные характеристики образующегося при затворении цементного камня, дополнительно вводились еще три добавки: известняк, трепел и аргиллит. Предполагается, что карбонатная добавка (известняк) увеличит устойчивость к углекислотной коррозии, кремнеземистая (трепел) будет способствовать образованию силикатов магния, а алюмосиликатная (аргиллит) повлияет на формирование алюмосиликатов магния.

Согласно патенту № 2374293 [2, 7-9], химическое взаимодействие суперфосфата, триполифосфата натрия и борной кислоты между собой и с компонентами, а также продуктами гидратации магнезиального вяжущего в среде раствора хлористого магния в присутствии глиноземной составляющей (представлена аргиллитом), либо микрокремнезема (представлен трепелом) может привести к образованию труднорастворимых комплексных соединений на поверхности наиболее активных зерен магнезиального цемента и его гидратных новообразований. В результате этого возможно снижение плотности тампонажного раствора, замедление процесса структурообразования реакционной массы, обеспечение расширения, устранение растрескивания и повышение водосолестойкости формирующегося цементного камня.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Таким образом, для изучения влияния на качество вяжущего каждой добавки, а также для выявления вероятного синергетического воздействия, была исследована серия образцов из смесей, содержание добавок в которых представлено в таблице 1 (также в данной таблице для наглядности показаны прочностные характеристики образцов из исследуемых смесей). Само вяжущее на 20 % состояло из каустического магнезита и на 80 % из карналлита.

Отдельно проводились исследования серий образцов с замедлителями и пластификаторами, содержание которых было следующим: суперфосфат (1 %), полифосфат натрия (1 %), борная кислота (0,5 %).

Таблица 1 - Содержание добавок в исследуемых смесях

№	Компоненты (добавки) смеси	Содержание компонентов, % (от массы исходного вяжущего)	Прочность на сжатие, МПа		
			2 суток	7 суток	28 суток
0	Бездобавочный (контрольный)	-	2,347	3,880	7,183
1	Известняк	5	2,305	1,602	2,748
2	Трепел	20	0,769	1,917	3,597
3	Аргиллит	20	0	0,680	2,204
4	Трепел	20	0	0,746	3,688
	Аргиллит	20			
5	Трепел	20	0,366	0,671	3,574
	Известняк	5			
6	Аргиллит	20	0	0,689	4,748
	Известняк	5			
7	Трепел	20	0,782	0	5,119
	Аргиллит	20			
	Известняк	5			

Добавление известняка, трепела и аргиллита приводит к снижению водопотребности вяжущего, причем наибольшее снижение наблюдается при совместном использовании аргиллита и известняка (его водопотребность составила 19,75 %; для бездобавочного - 23,5 %). Ускоряют начало схватывания (по сравнению с бездобавочным вяжущим, начало схватывания которого наступает после 6 минут, а конец – через 35 минут) известняк, а также совместное использование трепела, аргиллита и известняка (для обеих смесей 5 минут). Ни одна из добавок не смогла ускорить конец схватывания.

Замедлители схватывания снижают водопотребность всех вяжущих (наименьшее значение этой величины также у образцов с совместным введением аргиллита и известняка – 15,0 %). Кроме того, введение замедлителей схватывания оказало очень сильный эффект на сроки схватывания: для всех образцов начало схватывания наступило не ранее, чем через сутки, а конец – не ранее четырех суток. Также наблюдалось снижение водопотребности всех вяжущих (по сравнению с бездобавочным вяжущим).

С целью выявления фаз, образующихся на ранних сроках схватывания под действием замедлителей схватывания, был сделан рентгенофазовый анализ смеси (рис. 1), содержащей 20 % трепела, после 4-х суток с момента затворения.

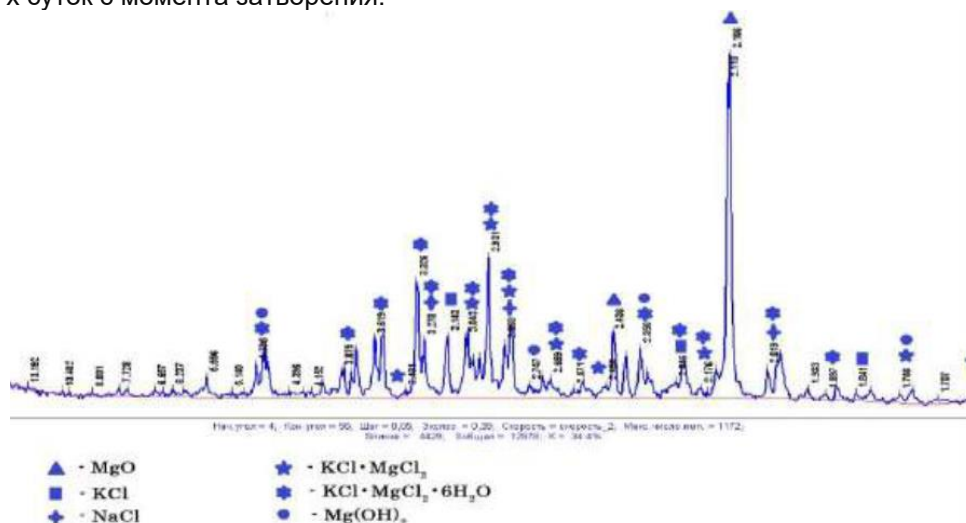


Рис. 1 – Рентгенофазовый анализ магнезиально-карналлитового вяжущего с добавлением 20% трепела и замедлителей схватывания

На рентгенограмме четко прослеживается пик 2,108 – это говорит о том, что в формирующемся камне еще присутствует значительное количество несвязанного MgO. Также не наблюдается образование гидрооксихлоридов магния, которые в значительной степени воздействуют на синтез прочности образующегося камня.

ОБСУЖДЕНИЕ

Как уже указывалось ранее, набору прочности способствует присутствие в продуктах гидратации гидрооксихлоридов магния. Чтобы выявить их наличие, после 28 суток твердения был проведен дифференциально-термический анализ магнезиально-карналлитового вяжущего с замедлителями схватывания (рис.2).

Полученные данные свидетельствуют о том, что при нагревании протекают следующие процессы:

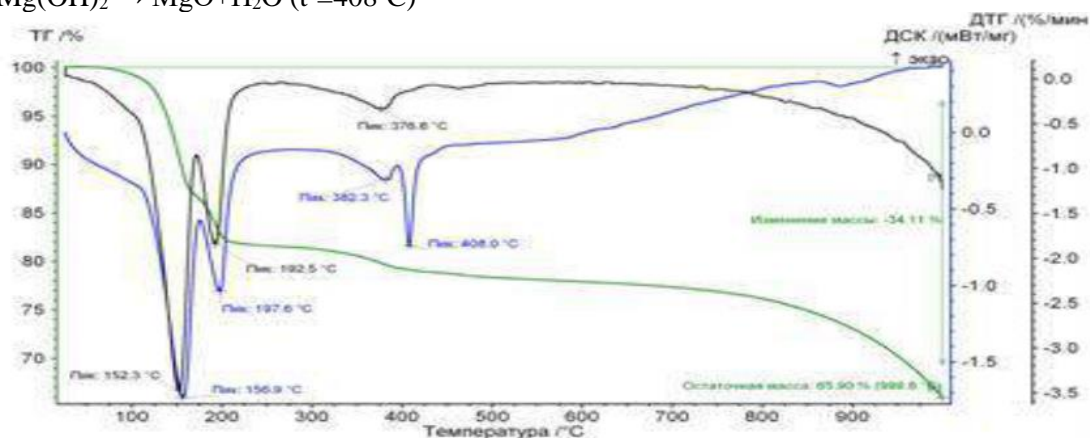
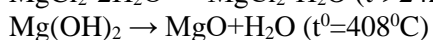
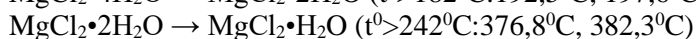
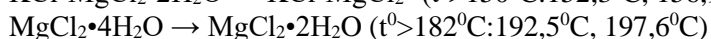
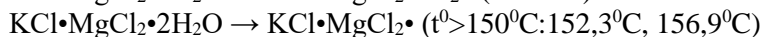


Рис.2 – Дифференциально-термический анализ вяжущего с замедлителями схватывания (28 суток)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате гидратации образуются гидратированные хлориды магния.

Прочность растворов с соотношением вяжущее: песок = 1:3 приведена в таблице 1. Наибольшей прочностью в процессе твердения обладает образец, в который введены только замедлители. Падение прочности на 7-е сутки может быть объяснено образованием гидроксида магния. Так как прочности на сжатие рассматриваемых образцов крайне малы и совершенно не соотносятся с требованиями ГОСТа, предъявляемого к магнезиальным вяжущим (не менее 40 МПа [4, 11-13]). К тому же, влияние замедлителей схватывания в настоящий момент непомерно велико, поэтому необходимо осуществить поиск решений, позволяющих контролировать сроки схватывания.

Рецензент: Амирзода О.Х. – д.т.н., и.о. проф. Директор института водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РУП

ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалов В.М., Морозова И.А., Мандрикова О.С., Щелокова Л.С. Техногенное сырье в производстве цемента // В сб.: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области Белгородский государственный технологический университет им. В.В. Шухова. 2015. С. 185-192.
2. Мирюк О.А., Ахметов И.С. Вяжущие вещества из техногенного сырья. — Рудный: Рудненский индустриальный институт, 2002. 250 с.
3. [http://www.freepatent.ru/patents/2374293]
4. [http://www.findpatent.ru/patent/254/2542028.html]
5. Технология вяжущих веществ / Ю.М. Бутт, С.Д. Огороков, М.М. Сычев, В.В. Тимашев // — М.: Высшая школа, 1965. 620 с.1.
6. Шарифов А., Камолов Г. Применение отхода флюоритового производства в составе цементных бетонов. -Докл.АН Тадж.ССР, 1989, №9, с.611-614.
7. Шарифов А. А.с. СССР №1590464, МКИ С 04 В 28/02, 24/10. Способ получения добавки для бетонной смеси, 1984.
8. Шарифов А. А.с. СССР №1664763, МКИ С 04 В 28/18. Комплексная добавка для бетонной смеси, 1984.

9. Шарифов А. А.с.СССР №1735225, МКИ С 04 В 24/38. Комплексная добавка для бетонной смеси, 1985.
10. Шарифов А., Умаров У.Х., Камолов Г., Саидов Д.Х., Хокиев М.К. Эффективный регулятор схватывания вяжущих веществ. -Сухие строительные смеси, 2011, №4, с.32-33.
11. Шарифов А., Умаров У.Х., Камолов Г., Саидов Д.Х., Хокиев М.К. Регулятор процесса схватывания неорганических вяжущих веществ. -Вестник Таджикского технического университета им. акад. М. Осими, 2010, №2(10), с.50-54.
12. Шарифов А., Умаров У.Х., Акрамов А.А. Отходы хлопчатника–эффективные добавки для модифицирования наполненных гипсовых вяжущих. -Сухие строительные смеси, 2012, №2, с.31–33.
13. Шарифов А., Умаров У.Х., Акрамов А.А. Повышение прочности и снижение водопоглощения гипсобетона минерально–химическими добавками. -Технологии бетонов, 2012, №1–2, с.68–69.

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

TJ	RU	EN
Акрамов Авазҷон Абдуллоевич	Акрамов Авазҷон 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	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi
e. mail: akramov.avaz@mail.ru		

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КОНТРОЛЬНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРОЙ ДЛЯ СТ-4 РОГУНСКОЙ ГЭС

Н.М. Хасанов¹, М.Х. Саидов, М.Н. Хасанов

¹Таджикский технический университет, им. акад. М.С.Осими

²Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана

В статье приведены результаты геотехнического мониторинга контрольно-измерительной аппаратурой (КИА) строительного тоннеля СТ-4 Рогунской ГЭС.

Ключевые слова: тоннель, меры контроля, контрольно измерительная аппаратура (КИА), мониторинг, опорная труба, скважины, экстензометр.

НАЗОРАТИ МОНИТОРИНГӢ БО ВОСИТАИ ТАҶҶИЗОТИ ЧЕНКУНАНДАИ САНҶИШӢ ДАР НАҚБИ СОХТМОНИ СТ4 -И НБО РОҒУН

Н.М. Ҳасанов, М.Ҳ. Саидов, М.Н. Ҳасанов

Дар мақола натиҷаҳои мониторинги геотехники бо истифода аз таҷҳизоти назоратӣ-ченкунӣ (КИА) нақби сохтмони СТ-4-и НБО Роғун оварда шудааст.

Калидвожаҳо: нақб, чораҳои назоратӣ, таҷҳизоти назоратӣ ва ченкунӣ (КИА), мониторинг, қубурҳои дастгирӣ, чоҳҳо, экстенсометр.

GEOTECHNICAL MONITORING WITH CONTROL MEASURING EQUIPMENT FOR ST-4 OF ROGUNSKAYA HPP

N.M. Khasanov, M.H. Saidov, M.N. Khasanov

The article presents the results of geotechnical monitoring of the construction tunnel ST-4 of the Rogun HPP by control and measuring equipment (CMA).

Key words: tunnel, control measures, instrumentation, monitoring, support pipe, boreholes, extensometer.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из уникальных и основных проектов в Таджикистане за последние годы является строительство Рогунской ГЭС в нашей стране. Возведение гидроэлектростанций является важным и основным направлением, способствующим экономическому и социальному развитию страны. На ряду с этим, особую актуальность приобретают проблемы проектирования и строительства подземных сооружений, в частности, водоотводных, водосбросных и гидротехнических тоннелей, которые в свою очередь служат основными частями гидроэлектростанции в высокогорных условиях. Рогунская ГЭС – одна из крупных гидроэлектростанций, входящая в состав Вахшского каскада и является его верхней ступенью.

Рогунскую ГЭС по многим параметрам, по мнению специалистов, считают уникальным сооружением.

Она самая высокая в мире: проектная высота плотины 335 метров. В связи с высокой сейсмичности этого района Таджикистана строителям пришлось укреплять ее дополнительно. Было использовано миллионы тонн цемента, а в горе пробурено 63 километра тоннелей.

Машинный зал с шестью гидроагрегатами, расположен в скале которые будут вырабатывать в среднем ежегодно 17 миллиардов киловаттов.

Уникальна не только Рогунская плотина, но и ее водохранилище. Его полный объем – почти 13 миллиардов кубометров. Его планируется использовать как в энергетических, так и в ирригационных целях. Вода пойдет на орошение засушливых земель площадью более 300 тысяч гектаров [1].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Строительный тоннель СТ-4 Рогунской ГЭС является водосбросным тоннелем среднего уровня. Его эксплуатация предусмотрена между отметками водохранилища 1100 м.н.у.м. и 1215 м.н.у.м., т.е. до ввода в эксплуатацию водосбросов высокого уровня (ВТВУ №1 и ВТВУ №2).

Строительный тоннель СТ-4 расположен на правом берегу и имеет длину 1716 м. В объем работ по контракту ЛОТ-3 входит часть тоннеля между пикетами 06+00 и 17+16. В данной статье описаны контрольно-измерительные аппаратуры для геотехнического мониторинга, которые будут установлены в СТ-4 в рамках контракта ЛОТ-3.

Меры контроля, определенные в ходе оценки рисков должны, как минимум, соответствовать всем требованиям ТБ и ОС ТГЭМ, так как они определены в настоящем ППР, оценка рисков в области ТБ и ОС и анализе воздействия на окружающую среду, а также в соответствующих разделах руководства ТБ и ОС ТГЭМ. Меры по контролю выявленных рисков должны быть приоритетными в соответствии со следующей иерархией контроля:

- устранение; например, устранение риска падения с высоты путем работы на уровне земли.
- замена; например, замена опасного химического вещества на менее опасное;

-инженерный контроль; например, вентиляция замкнутого пространства или установка барьеров вокруг вращающегося оборудования, при этом приоритет отдается мерам, обеспечивающим коллективную защиту, а не индивидуальную.

-административный контроль; например, выдача наряда-допуска или размещения знаков безопасности. Оценка риска должна определить соответствующий уровень контроля, необходимый для выполнения работ.

-использование средствами индивидуальной защиты (СИЗ); например, защита органов слуха при выполнении шумных работ.

Все лица, задействованные в работах, должны пройти обучение и вводный инструктаж в зависимости от своих конкретных обязанностей. Назначенный Мастер или Инженер ТБ (либо сотрудник, ответственный за охрану труда) должны проводить посменный вводный инструктаж в целях проведения оценки риска на стройплощадке перед началом каждой смены.

В ходе выполнения работ будет разработан и соблюдаться особый контроль. Планируемое наблюдение за ходом работ должно проводиться по необходимости или по указанию. Невзирая на вышесказанное, каждый сотрудник, находясь на стройплощадке должен:

- пройти соответствующую подготовку и обучение для выполнения конкретной работы;
- быть обеспеченным всеми средствами индивидуальной защиты (СИЗ), которые определены в оценке рисков при выполнении работы как необходимые для выполнения самой работы;
- принимать меры по охране своего здоровья и безопасности;
- проявлять осторожность для защиты здоровья и безопасности других лиц, на которых может повлиять любое действие или бездействие данного работника.

Каждый оператор машины или станка может быть принят на работу только в том случае, если:

- он или она уже является обладателем профессионального сертификата, действительного для должности оператора, на которую он или она претендует;
- на основании предыдущего опыта работы, при отсутствии специальной сертификации, его/ее квалификация была оценена компетентным органом по поручению Подрядчика, который должен выдать действительный профессиональный сертификат.

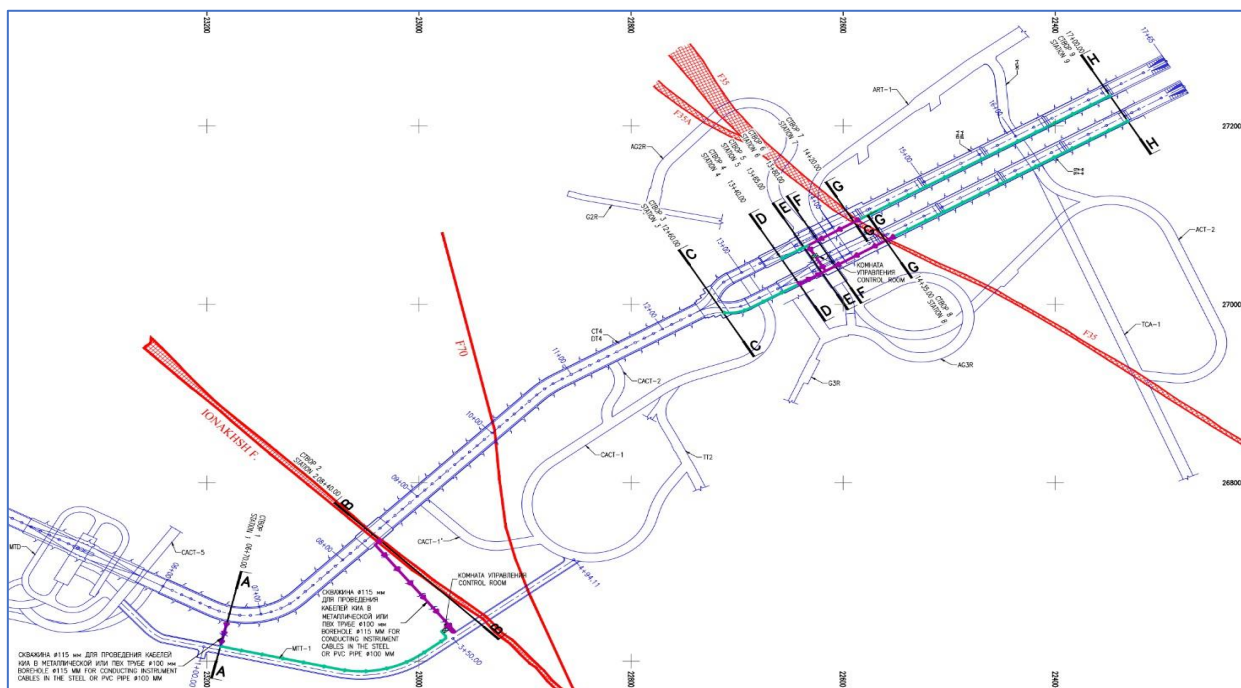
Перед началом любой деятельности каждый оператор машины или станка должен:

- осмотреть состояние машины или станка;
- заполнить соответствующий контрольный список.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Система мониторинга строительного тоннеля СТ-4 Рогунской ГЭС включает в себя 9 измерительных створов - участки с контрольно-измерительной аппаратурой (рисунки 1).

Створ КИА №1 (ПК 06+70.00); Створ КИА №2 (ПК 08+40.00); Створ КИА №3 (ПК 12+60.00); Створ КИА №4 (ПК 13+40.00); Створ КИА №5 (ПК 13+65.00); Створ КИА №6 (ПК 13+80.00); Створ КИА №7 (ПК 14+20.00); Створ КИА №8 (ПК 14+35.00); Створ КИА №9 (ПК 17+00.00);



Рисунки 1 – План строительного тоннеля СТ-4 Рогунской ГЭС

Строительный тоннель СТ-4 Рогунской ГЭС будет оснащен геотехническим КИА, приведенными ниже:

24 шт. DT4-XX-MP-XX – Многоточечный скважинный экстензометр;

40 шт. DT4-XX-PZ-XX – Пьезометры;

4 шт. DT4-XX-LS-XX – Водомерная рейка;

4 шт. DT4-XX-VC-XX – Видео-камера.

Систему мониторинга ЛОТ-3 можно разделить на 5 основных областей (см. рисунки 3,4):

1. Мониторинг Атипичной Зоны.

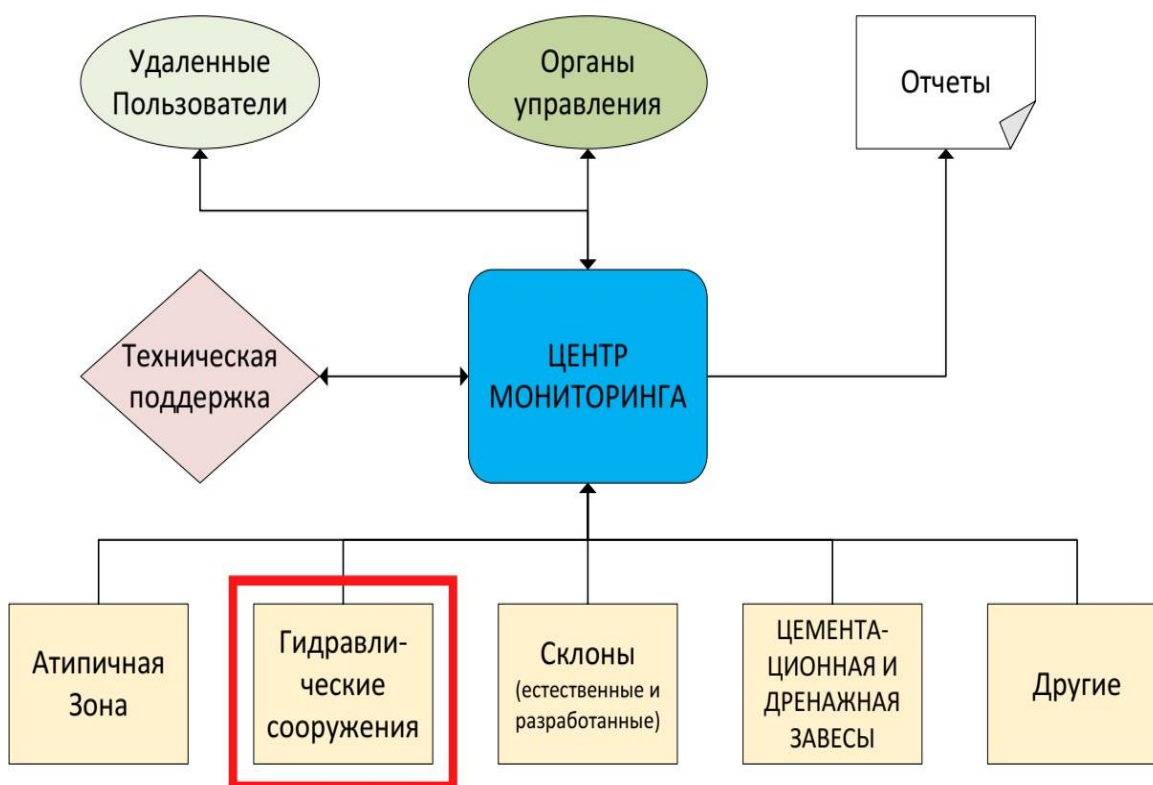
2. Мониторинг гидравлических сооружений (водосбросных сооружений).

3. Мониторинг склонов на всей территории ЛОТ-3 (естественных и раскопанных склонов).

4. Мониторинг цементной завесы и дренажной завесы (и соответствующих цементных галерей).

5. Мониторинг других сооружений.

Система мониторинга СТ-4 является частью системы мониторинга гидравлических сооружений.



Рисунки 2 – Архитектура системы мониторинга ЛОТ-3.

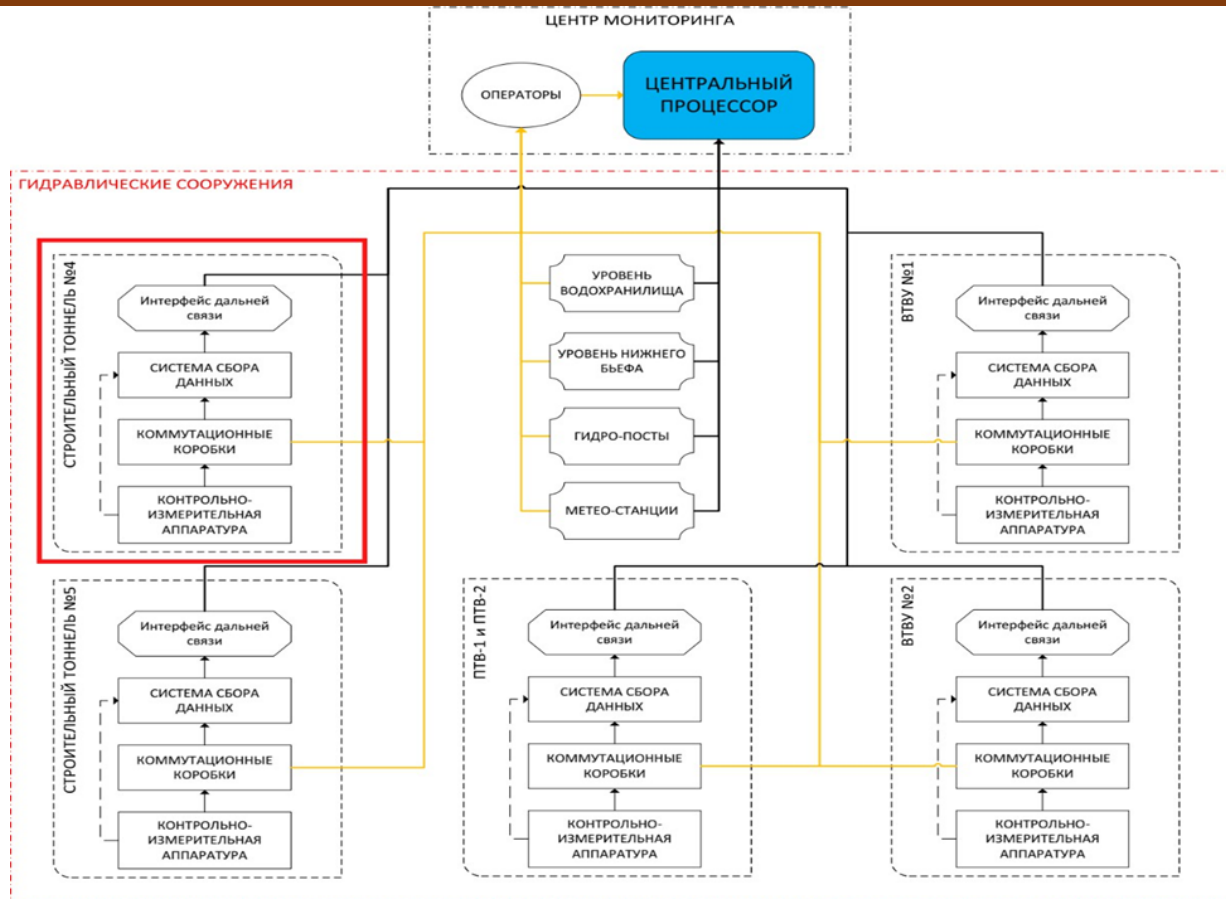
Схема системы геотехнического мониторинга СТ-4 должны включать следующие элементы:

- геотехническая КИА;
- локальная сеть связи по кабелям;
- местные, считывающие и коммутационные коробки;
- система сбора данных;
- сеть удаленной связи.

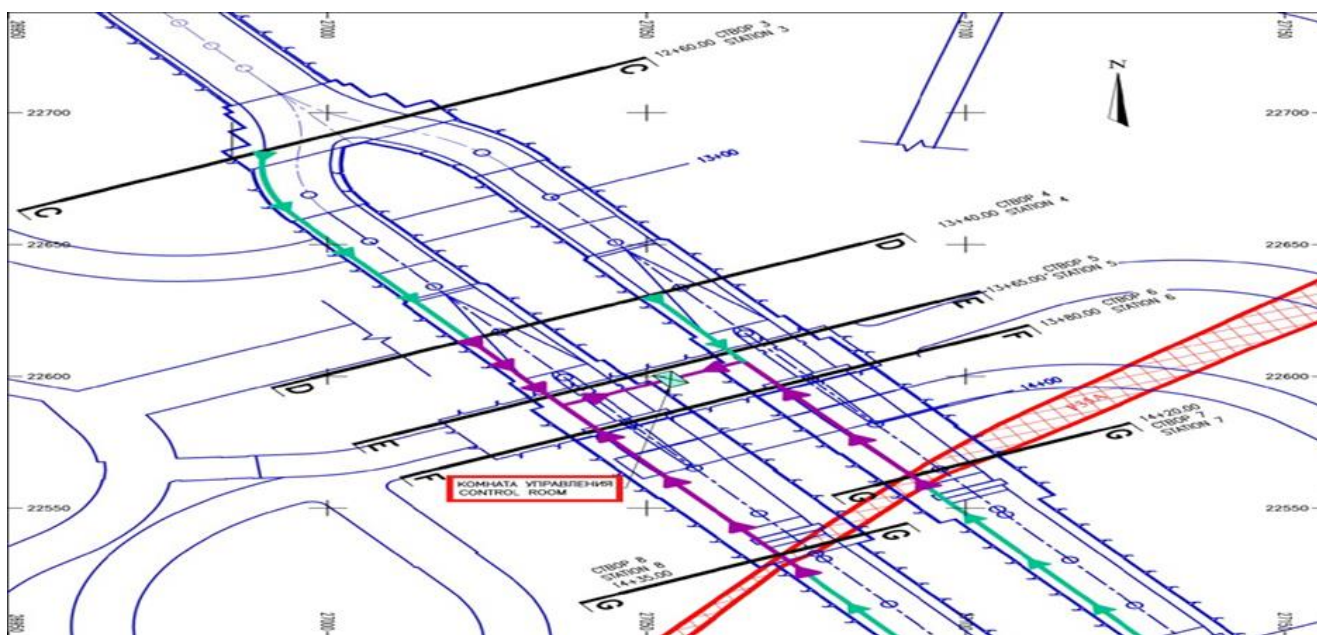
Данная система должна работать в "автономном режиме" до момента появления сети удаленной связи, после чего она будет подключены к Центральному процессору через сеть удаленной связи.

Связь между КИА и системой сбора данных осуществляется с помощью электрических кабелей. Соединения между одножильными и многожильными кабелями осуществляются с помощью соединительных коробок.

Системы сбора данных, обозначенные как «Комната управления» ниже, должны быть установлены в помещении затворов СТ-4 и в подходной галерее МТТ-1, как указано на рисунках ниже и должны быть запрограммированы на сбор и хранение данных. Снятие данных будет осуществляться вручную или автоматически при наличии сети удаленной связи.



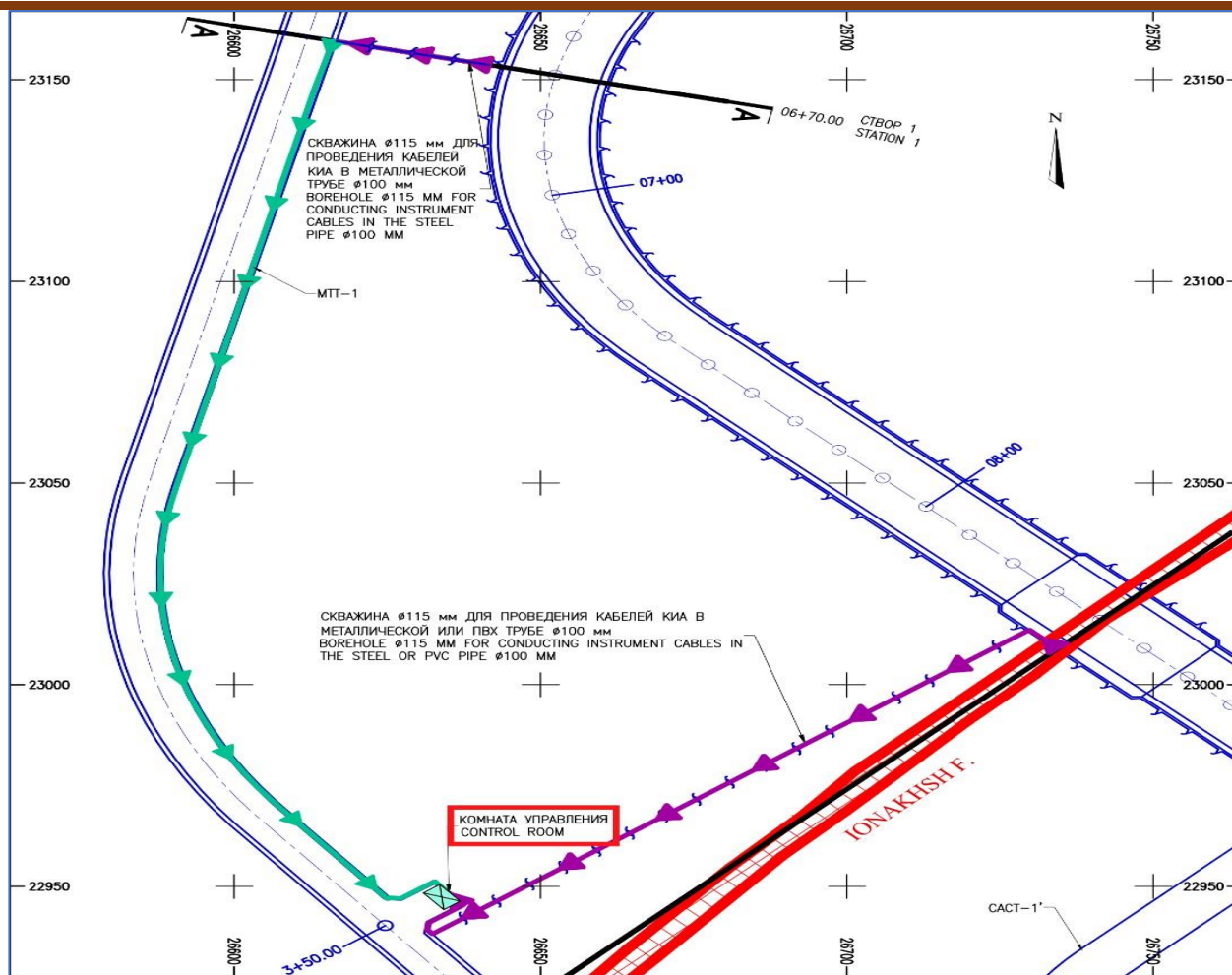
Рисунки 3 – Архитектура области «гидравлических сооружений» ЛОТ-3.



Рисунки 4 – Система сбора данных в помещении затворов СТ-4 на ПК 13+65.00.

Изменяемыми параметрами являются:

- мониторинг осадок сводной части СТ-4;
- мониторинг порового давления воды в грунте вокруг СТ-4. Техническая записка по геотехническому оборудованию и мониторингу в СТ-4.



Рисунки 5 – Система сбора данных в подходной галерее МТТ-1 на ПК 3+50.00

В соответствии технической записи по геотехническому оборудованию и мониторингу в СТ-4 - РЗ-ROG-B-IN-DT4-00-DT-MN-0001-A0, КИА и их характеристики будут следующими:

DT4-XX-MP-XX – Многоточечный скважинный экстензометр

Кол-во точек измерений 4 (4м + 8м + 15м + 30м) или
4 (3м + 6м + 9м + 18м)

Диапазон измерений 100мм, 150мм или 200мм.

DT4-XX-PZ-XX – Пьезометр

Диапазон измерений 0-2 МПа

DT4-XX-LS-XX – Водомерная рейка

Диапазон измерений 0-12 метров

Разрешение 5 см (0.05м)

DT4-XX-VC-XX – Видео-камера

Разрешение 4 МП

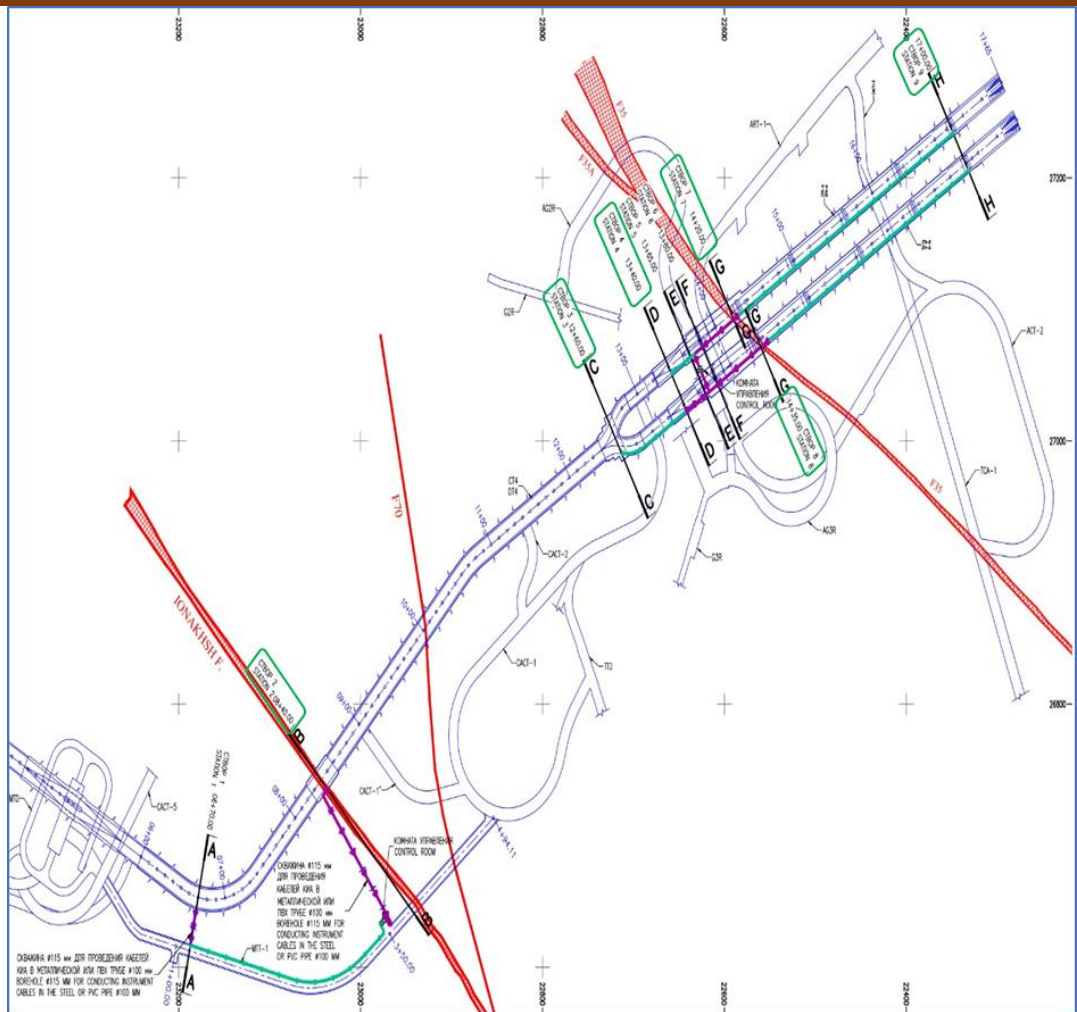
Установка КИА будет производиться в соответствии с последовательностью строительства и ограничений на площадки. Предварительная последовательность монтажа выглядит следующим образом:

Створ 3 → Створ 2 → Створ 4 → Створ 9 → Створ 8 → Створ 7 → Створ 1 → Створ 5 → Створ 6

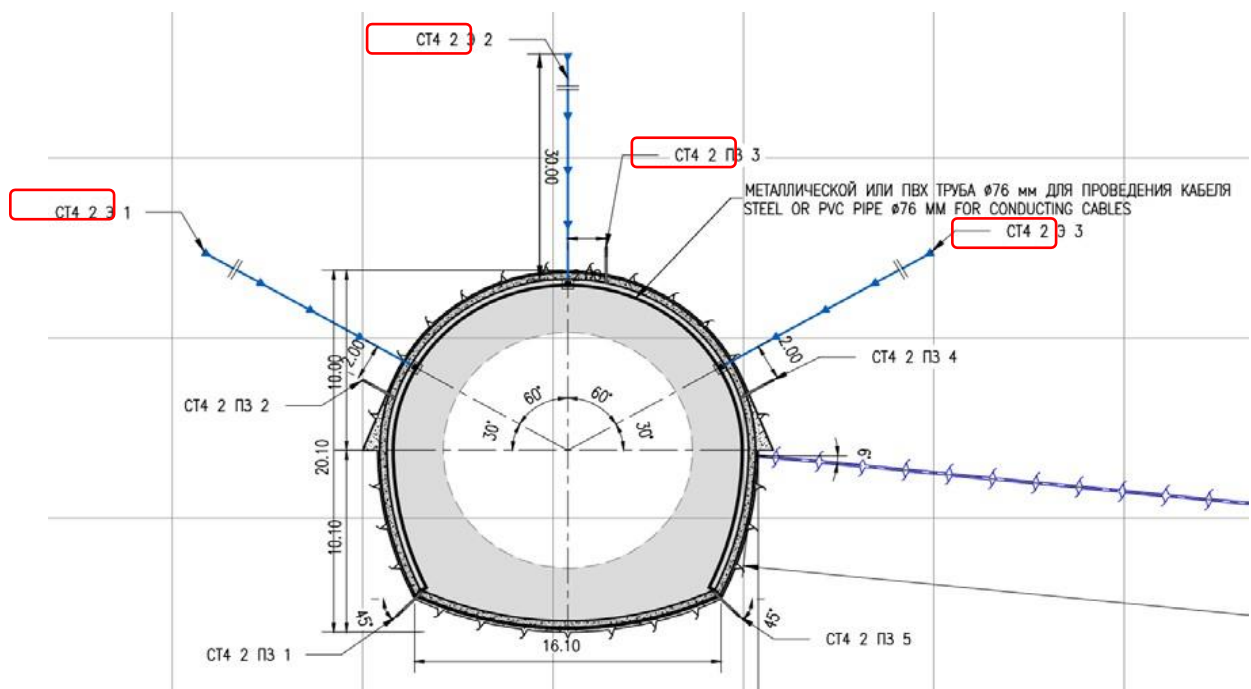
Монтаж кабелей и коммутационных коробок производится, следуя графика установки КИА и согласно схеме подключения.

После завершения монтажа КИА и подключения кабелей к ним они будут проложены к местам установки систем сбора данных в помещении затворов и галереи доступа МТТ-1. (см.рис. 1).

Размещение КИА на створах мониторинга производится в соответствии с проектными требованиями. В зависимости от условий на объекте, пикетаж и глубина установки, указанные в таблицах, могут быть незначительно изменены в связи с имеющимися ограничениями.



Рисунки 6 – Створы КИИ, в которых будут установлены многоточечные скважинные экстензометры (выделены зеленым цветом).



Рисунки 7 – Многоточечные скважинные экстензометры на Створе КИИ №2.

ВЫВОДЫ

Установка экстензометров в скважинах было осуществлена в соответствии со следующими процедурами:

1. Проверена глубина скважины с помощью уровнемера. Уровнемер может, опущен вместе с временной опорной трубой. После завершения измерения фактической длины скважины временная опорная труба удаляется.

2. Осуществить установку экстензометра вблизи скважины, проверить трубки, анкеры, цементационные трубки в соответствии с глубиной установки. Установить временные удерживающие стержни вместо преобразователей смещений.

3. Закрепить цементационные трубки вдоль стержней экстензометра. При необходимости закрепить их изолянтной.

4. Изъять все буровые обсадные трубы, если они были использованы.

5. Вставить корпус экстензометра (сначала анкеры) в скважину до тех пор, пока экстензометр не достигнет глубины установки. Закрепить экстензометр на требуемой глубине, например, с помощью анкерных болтов.

6. Временно заглушить устье скважины гипсом или другим быстротвердеющим материалом (в случае если цементация будет производиться на следующий день (дни), можно использовать обычный цементный раствор для заглушки устья скважины).

7. Подключить цементационную трубку (короткую трубку) к цементационному насосу, начать закачку цементного раствора. Раствор закачивается в скважину до тех пор, пока не начнет выходить из выпускной трубки (длинной трубки), длина которой немного больше самого глубокого анкера. При этом проверяется соответствие объема цементного раствора объему скважины.

8. Остановить закачку, когда цементный раствор начнет выходить из длинной трубки, подождать несколько минут и закачать еще немного раствора (в случае поглощения раствора, пустоты будут заполнены обратно).

9. Из-за направленных вверх скважин, раствор должен твердеть не менее 72 часов.

10. После затвердевания раствора удалить все временные крепления и гипсовую заглушку, если она использовалась. Заполнить образовавшиеся пустоты цементным раствором. Дать раствору затвердеть в течение 24 часов.

11. После окончания затвердевания, удалить временный стержень внутри головки экстензометра и установить преобразователи смещений на свои места, следуя указаниям инструкций. Установить их на 25% сжатия и 75% растяжения или в соответствии с указаниями проектировщика.

12. Читать показания датчиков. Записать значения перемещения, температуры, и времени.

13. Выполнить соединение кабелей датчиков и многожильных кабелей с помощью водонепроницаемых наборов для наращивания и провести кабели к местным терминалам и коммутационным коробкам или системам сбора данных.

Рецензент: Якубов А.О. – к.т.н., доцент кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения» СПбПУ им. академика М.С. Осими

ЛИТЕРАТУРА

1. 17 млрд киловаттов в год: Рогунская ГЭС - самая мощная в Центральной Азии. Дата обращения: 25 октября 2019. Архивировано 25 октября 2019 года.

2. Рогунская ГЭС ЛОТ-3 СТ-4 Геотехническое оборудование и мониторинг. 2023 г. 25с.

3. Саманиян (2020) - Геотехнические исследования правого берега - Фактический отчет по исследовательской скважине «RE-11» в оси затвора HLO1 - Отчет № STE-Rep-L3-FR-013, ред. 0.

4. Саманиян (2020) – Геотехнические исследования Правого берега – Фактический отчет по исследовательской скважине «PE-12» в Ионахшском разломе – Отчет № STE-Rep-L3-FR-015, ред. 0.

5. Исследование технико-экономической оценки проекта строительства Рогунской ГЭС, Фаза II: Варианты определений проекта, Том 2: Основные данные, Глава 3: Геотехника, RP 45 Rev. A, 2013.

6. Исследование технико-экономической оценки проекта строительства Рогунской ГЭС, Фаза II: Оценка существующих работ на Рогунской ГЭС (Анализ нагрузки деривационного тоннеля 1, включая неармированную облицовку), RP 46 Rev. A, 2013.

7. Хасанов Н.М., Сулейманова М.А. Выбор методов предварительного укрепления и снижения водопроницаемости грунтов и горных пород в зонах тектонических нарушений Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2016. № 1-1 (192). С. 202-205.

8. Хасанов Н.М., Холов Ф.А., Саидов С.А. Способы проведения цементационных работ в гидротехническом строительстве. Вестник, ТНУ- Душанбе: Серия геологических и технических наук 2022. №3. –С. 85-93.

9. Хасанов Н.М., Ятимов У.А. Геологические факторы, влияющие на разрушение устойчивости гидротехнических тоннелей. Вестник КГУСТА. 2018. № 2 (60). С. 94-98.

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

TJ	RU	EN
Хасанов Нурали Мамедович	Ҳасанов Нуралӣ Мамедович	Khasanov Nurali Mamedovich
Доктор технических наук, и.о. проф, кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения»	Доктори илмҳои техники и.в. проф, кафедраи «Асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ»	Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi
e. mail: Khasanov.nurali@mail.ru		
TJ	RU	EN
Саидов Мансур Ҳамроқулович	Саидов Мансур Ҳамроқулович	Saidov Mansur Khamrokulovich
кандидат технических наук, доцент кафедры «Теоретическая механика и сопротивление материалов»	номзади илмҳои техники, дотсенти кафедраи «Механикаи назарявӣ ва муқовимати мавод»	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Theoretical Mechanics and Resistance of Materials
ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ	ТТУ имени академика М.С. Осими	TTU named after Academician M.S. Osimi
e. mail:		
TJ	RU	EN
Хасанов Мухриддин Нуралиевич	Хасанов Мухриддин Нуралиевич	Khasanov Mukhriddin Nuralievich
Соискатель	Унвонҷӯ	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
e. mail:		

ТАЪСИРИ ҲАЛЛИ ҲАЦМИВУ ТАРҲИИ БИНОҶО БА ЭНЕРГИЯСАМАРАНОКИИ ОНҶО

Н.Н. Ҳасанов¹, Ф.Н. Ҳасанов²

¹Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.Осимӣ

²Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Дар замони муосир масъалаҳои таъмини энергиясамаранокии конструксияҳои ихтовии биноҳо, яке аз равандҳои муҳими сохтмон ва истифодабарии биноҳои шахрвандии энергиясамаранок ба ҳисоб меравад.

Дар мақола муайян карда шудааст, ки нишондиҳандаи ҳисобии ихчамии биноҳои шахрвандӣ набояд аз нишондиҳандаҳои муқаррарнамудаи банди 32 МҚС ҚТ 23-02-2021 «Гармимухофизии биноҳо» зиёд бошад. Таҳлили шакли геометрии бино нишон медиҳад, ки шаклҳои мураббаъ ва мураббаъ аз ҷиҳати сарфаи энергия ва масоҳати конструксияҳои ихотакунанда нисбат ба дигар шаклҳои геометрии бехтаранд. Аммо ҳангоми тарҳрезӣ ва ҷойгир кардани ҳуҷраҳо дар шакли геометрии мураббаъ ва мураббаъ мувофиқи меъёрҳои сохтмони қорӣ, лоиҳакаш масоҳати муайянеро аз даст медиҳад.

Калидвожаҳо: сарфаи энергия, энергиясамаранокӣ, ихчамӣ, биноҳо, сохтмон, конструксияҳо, лоиҳа.

ВЛИЯНИЕ ОБЪЁМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЙ НА ИХ

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Н.Н. Хасанов, Ф.Н. Хасанов

В современном мире вопросы обеспечения энергетической эффективности ограждающих конструкций гражданских зданий являются одним из важнейших аспектов процессов проектирования, строительства и эксплуатации энергосберегающих зданий. В статье определено, что расчетный показатель компактности жилых зданий должен приниматься не выше, установленных п. 32 СНиП РТ 23-02-2021 «Тепловая защита зданий». 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 проектирущик теряет определенную площадь.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, компактность, здания, строительство, сооружения, проект.

INFLUENCE OF SPACE-PLANNING SOLUTIONS OF BUILDINGS ON THEIR ENERGY EFFICIENCY

N. N. Khasanov, F. N. Khasanov

In the modern world, issues of ensuring energy efficiency of the enclosing structures of civil buildings are one of the most important aspects of the processes of design, construction and operation of energy-saving buildings. The article determined that the calculated indicator of compactness of residential buildings should be taken no higher than those established by clause 32 of BR RT 23-02-2021 "Thermal protection of buildings". Analysis of the geometric shape of the building shows that round and square shapes are better than other geometric shapes from the point of view of energy saving and occupied space of enclosing structures. However, when planning and placing rooms in a round and square geometric shape according to current standards, the designer loses a certain area.

Key words: energy saving, energy efficiency, compactness, buildings, construction, structures, project.

Барои баҳодиҳии ҳалли ҳаҷмиву тарҳӣ ва конструктиви биноҳо бояд нишондиҳандаи ихчамии онҳо ба назар гирифта шавад.

Нишондиҳандаи ҳисобии ихчамии бино k_e^{des} бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$k_e^{des} = A_e^{sum} / V_H \quad (1.1)$$

дар ин ҷо A_e^{sum} - масоҳати умумии сатҳи дохилаи КИ беруна, бо назардошти бомпӯши ошёнаи боло ва болопӯши фарши ошёнаи поёнии ҳуҷраҳои гармкардашаванда, м²;

V_H – ҳаҷми гармкардашавандаи бино, ки баробари ҳаҷми сатҳи дохилаи деворҳои ихтовии берунаи бино мебошад, м³.

Нишондиҳандаи меъёрии ихчамии бино аз ошённокӣ он вобастагӣ дорад (расми 1.1).

Нишондиҳандаи ҳисобии ихчамии биноҳои шахрвандӣ (БШ) k_e^{des} , чун қоида, набояд аз бузургҳои меъёрии ихчамии он зиёд бошад k_e^{reg} [1, 5].

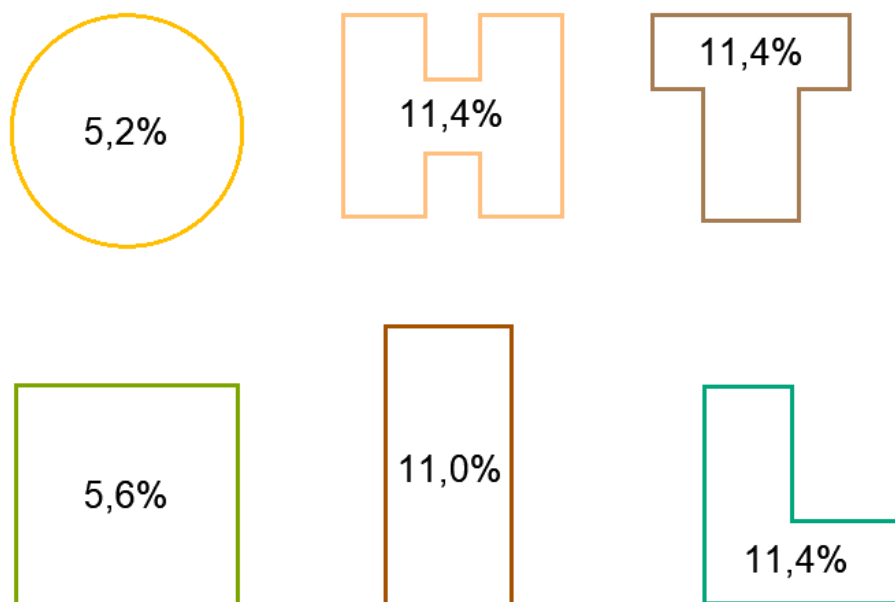
Баъзе нишондиҳандаҳои тағирёбандаи марбут ба шакли бино, ки ба талаботҳои гармидиҳӣ ва хунуккунӣ таъсир мерасонанд, инҳоянд: коэффиенти ихчамӣ, баландии девор, иқлим ва иҷрои лифтофай бино. Ин нишондиҳандаҳо тағирёбандаи муҳим мебошанд, ки ҳангоми муайян кардани талаботи энергия барои таъмини бароҳатии бино ҳангоми истифода ба назар гирифта мешаванд.

Шакли геометрии ва ҷойгиршавии биноҳо низ ба микроиқлим таъсир мерасонад. Ихчамӣ яке аз омилҳои муҳимтаринест, ки ҳароҷоти гармидиҳӣ ва хунуккунии биноҳоро коҳиш медиҳад.

Аз мазмуни тадқиқоти илмӣ Е.Е. Семёнова ва А.А. Тютюрев бар меод, ки дар ҳалли ҳаҷмиву тарҳии биноҳо бояд авзоиҳои ихчамии шакли ҳаҷми бино, бо мақсади коҳиш додани масоҳати нисбии сатҳи гармидиҳӣ ба назар гирифта шавад. Бо ҳисоб кардани ихчамии бино имконияти пайдо намудани қонуниятҳои баланд бардоштани самаранокии фаршҳои масоҳати яхеладоштаро, ки нишондиҳандаҳои гуногун доранд ба даст меояд (расми 1.2) [1, 2, 5].



Расми 1.1. - Нишондиҳандаи меърии ихчамии биноҳои шаҳрвандӣ



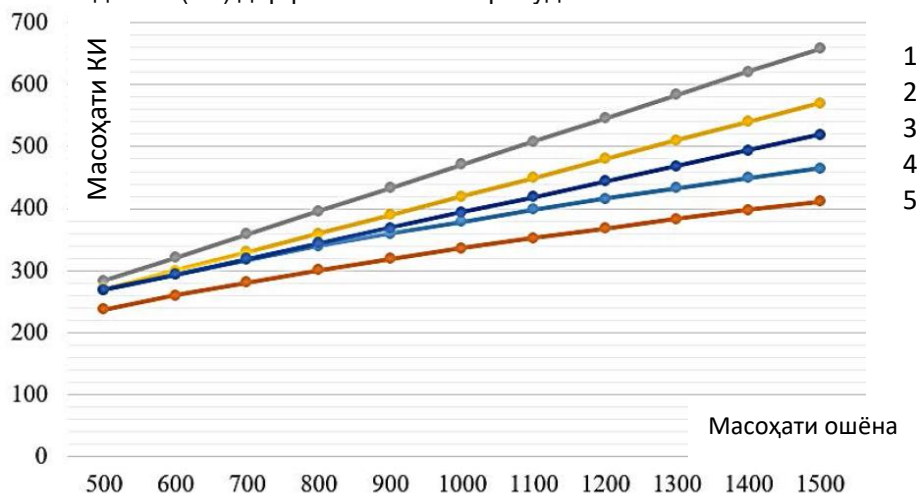
Расми 1.2 – Таъсири шакли геометрии тарҳи бино ба афзоиши энергиясамаранокии он [3]

Бо назардошти омузиши ҳалли ҳаҷмиву тарҳии нақшаҳои дар расми 1.2 овардашуда, намуди ҳалли ҳаҷмиву тарҳии биноҳои шаҳрвандии калонбар, ки баҳои мусбати энергиясамаранокии гирифтааст, барои истифода дар шароити табииву иқлимии ҶТ тавсия дода мешавад.

Бо мақсади кам кардани сарфи энергияи гармӣ барои гарм кардани биноҳо дар давраи сардӣ ва гузариши сол бояд чораҳои зеринро пешбинӣ намуд:

- ҳалли ҳаҷмиву тарҳие, ки масоҳати хурдтарини КИ берунии биноҳои ҳаҷми якхеладошта, ҷойгир кардани ҳуҷраҳои гармтар ва намнокро дар шафати деворҳои дохилии бино таъмин мекунанд;
- блокиронии биноҳо бо таъмини пайвасти бозътимод бо биноҳои ҳамсоя;
- пешбинӣ намудани пешхуҷраҳо (тамбурҳо) баъд аз дарҳои даромад;
- рӯоварии арзии намои қаддӣ биноҳо ё наздик ба он;
- интихоби оқилона ва мусоиди масолеҳи гармимухофизи самарабахш бо афзалияти гармигузаронии камтар;
- ҳалли конструктиви КИ бояд яқинсии гармитехникии онро таъмин намояд (бо коэффисиенти яқинсии гармитехникии η , баробар ба 0.7 ва зиёд);
- эътимоднокии таъмиршавии герметикии пайвандҳо ва чокҳои КИ, инчунин конструксияҳои ихтотавии байниманзилӣ;
- ҷойгир кардани асбобҳои гармкунӣ, чун қоида, дар зери тирезачойҳо;

- пурдоштии конструкцияҳо ва масолеҳҳо гармимуҳофиз бояд на кам аз 25 сол бошад.
Вобастагии тағйирёбии масоҳати КИ аз тағйирёбии масоҳати фарши ошёна ва шакли геометрии биноҳои баландии якхеладошта (3м) дар расми 1.3 тасвир шудааст.



1-росткунча 16м; 2-росткунча 20м; 3-росткунча 24м; 4-баробартараф; 5-доира.
Расми 1.3 – Вобастагии тағйирёбии масоҳати КИ амудӣ аз тағйирёбии масоҳати фарши ва шакли геометрии бино

Ҳамин тариқ, гузаштан ба истифодаи биноҳои бари васеъдошта яке аз самтҳои самаранок ва дурнамои лоиҳакашӣ ва сохтмони биноҳои ҷамъиятӣ буда, он метавонад маблағгузориҳои асосиро 4—5 фоиз кам карда, арзиши истифодабарии лифтҳо 50 фоиз кам мешавад.

Барои баланд бардоштани энергиясамаранокии биноҳо дар шароити иқлимии ҶТ бояд як қатор чораҳои зерини меъморӣ конструктивиро амалӣ намуд.

- ҳалли ҳаҷмиву тарҳии муносиб;
- истифодаи конструкцияҳои сохтмони муносиб;
- истифодаи навъҳои ғайрианъанавии энергия;
- такмил додани системаҳои муҳандисӣ.

Тадбирҳо оид ба ҳалли ҳаҷмиву тарҳии муносиб ва истифодаи конструкцияҳои сохтмониро метавон ҳамчун чорабиниҳои меъморӣ ва сохтмонӣ тасниф карда, онҳо ҳамчун чораҳои ғайрифазоли ҳифзи биноҳо аз хароҷоти барзиёти энергия дар раванди истифодаи онҳо баррасӣ мегарданд.

Муҳофизати ғайрифазоли бевосита ба ҳалли ҳаҷмиву тарҳии биноҳо, инчунин сатҳи гармидиҳии фазои дохилӣ аз берунӣ вобаста аст. Муҳофизати ғайрифазоли биноҳоро бо роҳи кам кардани талафоти гармӣ дар зимистон ва афзоиши гармӣ дар ҳавои гарм анҷом дода мешавад.

Тавассути хусусиятҳои иқлимӣ минтақаи сохтмон, манзараи минтақа ва таъиноти функционалии бино, ҳангоми тарҳрезии лоиҳаи биноҳо ба ҳалли ҳаҷмиву тарҳии мусоиди он ноил шудан мумкин аст.

Роҳҳои зерини татбиқи ин принцип вучуд доранд [4,5]:

- эҷод кардани ҳалли меъморӣ ихчам, ки он имкон медиҳад, ҳаҷми зарурии биноро бо масоҳати ҳадди ақали ихталавворҳои беруна ба даст овард;

- аз ҳисоби соддаву оддӣ намудани намои бино коҳиш додани сатҳи берунии деворҳо;

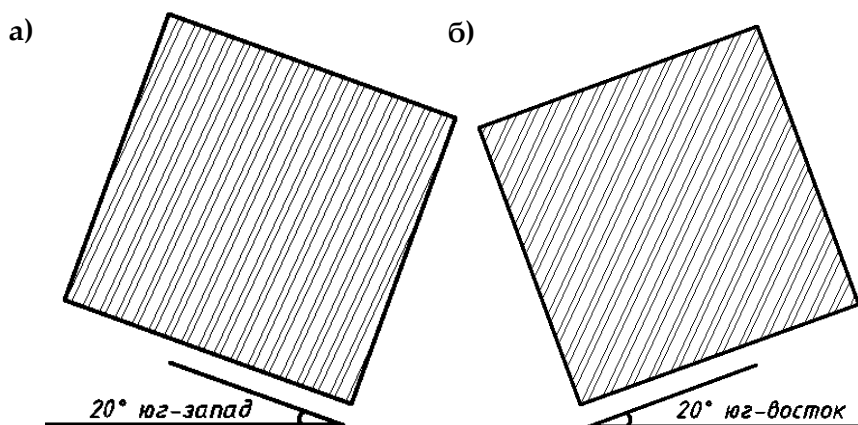
- ҳангоми тарҳрезии бино таъмин намудани имкони ҳавоивазкунии дутарафа ва амудии ҳучра, ки ба кам кардани сарбории системаи кондитсионерӣ мусоидат мекунад, бояд ба назар гирифта шавад;

- бо назардошти арзёбии ҷуғрофии майдони сохтмон (барои ноҳияҳои III ва IV иқлимӣ ҶТ ба самти арзӣ афзалият дода мешавад), манзараи макон ва маълумоти иқлимӣ, интиҳоби дурусти рӯоварии бино нисбати самтҳои уфуқ хеле муҳим аст. Ин имкон медиҳад, ки гармӣ барои гармкунӣ 12—16%, хунукиро 10—15 % сарфа карда шавад (расми 1.4).

Тадбири асосии «кам кардани» шароити нугувор дар мавсими тобистон истифодаи ҳаворасии шабона дар биноҳо мебошад. Он таъсири бузурги иҷтимоӣ дорад ва омили муассири коҳиши масрафи энергия мебошад, ки барои хунук кардани биноҳо аз кондитсионерҳои маишӣ васеъ истифода бурда мешавад.

Ба ҳама маълум аст, ки татбиқи ҳама гуна самт барои баланд бардоштани самаранокии энергетикӣ бино бевосита ба хусусияти бино ва ҷойгиршавии он вобаста аст. Масалан, тадбирҳои обёрӣ ва кабудизоркунии майдони иморатсозӣ барои биноҳои истифодашаванда мувофиқ буда, онҳо барои паст кардани ҳарорат дар мавсими гарм кӯмак мерасонанд.

Бо бунёди КИ, ки сарфи энергияро ҳангоми истифодабарии биноҳо таъмин намуда, дар айни замон талаботи функционалии онҳоро (хусусияти борбардорӣ, гармимуҳофизӣ, садомуҳофизӣ) бо вазни кам ва хароҷоти имконпазир қонеъ мегардонад, мусоидии конструкцияҳои сохтмониро метавон таъмин намуд.



Расми 1.4. – Ҷобачогузори дурусти бино вобаста самтҳои уфуқ:
 а)-20° ҷанубу ғарб; б)-20° ҷанубу шарқ.

Амплитудаи тағйирёбии ҳарорат дар сатҳи дохилаи девори берунии ҳучра аз ҳисоби воридоти гармӣ ба воситаи тирезаҳо ва табодули ҳаво дар тобистон 70С ва аз таъсири радиатсияи офтоб ва ҳарорати ҳавои беруна аз 10С зиёд нест. Ба ин нигоҳ накарда, деворҳои беруна аз хишт ва бетони сабук сохташуда, ки ҳоло дар сохтмони оммавии шаҳрвандӣ истифода мешаванд, дар ташаққули микроклими биноҳо нақши муҳим доранд [4,5]. Аз ин рӯ, яке аз роҳҳои сарфачӯии энергия дар биноҳо мусоидгардонии КИ вобаста ба речаи гармии онҳо мебошад.

Бо кам кардани масоҳати шишабандии деворҳои беруна сарфаи назарраси энергияро ба даст овардан мумкин аст. Ҳамин тариқ, кам кардани таносуби $F_{\text{тир}}/F_{\text{фарш}}$ аз 1:6 то 1:7, (ҳудуди таъмини равшаниии табиӣ) боиси 5 - 7% кам шудани сарфи энергияи гармӣ барои гармкунӣ мегардад. Афзоиши коэффисиенти шишабандӣ аз 0,25 то 0,75 боиси афзоиши сарбории системаҳои ҳавотозакунӣ мутаносибан 1,5 - 2 маротиба мегардад.

Солҳои охир истифодаи шиша бо рӯйпӯши селетивӣ васеъ паҳн шудааст. Истифодаи шишабандии гармифурубар таъсири гармиро аз радиатсияи офтобӣ 16-43% кам намуда, барои пешгирии аз ҳад зиёди гармшавӣ ҳаворасии фазои байни шишаҳо самаранок мебошад.

Дар шароити иқлими гарм ва заминларзаи баланд зиёд кардани ғафсии деворҳо бо мақсади беҳтар кардани сифатҳои муҳофизаткунандаи гармӣ қобили қабул нест. Ҳучра (бино) як системаи ягонаи гармидиҳии инерсиалӣ мебошад ва аз ин рӯ гармиустуворӣ ва нақши деворҳои беруна дар ташаққули речаи гармии бино бояд танҳо дар якҷоягӣ бо дигар деворҳо ва шароити кори ҳучра арзёбӣ карда шавад.

Бо вучуди ин, танҳо дар ҳучраҳои кондитсионер истифодашаванда конструкцияҳои ихтисосӣ гармимухофизии самаранокдошта имконпазир аст. Танзими сунъии микроклим аҳамияти самтгардониро аз байн бурда, имкон медиҳад, ки аз ҳавотозакунӣ дутарафа даст кашем.

Тавре, ки ҳисобҳо ва таҳқиқоти саҳроӣ нишон медиҳанд, ворид шудани радиатсияи офтобӣ тавассути шишабандии сӯрохиҳои рӯшноӣ ба ташаққули речаи гармӣ дар ҳучраҳо дар тобистон таъсири назаррас мерасонад. Таҷҳизоти муҳофизат аз офтоб ва маводе, ки онҳо сохта шудаанд, дар ин шароит мазкур нақши ҳалкунанда мебозанд.

Мутобиқи ҳуҷҷатҳои меъёрӣ дар минтақаҳои, ки ҳарорати миёнаи моҳонаи берунии моҳи июл 210С ва аз он зиёдтар аст, бояд барои биноҳои истиқоматӣ ва ҷамъиятӣ, инчунин биноҳои истеҳсолӣ, ки дар онҳо меъёрҳои оптималии ҳарорат ва намӣ риоя мегарданд, бояд аз офтоб муҳофизат карда шаванд.

Хусусиятҳои гармидиҳии бомпӯшҳои бино сатҳи речаи гармии ошёнаҳои болоии биноро муайян мекунанд. Ин махсусан дар тобистон рӯй медиҳад, зеро дар ин фасли сол ин деворҳо нисбати деворҳои амудии самтҳои гуногун ба радиатсияи қавӣ ва дарозмуддати офтобӣ дучор мешаванд.

Барои баланд бардоштани самаранокии ин унсурҳои конструктивии биноҳо ва кам кардани вазни онҳо дар тобистон бояд ҳарорат ва тағйирёбии он дар сатҳи берунӣ ба қадри имкон кам карда шавад.

Дар таҷрибаи сохтмон усули роҳҳои гуногуни ҳалли ин масъала, аз қабилӣ паст кардани ҳарорати сатҳи қабати обмуҳофиз, баланд бардоштани инъикос (сатҳи бомро бо рангҳои равшан ранг кардан), тар кардани сатҳи бом ё дар тобистон онро бо оби хунук пур кардан, дар болои бом пешбинӣ намудани экрани ношаффоф (бомҳои бе зербом ва зербомдор, боми ҳавогузар) истифода мешаванд.

Истифодаи ин ё он усули муҳофизати аз ҳад зиёд гарм шудани биноҳо дар фасли гармо бо хосиятҳои муайяни қабати болоӣ, инчунин вобаста ба шароити маҳаллии бо гармӣ ё хунукӣ таъмин намудани ҳучраҳо ё имкониятҳои иқтисодӣ вобаста аст.

Таҳлили усулҳои меъморию конструктивӣ ва принципҳои ҳифзи биноҳо самаранокии баланди онҳоро барои ин мақсадҳо нишон доданд:

— ин ё он усули гармимухофизӣ бояд аз ҳисоби таҳлили дақиқи имконияту захираҳои иқтисодии минтақа, хусусиятҳои иқлими он, таъйиноти бино ва речаи кори он ҳаматарафа бошад;

- баҳодиҳии техники, иқтисодӣ ва энергетикии самаранокии тадбирҳои сарфаи энергия бояд ҳангоми баррасии бино ҳамчун системаи ягонаи энергетикӣ гузаронида шавад;

- самтгардонии арзии самарабахш барои кам кардани сарфи гармӣ ва хунуккунии биноҳо мувофиқ мебошад. Усули мусоиди кам кардани сарфи гармӣ барои гармидиҳӣ ва таъмини шароити қобили қабули дохили бино дар тобистон ин ҳалли ҳаҷмиву тарҳии бино мебошад, ки имкон медиҳад самтгардонии хучраҳоро ба тарафи ҷануб ва тирезаҳои калон пешбинӣ карда шаванд;

- барои баланд бардоштани гармитовариҳои деворҳои беруна дар биноҳо аз конструксияҳои ихтотавии пардадор (экрандор) истифода бурдан ба мақсад мувофиқ мебошад. Самараи гармитехникии пардабандии КИ ҳангоми андешидани чораҳои асосии коҳиш додани гармшавӣ меафзояд.

Танҳо дар асоси ҳисобҳои боэътимод ва дақиқи речаи гармӣ, ҳаво ва рӯшноӣ имконпазир аст, ки конструксияҳои сохтмонӣ ва ҳалли меъмурию банақшагири мусоид карда шаванд.

Баррасии нодурусти ягон омилҳои иқлими беруна боиси норозагии дар хучра ва хароҷоти иловагии гармӣ мегардад. Бе ташкили моделҳои дақиқи математикии речаи гармӣ, ҳаво ва рӯшноӣ дар биноҳо тақвим додани системаҳои муҳандисӣ ғайриимкон аст, зеро бидуни сарфи аз ҳад зиёди энергия ва шароити номусоид таъмин кардани параметрҳои қатъии меъёрбандии микроиқлимро ғайриимкон мебошад.

Сохтори хароҷоти энергия дар бино ва имконияти кам кардани онҳо тавассути тадбирҳои меъморӣ, конструктивӣ ва чораҳои фаъоли сарфаи энергия нишон медиҳад, ки ҳамаи унсурҳои таъмини энергияи бино бо ҳам алоқаманданд. Аз ин рӯ, бунёди бинои каммасраф масъалаи мураккабест, ки ба тамоми конструксияҳои сохтмони он таъсир мерасонад.

Мусоидгардонии ҳалли ҳаҷмиву тарҳӣ ва КИ ба системаи гармидиҳӣ ва хунуккунии бино таъсири назаррас мерасонад ва як тадбири муассири кам кардани хароҷоти энергия барои ин мақсадҳо мебошад.

Тадбирҳои дар боло зикршуда оид ба сарфаи энергия танҳо дар сурате асоснок мешаванд, ки онҳо аз ҷиҳати иқтисодӣ ғайриимкон бошанд.

Муқаррир: Ғанизода Ҷ.Ш. – номзади меъморӣ, профессор, ректори Донишқадаи давлатии санъати тасвирӣ ва дизайни Тоҷикистон

АДАБИЁТ

1. МҚС ЧТ 23-02-2021. Меъёру қоидаҳои сохтмони Ҷумҳурии Тоҷикистон Гармимухофизии биноҳо. Қумитаи меъморӣ ва сохтмони назди ҲҚТ. – Душанбе: Нашриёти: КВД «ПИТ СваМ», «Маркази нашрия», 2021. - 38 с.

2. Семенов, Л.А. Теплоустойчивость и печное отопление жилых и общественных зданий. Машстройиздат - Москва. - 1950, - С. 263.

3. Хужаев, П.С. Снижение энергопотребления здания путем применения теплоизоляционных материалов [Текст] / П.С. Хужаев, А.А. Сулейманов, М.М. Почоев, З.А. Сулейманов // Вестник Таджикского технического университета. – Душанбе, 2015 - №2 (30). – С.122-127.

4. Якубов, Н.Х. Тепловая защита зданий. Основы проектирования / Методическое пособие, - Душанбе. – 2014, - С. 159.

5. Каримов, Н.М. Влияние объемно-планировочных решений на энергоэффективность зданий / Н.М. Каримов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – Душанбе, 2022. №3 (59). - С. 115-119.

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

TJ	RU	EN
Ҳасанов Нозимшо Назокатшоевич	Хасанов Нозимшо Назокатшоевич	Khasanov Nozimsho Nazokatshoevich
докт. меъморӣ, и.в. проф.	докт. арх, и.о. проф.	Dr. arch, acting prof.
Донишгоҳи техники Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S.Osimi
e. mail: nozimsho-58@mail.ru		
TJ	RU	EN
Ҳасанов Фирдавс Нозимшоевич	Хасанов Фирдавс Нозимшоевич	Khasanov Firdavs Nozimshoevich
унвонҷӯй	соискатель	applicant
ИМОГваЭ АМИТ	ИВПГЭ НАНТ	IWPHE NASN
e. mail: kapitelh@mail.ru		

ТАЪСИРИ СЕЙСМИКИИ ТАРКИШҶО БА ИНШООТИ ГИДРОТЕХНИКӢ**А.М. Алимардонов, М.С. Ситамов, С.А. Саидов**

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад. М.С.Осимӣ

Дар мақола таҳлили осори таъсиррасонии сейсмикии таркишҷо ба иншооти гидротехникӣ ба амал оварда шудааст. Дар вақти сохтмони нақбҳои гидротехникӣ ҳангоми амалиномаи корҳои тарконандагӣ дар фазои сатҳӣ ва зеризаминӣ ба назар гирифтани таъсири қувваи ларзиши замин ба устуворияти онҳо ҳеле муҳим аст. Вазиёи пешгӯии ва таъмини устуворияти коркарди кӯҳӣ ҳангоми заминчунбӣ ҳеле мураккаб ба шумор меравад, зеро дар ҷинсҳо боқимондаи деформатсия дар ҳудуди манбаи сейсмикии таркишҷо боқӣ мемонад. Ҳангоми сохтмони корҳои тарконандагӣ аксаран корҳо мустақиман дар коркардҳои зеризаминӣ пеш бурда мешаванд, ки дар натиҷа теъдоди таркишҳои зиёдеро, ки ҳангоми амалиномаи онҳо ба назар гирифтани таъсири мавҷи ларзиш зарур аст, маҳдуд кардан лозим меояд. Аз таҳлили ин мушкилоти мубрам чунин натиҷагирӣ мешавад, ки ҳангоми таъсири қувваи ларзиши замин истифодаи таркиши зеризаминӣ дар наздикии дарғоти ва гидроиншооти мавҷудбуда имконпазир аст ва ба онҳо ҳеч таъсири хатарноке надорад.

Каливожаҳо: нақби гидротехникӣ, таъсиррасонӣ, заминчунбӣ, таркиш, моддаҳои тарканда, мавҷи таркиш, омилҳои геологӣ, тарқиш, вайроншуда, боқимонда, деформатсия.

СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВОВ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ**А.М. Алимардонов, М.С. Ситамов, С.А. Саидов**

В статье произведен анализ влияния сейсмических воздействий взрывов на гидротехнические сооружения. При строительстве гидротехнических тоннелей во время производстве взрывных работ, на поверхности и в подземном пространстве необходимо учитывать влияния сейсмических усилий на их устойчивость. Задача прогноза и обеспечения устойчивости горных выработок при землетрясениях является очень сложной, т.к. в породах проявляются остаточные деформации в пределах сейсмического очага взрывов. При строительстве взрывные работы часто ведутся в непосредственной близости от подземных выработок, вследствие чего приходится ограничивать количество массовых взрывов, при проведении которых необходимо учитывать воздействия сейсмических волн. Анализ этой актуальной проблемы позволил сделать вывод, что при воздействии сейсмического усилия применение подземного взрыва возможно вблизи существующих плотин и гидросооружений и оно не оказывает опасного на них действия.

Ключевые слова: гидротехнические тоннели, воздействия, землетрясения, взрыв, взрывчатые вещества, взрывные волны, геологические факторы, трещины, вывалы, заколы, деформации.

INFLUENCE OF SEISMIC EFFECTS OF EXPLOSIONS ON HYDRAULIC STRUCTURES AND TUNNELS**A.M. Alimardonov, M.S. Sitamov, S.A. Saidov**

The article analyzes the influence of seismic effects of blasting on hydraulic structures. During the construction of hydraulic tunnels during blasting operations, on the surface and underground, it is necessary to take into account the influence of seismic forces on their stability. The task of forecasting and ensuring the stability of mine workings during earthquakes is very difficult, because the rocks show residual deformations within the seismic focus of explosions. In construction, blasting operations are often carried out in close proximity to underground workings, so it is necessary to limit the number of mass explosions, which must take into account the effects of seismic waves. The analysis of this actual problem allowed to draw conclusions that under the influence of seismic force the use of underground explosion is possible near existing dams and hydraulic structures and it does not have a dangerous effect on them.

Key words: hydrotechnical and tunnels, impacts, earthquakes, explosions, explosive, explosive waves, geological factors, cracks, dislocations, zakol, deformations.

МУҚАДДИМА

Ҳангоми сохтмони стансияҳои обии дериватсионӣ теъдоди зиёди коркардҳои зеризаминӣ таъйиноташон гуногун бино карда мешавад. Дар ин маврид буриши арзии иншоотҳои зеризаминӣ шаклҳои гуногун гирифта, дар натиҷа масоҳаташон калон мешавад. Масалан, нақби НОБ Норак ва Роғун, ки дар дарёи ваҳши Ҷумҳурии Тоҷикистон сохта шудааст, ки масоҳати буриши арзии онҳо 125-150 м²-ро ташкил медиҳад.

Маъмулан чунин коркардҳо барои муҳлати дуру дарози хизматрасонӣ ба ҳисоб гирифта мешаванд, аз ин лиҳоз заминаи онҳо ба асоси ҷинсҳои саҳти сангӣ гузошта мешавад ва шикастани онҳо мутлақо аз ҳисоби неруи таркиш ба амал меояд. Дар алоқаманди бо нуктаи мазкур таркиши дар як вақт рухдиҳанда бо теъдоди зиёди моддаҳои тарканда (МТ) ба амал оварда мешавад.

МАВОД ВА УСУЛҶИ ТАҲҚИҚОТ

Ҳангоми сохтмони нақбҳои гидротехникӣ корҳои тарконандагӣ ҳам дар шароити рӯйизаминӣ ва ҳам зеризаминӣ бо зарурати дар назар гирифтани таъсири сейсмикии онҳо ба устуворияти коркардҳои зеризаминӣ ва иншооти гидротехникӣ дар рӯйи замин ба амал оварда мешавад, зеро охири дар вобастагии функционалӣ аз як қатор омилҳои техникии кӯҳӣ бастагӣ дорад.

Гунбази коркард чое ба ҳисоб меравад, ки он ҷо ҷинсҳои тарқишдори сангӣ ҳолати устуворияташон камтар аст. Сабаб он аст, ки тамоми блокҳои бо тарқиш шикасташуда амалан ба дараҷаи коркард дубора тақсим намешавад ва пурра таҳти таъсири дучониба бо қувваи часпиш байни ҷинсҳои блок қарор доранд. Агар вазни блоки шикасташуда аз қувваи часпиш байни блокҳо зиёд бошад, пас блокҳо фуру мерезанд ва агар аз қувваи часпиш камтар бошанд, пас бечошавии блок ҳангоми таъсири сейсмикии тарқиш имконпазир аст.

Дар шароити зуҳуроти динамикии фишори кӯҳӣ вазифаи пешгӯӣ ва таъмини устуворияти коркардҳои кӯҳӣ чанд маротиба душвор мешавад.

Дар ҳудуди манбаи сейсмикии тарқиш ҷинс дучори таҳмил мешавад, ки боиси деформатсияи боқимонда мегардад. Ин тарқишу пораҳо (зақолы) дар наздикии мавзеи майдашавӣ буда, манбаи микротарқиш ва деформатсияҳои пӯшидаи пластикӣ ба тағйирёбии ба ҷашм намоёни ҳаҷми ҷинс ба марз наздиктар мебошад, аммо дар ҳудуди тамоми манбаи сейсмикӣ ин ё он деформатсияи бебозгашти боқимонда ба амал меояд, аз ин рӯ ҳаҷми ҷинсро мавзеи деформатсияҳои ноустувор меноманд. Андозаи ин қитъа бо фосилаи овардашуда муайян мекунад, ки вобаста ба навъи ҷинс ба 2,5-10 м/кг баробар аст.

Амплитудаи аз қитъаи майдакунӣ паҳншавандаи лаппишҳои пайиҳам аз ҳаҷми мавҷҳои дарозрӯя ва арзӣ, ки аз дурӣ бошиддат хомӯш мешаванд, бартарият доранд. Андозаи ин қитъаи наздик ба таъсири сейсмикӣ барои тамоми навъҳои ҷинс ба 10 м/кг^{1/3} баробар буда, ин ҷо лаппиш дар аввали куба хомӯш мешавад ва баъдан ба мураббаи фосила мутаносиб аст. Суръати лаппиш дар ин қитъа аз 10 то 3 см/с хоҳиш меёбад (ҷадвали 1).

Ҷадвали 1 – Таъсифи деформатсияшавии ҷинсҳои кӯҳӣ

Қитъа	Хусусияти деформатсияшавии ҷинсҳо	Эквиваленти фосилаи овар-дашуда, м/кг ^{1/3}	Нишондиҳандаи эквиваленти хомӯшшавӣ
Рафтори ноустувори муҳит	Бошиддат инкишоф ёфтани тарқишҳои кушода:	0,1 – 0,6	3
	Дар сатҳи кушода пайдо шудани тарқишҳои пӯшидаи радиалӣ ва арзӣ.	0,6 – 3	2
	Микродеформатсияҳои боқимонда	3 – 6	2
Қитъаи наздик ба таъсири зилзила Ҳамон дуртар Лаппишҳои сусти зилзилавӣ	Мустаҳкамии ғайрихаттӣ	6 -10	2
	Ҳамон	10 -170	1.5
	Мустаҳкам	Зиёда аз 170	1.0

НАТИҶАИ ТАҲҚИҚ ВА МУҲОКИМАҲО

Мувофиқи паҳншавии мавҷҳои аз масофаи мувофиқ ба эквиваленти фосилаи овардашуда 10 м/кг^{1/3} сар карда, дар бузургии амплитудаи суръати лаппиш мавҷҳои сатҳие бартарият доранд, ки мутаносибан ба масоҳат дар дараҷаи 1,5 хомӯш мешаванд. Ин қитъа аз зардҳои тарқида дар масофае кушода мешавад, ки ба бузургии масофаи эквиваленти овардашуда аз 10 то 170 м/кг^{1/3} мувофиқат мекунад, суръати максималии лаппишҳо дар он аз 3 см/с то 0,5 см/м кам мешаванд ва қитъаи дури таъсири зилзилавӣ ба ҳисоб меравад, ки хориҷ аз марзи он минтақа ба лаппишҳои сусти зилзилавие дучор мешавад, ки хомӯшшавии он ба масоҳат мутаносиб аст.

Ба сифати таъсири имконпазири зилзилавии тарқишҳо суръати имконпазири лаппишро қабул мекунад. Дар он замон барои муайян кардани эквиваленти масоҳати овардашуда формулаи содашударо ба кор бурдан мумкин аст:

- барои қитъаи рафтори ноустувори ҷинсҳо ва қитъаи наздиктарини таъсири зилзилавӣ

$$R_3 = \sqrt{r_{гр} \cdot r_c^1 / \vartheta_{пр}} \quad (1)$$

- барои қитъаи дури таъсири зилзилавӣ

$$R_3 = 0,45 \cdot \sqrt[3]{(r_{гр} \cdot r_c^1 / \vartheta_{пр})^2} \quad (2)$$

- барои қитъаи лаппишҳои сусти зилзилавӣ

$$R_3 = 0,025 \cdot r_{гр} \cdot r_c^1 / \vartheta_{пр} \quad (3)$$

ин ҷо: $R_3 = r / \sqrt[3]{Q}$; $r_{гр}$ – коэффитсиенти баҳисобгирии зилзилаҳои обёришавии ҷинсҳо дар асоси бино ва иншоот; r_c^1 - коэффитсиент зилзилаҳои ҷинсҳои тарқонанда.

$$r_{гр} = k_b \cdot \frac{r_c^1}{r_c^1} \quad (4)$$

r_c^1 ва r_c^1 мувофиқи ҷадвали 9.5 қабул карда мешавад, масалан дар категорияи I ҷинсҳо мувофиқи зилзилаҳои - 10 [1].

k_b - ислоҳ ба обёришавии хок ва ҷинсҳо дар қитъаи объекти ҳифзшаванда. Қимати k_b ҳангоми таҳшинии обҳои замин поёнтар аз 15 м -10; обёрии минтақаҳои шухдор 1,2; замин дар сатҳи обҳои заминӣ 5-15м – 1.3; сатҳи обҳои заминӣ 5м - 2; пурра обёришуда - 3.

Аксаран корҳои тарқонандагӣ ҳангоми сохтмони стансияҳои обӣ дар наздикии мустақим ба коркардҳои зеризаминӣ ва камераҳо, Взрывные работы при строительстве гидроэлектростанции часто

производятся в непосредственной близости от подземных выработок и камер, ҳалқадавак ва ларғотҳо ба амал оварда мешаванд. Ин ҳолат ба мушоҳидаи тарқишҳои зиёд ҳангоми банақшагири ва амалиномаи маҳдудияти муайяне меғузорад, ки бояд таъсири зилзилави мавҷҳо ба ҳисоб гирифта шаванд. Ҳангоми тарқишҳои зиёд дар минтақаҳо қитъаҳои ҷиддии хатарнок ба амал меоянд, ки ҳаҷми онҳоро бо хусусиятҳои физикӣ-механикӣ ва сохтори минтақа муайян мекунад ва ба таври таҷрибавӣ низ мақаррар кардан мумкин аст.

Яке аз нишондиҳандаҳои асосии тавсифкунандаи таъсири манфии зилзилави асосан бо ҳаҷми дар як вақт баамалояндаи заряди тарканди МТ муайян карда мешавад. Ба ҳисоб гирифтани ҳаҷми имконпазири заряди МТ, ки дар карер ва коркардҳо тарконда мешавад, самти асосии таъсири манфии натиҷаи зилзила ба ҳисоб меравад.

Барои коҳиш додани шиддатнокии лаппишҳои зилзилави гузаштан ба технологияи ба зилзилатобовар пешниҳод мешавад ва истифодаи чунин нақшаҳои тарконидан, ки ҳангоми онҳо вазни максималии дар як вақт тарконда аз баҳисобгирии ҳаҷм зиёд набошад ва замони сустшавӣ дар ҳудуди оптималӣ 25-50 мс тағйир ёбад.

Ҳангоми вусъат додани коркардҳо амудӣ дар сохтмони НОБ-и зеризаминӣ (биноҳои камераҳои дарвозаҳо, чоҳҳои кашада, толори машинаҳо ва ғ.), қутри амудии чоҳ 85-100 мм, ки тавъам ба тамоми умқи чоҳ муқобил аст (то 30 м) чоҳҳои конканӣ ва тарҳӣ (расми 1) мекананд. Дар ҳолати умқи зиёд доштани чоҳ чоҳҳои даромадгоҳи то 30м-ро ба кор мебаранд. Фосила миёни чоҳи ёрирасон тарҳӣ вобаста ба мустақамии ҷинсҳои 15 -20dз ташкил медиҳад. Зарядҳои тарконанда сустанд. Усули мазкур самараноктар аст, зеро ҳангоми захираҳои камии он суръати баланди иҷрои корро таъмин менамояд. Дақиқ набудани буриши тарҳии чоҳ ҳангоми фосилаи зиёдишуда миёни чоҳҳои тарҳӣ ба истиснои ҳодисаҳои истифодаи тарқишҳои тарҳӣ бо усули тарқишҳосилкунии пешакӣ камбудии усул ба ҳисоб меравад. Илова бар ин зимни усули мазкур таъсири зараровари зилзилави тарқиш ба коркардҳо ва иншооти наздикҷойгиршуда зиёдтар аст (расми 1).

Ҳангоми сохтори обгирҳои умқи барои аз обанбоҳои мавҷуда ё кулҳо гирифтани об таркондани мазараи ҳалқадаваке зарур мешавад, ки байни обанбор ва нақб гузошта мешавад, ки лаҳзаи хеле масъулиятнок ба ҳисоб меравад. Гоҳо мураккаби дар он аст, ки эҳтимол дар наздикӣ иншооти гидротехникӣ мавҷуд бошанд ва ҳангоми тарқиш ҳам лаппиши зилзилави ва ҳам дар натиҷаи тарқиш фишори баланди об болотар аз гидростатикӣ таъсир расонад. Ҳангоми сохтани девори обгирӣ барои НОБ-и зеризаминии Шют де Пел дар Канада айнан ҳамин ҳолат рух дода буд. НОБ-и Шот де Пас бо иқтидори 736 МВТ соли 1960 ба истифода дода шуда буд. Обанбор соли 1943 бо сарбанди бетони баландиаш 48 м сохта шуда буд. Аз ин рӯ нақбканиро дар фосилаи 21 м дуртар аз сатҳи нишебӣ боз дошта, ҳалқадавки харсангии қутраш 18 м ва ҳаҷмаш 10 ҳаз. м³ гузошта, бо заряд 27 т.-ро тарконданд.

Дарғот 200 м дуртар аз обгир ҷойгир шудааст. Асоси онро ҳамон ҷизе ташкил медиҳад, ки дар минтақаи обгир аст: хоросанг – гнейсҳо ва парагнейс бо тарқишҳои бешумори тавъам ба дарё. Сарбанд ба зилзила бо суръати 0,055 д ба ҳисоб гирифта шуда буд. Дарозии дарвозаҳо аз обанбор то чоҳи сарбанди буришаш наълшакл 200 м буда, баландӣ дар даромадгоҳ 16 м ва дар шахта 25 м-ро ташкил медиҳад аз водохранилища до шахти 200м и высоту у входа 16 м и у шахты 25 м (расми 2).

Поёнтар аз ҳалқа дар нақб барои пешгирии ҷинсҳои тарқида ҳангоми канда шудани об баъди тарқиш чоҳи ҳаҷмаш 17 ҳаз.м³ сохта шуда буд. Ҷойгиршавии мутақобилаи ҳалқа ва чоҳ мувофиқи таҷрибаҳо дар амсилаҳо муайян карда шуд. Барои он ки дар бораи таъсири тарқиш ба сарбанд (бо назардошти наздикии сарбанд ва ҳаҷми калони заряд) имконияти ҳукм кардан шавад, пешакӣ 24 тарқишҳои хурди таҷрибавӣ бо заряд вазнаш 2,3-11,3 кг дар умқи 20 м дар 90-200 м дуртар аз сарбанд ва тарқишҳои заряд вазнаш 520 кг ҳангоми таҳияи чоҳи обгир ба амал оварда шуд. Барои чен кардани ҳаҷми деформатсия ва фишор дар сарбанд ва дарвозаҳо сейсмограф ва акселерометр насб карда шуд.

Тавре маълум аст, неруи тарқиш аз манбаъ бо сурати садо паҳн мешавад ва дар фосилае хомӯш мешавад, ки хосияти физикӣ муҳит муайян кардааст. Дар ҳар нуқтаи сатҳи атрофи тарқиш амплитудаи лаппиш A , басомади вибраторсия f , суръати вибраторсия V ва шитоб (a) ба вобастагӣ қонуни аз синусоидии бечошавӣ сарчашмагиранда алоқамандӣ доранд, яъне

$$v = 2\pi \cdot f \cdot A \quad (5)$$

$$a = 4\pi^2 f^2 A$$

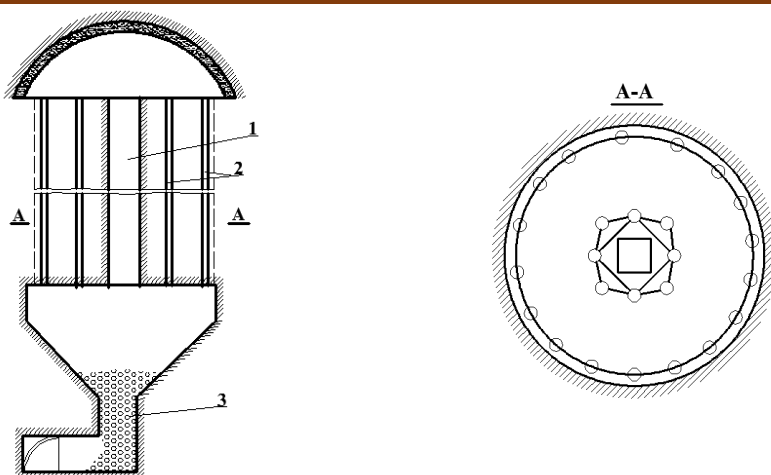
Маълум аст, ки амплитуда функсияи ҳаҷми заряд W , фосила аз нуқтаи тарқиш ва хусусияти хок дар ин нуқта мебошад.

Агар тарқиш дар об ё наздикии обанбор ба амал ояд, пас фишори баланди фавқулгидростатикиро ба назар гирифтани лозим меояд. Фишори максималии P аз тарқиш дар об тибқи формулаи зерин муайян карда мешавад:

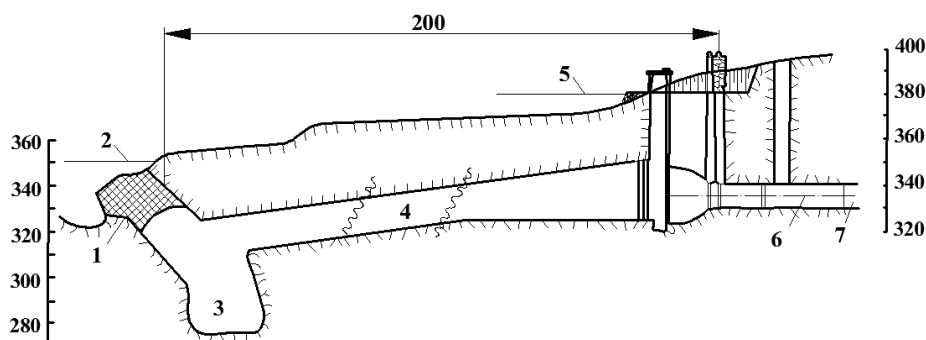
$$P = k \cdot \frac{W}{R} \quad (6)$$

ин ҷо: R – фосила аз ҷойи тарқиш до нуқтаи мазкур;

W - вазни заряд, кг; k – коэффитсиенти доимӣ, ки бо роҳи таҷриба муайян карда мешавад.



Расми 1 – Нақшаи калоншиавии тана: 1-фурнел, 2-чоҳ, 3-чинси тарконида



Расми 2 – Бароиши дарозрӯяи обгири нақбт НОБ-и Шют де Пасс.

ҳалқа (даҳана)-и харсанг, 2-сатҳи об дар обанбор ҳангоми таркиш, 3-ҳуфра, 4-қитъаи қисмӣ тозакардашудаи нақб, 5-сатҳи балантарини об дар обанбор, 6-нақби оваранда, 7-даҳанаи муваққатии бетонӣ.

Силсилаи аввали таҷрибаҳо (24 таркиши зероби) ба мақсади муайян намудани фишори баланди об ҳангоми таркиш дар дарвозаи дарғот ба амал оварда шуд. Ҳангоми баъзе таҷрибаҳо аз ин силсила пеш аз дарвоза садди ҳавои ташкил шуд; ромҳои аз лулаҳои сӯрохшуда ба об фароманд, ки ба воситаи онҳо ҳавои фишорхӯрда таҳти фишори 3,5 ат. мегузашт.

Мувофиқи натиҷаи таҷрибаҳо вобастагӣ ҳосил шуд:

$$P = F \cdot \left(\frac{W^{1/3}}{R} \cdot 10^3 \right) \quad (7)$$

Онро то бузургии $\frac{W^{1/3}}{R}$ имтидод кардан мумкин аст, ки ба таркиши интизории калон мувофиқат намояд. Ба мақсади муайян кардани таъсири чунин таркишҳо ба фишори баланди об дар чоҳҳои ба асоси обанбор кофташуда пешакӣ таркишҳои таҷрибавии зарядҳо ба амал оварда шуданд. Маълум гардид, ки фишори баланд дар об аз таркиши заряд дар чоҳ 20%-и дар об тарконида ро ташкил медиҳад. Пас, ҳисобро мувофиқи формула (6) ба заряди вазнаш баробари $27000 \times 0,2 = 5400$ кг (ҳалқа эҳтимолан бо заряди 27 т таркондан лозим буд) ба амал овардан лозим меояд. Зимнан маълум шуд, ки фишори баланд дар ин дарвозаҳои дарғот 50 кг/сек ташкил дод, ки мувофиқан дарвозаҳо ин сарбориро бардошта наметавонианд.

Чен кардани деформатсияи дарвозаҳо ҳангоми таркишҳои хурд нишон доданд, ки ба воситаи садди ҳавоӣ пеш аз дарвозаи фишореро, ки 6-7 баробар ба дарвоза дода мешавад кам кардан мумкин аст, аммо аз эҳтиёт чунин қарорро қабул карда наметавонианд. Аз ин рӯ дар лаҳзаи таркиш сатҳи обро дар обанбор то дарғоти обпарто кам карданд.

Тағйирёбии ҳангоми таркиши заряди вазнаш 520 кг нишон дод, ки амплитудаи лаппиш дар сарбанд 0.11 мм ташкил дода, шитоб мувофиқи баҳисобгирӣ зиёд карда шуда буд, ки ҳангоми он натиҷаи мутаносибан 1,6 мм ва 8,4с ҳосил гардид.

Ба асоси таҳлили маълумоти адабиёт ва меъёрҳо қимати амплитуда 1мм ва шитоб 3д хатарнок ҳисобида, шароити тарҳандозишудаи таркиш ниҳоят вазнин буд.

Ду варианти таркиш баррасӣ шуда буд. Варианти аввал бо усули «Кайот», ки ҳангоми он заряд дар ду нақби марказии кон дар дохили ҳалқа гузошта мешавад дар як лаҳза метаркад. Илова бар ин дар тарҳи сӯрохии оянда дар ҳалқа чоҳҳои чуқуре дар ҳар 46 см канда мешаванд. Варианти дуюм бошад, парма

кардани чоҳҳои рӯ ба рӯи чуқур ба монанди коркарди нақб бо таркондани кӯтоҳу таъхирафтаи зарядҳо ба воситаи детонаторҳои барқӣ бо сусткунандаи миллисониявӣ.

Натиҷаи таркиш дар тамоми нуқтаҳои намоён пурра қаноатбахш буданд. Сӯроҳии хуб ҳосил шуд, чоҳ ҳамагӣ қисман пур шуд, зеро як қисми харсанг ба обанбори пош хӯрд. Обе, ки ба нақб пур шуда буд, ба обгир ҳамагӣ теъдоди андаки майдачӯидаро овард, ки ба осонӣ тоза карда шуд. Таркиш ба сарбанд ҳеч зараре нарасонид, гарчанде бечошавии нисбии сексия 0.4-1 мм-ро ташкил дод. Алоқамандии бетон бо харсанги асос ҳалал наёфт, ки ба воситаи чоҳҳои пешакӣ қандашуда санҷида шуд. Фишори баланд аз мавҷи таркиш дар об дар қиёс ба ҳисобкутиб аз рӯи таркишҳои таҷрибавии вазни заряди 10 кг камтар буд (ҷадвали 2).

Ҷадвали 2 – Фишори баланд аз мавҷи таркиш

Нишондиҳанда	Мувофиқи ҳисоб	Амалан	
		Дар тега	Дар асос
Амплитуда, см	0,05-0,16	0,20	0,06
Суръат, см/сония	5,0-15,0	10,0-15,0	4,5
Шитоб, ҳиссаи g	3,5-8,4	1,2	0,7
Басомад, мик/сон	17	10,0-15,0	10,0-20,0

ХУЛОСА

Ҳамин тавр, муайян карда шуд, ки дар шароити муайян, ҳатто дар ҳолати андозаи калон доштани нақб корхоро бо истифода аз таркишҳои зеризаминӣ бо дарназардошти асари таъсиррасонии зилзилавӣ дар ҳолати мавҷуд будани сарбандҳои мавҷуда ва дигар иншоотҳо ба амал оварда мумкин аст.

Қайд кардан зарур аст, ки таҷрибаҳо бо зарядҳои ҳаҷмашон хурд ва формулаҳои мавҷудаи эмпирии мумкин аст дар бораи хусусият ва қиматҳои зуҳуроти ададӣ тасаввуроти нодуруст пешниҳод намоянд.

Ошкор гардид, ки “Меъёрҳои хатар”-и мавҷудаи таъсиррасонии зилзилавӣ барои сарбандҳои калон қобили қабул нест ва фишори баланди аз мавҷи ҳангоми таркиши зеризаминӣ ҳосилшуда калон набуда, мумкин аст ба назар гирифта нашавад. Он дар ҳолати сохтани садди ҳавойи метавонад камтар шавад.

Рецензент: Якубов А.О. – к.т.н., доцент кафедри «Основания, фундаменты и подземные сооружения» ТПУ им. академика М.С. Осими

АДАБИЁТ

1. Абдуҷаббаров А.Х. Сейсмостойкость автомобильных и железных дорог // КАСИ, 1996, 226 с, Бишкек.
2. Хасанов Н.М., Абдуҷаббаров А.Х., Тешаев У.Р. Сейсмостойкость конструкций водопропускных сооружений и подземных переходов. //Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2 (55), г. Санкт-Петербург.
3. Хасанов Н.М., Якубов А.О., Сулаймонова М.А. Устойчивость гидротехнической тоннели Нурекской ГЭС при сейсмическом воздействии /// Вестник, ТТУ 1/41 - Душанбе: ТТУ, 2018. -С.275-283.
4. Хасанов Н.М. Ятимов А.Дж. Якубов А.О. Анализ сейсмического воздействия на крепь горных выработок круглого сечения // Известия КГТУ, 2018. - №1 45. С. 302-312.
5. Сулейманова М.А. Саидов М.Э. Анализ повреждений подземных сооружений при землетрясениях //Научный журнал «Наука и инновация» /Естественных наук. Душанбе: Сино. ТНУ. 2016. –С. 56 – 59.
6. Хасанов Н.М., Холов Ф.А., Алимардонов А.М., Хасанов М.Н. Результаты натурных измерений статических анализов и их оценки при проходке гидротехнических сооружений // Политехнический Вестник №4(60), ТТУ, 2022. -С.112-120.
7. Хасанов Н.М. Экспериментальные исследования сейсмостойкости гидротехнических тоннелей частично заполненных водой // Наука и инновация. ТНУ, 2020.-№4. –С.217-222.

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

TJ	RU	EN
Алимардонов Алишер Менгалиевич	Алимардонов Алишер Менгалиевич	Alimardonov Alisher Mengaliyevich
ассистент, кафедры «Основания, фундаменты и подземные сооружения»	ассистент, кафедраи «Асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ»	Assistant, Department of Foundations, Foundations and Underground Structures
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi
TJ	RU	EN
Ситамов Музафар Сикандарович	Ситамов Музафар Сикандарович	Sitamov Muzafar Sikandarovich
ассистент, кафедры «Материалы, технология и организация строительства»	ассистент, кафедраи «Масолеҳо, технология ва ташкили сохтмон»	Assistant, Department "Materials, Technology and Organization of Construction"
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi
TJ	RU	EN
Соискатель	Унвонҷӯ	Applicant
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after academic M.S. Osimi

УДК: 528.9; 004.9

ПОВТОРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ НА ЛИНЕЙНО-УГЛОВЫХ СЕТЯХ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ СОВРЕМЕННЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ

Э.Х. Кодиров, Н.М. Хасанов

Таджикский технический университет им. академика М.С. Осимӣ

Произведён обзор методов получения данных о современных вертикальных движениях земной коры в околобереговой полосе Нурекского водохранилища. На основе обзора предложена методика обработки повторных измерений линейно-угловых сетей, а также обработка результатов измерений современных вертикальных движений. Метод основан на использовании интерполирования и построения карты современных вертикальных движений в любой период. Достоверность этих карт будет тем выше, чем больше временной период по определению скорости современных вертикальных движений.

Ключевые слова: методы, околобереговая полоса, водохранилище, измерения, линейно-угловые сети, вертикальные движения, земная кора, скорость.

ЧЕНКУНИҶОИ ТАҚРОРӢ ДАР ШАБАКАҶОИ ХАТӢ-КУНӢ ВА ҚОРҚАРДИ НАТИҶАҶОИ ҲАРАКАТИ АМУДИИ ҲОЗИРАЗАМОН

Э.Х. Қодиров, Н.М. Ҳасанов

Дар мақола азназаргузарони усулҳои ба даст овардани маълумот дар бораи ҳаракати ҳозиразамони вертикали кишри замин дар минтақаи наздикии обанбори Норақ гузаронида шуд. Дар асоси баррасиҳои усули қорқарди ченкунии тақрорӣ шабакаҳои хатӣ-кунӣ, инчунин қорқарди натиҷаҳои ченкунии ҳаракатҳои амудии муосир пешниҳод карда мешавад. Усул ба истифодаи интерполация ва сохтани харитаи ҳаракатҳои амудии муосир дар ҳама гуна давра асос ёфтааст. Муҳлати муайян кардани суръати ҳаракатҳои ҳозиразамони амудӣ ҳар қадар зиёд бошад, эътимоднокии ин харитаҳо ҳамон қадар баланд мешавад.

Калидвожаҳо: усулҳо, наздисохилӣ, обанбор, андозагирӣ, шабакаҳои хатӣ-кунӣ, ҳаракатҳои амудӣ, кишри замин, суръат.

REPEATED MEASUREMENTS ON LINEAR-ANGLE GRIDS AND PROCESSING OF RESULTS OF MODERN VERTICAL MOTIONS

E.H. Qodirov, N.M. Hasanov

Methods of obtaining data on modern vertical movements of the Earth's crust in the near-shore strip of the Nurek reservoir are reviewed. Based on the review, a method of processing repeated measurements of linear-angular networks is proposed, as well as the processing of the results of measurements of modern vertical motions. The method is based on the use of interpolation and construction of a map of modern vertical movements in any period. The reliability of these maps will be the higher the greater the time period for determining the velocity of modern vertical motions.

Keywords: methods, near-shore strip, reservoir, measurements, linear-angle networks, vertical motions, crust, velocity.

ВВЕДЕНИЕ

За последние 10-15 лет проблема изучения современных движений земной коры получила существенное развитие. Появилось большое количество новых данных, полученных геолого-геоморфологическими и геодезическими методами по детальному изучению современных вертикальных движений земной коры различных регионов, что позволяет проводить сравнительный анализ характера и параметров современных вертикальных движений земной коры для различных условий.

В настоящее время существуют несколько способов получения данных о скорости и направлении движений земной коры на побережьях. Одним из них является проведение точного повторного геодезического нивелирования, а другой связан с анализом данных об уровне моря. Измеряемые высоты уровня моря содержат сигнал, связанный с геодинамикой побережья, на котором расположены посты наблюдений. Этот сигнал кажущийся, так как происходит не от изменений уровня, а от поднятия или опускания берега, на котором расположен пост. Необходимо отметить, что в последнее время также используют космические геодезические методы и метод абсолютной гравиметрии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения современных горизонтальных движений используются геодезические методы, в частности, повторные триангуляционные измерения. Сопоставление результатов измерений для различных эпох дает возможность получить данные о смещениях пунктов, на которых выполнены эти измерения [1]. В результате обработки материала может быть получена векторная схема, где указывается величина и направление смещений пунктов измерений относительно некоторого условно неподвижного пункта и условно неподвижного направления.

При этом величина вектора смещения определяется по формуле:

$$V = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} \quad (1)$$

$$\text{где } \Delta x = x_a - x_o, \quad \Delta y = y_a - y_o, \quad (2)$$

где: x_a, y_a - координаты пункта в актуальную эпоху измерений, x_o, y_o - в начальную эпоху измерений.

Ориентировка вектора равна

$$\alpha = \arctg \frac{\Delta y}{\Delta x}, \quad (3)$$

Для получения векторных схем наиболее правильным представляется сравнение координат, полученных после уравнивания измерений раздельно в каждом цикле по идентичной методике по программе Проворова-Мицкевича для обработки линейно-угловых сетей [1]. Другим методом

представления результатов обработки может быть метод тензорного анализа. Расчеты компонент плоских континуальных сред, связывающих удлинений вдоль измеряемой линии с компонентами тензора деформации приведенные в [2, 3].

$$\varepsilon_p = \varepsilon_{xx} \cos^2 \varphi_p + \varepsilon_{yy} \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} + \varphi_p \right) + \varepsilon_{xy} \cos \varphi_p \cos \left(\frac{\pi}{2} + \varphi_p \right), \quad (4)$$

где: $\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}$ - деформации удлинения вдоль координатных осей, ε_{xy} - деформации сдвига между осями; φ_p - дирекционное направление измеряемой линии в заданной системе координат; ε_p - деформации относительного удлинения вдоль линии равная:

$$\varepsilon_p = \frac{l_{pa} - l_{po}}{l}, \quad (5)$$

где: l_{po} - длина линии в начальную эпоху, l_{pa} - в актуальную эпоху измерений, определенные либо прямыми измерениями, либо расчетами по разностям координат.

В случае если исследуются деформации происшедшие за длительный период времени, за основу необходимо взять среднегодовые удлинения линий по нижеследующему выражению:

$$\varepsilon_{p.c.g.} = \frac{l_{pa} - l_{po}}{l_n}, \quad (6)$$

где: n - количество лет между эпохами измерений.

Для нахождения неизвестных величин $\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}, \varepsilon_{xy}$ нужно решить систему трех уравнений:

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} x_j = b_i (j = 1, 2, 3), \quad (7)$$

где: x_j - неизвестные перечисленные искомые, a_{ij} - коэффициенты, зависящие от φ_{pi} (см. формулу 4), $b_i 2\varepsilon_{pi}$ - свободные члены, определенные из геодезических измерений или при помощи расчетов.

После определения $\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}, \varepsilon_{xy}$ определяются другие компоненты тензоров деформации:

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{2} \left[(\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}) + \sqrt{(\varepsilon_{xx} - \varepsilon_{yy})^2 + \varepsilon_{xy}^2} \right], \quad (8)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{2} \left[(\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}) - \sqrt{(\varepsilon_{xx} - \varepsilon_{yy})^2 + \varepsilon_{xy}^2} \right], \quad (9)$$

Ориентировка главных осей тензоров деформации относительно оси X определяется по формулам:

$$\alpha_1 = \arctg \frac{\varepsilon_{xy}}{2(\varepsilon_1 - \varepsilon_{yy})}, \quad (10)$$

$$\alpha_2 = \arctg \frac{\varepsilon_{xy}}{2(\varepsilon_2 - \varepsilon_{yy})},$$

где: α_1 - дирекционный угол оси ε_1 , α_2 - дирекционный угол оси ε_2 .

Зная удлинения вдоль осей $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ и предполагая в первом приближении несжимаемой среды можно определить значения вертикальной компоненты тензора деформации:

$$\varepsilon_{zz} = -(\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}) = -(\varepsilon_1 + \varepsilon_2), \quad (11)$$

Значения компонент тензоров деформации относятся к центрам тяжести треугольников.

Дальнейшее представление материала может быть выполнено в виде схем, где изолиниями показаны величины равных деформаций (скоростей деформации), или таблиц результатов цикл измерений (табл. 1, 2).

Таблица 1 - Ведомость координат первого и второго циклов измерений на оползневом участке «Кабуджар» [6].

№	Геодезические пункты	X	Y	X	Y
		Первый цикл		Второй цикл	
1	Rp-1	224195, 170	191133, 610	224195, 170	191133, 610
2	Rp-2	224293, 168	191022, 567	224293, 168	191022, 567
3	T-1	223942, 146	191000, 800	223942, 152	191001, 229
4	T-2	224138, 749	190853, 489	224138, 797	190853, 516

Таблица 2 - Результаты первого и второго циклов измерений (данные автора)

Станция	Цель	Направление		Класс точности
		Первый цикл	Второй цикл	
Rp-1	T-1	0° 00' 00, 00"	0° 00' 00, 00"	4-класс
	T-2	50° 55' 03, 00"	51° 00' 05, 00"	4-класс
	Rp-2	103° 54' 29,25"	103° 59' 12, 00"	4-класс
Rp-2	Rp-1	0° 00' 00, 00"	0° 00' 00, 00"	4-класс
	T-1	51° 56' 22, 62"	51° 52' 12, 00"	4-класс
	T-2	95° 52' 52, 25"	95° 53' 00, 00"	4-класс

Разница полученных значений за период 2006-2007 гг. (табл. 3) показывает, что смещения активной части оползня (Т-1) по оси «Х» составило 43 см/год. Следует отметить, что при визуальном обследовании серьезные подвижки на оползневом участке не были зафиксированы.

Таблица 3 - Ведомость разности координат между I-II циклами измерений.

№	I цикл		II цикл		Разница между циклами в мм	
	X	Y	X	Y	ΔX	ΔY
Т-1	223942,146	191000,800	223942,152	191001, 229	+ 0, 012	+ 0, 429
Т-2	224138,749	190853,489	224138,797	190853, 516	+ 0, 048	+ 0, 027

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЯ

Основным методом исследования современных движений земной коры является повторное нивелирование I и II классов. Нивелирования на геодинимических полигонах осуществлялась в соответствии с требованиями нормативных документов.

Важной характеристикой нивелирования при геодинимических исследованиях является его качество. В случаях, когда нивелирные линии не образуют замкнутых полигонов, их качество оценивается по внутренней сходимости, т.е. по разностям превышений полученных по правой и левой нивелировкам или по разностям прямого и обратного хода. Для оценки точности нивелирования рассчитываются средние квадратические случайные η и систематические σ ошибки по формулам:

$$\eta_5 = \sqrt{\frac{1}{4n} \left[\frac{d_5^6}{r} \right]} \quad (12)$$

$$\eta_6 = \sqrt{\frac{1}{4n} \left[\frac{d_6^2}{r} \right]},$$

где n - число секций в ходе, r –длина секции, d - разность превышений двух нивелировок в секции. Квадратическая ошибка на 1 км хода вычислялось по формуле:

$$\mu = \pm \sqrt{\eta^2 + \sigma^2}, \quad (13)$$

Интерпретация результатов повторного нивелирования может выполняться в виде графиков изменения высот пунктов нивелирования или в виде карт современных вертикальных движений [4, 5]. Как в первом, так и во втором случаях в каждом цикле нивелирования вычисляются условные отметки всех реперов относительно начального, принятого за неподвижный, по формуле: [1]:

$$H_x = H_{исх} + h_{изм} \quad (14)$$

Сопоставляя отметки, полученные по результатам каждого цикла нивелирования получаем их разности H или разности накопленных превышений, равные сумме изменения превышений по каждой секции H .

Скорости современных вертикальных движений между смежными знаками вычисляются по формуле

$$V_n = \frac{\Delta h}{\Delta T} = \frac{h_{нов} - h_{стар}}{\Delta T}, \quad (15)$$

где $h_{нов}$ - измеренное новое превышение, $h_{стар}$ - измеренное старое превышение, ΔT – интервал времени между повторными нивелировками в годах

Соответственно, для того чтобы получить скорости современных вертикальных движений необходимо выполнить расчеты для каждой точки по формуле:

$$V_n = \frac{\Delta H}{\Delta T} = \frac{H_x^n - H_x^1}{\Delta T}, \quad (16)$$

где H_x^1 - отметка точки в первом, H_x^n в n -ом цикле измерений.

Ошибку определения скорости современных вертикальных движений определяют по формуле:

$$mV_h = \frac{m\Delta h}{\Delta T} = \frac{\sqrt{\mu L}}{\Delta T} \quad (17)$$

$$mV_H = \frac{m\Delta H}{\Delta T} = \frac{\sqrt{\mu L}}{\Delta T}$$

Таким образом, получая некоторое поле значений H ; и используя обычное интерполирование, можно построить карты современных вертикальных движений в любой период. При этом достоверность этих карт будет тем выше, чем больше временной период вычисленный по формуле (17).

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ИЗОТРОПНЫХ ПЛИТ МЕТОДОМ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

Дж.Н. Низомов, Б. Турсунов

Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАНТ

В статье изложен алгоритм расчета изотропной плиты от действия заданной статической нагрузки методом сосредоточенных деформаций. Получены результаты численного моделирования на примере тестовой задачи. Разработана компьютерная программа, которая позволяет проводить исследования напряженно-деформированного состояния плит с различными граничными условиями.

Ключевые слова: гипотеза Кирхгофа, изгибающие моменты, касательные напряжения, крутящие моменты, поперечные силы, угловые перемещения, фиктивные связи.

ҲАЛЛИ АДАДИИ МАСЪАЛАҶОИ СТАТИКИИ ПЛИТАҶОИ ИЗОТРОПӢ БО МЕТОДИ ДЕФОРМАТСИЯҶОИ МУТАМАРКАЗШУДА

Ҷ.Н. Низомов, Б. Турсунов

Дар мақола алгоритми ҳисоб кардани плитаи изотропӣ аз таъсири сарбории статикӣ додашуда бо усули деформатсияҳои мутамарказшуда оварда шудааст. Нагиҷаҳои моделсозии ададӣ дар мисоли масъалаи тестӣ нишон дода шудаанд. Програмаи компютери ҳисоббарор тартиб дода шудааст, ки он имконият медиҳад, ки ҳолати шиддатнокӣ ва деформатсияшавии плитаҳои дорой шароитҳои гуногуни сарҳаддӣ омӯхта шавад.

Вожаҳои калидӣ: Гипотезаи Кирхгоф, моменти хамшавӣ, шиддати расанда, моментҳои чархзананда, қувваҳои арзӣ, ҷойивазкунии кунҷӣ, пайвандҳои фиктивӣ.

NUMERICAL SOLUTION OF STATIC PROBLEMS OF ISOTROPIC PLATES BY THE LOCATED DEFORMATION METHOD

J.N. Nizomov, B. Tursunov

The article presents an algorithm for calculating an isotropic slab from the action of a given static load by the method of concentrated deformations. The results of numerical simulation are obtained on the example of a test problem. A computer program has been developed that makes it possible to study the stress-strain state of plates with various boundary conditions.

Key words: Kirchhoff's hypothesis, bending moments, shear stresses, torques, transverse forces, angular displacements, fictitious bonds.

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития строительной механики связан с широким применением численных методов и использованием высокоскоростных вычислительных машин (компьютеров), позволяющих проводить расчеты строительных конструкций по весьма сложным расчетным схемам. В связи с этим является актуальным вопрос о разработке численных методов, обладающих достаточной точностью и удобных для использования современных компьютеров.

Метод упругих сосредоточенных деформаций, предложенный в работе [1], исходит из того, что связь между элементами осуществляется по линиям, разделяющим жесткие конечные элементы. Данный метод был развит в работах [2-4] с учетом специфики железобетонных конструкций при статических нагрузках. Дальнейшее развитие метода связано с работами [5-7].

Рассмотрим решение статической задачи теории пластин, основанной на гипотезах Кирхгофа [8,9]: а) линейный элемент, нормальный к срединной плоскости до деформации, остается после деформации прямолинейным и нормальным; б) напряжениями, действующими в направлении, перпендикулярном срединной поверхности, можно пренебречь; в) в срединной плоскости отсутствуют деформации растяжения, сжатия и сдвига.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В соответствии с законом Гука нормальные напряжения в предположении, что при изгибе боковые грани элемента пластины остаются плоскими, представляются в виде

$$\sigma_x = \frac{E}{1-\mu^2} (\varepsilon_x + \mu\varepsilon_y) = \frac{Ez}{1-\mu^2} \left(\frac{1}{r_x} + \mu \frac{1}{r_y} \right), \quad (1)$$

$$\sigma_y = \frac{E}{1-\mu^2} (\varepsilon_y + \mu\varepsilon_x) = \frac{Ez}{1-\mu^2} \left(\frac{1}{r_y} + \mu \frac{1}{r_x} \right),$$

где $1/r_x$ и $1/r_y$ обозначают кривизны нейтральной поверхности в сечениях, параллельных соответственно плоскостям xz и yz , μ – коэффициент Пуассона. Эти нормальные напряжения приводят к изгибающим моментам

$$M_x = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x z dz = D \left(\frac{1}{r_x} + \mu \frac{1}{r_y} \right) = -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right), \quad (2)$$

$$M_y = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_y z dz = D \left(\frac{1}{r_y} + \mu \frac{1}{r_x} \right) = -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)$$

где $D = Eh^3 / 12(1 - \mu^2)$ – жесткость пластины при изгибе, h – толщина пластины, считается малой в сравнении с другими размерами пластины. Из сопоставления (1) и (2) следует, что при чистом изгибе нормальные напряжения выражаются через изгибающие моменты M_x и M_y следующими формулами:

$$\sigma_x = \frac{12M_x z}{h^3}, \quad \sigma_y = \frac{12M_y z}{h^3}, \quad (3)$$

где z – расстояние от срединной поверхности до рассматриваемого волокна.

Касательные напряжения, действующие в вертикальных плоскостях и направленные горизонтально, с учетом геометрических зависимостей

$$u_x = -(\partial w / \partial x)z, \quad u_y = -(\partial w / \partial y)z,$$

записываются в виде

$$\tau_{xy} = \tau_{yx} = G\gamma_{xy} = G \left(\frac{\partial u_y}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial y} \right) = -\frac{Ez}{1 + \mu} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}. \quad (4)$$

Крутящие моменты, возникающие от действия касательных напряжений τ_{xy} , выражаются так:

$$M_{xy} = - \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{xy} z dz = \frac{Ez}{1 + \mu} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \int_{-h/2}^{h/2} z^2 dz = \frac{Eh^3}{12(1 + \mu)} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}. \quad (5)$$

Ввиду парности касательных напряжений $\tau_{xy} = \tau_{yx}$ крутящий момент M_{xy} на перпендикулярных гранях элемента пластины одинаков. Из сопоставления (4) и (5) следует, что касательные напряжения τ_{xy} выражаются через крутящий момент

$$\tau_{xy} = \frac{12M_{xy} z}{h^3} = \frac{M_{xy} z}{I}, \quad I = \frac{1 \cdot h^3}{12}. \quad (6)$$

Касательные напряжения τ_{xz} и τ_{yz} , параллельные оси z , получаются при допущении, что они распределены по толщине пластинки, следуя параболическому закону, как в случае балки прямоугольным поперечным сечением

$$\tau_{xz} = \frac{6Q_x}{h^3} \left(\frac{h^2}{4} - z^2 \right), \quad \tau_{yz} = \frac{6Q_y}{h^3} \left(\frac{h^2}{4} - z^2 \right). \quad (7)$$

Кроме изгибающих моментов (2) и крутящих моментов (5), на боковых гранях элемента, вырезанного из пластинки, возникают и поперечные силы, которые определяются из уравнений равновесия элемента пластины.

Рассмотрим элемент $dx \times dy$ срединной плоскости (рис.1), где указаны силы и моменты, направления которых считается положительными.

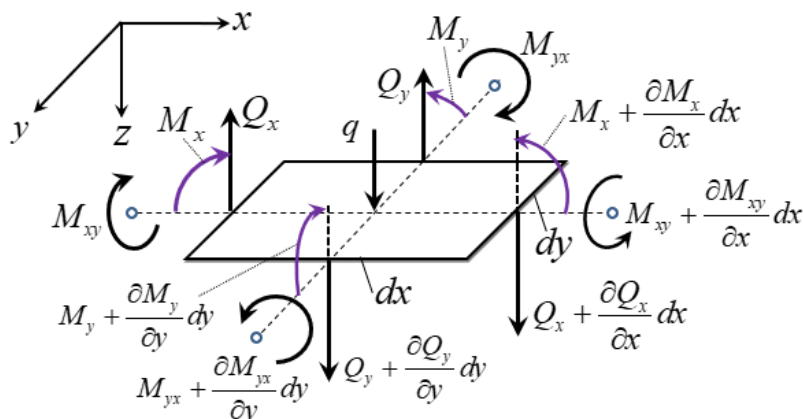


Рис.1 – Моменты и поперечные силы в срединной плоскости элемента $dx \times dy$ пластины

Проектируя все силы на вертикальную ось z , получим

$$\frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} + q = 0. \quad (8)$$

Составив сумму моментов от всех действующих на элемент сил относительно оси x , получим другое уравнение равновесия

$$\frac{\partial M_{xy}}{\partial x} - \frac{\partial M_y}{\partial y} + Q_y = 0. \quad (9)$$

Аналогичное уравнение получим, взяв моменты относительно оси y

$$\frac{\partial M_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial M_x}{\partial x} - Q_x = 0. \quad (10)$$

Из уравнений (9) и (10) определим Q_x и Q_y , а затем внося их в (8), с учетом того, что $M_{yx} = -M_{xy}$, получим

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} - 2 \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} = q. \quad (11)$$

Внося (2) и (5) в (11), получим дифференциальное уравнение изгиба пластинки, представленное в перемещениях, которое называется уравнением Софи Жермен

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{q}{D}. \quad (12)$$

Уравнение (12) можно также записать в виде

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) = \frac{q}{D}, \rightarrow \Delta \Delta w = \frac{q}{D}, \quad (13)$$

где Δ – оператор Лапласа.

Таким образом, задача об изгибе пластинки от действия поперечной нагрузки q сводится к интегрированию уравнения (12). Из решения этого уравнения, с учетом граничных условий, определяется $w(x, y)$, а затем из (2), (5), (9) и (10) вычисляются изгибающие и крутящие моменты, а также поперечные силы. Соответствующие нормальные напряжения определяются из уравнения (3) и (6) при $z = h/2$

$$\sigma_x = \frac{6M_x}{h^2}, \quad \sigma_y = \frac{6M_y}{h^2}, \quad \tau_{xy} = \frac{6M_{xy}}{h^2}. \quad (14)$$

Максимальные касательные напряжения τ_{xz}, τ_{yz} определяются из (7) при $z = 0$, предположив, что они распределены по толщине пластинки по параболическому закону

$$\tau_{xz} = \frac{3}{2} \frac{Q_x}{h}, \quad \tau_{yz} = \frac{3}{2} \frac{Q_y}{h}. \quad (15)$$

Следовательно, если из уравнения (12) определена $w(x, y)$ – изогнутая поверхность пластинки, то по формулам (14) и (15) вычисляется ее напряженное состояние.

Следует отметить, что дифференциальное уравнение четвертого порядка (12) можно представить в виде системы из двух уравнений второго порядка (Тимошенко, Войновский-Кригер, 1963). Из (2) следует, что сумма изгибающих моментов равняется

$$M_x + M_y = -D(1 + \mu) \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right),$$

тогда вводя обозначение

$$M = \frac{M_x + M_y}{(1 + \mu)} = -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right), \quad (16)$$

из (13) получим уравнение с неизвестной функцией $M(x, y)$ – обобщенного изгибающего

момента

$$\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} = -q, \quad (17)$$

а другое уравнение следует из (16), которое представляется в виде

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = -\frac{M}{D}. \quad (18)$$

Следует отметить, что аналитическое решение уравнения (12) или система уравнений (17), (18) возможно при ограниченных условиях, поэтому для решения задач изгиба плит широко применяются численные методы.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В данной работе рассматривается реализация метода сосредоточенных деформаций на тестовых задачах с целью анализа точности и сходимости результатов, полученных при различных разбиениях. В соответствии основными предположениями и допущениями, принятыми в методе сосредоточенных деформаций, исходная прямоугольная пластина разбивается на множества прямоугольных элементов. Собственные деформации элементов при изгибе, кручении и сдвиге, сосредотачиваются по границам между ними, введением фиктивных связей соответствующего типа. При этом предполагается, что каждый элемент имеет три степени свободы: φ_x, φ_y – угловые перемещения вокруг осей x и y , w_z – линейное перемещение по оси z . На рис.2 представлен i -й конечный элемент, где по граням установлены фиктивные связи с соответствующими жесткостями: $\varphi_{ij}, \psi_{ij}, \xi_{ij}$ – при изгибе, кручении и сдвиге соответственно.

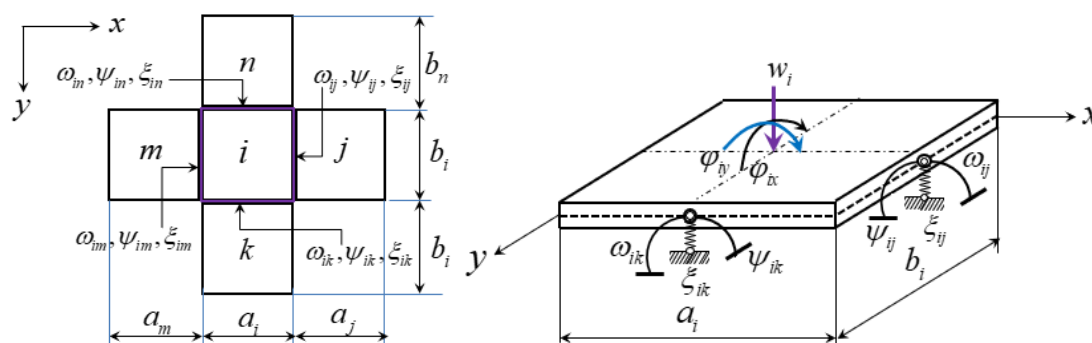


Рис.2 – Прямоугольный конечный элемент

Рассматривая раздельно напряженно-деформированные состояния при изгибе в двух вертикальных плоскостях, кручении и сдвиге, определим соответствующие жесткости фиктивных связей, которые будут расположены на гранях элементов. Потенциальная энергия деформации изгиба по всему объему конечного элемента $V_i = a_i b_i h_i$, при действии только нормальных напряжений σ_x , записывается в виде

$$U(M_{ix}) = \frac{1}{2} \int_{V_i} \sigma_{ix} \varepsilon_{ix} dV_i,$$

где σ_{ix} выражается формулой (3). Относительное удлинение откуда с учетом (3) и $\varepsilon_{ix} = \sigma_{ix} (1 - \mu^2) / E_{ix}$, получаем

$$U(M_{ix}) = \frac{1}{2} \int_{V_i} \frac{\sigma_{ix}^2}{E_{ix}} (1 - \mu_{ix}^2) dV_i = \frac{(1 - \mu_{ix}^2) M_{ix}^2 b_i^3 a_i}{2 E_{ix} I_{ix}^2} \int_{-h/2}^{h/2} z^2 dz = \frac{M_{ix}^2 b_i^2 a_i}{2 E_{ix} I_{ix}} (1 - \mu_{ix}^2). \quad (19)$$

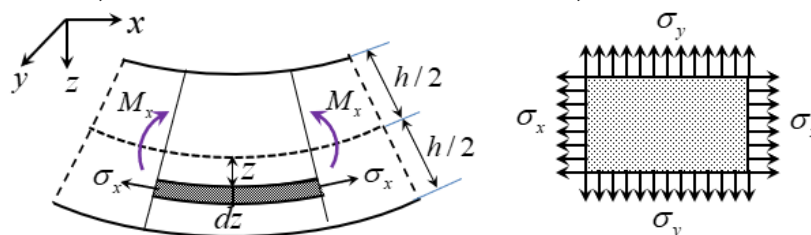


Рис.3 – Относительные удлинения элемента

С другой стороны, потенциальная энергия деформации изгиба в фиктивных связях по граням b_i , совершаемая изгибающими моментами на углы поворота $\varphi_{ix} = M_{ix} b_i / \omega_{ix}$, где ω_{ix} – жесткость фиктивной связи, выражается как действительная работа

$$U(M_{ix}) = \frac{1}{2} 2M_{ix} b_i \varphi_{ix} = \frac{M_{ix}^2 b_i^2}{\omega_{ix}}. \quad (20)$$

Из сопоставления (19) и (20) получаем значения коэффициента ω_{ix} , который прямо пропорционально изгибной жесткости элемента

$$\omega_{ix} = \frac{2E_{ix} I_{ix}}{a_i \cdot (1 - \mu_{ix}^2)}. \quad (21)$$

Для фиктивных связей по граням a_i по аналогии можно записать

$$\omega_{iy} = \frac{2E_{iy} I_{iy}}{b_i \cdot (1 - \mu_{iy}^2)}. \quad (22)$$

Загружаем элемент $a_i \times b_i$ крутящими моментами постоянной интенсивностью $H_i = M_{xy}$ по всем граням. При этом потенциальная энергия деформации кручения с учетом $\gamma_{xy} = \tau_{xy} / G_i$ представляется в виде

$$U(H_i) = \frac{1}{2} \int_{V_i} \tau_{xy} \gamma_{xy} dV_i = \frac{1}{2} \int_{V_i} \frac{\tau_{xy}^2}{G_i} dV_i. \quad (23)$$

Записав (6) в виде $\tau_{xy} = H_i b_i z / I_{ix}$, где $I_{ix} = b_i h^3 / 12$, и внося в (23), получаем

$$U(H_i) = \frac{1}{2} \frac{H_i^2 b_i^2}{G_i I_{ix}^2} \int_{V_i} z^2 dV_i = \frac{H_i^2 b_i^2}{G_i I_{ix}} a_i. \quad (24)$$

Потенциальная энергия в фиктивных связях кручения при повороте торцов на углы α_{ix} и α_{iy} с учетом геометрического соотношения $\alpha_{ix} b_i = \alpha_{iy} a_i$ и равенства $H_i b_i = \psi_{ix} \alpha_{ix}$, где ψ_{ix} – жесткость фиктивных связей при кручении, представляется так:

$$U(H_i) = \frac{1}{2} (2H_i b_i \alpha_{ix} + 2H_i a_i \alpha_{iy}) = 2H_i b_i \alpha_{ix} = 2H_i^2 b_i^2 / \psi_{ix}. \quad (25)$$

Приравняв правые части (24) и (25), получаем

$$\psi_{ix} = \frac{4G_i I_{ix}}{a_i} = \frac{G_i b_i h^3}{3a_i} = \frac{G_i J_{ix}}{a_i}, \quad (26)$$

здесь $J_{ix} = \lambda_{ix} b_i h_i^3$ – геометрическая характеристика крутильной жесткости прямоугольной грани элемента, $\lambda_{ix} = 1/3$ при отношении сторон $b_i / h_i > 10$ [10]. Жесткость фиктивных связей на кручения по граням a_i будет равняться

$$\psi_{iy} = \frac{4G_i I_{iy}}{b_i} = \frac{G_i a_i h_i^3}{3b_i} = \frac{G_i J_{iy}}{b_i}, \quad J_{iy} = \lambda_{iy} a_i h_i^3. \quad (27)$$

Загружая элемент поперечными силами Q_{ix} , распределенными по граням b_i , потенциальную энергию деформации сдвига с учетом $\gamma_{xz} = \tau_{xz} / G_i$, представим в виде

$$U(Q_{ix}) = \frac{1}{2} \int_{V_i} \tau_{xz} \gamma_{xz} dV_i = \frac{1}{2} \int_{V_i} \frac{\tau_{xz}^2}{G_i} dV_i. \quad (28)$$

Внося (7) в (28) и произведя интегрирование по всему объему $V_i = a_i b_i h_i$, получаем

$$U(Q_{ix}) = \frac{1}{2} \left(\frac{6Q_{ix}}{h^3} \right)^2 \int_{V_i} \left(\frac{h^2}{4} - z^2 \right)^2 dV_i = \frac{3}{5} \cdot \frac{Q_{ix}^2 a_i b_i}{G_i h_i}. \quad (29)$$

Потенциальная энергия сдвига, выраженная через жесткости фиктивных связей по двум граням, где $\Delta_{ix} = Q_{ix} b_i / \xi_{ix}$, записывается в виде

$$U(Q_{ix}) = \frac{1}{2} 2Q_{ix} b_i \Delta_{ix} = \frac{Q_{ix}^2 b_i^2}{\xi_{ix}}. \quad (30)$$

Из сопоставления (29) и (30) получаем коэффициент жесткости фиктивных связей по граням b_i

$$\xi_{ix} = \frac{5G_i b_i h_i}{3a_i}. \quad (31)$$

Аналогичное выражение коэффициента жесткости для граней a_i

$$\xi_{iy} = \frac{5}{3} \frac{G_i a_i h_i}{b_i}. \quad (32)$$

Таким образом, полученные формулы для определения жесткостей в фиктивных связях i -го конечного элемента, позволяют записать жесткости комплексных связей между элементами. Изгибная жесткость в связях между элементами i и j по граням, нормаль в которых параллельно оси x , представляется коэффициентом

$$\omega_{ij} = \left[(\omega_{ix})^{-1} + (\omega_{jx})^{-1} \right]^{-1} = \frac{\omega_{ix} \omega_{jx}}{(\omega_{ix} + \omega_{jx})},$$

откуда следует, что для однотипных элементов размером $a \times b \times h$, где $\omega_{ix} = \omega_{jx}$, коэффициенты жесткости при изгибе на соответствующих гранях будут равны:

$$\omega_{ij} = \frac{\omega_x}{2} = \frac{2EI_x}{2a} = \frac{Ebh^3}{12a}, \quad \omega_{in} = \frac{\omega_y}{2} = \frac{2EI_y}{2b} = \frac{Eah^3}{12b}. \quad (33)$$

Коэффициенты жесткости фиктивных связей при кручении и сдвиге в случае однотипных элементов и при отсутствии реальных связей записываются в виде

$$\psi_{ij} = \frac{\psi_x}{2} = \frac{GJ_x}{2a} = \frac{G\lambda_x b h^3}{2a}, \quad \psi_{in} = \frac{\psi_y}{2} = \frac{GJ_y}{2b} = \frac{G\lambda_y a h^3}{2b}, \quad (34)$$

$$\xi_{ij} = \frac{\xi_x}{2} = \frac{5}{3} \frac{Gbh}{2a} = \frac{5Gbh}{6a}, \quad \xi_{in} = \frac{\xi_y}{2} = \frac{5}{3} \frac{Gah}{2b} = \frac{5Gah}{6b}, \quad (35)$$

где λ_x, λ_y – числовые коэффициенты, зависящие от отношения сторон b/h и a/h соответственно (Феодосьев, 1963).

Полученные выражения жесткостей в сосредоточенных фиктивных связях между элементами позволяют сформировать матрицу внутренней жесткости пластины. Диагональная матрица внутренней жесткости для i -го элемента представляется в виде

$$\mathbf{C}_i = \text{diag}(\omega_{im}, \psi_{im}, \xi_{im} \mid \omega_{ik}, \psi_{ik}, \xi_{ik} \mid \omega_{in}, \psi_{in}, \xi_{in} \mid \omega_{ij}, \psi_{ij}, \xi_{ij}). \quad (36)$$

Последовательность расположения коэффициентов в матрице \mathbf{C}_i зависит от принятой схеме нумерации элементов и узлов в дискретной модели.

Исходя из условия равновесия k -го конечного элемента составляется система уравнений

$$\mathbf{A}_k \mathbf{S}_k + \mathbf{P}_k = \mathbf{0}, \quad (37)$$

где \mathbf{A}_k – прямоугольная матрица коэффициентов размера 3×12 и \mathbf{S}_k – вектор внутренних усилий размера 12×1 . Элементы вектора \mathbf{S}_k состоят из компонентов внутренних усилий, соответствующих сечениям граней элемента k . Записав уравнения типа (37) для всех элементов пластинки, получим систему уравнений

$$\mathbf{AS} + \mathbf{P} = \mathbf{0}, \quad (38)$$

Система уравнений, которая выражает связь между перемещениями системы $\varphi_{ix}, \varphi_{iy}, w_i$ (рис.2) и деформациями ее элементов, записывается в виде матричного уравнения

$$\mathbf{A}^T \mathbf{W} + \boldsymbol{\lambda} = \mathbf{0}, \quad (39)$$

где \mathbf{A}^T – матрица размера $3m \times 3n$, взаимно транспонированная с матрицей \mathbf{A} .

Решение статической задачи сводится к разрешающей системе алгебраических уравнений

$$\mathbf{K} \mathbf{W} = \mathbf{P}. \quad (40)$$

где $\mathbf{K} = \mathbf{A} \mathbf{C} \mathbf{A}^T$ – квадратная матрица внешней жесткости $3n$ -го порядка. Из решения (10.4.8) определяется вектор перемещений, а затем последовательно вычисляются векторы деформаций и внутренних усилий.

Пример. Исследование сходимости и точности МСД на примере изгиба защемленной по контуру пластинки. На основе численных экспериментов было установлено, что при отношении сторон граней элементов $b/h = 10$, в случае квадратной сетки, наиболее оптимальное значение коэффициента крутильной жесткости $\lambda_x = \lambda_y = 0,4$. На основе изложенного алгоритма разработана компьютерная программа «PLASTINA-R1» на языке Фортран и проведены численные эксперименты.

В качестве тестовой задачи рассмотрим задачу изгиба защемленной по контуру пластины от действия сосредоточенной силы, приложенной в ее центре. С целью численного исследования сходимости решений на внутреннюю область пластины наносим квадратную сетку $n \times n$, где n – нечетное число. При такой разбивке контрольные точки для сравнения результатов в дискретной модели МСД совпадут с аналогичными точками в аналитическом решении. В табл. 1 результаты численного решения по МСД от действия нагрузки P , сосредоточенной в центре квадратной пластинки, полученные при различных разбиениях, сопоставляются с результатами аналитического решения [9].

Таблица 1. Прогиб в центре квадратной пластинки, изгибающий момент в середине контура пластинки, нагруженной в центре ($\mu = 0,3$)

Прогиб и момент	МСД				Аналитическое решение
	11×11	13×13	15×15	17×17	
$w_c \cdot D / Pa^2$	0,005737	0,005760	0,005773	0,005780	0,00560
M_o / P	-0,1199	-0,1216	-0,1227	-0,1234	-0,1257

Как следует из табл. 1, мы имеем достаточно хорошую сходимость, как по прогибам, так и по моментам. Уточненные значения прогиба и изгибающего момента можно определить экстраполяцией по Ричардсону [11]:

$$n_1 = 15, n_2 = 17, \alpha = n_2 / n_1, \beta = 1 / (\alpha^m - 1), m = 2, \beta = 3,5156,$$

$$\bar{w}_c = 0,005780 + \beta(0,005780 - 0,005773) = 0,005805,$$

$$\bar{m}_o = -(0,1234 + \beta(0,1234 - 0,1227)) = -0,1258,$$

что соответственно на 3,6 и 0,08% отличаются (больше) от точного решения.

ВЫВОД

На основе полученных результатов можно заключить, что метод сосредоточенных деформаций может быть использован для исследования задач по расчету пластин. Простота алгоритма и достаточная точность являются отличительными особенностями предлагаемого метода численного моделирования. Разработанные алгоритмы и компьютерная программа позволяют исследовать плит с различными граничными условиями при различных статических воздействиях.

Рецензент: И. Каландарбеков – д.т.н., проф. кафедры ПГС ПЛПУ имени академика М.С. Осими, начальник научно-исследовательского центра "Строительство и Архитектура".

ЛИТЕРАТУРА

1. Ржаницын А.Р. Расчет сплошных конструкций методом упругих сосредоточенных деформаций // Стр. мех. и расчет соор., 1980, № 5, с. 15 - 20.
2. Додонов М.И. Расчёт изгибаемых пластин методом сосредоточенных деформаций // Строительная механика и расчёт сооружений, 1986, №2 – с.22-25.
3. Мамин А.Н. Применение метода дискретных связей при нелинейных расчетах железобетонных конструкций // ПГС, №6, 2004-с.27-28.

4. Каландарбеков И. Развитие метода сосредоточенных деформаций применительно к расчетам конструкций с учетом податливости соединений. Дисс. докт. техн. наук. -М., 2009, 425 с.
5. Низомов Д. Н., Каландарбеков И. Метод сосредоточенных деформаций в решении статических и динамических задач плит на упругом основании //Промышленное и гражданское строительство.- 2007. - №12.- С. 35 - 36.
6. Низомов Д.Н., Каландарбеков И. Метод сосредоточенных деформаций в решении статических и динамических задач строительной механики. - Душанбе, «Ирфон», 2005. – 289 с.
7. Низомов Д.Н., Каландарбеков И., Ходжибоев А.А. Численное моделирование задача изгиба плит методом сосредоточенных деформаций//Материалы межд. науч-прак. конф. «Современные тенденции в архитектуре, строительстве и образовании в республике Таджикистан-Душанбе, 2014-с.250-255.
8. Доннелл Л.Г. Балки, пластины и оболочки.- М.: Наука, 1982. – 568 с.
9. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластины и оболочки. – М.: Физматгиз, 1963. – 635 с.
10. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов. – М.: Физматгиз, 1963. – 539 с.
11. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. –М.: Наука, 1970. –664с.

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

TJ	RU	EN
Низомов Чаҳонгир Низомович	Низомов Джаҳонгир Низомович	Nizomov Jakhongir Nizomovich
Доктори илмҳои техникӣ, профессор, узви вобастаи АМИТ, мудири лаборатория	Доктор технических наук, профессор, член-корр. НАНТ, завлаб	Doctor of Technical Sciences, Professor, corresponding member of the NAST, head of laboratory
Институти геология, сохтмони ба заминчунбӣ тобовар ва сейсмологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон	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
e. mail: tiees@mail.ru		
TJ	RU	EN
Турсунов Баҳтиёр Абдуалимович Унвонҷуӣ	Турсунов Баҳтиёр Абдуалимович Соискатель	Tursunov Bakhtiyor Abdualimovich Applicant
Институти геология, сохтмони ба заминчунбӣ тобовар ва сейсмологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон	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
e -mail: bahtiyor71bta@mail.ru		

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 IMRAD² 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 (AUTHORS' BACKGROUND)	оформляется в конце статьи в следующем виде:

² Данный термин составлен из первых букв английских слов: Introduction (Введение), Materials and Methods (Материалы и методы), Results (Результаты) Acknowledgements and Discussion (Обсуждение). Это самый распространенный стиль оформления научных статей, в том числе для журналов Scopus и Web of Science.

	TJ	RU	EN
	Ному насаб, ФИО, Name Дараҷа ва унвони илмӣ, Степень и должность, Title ³ Ташкилот, Организация, Organization e-mail ORCID ⁴ 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 исследование. Авторы A1 и A6 участвовали в обработке данных. Авторы A1, A2 и A5 участвовали в написании текста статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов. 2. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации		
ДОПОЛНИТЕЛЬНО (по желанию автора)			
БЛАГОДАРНОСТИ (опционально) - ACKNOWLEDGEMENT (optional)	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 докладов на конференциях и семинарах.		

5. Требования к оформлению статей

³ Title can be chosen from: master student, Phd candidate, assistant professor, senior lecture, associate professor, full professor

⁴ ORCID или Open Researcher and Contributor ID (Открытый идентификатор исследователя и участника) — незапатентованный буквенно-цифровой код, который однозначно идентифицирует научных авторов. www.orcid.org.

Рекомендуемый объем оригинальной статьи – до 10 страниц, обзора – до 15 страниц, включая рисунки, таблицы, библиографический список. В рубрику «Краткие сообщения» принимаются статьи объемом не более 3 страниц, включая 1 таблицу и 2 рисунка.

Рекомендации по набору и оформлению текста

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 ⁵	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 ⁶ , организации ⁷ , заголовки и реферат ⁸ и ключевые слова ⁹ 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).

⁵ Универсальная десятичная классификация (УДК) — система классификации информации, широко используется во всём мире для систематизации произведений науки, литературы и искусства, периодической печати, различных видов документов и организации картотек. Межгосударственный стандарт ГОСТ 7.90—2007. Пример: <https://www.teacode.com/online/udc/>

⁶ 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.

⁷ Название организации в английском переводе должно соответствовать официальному, указанному на сайте организации. Непереводимые на английский язык наименования организаций даются в транслитерированном варианте.

⁸ 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.

⁹ 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
Мухаррири матни англисӣ:	Муаллифон
Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ:	М.А. Иззатуллоев

Редактор русского текста:	М.М. Якубова
Редактор таджикского текста:	Авторская редакция
Редактор английского текста:	Авторская редакция
Компьютерный дизайн и верстка:	М.А. Иззатуллоев

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10^А
Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10^А

Ба чоп 25.12.2023 имзо шуд. Ба матбаа 28.12.2023 супорида шуд.
Чопи офсетӣ. Коғазӣ офсет. Андозаи 60x84 1/8
Адади нашр 50 нусха.

Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ
ш. Душанбе, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10^А