

ISSN 2664-1534

ИЛМ ВА ИННОВАТСИЯ
ДОНИШГОҶИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН
Баҳши илмҳои геологӣ ва техникӣ
2024. №1

НАУКА И ИННОВАЦИЯ
ТАДЖИКСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Серия геологических и технических наук
2024. №1

SCIENCE AND INNOVATION
OF THE TAJIK NATIONAL UNIVERSITY
Series of geological and technical Sciences
2024. No. 1



МАРКАЗИ
ТАБЪУ НАШР, БАҶГАРДОН ВА ТАРҶУМА
ДУШАНБЕ – 2024

**ИЛМ ВА ИННОВАТСИЯ
БАХШИ ИЛМҲОИ ГЕОЛОГӢ ВА ТЕХНИКӢ**

Муассиси маҷалла:

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон
Маҷалла соли 2014 таъсис дода шудааст.
Дар як сол 4 шумора нашр мегардад.

САРМУҲАРИИР:

Насриддинзода Эмомалӣ Сайфиддин	<i>Доктори илмҳои ҳуқуқшиносӣ, узви вобастаи АМИТ, ректори Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
--	--

МУОВИНИ АВВАЛИ САРМУҲАРИИР:

Сафармамадзода Сафармамад Муборакшо	<i>Доктори илмҳои кимиё, профессор, муовини ректор оид ба илм ва инноватсияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
--	--

МУОВИНОНИ САРМУҲАРИИР:

Оспанова Нарима Каженовна	<i>Доктори илмҳои геология ва минералогия, сарҳодими илми озмоишгоҳи палеонтология ва стратиграфияи Институти геология, соҳтмони ба заминҷунбӣ тобовар ва сейсмологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон</i>
----------------------------------	---

Комилов Одина Комилович	<i>Доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи гидрогеология ва геологияи муҳандисии факултети геологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
--------------------------------	--

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ:

Валиев Шариф Файзуллоевич	<i>Доктори илмҳои геология ва минералогия, профессор, сарҳодими илми Институти геология, соҳтмони ба заминҷунбӣ тобовар ва сейсмологияи АМИТ</i>
----------------------------------	--

Файзиев Абдулҳак Раҷабович	<i>Узви вобастаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, доктори илмҳои геология ва минералогия, профессори кафедраи геология ва иқтисофи конҳои канданиҳои фойданоки факултети геология</i>
-----------------------------------	--

Абдурахимов Садриддин Яминович	<i>Доктори илмҳои геология ва минералогия, профессори кафедраи географияи табиӣ факултети геоэкологияи Донишгоҳи давлатии Хуҷанд ба номи академик Б. Ғафуров</i>
---------------------------------------	--

Каримов Фаршед Ҳилолович	<i>Доктори илмҳои физикаю математика, профессори кафедраи геология ва иқтисофи конҳои канданиҳои фойданоки факултети геологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
---------------------------------	--

Мухаббатов Ҳолназар Мухаббатович	<i>Доктори илмҳои география, профессори кафедраи туризм ва методикаи таълими географияи факултети географияи Донишгоҳи давлатии омӯзгори Тоҷикистон ба номи С. Айни</i>
---	---

Саидов Мирзо Сигбатulloвич	<i>Доктори илмҳои геология ва минералогия, профессори кафедраи гидрогеология ва геологияи муҳандисии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
-----------------------------------	--

Икромов Исмонкул Истамович	<i>Доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи мелиоратсия, таҷдидсозӣ ва ҳифзи замини Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Ш. Шохтёмур</i>
-----------------------------------	---

Рузиев Чура Раҳимназарович	<i>Доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи кимиёи татбиқии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
-----------------------------------	--

Самихов Шонаврӯз Раҳимович	<i>Доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи кимиёи пайвастаҳои калонмолекули ва технологияи кимиёи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
-----------------------------------	---

Андамов Раҷабалӣ Шамсович	<i>Номзади илмҳои геология ва минералогия, дотсент, декани факултети геологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
----------------------------------	--

Ниёзов Ансор Соҳибович	<i>Номзади илмҳои геология ва минералогия, дотсенти кафедраи геология ва менечменти маъдану техникаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
-------------------------------	--

Ғайратов Маликдод Тополангович	<i>Номзади илмҳои техникӣ, дотсент, мудири кафедраи гидрогеология ва геологияи муҳандисии факултети геологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
---------------------------------------	---

Ниёзов Омадқул Ҳамроқулович	<i>Номзади илмҳои техникӣ, дотсент, муовини декан оид ба илм ва инноватсияи факултети геологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон</i>
------------------------------------	---

Маҷалла ба Феҳристи нашрияҳои илми тақризишавандаи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 28.02.2022, №73 ворид гардидааст.

*Маҷалла дар Маркази таъбу нашр, баргардон ва тарҷумаи ДМТ барои нашр таҳия мегардад.
Нишони Марказ: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон,
ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17. E-mail: vestnik-tnu@mail.ru
Тел.: (+992 37) 227-74-41*

*Илм ва инноватсия
Баҳши илмҳои геологӣ ва техникӣ
Маҷалла дар Индекси иқтибосҳои илми Русия
(РИНЦ) ворид карда шудааст. Маҷалла бо
забонҳои тоҷикӣ ва русӣ нашр мешавад.*

**НАУКА И ИННОВАЦИЯ
СЕРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Учредитель журнала:
Таджикский национальный университет

Журнал основан в 2014 г. Выходит 4 раза в год.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛА:

Насриддинзода Эмомали Сайфиддин	Доктор юридических наук, член-корреспондент НАНТ, ректор Таджикского национального университета
--	---

ПЕРВЫЙ ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Сафармамадзода Сафармамад Муборакшо	Доктор химических наук, профессор, проректор по науке Таджикского национального университета
--	--

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Оспанова Нарима Каженовна	Доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Национальной академии наук Таджикистана
----------------------------------	---

Комилов Одина Комилович	Доктор технических наук, профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии геологического факультета Таджикского национального университета
--------------------------------	---

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Валиев Шариф Файзуллоевич	Доктор геолого-минералогических наук, профессор, научный сотрудник Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Национальной академии наук Таджикистана
----------------------------------	---

Файзиев Абдулхак Раджабович	Член-корреспондент Национальной академии наук Таджикистана, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии и разведки МПИ геологического факультета
------------------------------------	---

Абдурахимов Садриддин Яминович	Доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры физической географии геоэкологического факультета Худжандского государственного университета им. Б. Гафурова
---------------------------------------	--

Каримов Фаршед Хилолович	Доктор физико-математических наук, профессор кафедры геологии и разведки МПИ геологического факультета Таджикского национального университета
---------------------------------	---

Мухаббатов Холназар Мухаббатович	Доктор географических наук, профессор кафедры туризма и методики преподавания географии географического факультета Таджикского государственного педагогического университета им. С. Айни
---	--

Саидов Мирзо Сигбатуллоевич	Доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Таджикского национального университета
------------------------------------	--

Икромов Исмонкул Истамович	Доктор технических наук, профессор кафедры мелиорации, рекультивации и охраны земель Таджикского аграрного университета имени Ш. Шохтемура
-----------------------------------	--

Рузиев Джура Рахимназарович	Доктор технических наук, профессор кафедры прикладной химии Таджикского национального университета
------------------------------------	--

Самихов Шонавруз Рахимович	Доктор технических наук, профессор кафедры высокомолекулярных соединений и химической технологии Таджикского национального университета
-----------------------------------	---

Андамов Раджабали Шамсович	Кандидат геолого-минералогических наук, доцент, декан геологического факультета Таджикского национального университета
-----------------------------------	--

Нийёзов Ансор Сохибович	Кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры горно-технического менеджмента Таджикского национального университета
--------------------------------	--

Гайратов Маликдод Тополангович	Кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой гидрогеологии и инженерной геологии геологического факультета Таджикского национального университета
---------------------------------------	---

Нийёзов Омадкул Хамрокулович	Кандидат технических наук, доцент, заместитель декана по науке и инноваций геологического факультета Таджикского национального университета
-------------------------------------	---

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан от 28.02.2022, №73

Журнал подготавливается к изданию в Издательском центре ТНУ.

Адрес Издательского центра: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17.

E-mail: vestnik-tnu@mail.ru

Тел.: (+992 37) 227-74-41

Наука и инновация

Серия геологических и технических наук
Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Журнал печатается на таджикском, русском языках.

**SCIENCE AND INNOVATION
SERIES OF GEOLOGICAL AND TECHNICAL SCIENCES**

Journal founder: Tajik National University

The journal was founded in 2014. Is publishing 4 times a year.

EDITOR IN CHIEF:

Nasriddinzoda Emomali Sayfiddin	Doctor of Law, Corresponding Member of NAST, Rector of the Tajik National University
--	--

FIRST DEPUTY CHIEF EDITOR:

Safarmamadzoda Safarmamad Muboraksho	<i>Doctor of Chemical Sciences, Professor, Vice-Rector for Science of the Tajik National University</i>
---	---

DEPUTY CHIEF EDITORS:

Ospanova Narima Kazhenovna	<i>Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Paleontology and Stratigraphy of the Institute of Geology, Earthquake Engineering and Seismology of the National Academy of Sciences of Tajikistan</i>
Komilov Odina Komilovich	<i>Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology of the Geological Faculty of the Tajik National University</i>

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

Valiev Sharif Fayzulloevich	<i>Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Researcher at the Institute of Geology, Seismic Engineering and Seismology of the National Academy of Sciences of Tajikistan</i>
Faiziev Abdulkhak Rajabovich	<i>Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Department of Geology and Exploration of the Faculty of Geology</i>
Abdurakhimov Sadriddin Yaminovich	<i>Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Department of Physical Geography of the Geocological Faculty of Khujand State University named after B. Gafurova</i>
Karimov Farshed Khilolovich	<i>Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Geology and Exploration of the Fossil Deposits of the Geological Faculty of the Tajik National University</i>
Muhabbatov Kholnazar Muhabbatovich	<i>Doctor of Geography, Professor of the Department of Tourism and Methods of Teaching Geography of the Faculty of Geography of the Tajik State Pedagogical University named after. S. Aini</i>
Saidov Mirzo Sigbatulloevich	<i>Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology, Tajik National University</i>
Ikromov Ismonkul Istamovich	<i>Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Land Reclamation, Reclamation and Protection of Lands of the Tajik Agrarian University named after Sh. Shokhtemur</i>
Ruziev Jura Rakhimnazarovich	<i>Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Applied Chemistry, Tajik National University</i>
Samikhov Shonavruz Rakhimovich	<i>Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Macromolecular Compounds and Chemical Technology of the Tajik National University</i>
Andamov Radjabali Shamsovich	<i>Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Dean of the Geological Faculty of the Tajik National University</i>
Niyozov Anzor Sohobovich	<i>Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Mining and Technical Management of the Tajik National University</i>
Gayratov Malikdod Topolangovich	<i>Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology of the Geological Faculty of the Tajik National University</i>
Niyozov Omadkul Khamrokulovich	<i>Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Dean for Science and Innovation of the Geological Faculty of the Tajik National University</i>

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications recommended by the Higher Attestation Commission under the President of the Republic of Tajikistan from 28.02.2022, No. 73

<p><i>The journal is being prepared for publication at the Publishing Center of TNU. Publishing Center Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17. E-mail: vestnik-tnu@mail.ru Tel.: (+992 37) 227-74-41</i></p>	<p><i>Science and innovation Geological and Engineering Science Series The journal is included in the database of the Russian Science Citation Index (RSCI). The magazine is published in Tajik and Russian languages.</i></p>
--	--

ГЕОЛОГИЯ

ТУД: 626/627:551.243+550.348.098.64(575.3)

ХУСУСИЯТҲОИ СОХТОРИ ГЕОЛОГИИ МИНТАҚАИ СОХТМОНИ НБО «РОҒУН» ВА БЕХАТАРИИ СЕЙСМИКИИ ОН

Андамов Р.Ш., Ниёзов А.С., Шарифзода Ш.Р.
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Соҳтмони неругоҳи барқи обии «Роғун», ки бузургтарин иншооти гидротехникӣ дар Осиёи Марказӣ маҳсуб меёбад, соли 1976 оғоз шуда буд. Ин иншооти муҳимми стратегии чумхурӣ иқтисодии лоиҳавии 3600 МВт дошта, 6 агрегати он ҳар кадом 600 МВт нуруи барқ тавлид мекунад, ки солона 13,1 миллиард кВт/соатро ташкил медиҳад.

НБО «Роғун» дар баробари тавлиди барқ, инчунин, танзими доимӣ ва дарозмуддати чараёни дарёи Вахшро таъмин менамояд, ки ин барои на танҳо кишвари мо, балки барои давлатҳои ҳамсоя аҳамияти фавқулодда муҳим дорад.

Тибқи лоиҳа неругоҳи барқи обии «Роғун», як неругоҳи барқи обии навъи сарбандӣ буда, садди (сарбанди) обанбори он 335 м мебошад. Сарбанд аз сангу шағал, ки маҳаки аз гилхок таркибёфтаре мепӯшонад, сохта шудааст. Дар сурати ба анҷом расидани соҳтмон, сарбанд баландтарин дар ҷаҳон хоҳад шуд.

Ќузъҳои асосии иншоотҳои НБО, ки бештар ба равандҳои хатарноки геологӣ осебпазиранд, чунинанд:

- сарбанди сангу шағали бо гилхок, ки пурра аз масолеҳи маҳаллӣ сохта мешавад;
- нақбҳои соҳтмонӣ ва истифодабаранда;
- бинои зеризаминӣ, ки толори мошинҳо (бо дарозии 220 м, бари 22 м, баландии 78 м) ва ҳуҷраи трансформаторҳоро (бо дарозии 290 м, бари 20 м, баландии 40 м).

Иншоотҳои номбаршуда дар қисмати муайяни соҳторҳои геологӣ маҳалли соҳтмон ҷойгир карда мешаванд ва аз ин сабаб хусусиятҳои маҷмааҳои геологӣ ба қори мунтазами тулонӣ ва устувории онҳо таъсири бевосита мерасонад.

Соҳти геологӣ (стратиграфия) минтақаи соҳтмони НБО мураккаб набуда, он асосан ҷинсҳои кӯҳии давраи мезозойро (аз юра то бўр) дар бар мегирад (расми 1).

Барои баҳодихии устувории иншооти гидротехникӣ таркиби ҷинсҳои кӯҳӣ нақши муҳим мебозанд. Аз ин сабаб, тавсифи кӯтоҳи ҷинсҳои кӯҳие, ки қисми асосии майдони минтақаи соҳтмонро ишғол мекунанд, тибқи бурриши геологӣ, оғоз аз ҷинсҳои қадимтар дар зер меорем. Ҷинсҳои кӯҳии давраи то юра дар шимолу шарқ, берун аз минтақаи соҳтмон паҳн шудаанд. Ҷинсҳои давраи ҷавонтар аз замони маастрихт (бури болоӣ), яъне ҷинсҳои замони палеоген ва неоген низ берун аз майдони соҳтмон, дар ҷануб хобидаанд.

Ҷинсҳои дар бурриши геологӣ поёнтар, аргиллитҳо, намак ва гипсҳои свитаи гаурдаки давраи юра J_3zg мебошанд, ки ғафсии онҳо зиёда аз 400 мебошад.

Дар болои онҳо регсангҳо, алевролитҳо ва аргиллитҳо сурху дорчини свитаи ёвони давраи бур K_1jv , ки баъзан линзаҳои иборат аз гипс (ғафси Яшон то 30 см) доранд, хобидаанд. Ғафсии онҳо хело ноустувор буда, дар ҳудуди аз 70 то 380 м тағйир меёбад.

Ҷинсҳои кӯҳии свитаи қизилтош K_1kz (ғафсашон 170-200 м) аз регсангҳои миёназарра, ки қабатҳои алевролитҳо ва аргиллитҳо доранд, иборат аст.

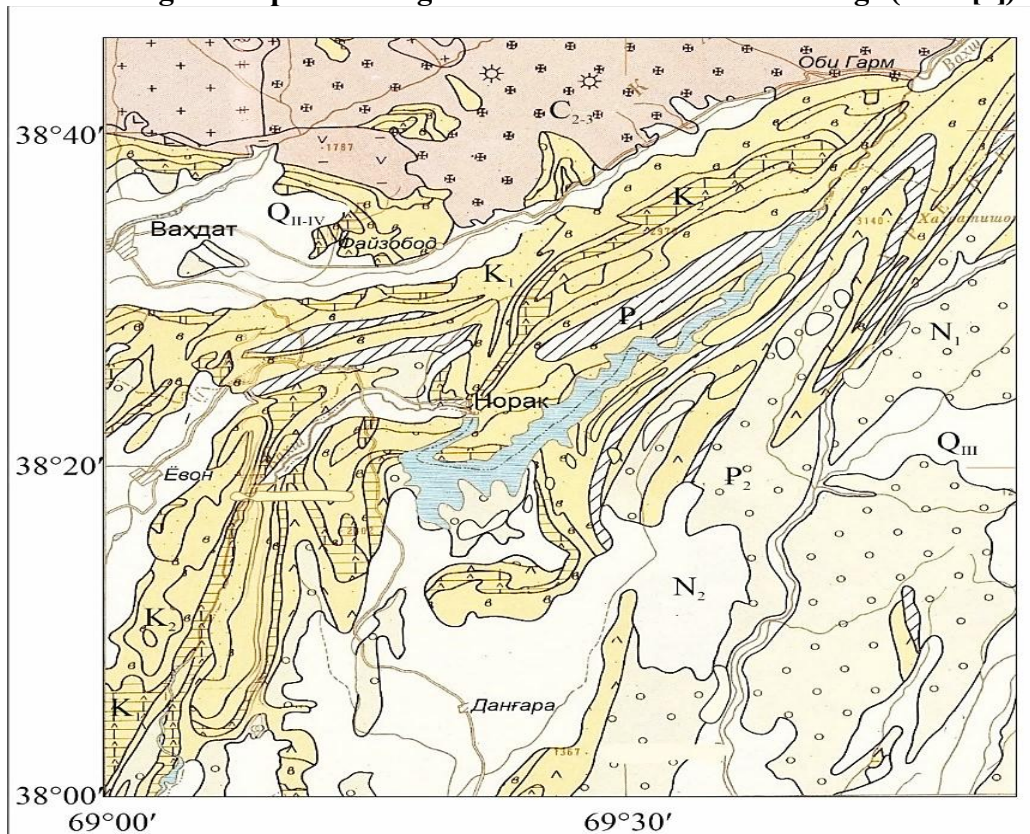
Свитаи обигарм K_1ob 190-360 м ғафсӣ дошта, аргиллитҳо, алевролитҳои дорчин, хокистарранг, бунафшранги бо қабатчаҳои аҳёни то 30 см ғафсидоштаи гипсҳоро дар бар мегирад.

Свитаи қаракуз K_1kg (ғафсияш 85-175 м) аз регсангҳои сурхчаранги дорчин ва аз қабатчаҳои аргиллитҳои хокистарранг иборат аст.

Дар болои свитаи қаракуз свитаи мингбатман K_1mg хобидааст, ки аз регсангҳои дорчин ва сурхранги дорчини ғафсашон 130-375 м таркиб ёфтааст.

Свитаи латтабанд K_1lt сланетсҳои сабзранги хокистарранг, ки қабатчаҳои тунуки (0,3-0,5 м) оҳаксанг, доломит, мергел (35-110 м), ки бо қабати 30-130-метраи қабатҳои ба ҳам омехтаи гипсҳои сафед ва гулобӣ бо аргиллитҳо, алевролитҳо, қабатчаҳои аҳёни оҳаксангҳои хокистарранг

Расми 1. Харитаи геологӣ минтақаи НБО-и «Роғун» ва атрофи он (тибки [4])
 Figure 1. Geological map of the Rogun HPP area and its surroundings (after [4])



Синну соли қабатҳо ба индексҳо бевосита дар харита нишон дода шудааст. Стратиграфия ва таркиби ҷинсҳои кӯҳӣ дар матн оварда шудааст.

Ҷинсҳои кӯҳии яруси алби болоӣ K_{1al} 50-65 м қабатҳои мутассил такроршавандаи аргиллитҳо, гипсҳои дорчину сурхранг бо регсангҳои хокистарранг.

Яруси сеномани поёни K_{2sm1} ғафсии устувор (45-50 м) дошта, аз қабатҳои мутассил такроршавандаи аргиллитҳо, регсангҳо, оҳаксангҳо ва гипсҳо таркиб ёфтааст.

Яруси сеномани болоӣ K_{2sm2} (35-60 м) қабатҳои мутассил такроршавандаи оҳаксангҳои гилдори хокистарранг, сланетсҳои хокистарранг, регсангҳои слюдадор, алевролитҳо, линзаҳои хурди гипс дорад.

Қабатҳои турони поёни K_{2t1} ғафсии баробар ва устувор дошта (90 м) сланетсҳои сабзранг, хокистарранги торик ва қабатчаҳои аҳёни мергелҳои хокистаррангро дар бар мегирад.

Яруси турони болоӣ K_{2t2} ғафсии 150-250 м дошта, қабати поёнии он аз оҳаксангҳо (20 м) иборат аст, ки дар болои он сланетсҳои хокистарранги торик, оҳаксангҳои гилдор ва мергелҳо хобиданд, аҳён гипсҳо вомахӯранд.

Таркиби ғруси коняк K_{2cp} (65-80 м) аз регсангҳои слюдадор, ки қабатчаҳои оҳаксангҳои хокистарранги регдор ва гилдор иборат аст.

Таркиби литологӣ яруси сантон K_{2st} (55-60 м) гипсҳои қабат-қабати гуногунранг (сабзи хокистарӣ, гулобӣ), аргиллитҳо, алевролитҳо ва ҳарранга регсангҳои ҳарранга (хокистарӣ, сурх, дорчин, сабз, бунафш) мебошад.

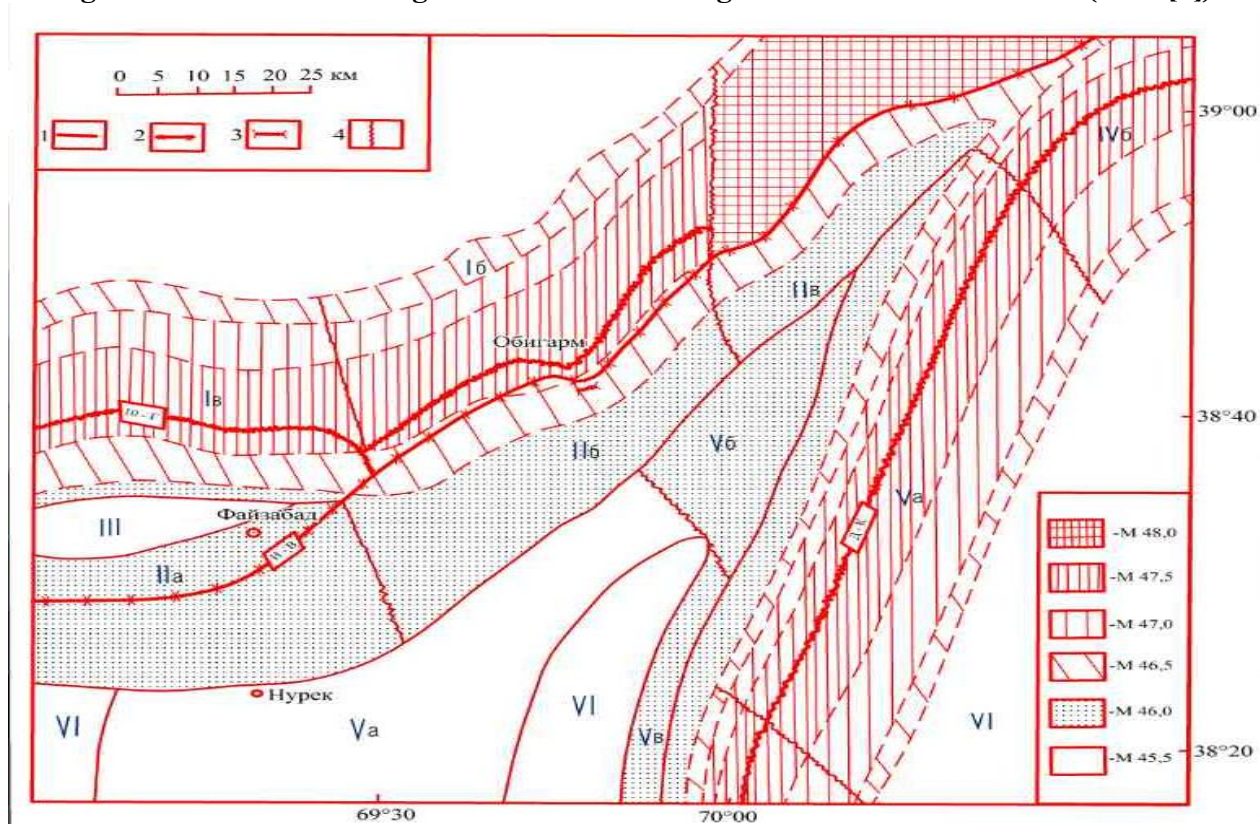
Яруси кампан K_{2cp} (50-55 м) алевролитҳои сабз ва сабзи хокистарӣ бо қабатчаҳои (то 0,5 м) мергелҳо, оҳаксангҳои реголудаи сабзи хокистарӣ ва регсангҳои хокистариро дар бар мегирад.

Таркиби яруси маастрихт K_{2m} аз оҳаксангҳои хокистарранг ва гулобӣ (80-110 м) бо қабатчаҳои (0,5-10 м) аҳёни регсангҳо, оҳаксангҳои гилдори хокистарранги сабз таркиб ёфтааст.

Таърихи рушди геологӣ маҳалли сохтмон давраи охири мезозой – аввали кайнозойро дар бар мегирад. Дар ин марҳила маҷмааи ҳозираи геологӣ ташаккул ёфтанд. Аз анҷоми давраи палеоген – неогени аввал (миотсен) шакли имрӯзаи неотектоникии

минтақа тархи худро меёбад. Дар ин давра шикастаҳои категорияҳои гуногуни Вахш, Йонахш, Гулизиндон, Шикастаи №35, Шикастаи №28 ҷаъл шуда, блокҳои гуногунро ба ҳаракат мебароранд (расми 2).

Расми 2. Схемати минтақаҳои зилзилафари минтақаи НБО-и «Роғун» (тибқи [7])
Figure 2. Scheme of seismogenetic zones of the Rogun HPP construction area (after [7])



1,2 – шикастаҳои категорияҳои якҷум ва дуҷум; 3 – сарбанди НБО-и «Норак» ва «Роғун»; 4 – I, II, III, IV, V, VI – зерминтақаҳои сейсмогенӣ. Ба ҳаҷми гуногун минтақаҳои зухуроти заминларзаҳои магнитудайи гуногундошта ишора шудаанд.

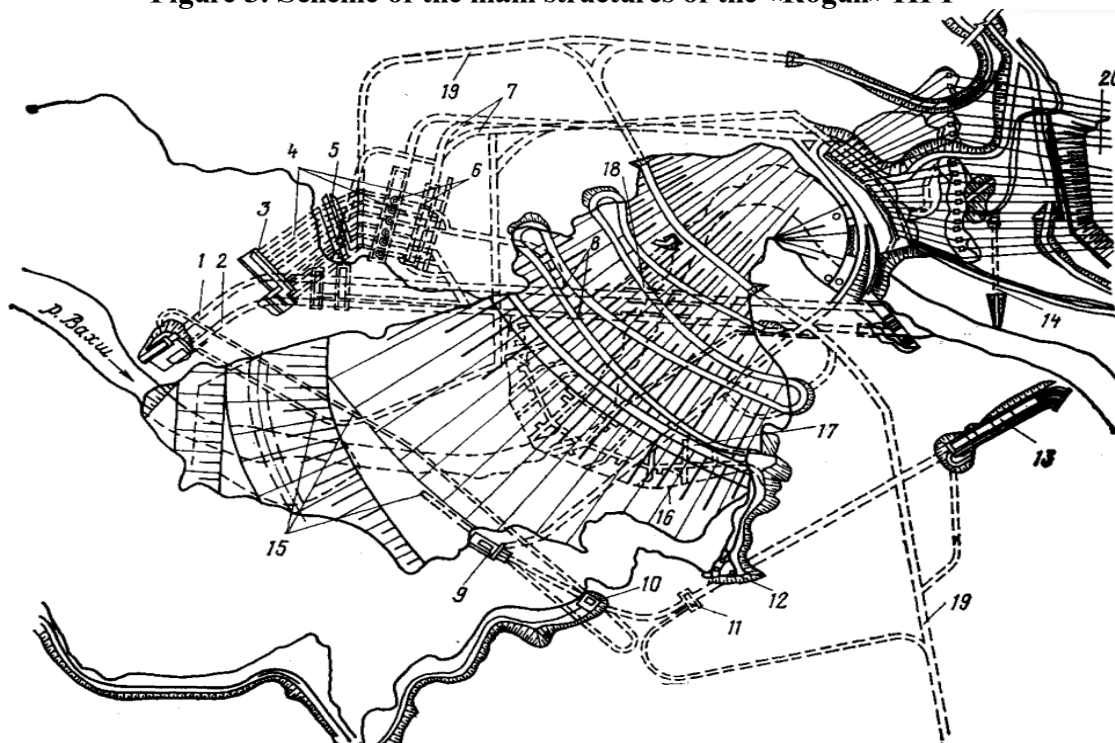
Шикастаҳои тектоникии дар расми 2 нишондодашуда, сохтори умумии неотектоникии минтақаи сохтмони НБО-ро муайян мекунанд. Қойғиршавии онҳо, самт ва амплитудайи ҳаракати блокҳо дар қисматҳои гуногуни ин шикастаҳо дар умум ба беҳатарии неруғоҳ, ҷузъҳои он бевосита таъсир мерасонад.

Беҳатарии иншоотҳои гидротехникӣ аз дуруст, бо назардошти хусусиятҳои геологӣ ва сейсмотектоникии маҳал ҷобачо кардани онҳо (компоновка) вобаста аст. Схемати чунин ҷобачокунии гиреҳи гидротехникии «Роғун» дар расми 3 оварда шудааст.

Тавре аз расми 3 дида мешавад, нақбҳои (туннелҳои) сохтмонӣ аз соҳили чап ба рост тул мекашанд ва ду табақа (ярус) доранд. Харочоти максималии об тавассути туннели табақаи I ба 2270 м³/с, тавассути табақаи дуҷум 2520 м³/с мебошад. Танзими харочот об тавассути пешбандҳо (затворы), ки ба фишори то 200 метрайи об ва суръати ҷоришавии 55–60 м/с тоқат мекунанд, амалӣ мешавад.

Доир ба ҳолати сейсмикии НБО «Роғун» ҳаминро бояд қайд кард, ки ханӯз дар марҳилаи лоиҳакашӣ зилзилаҳои он тавассути ҳуҷҷатҳои меъёрӣ ([5], Қисми II, Боби 12 ва банди 10.5) ҳамаҷониба баҳо дода шуда буд. Бо таҳқиқотҳои Институти физикаи Замини Академияи илмҳои ИҶШС минтақаи сохтмон ма ноҳияи сейсмикии 9-балла ворид карда шуда буд. Бояд махсус қайд кард, ки дар ин баҳогузорӣ, пеш аз ҳама, хусусиятҳои инженерӣ-геологӣ минтақа ба ҳисоб гирифта шуда, дар баробари баҳодихии умумии он, инчунин, зилзилаҳои ҳар як ҷузъ ва қитъаҳои ин гиреҳи азими гидротехникӣ муайян карда шуда буд (ҷадвали 1).

Расми 3. Схеми ҷобачогузории (компонновка) ҷузъҳои асосии НБО «Роғун»
Figure 3. Scheme of the main structures of the «Rogun» HPP



1, 2 – нақбҳои сохтмони қабатҳои I ва II; 3 – обқабулқунандаи НБО; 4 нақбҳои интиқолдиҳанда ва обкашҳои турбинавӣ; 5 – шахтаи пешбанди садамавии таъмирӣ; 6 – бинои НБО; 7 – нақбҳои туннелҳои нақлиетӣ ва иқтидордиҳанда; 8 – нақбҳои обпартои НБО; 9 – обпартои истифодабарандавӣ бо обгираки умқӣ; 10, 11 – шахтаи пешбанди таъмирӣ ва бинои пешбандҳои (затвор) асосии обпартоҳо; 12 – шахтаи обпарто; 13 – иншооти обпартои ниҳой; 14 – туннели оббар дар сойи Оби Шӯр; 15 – туннели хифзқунандаи намак аз шусташавӣ; 16 – туннелҳои сементбар; 17 – тегаи сарбанд; 18 – туннели ёрирасон; 19 – туннели нақлиетии автомобилгард; 20 – таҳҷизоти қушоди тақсимқунанда (ТКТ) (Открытые распределительные устройства (ОРУ))

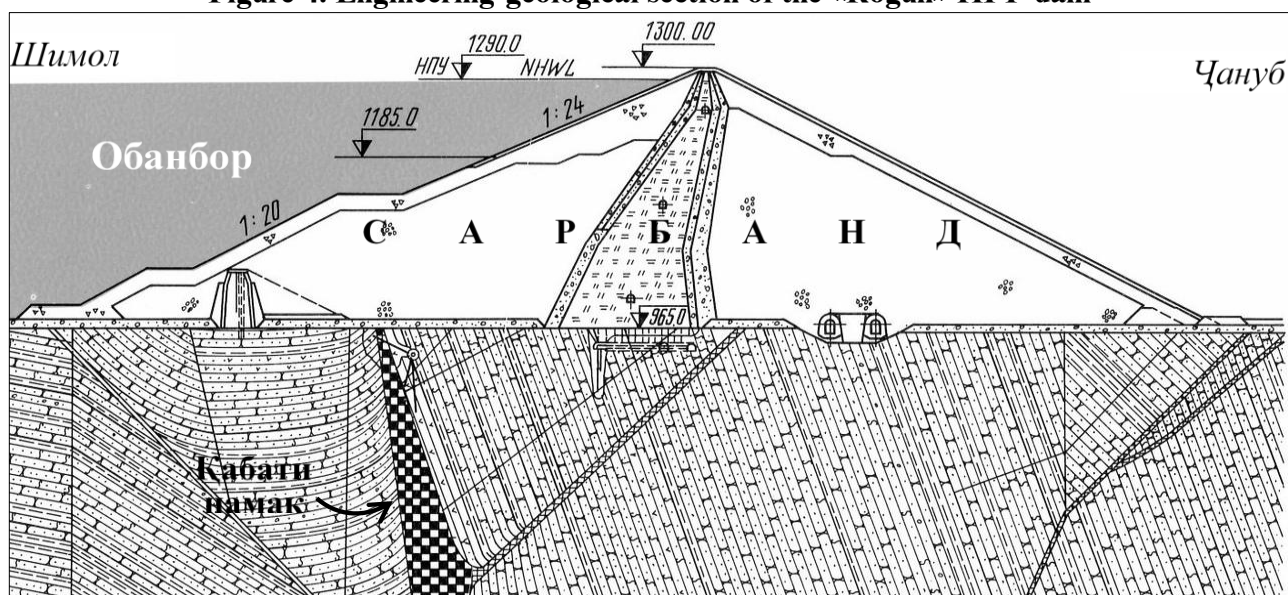
Ҷадвали 1. Зилзиланокии иншоотҳои гиреҳи гидротехникии «Роғун»
Table 1. Seismic resistance of the main structures of the Rogun hydroelectric complex

Иншоот	Зилзиланокии қитъаҳо, балл		
	ноҳия	бо назардошти сохти геологӣ	аз рӯйи ҳисоби назариявӣ
I. Иншоотҳои доимии асосӣ	9	9	9
1. Иншооти обқабулқунанда			
Туннелҳои обкашонанда	9	9	9
Камераҳои пешбандҳои садамавӣ-таъмирӣ	9	9	9
Шахтаҳои пешбандҳои садамавӣ-таъмирӣ	9	9	9
Оббарҳои турбинавӣ	9	9	9
Бинои НБО	9	9	9
Коллекторҳои ғулбаҳои обкаш	9	8	8
Туннелҳои оббаранда дар минтақаи шикастаҳои геологӣ	9	10	10
Порталҳои баромади туннелҳо	9	9	9

Аз ҷадвали 1 чунин хулоса бармеояд, ки зилзиланокии умумии гиреҳи гидротехникии «Роғун» 9 баллро ташкил намуда, ҷузъҳои он барои зилзилаҳои 8–10 балла ба лоиҳа гирифта шудаанд. Дар баробари ин, бояд ба назар гирифт, ки дар раванди сохтмон тоқатфарсоии (воқуниши табиӣ) иншоот торафт баланд мегардад [3], ки ин эътимоднокии пешгуйии базилзилтобоварии неругоҳро баланд мебардорад.

Дар расми 4 бурриши инженерӣ-геологӣ сарбанди НБО тасвир ёфтааст.

Расми 4. Бурриши инженерӣ-геологии сарбанди НБО «Роғун»
Figure 4. Engineering-geological section of the «Rogun» HPP dam



Баҳодиҳии ҳатари сейсмикии НБО «Роғун»-ро аз ҳама бештар бо шикастаҳои азими Ҳисор ва Вахш, баъдан шикастаҳои минтақавии Йонахш ва Гулизиндон алоқаманд медонанд [1; 2]. Шикастаи Ҳисор (ё Ҳисори Чанубӣ) зиёда аз 600 км тулоният дошта, маҷмаи геологии мезозой-кайнозойи Тоҷикистони Чанубу Ғарбиро аз сохтори бузурги (террейни) Ҳисору Олой ҷудо мекунад [8]. Гарчанде ин шикаста берун (дар шимол) аз минтақаи сохтмон ҷойгир шуда бошад ҳам, аммо аз нигоҳи геодинамикӣ вай ду ноҳияи бузурги геологии мамлакат – Тоҷикистони Марказиро аз Тоҷикистони Чанубу Ғарбӣ аз ҳам ҷудо карда, дар тули садҳо миллион сол ғайр мебошад.

Шикастаҳои Йонахш ва Гулизиндон бинобар сабаби бевосита дар мавзеи сохтмон ҷойгир будан ва аз ҳама муҳим – таҳкурсии танаи сарбандро буриданашон аҳамияти фавқуллода муҳим доранд.

Дар ҷараёни экспертизаи лоиҳаи сохтмони НБО «Роғун» аз ҷониби гурӯҳи мутахассисони Бонки Ҷаҳонӣ қайд карда шуда буд [3], ки дар тули зиёда аз сад соли охир, вобаста бо шикастаҳои номбаршуда ҳамагӣ 5 заминларзаи шадидтарин ба қайд гирифта шудаанд (ҷадвали 2).

Ҷадвали 2. Заминларзаҳои шадиди ($M > 5.5$) бо шикастаҳои минтақаи сохтмони НБО «Роғун» вобаста

Table 2. Strong earthquakes ($M > 5.5$) associated with faults at the construction site of the Rogun hydroelectric power station

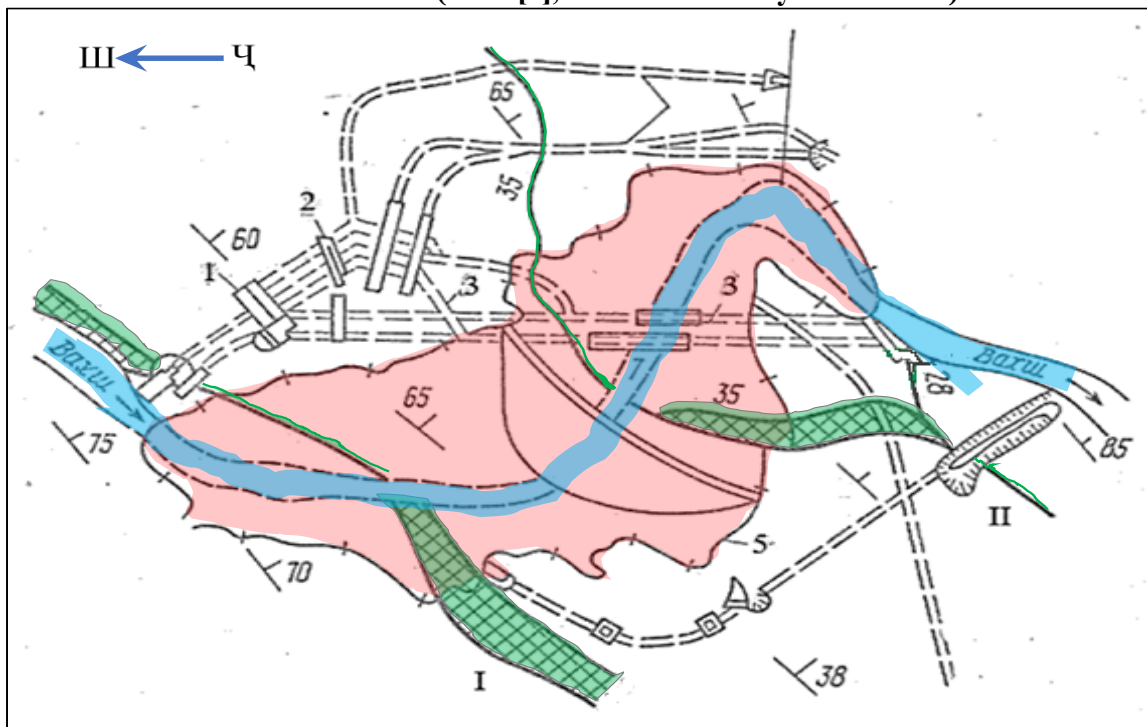
Шикаста	Магнитуда	Умк, км	Масофаи миёни эписентр ва НБО, км	Санаи заминларза
Ҳисор	7,4	10	7–8	21 октябри с.1907 10 июли с.1949
Вахш	6,4	10		16 сентябри с.1924
Йонахш ва Гулизиндон	5,9	5	4–5	22 сентябри с.1930 22 январи с.1989

Дар Тоҷикистон доир ба бехатарии сейсмикӣ, ки барои қаламрави мамлакат аҳамияти ҳаётан муҳим дорад, санади меъёрию ҳуқуқӣ – Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи бехатарии сейсмикӣ» қабул карда шудааст [5], ки ҳадафи он «асосҳои ташкилӣ, ҳуқуқӣ, иқтисодӣ ва иҷтимоӣ таъмини бехатарии сейсмикӣ» мебошад. Дар қонуни мазкур барои таъмини бехатарии сейсмикӣ дар қатори маҷмуи ҷорабиниҳои ҳуқуқӣ, иҷтимоӣ ва ғайра инчунин, таҳқиқотҳои илмӣ ва муҳандисию техникӣ низ ба назар гирифта шудаанд. Вобаста ба ин дар самти таҳқиқоти бехатарии сейсмикии неругоҳҳои

обӣ, ки зиёда аз 95%-и неруи барқи мамлакатро тавлид мекунад, низ корҳои зиёде бурда мешаванд. Аз ҷумла, омӯзиши зуддиат ва шиддати заминларзаҳое, ки дар минтақаҳои ҷойгиршавии неругоҳҳои барқи обӣ ва қаламрави атрофи онҳо, ки барои пешгӯии эҳтимолияти заминларзаҳо дар оянда аҳамияти муҳим доранд. Дар расми 6 харитаи заминларзаҳое, ки дар давраи солҳои 1800-2023 дар минтақаи атрофи НБО «Роғун» ба кайд гирифта шудаанд, тасвир шудааст.

Расми 5. Нақшаи ҷойгиршавии ҷузъҳои асосии НБО «Роғун» дар сохтори геологӣ мавзеи сохтмон (тибқи [3], бо иловаи муаллифон)

Figure 5. Schematic of the main components of the Rogun HPS and the geological structure of the construction site (after [3], with additions by the authors)



1 – туннели обқабулкунанда, 2 – шахта; 3 – туннелҳои оббаранда; 4 – шикастаҳои асосии тектоникӣ ва минтақаҳои онҳо (ранги сабз): Й – шикастаи Йонахш, 35 – шикастаи рақами 35, 5 – тарҳи сарбанд (танаи бо хатҳои моили сурх ишора шудааст).

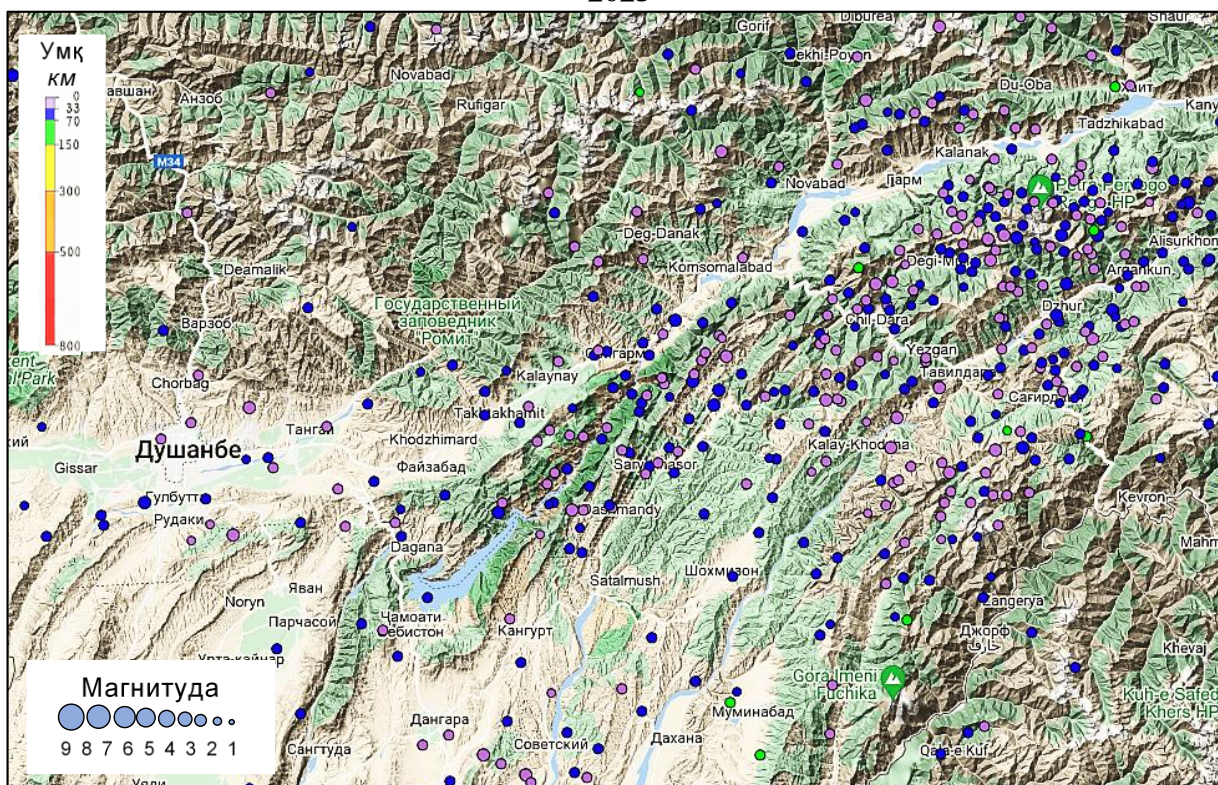
Аз харитаи расми 6 чунин хулоса меояд, ки заминларзаҳои зиёда аз сад соли охир асосан дар мазраи шимолии ноҳияи геологӣ Тоҷикистони Ҷанубу Ғарбӣ рух додаанд ва ҳудуди шимолии паҳноии онҳо бо хатти шикастаи Ҳисор рост меояд, ки ин қонуниятҳои муҳими ташаккули геодинамикии ин қисмати мамлакатро бори дигар тасдиқ менамояд [3; 8].

Аз ҷониби дигар, магнитудҳои заминларзаҳо аз 3-4 зиёд набуда, умқи онҳо дар ду ҳудуд: то 33 км ва аз 33 то 70 км қарор дорад.

Маводи дар мақола овардашуда собит менамояд, ки неругоҳи барқи обии «Роғун» дар минтақаи сохтори мураккаби геологӣ, ғайриҷӯи шикастаҳои тектоникӣ ва зӯҳуроти заминларзаҳои шадид ҷойгир шуда бошад ҳам, аммо лоиҳаи он бо назардошти ин хусусиятҳои табиӣ-геологӣ таҳия шуда, сохтмони он бо риояи қоидаҳои муосири муҳандисӣ амалӣ шуда истодааст. Аз ин сабаб, бехатарии муҳандисӣ ва сейсмикии он ба талаботҳои меъёрҳои ватанӣ ва байналмилалӣ ҷавобгӯӣ мебошад.

Расми 6. Харитаи зуҳури заминларзаҳо дар минтакаи атрофи НБО «Роғун» дар муддати солҳои 1800-2023

Figure 6. Map of earthquake occurrence in the area around the "Rogun" NPS in the period 1800-2023



Сарчашма: Хадамоти геофизикии ИМА (<https://earthquake.usgs.gov/>).

АДАБИЁТ

1. Бабаев А.М. Новейший тектогенез зоны сочленения Гиссаро-Алая и Таджикской депрессии / А.М. Бабаев. -Душанбе: Дониш, 1975. -151 с.
2. Губин И.Е. Закономерности сейсмических проявлений на территории Таджикистана: Геология и сейсмичность / И.Е. Губин. -М.: Изд-во АН СССР, 1960. —463 с.
3. Исследования ТЭО проекта строительства Рогунской ГЭС. Фаза II: Определение вариантов плотины. Том 1: Резюме. /Отчет № Р.002378 RP58 ред. -Душанбе, 2014. -342 с.
4. Комплексное изучение природных ресурсов Таджикистана (КИПР). Серия карт. Карта геологических формаций. -Москва-Душанбе, 1986.
5. Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи беҳатарии сейсмикӣ». - 2017.
6. Лысков Л.М. Сейсмоструктурные условия района Рогунской ГЭС / Л.М. Лысков // Вопросы сейсмического районирования территории Таджикистана. -Душанбе: Дониш, 1976. -С.144-207.
7. Ниёзов А.С. Фанерозойские гранитоидные геодинамические формации Памиро-Тянь-Шаня и их потенциальная рудоносность / А.С. Ниёзов. -Душанбе: Дониш, 2016. -208 с.
8. СНиП II-A.12-69. Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования. -Москва, 1977.
9. СП 358.1325800.2017 Сооружения гидротехнические. Правила проектирования и строительства в сейсмических районах. -Москва, 2017.

ХУСУСИЯТҲОИ СОҲТОРИ ГЕОЛОГИИ МИНТАҚАИ СОҲТМОНИ НБО «РОҒУН» ВА БЕХАТАРИИ СЕЙСМИКИИ ОН

Дар мақола доир ба соҳтори геологии минтақаи соҳтмони нуруғохи барқи обии «Роғун» ва беҳатарии сейсмикии он маводи таҳлилӣ ва муқоисавӣ оварда шудааст. Диққати асосӣ ба пайдарҳамии (стратиграфияи) қабатҳои чинсҳои гуногунтаркиб ва синну соли аз давраи юра то давраи бӯрдошта зоҳир карда шудааст. Аз нигоҳи таъсири литологӣ барои устувории ҷузъҳои асосии нуруғоҳ ва ҳолати ба зилзилатобоварии онҳо чинсҳои таркибашон иборат аз намакҳо, гипсҳо, инчунин, офаридаҳои резашуда ва маҳинзарраи дар дохили минтақаҳои шикастаҳобуда нақши манфиро мебозанд.

Заминларзаҳои сад соли охир дар минтақа магнитудами 3-4 дошта, умқи онҳо то 70 км мебошад. Маводи дар мақола овардашуда собит менамояд, ки нуруғохи барқи обии «Роғун» дар

минтакаи сохтори мураккаби геологӣ, ҷаълонокии шикастаҳои тектоникӣ ва зухуроти заминларзаҳои шадид ҷойгир шуда бошад ҳам, аммо лоиҳаи он бо назардошти ин хусусиятҳои табиӣ-геологӣ таҳия шуда, сохтмони он бо риояи қоидаҳои муосири муҳандисӣ амалӣ шуда истодааст. Бо назардошти ин, бехатарии муҳандисӣ ва сейсмикии НБО «Роғун» ба талаботҳои меъёрҳои ватанӣ ва байналмилалӣ ҷавобгӯӣ мебошад.

Калидвожаҳо: Тоҷикистон, НБО «Роғун», сохти геологӣ, ҷинҳҳои кӯҳӣ, стратиграфия, тектоника, шикастаҳо, зилзилаҳои сейсмикӣ.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И СЕЙСМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА РОГУНСКОЙ ГЭС

В статье представлены аналитические и сравнительные материалы о геологическом строении района строительства Рогунской ГЭС и ее сейсмической безопасности. Основное внимание уделено последовательности (стратиграфии) слоев горных пород различного состава и возраста от юрского до мелового периода. С точки зрения литологического воздействия, для устойчивости основных компонентов электростанции и их сейсмостойкости отрицательную роль играют породы, сложенные солями, гипсом, а также сильно раздробленными и тонкообломочными материалами в зонах разломов.

Землетрясения последних ста лет в регионе имеют магнитуду 3-4, а их глубина достигает до 70 км. Представленный в статье материал доказывает, что, хотя Рогунская ГЭС расположена в зоне сложного геологического строения, активных тектонических разломов и сильных землетрясений, ее проект разрабатывался с учетом этих природно-геологических особенностей, а ее строительство идет в соответствии с современными нормативными требованиями. В целом, инженерная и сейсмическая безопасность Рогунского гидроузла соответствует требованиям отечественных и международных стандартов.

Ключевые слова: Таджикистан, Рогунская ГЭС, геологическое строение, горные породы, стратиграфия, тектоника, разрывные нарушения, сейсмичность, сейсмическая устойчивость.

FEATURES OF GEOLOGICAL STRUCTURE AND SEISMIC SAFETY OF THE CONSTRUCTION AREA OF THE HYDROPOWER PLANT CONSTRUCTION AREA

The article presents analytical and comparative materials on the geological structure of the Rogun hydroelectric power station construction area and its seismic safety. The main attention is paid to the sequence (stratigraphy) of rock layers of different compositions and ages from the Jurassic to the Cretaceous period. From the point of view of lithological impact, rocks composed of salts, gypsum, as well as highly crushed and finely fragmented materials in fault zones play a negative role in the stability of the main components of the power plant and their seismic resistance.

Earthquakes of the last hundred years in the region have a magnitude of 3-4, and their depth reaches up to 70 km. The material presented in the article proves that although the Rogun hydroelectric power station is located in an area of complex geological structure, active tectonic faults and strong earthquakes, its design was developed taking into account these natural geological features, and its construction is in accordance with modern regulatory requirements. In general, the engineering and seismic safety of the Rogun hydroelectric complex meets the requirements of domestic and international standards.

Keywords: Tajikistan, Rogun hydroelectric power station, geological structure, rocks, stratigraphy, tectonics, faults, seismicity, seismic stability.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Андамов Раҷабалӣ Шамсович* - Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, номзади илмҳои геологияю минералогӣ, дотсенти кафедраи гидрогеология ва геологияи муҳандисӣ. **Суроға:** 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдаки, 17. Телефон: (+992) 938-15-16-28. E-mail: andamov71@mail.ru

Ниёзов Ансор Соҳибович - Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, номзади илмҳои геологияю минералогӣ, дотсенти кафедраи геология ва менеҷменти маъдану техника. **Суроға:** 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдаки, 17. Телефон: (+992) 934-70-77-48. E-mail: aniyozov@bk.ru

Шарифзода Шамъун Раҷабмурод – Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, магистр. **Суроға:** 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдаки, 17. Телефон: (+992) 200-06-03-30. E-mail: sharifzodashamun@gmail.com

Сведения об авторах: *Андамов Раджабали Шамсович* – Таджикский национальный университет, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры гидрогеологии и инженерной геологии. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 17. Телефон: (+992) 938-15-16-28. E-mail: andamov71@mail.ru

Ниёзов Ансор Сохибович – Таджикский национальный университет, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и горно-технического менеджмента. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 17. Телефон: (+992) 934-70-77-48. E-mail: **aniyozov@bk.ru**

Шарифзода Шамъун Раджабмурод – Таджикский национальный университет, магистр. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 17. Телефон: (+992) 200-06-03-30. E-mail: **sharifzodashamun@gmail.com**

Information about the authors: Andamov Rajabali Shamsovich – Tajik National University, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. Phone: (+992) 938-15-16-28. E-mail: **andamov71@mail.ru**

Niyozov Ansor Sohibovich – Tajik National University, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Geology and Mining Technical Management. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. Phone: (+992) 934-70-77-48. E-mail: **aniyozov@bk.ru**

Sharifzoda Shamun Rajabmurod – Tajik National University, Master. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. Phone: (+992) 200-06-03-30. E-mail: **sharifzodashamun@gmail.com**

ОМИЛҶОИ АСОСИИ ҚОНУНИЯТИ ПАЙДОИШИ ҲАВҶҶОИ ТАБИИИ БОЛООБИ ҲАВЗАИ ДАРӢИ ВАҶШ

Валиев Ш.Ф., Каримов М.Л.

**Институти геология, сохтмони ба заминҷунбӣ тобовар ва сейсмологияи АМИТ,
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон**

Шаклҳои релефи техногенӣ дар муҳити геологии минтақаи таҳқиқотӣ ба таври васеъ ташаккул ёфтаанд. Дар натиҷаи равандҳои техногенез (фаъолияти истихроҷи маъдан, сохтмон ва истифодабарии иншооти кӯҳӣ-техникӣ ва ғайра) дар минтақаҳои ташаккулёбии саноатии кишвар шаклҳои махсус ва техногенӣ манзараҳо ба вуҷуд омадаанд [1].

Дар натиҷаи гузаронидани таҳқиқот аён гардид, ки характер ва шиддатнокии таъсири иншооти муҳандисиву хоҷагӣ ба муҳити геологии минтақа, пеш аз ҳама, ба хусусиятҳои фаъолияти онҳо вобаста аст. Аз сабаби он ки таъсири объектҳо аксар вақт ба ҳам мепайванданд ва муттаҳид мешаванд, ин дар муайян кардан ва навбандии таъсири сунӣ душвориҳои муайянеро ба вуҷуд меорад [4; 5].

Ба шумули омилҳои табиӣ, ки миёни онҳо омилҳои геоморфологӣ, геологӣ ва иқлимиро ҷудо мекунанд, ба зухурёбии раванди эрозия сабаб мешаванд [8]. Бояд зикр кард, ки нишебии сатҳи ин ҷо нақши махсус мебозад.

Дар шароити нишебии сатҳи аз 0,05 м пасттар эрозияи ҷӯйбор дар шароити табиӣ амалан инкишоф намеёбад ва дар ҳолати нишебҳои 0,05 - 0,10 м ҷӯйборҳои камоб ба вуҷуд меоянд. Минтақаҳои мусоидтарин барои эрозияи ҷӯйҳо минтақаҳои махсус мешаванд, ки нишебияшон аз 0,10 м зиёд аст ва ҳама заминҳои саҳт харобшуда ба онҳо маҳдуданд [4; 6].

Нишебҳои сатҳизаминӣ дар яқҷоягӣ бо дигар омилҳои номусоид шиддати эрозияи обёрикуниро пайгирӣ мекунанд. Омилҳои ирригатсионӣ аксар вақт инкишофи равандҳои эрозияро дар ноҳияҳои обёришаванда пешаки муайян мекунанд [2]. Сабаби асосии эрозия дар ин ҷо ду омил асосӣ махсус мешавад: фаъолияти манфии иқтисодии инсон, ки аз риоя накардани техникаи обёрӣ ва таъмини меъёрҳои калони обёрӣ вобаста аст ва беасос ҷойгир кардани гиреҳҳои захбуру коллекторӣ ва то ба дараҷаи базаи эрозияи маҳаллӣ нарасонидани партовҳои охирин (чадвали 1).

Ҷадвали 1. Арзёбии ҳавҷҳои геологии хусусиятҳои экзогенидоштаи маҷрои болооби ҳавзаи дарӢи Ваҳш

Table 1. Assessment of geological risks of exogenous features of the upper reaches of the Vakhsh River basin

Дараҷаи хатарнокӣ				Балл
	Намудҳои равандҳо	Хусусиятҳои зухуршавӣ	Оқибатҳои номусоид	
Амалан ширкат надоранд	Ҳама равандҳои муътадил гардонида шудаанд	Заҳролудшавии ҳудуд ≤ 5%	Амалан мавҷуд нестанд	1
Паст	Шусташавии ҳамворигӣ, эрозияи хаттӣ ва маҷроӣ (дарӢи), зеробмонӣ, ботлоқшавӣ, аккумулятсияи таҳшониҳо	Тулнокии ҳудуд асосан 5-20%, равандҳои фаъоли техногенӣ мегузаранд	Мураккаб сохтани шароити сохтмон, қоҳиш додани хусусиятҳои қабати хокӣ ва шароити истифодаи заминҳои ҳосилхез	3
		Заҳролудшавии ҳудуд 20-30%, фаъоли техногенӣ равандҳо		4
Саҳт	Карст, суффозия, абразия ва ғ.	Вайроншавии баланди ҳудуд (карст, суффозия, фӯрӯравӣ)	Деформатсияи иншоот ва биноҳо, аз корношоям гардидани	7

		20-30%), гоҳҳо бо оқибатҳои фалокатвор	заминҳои хоҷагии халқ	
Хело сахт	Селҳо, фурӯравиҳо, кандашавиҳои ҳаҷмашон ≥ 1 млн. м ³	Ҷоҷиавари баланд, суръати баланд	Вайроншавии биноҳо ва иншоот, ғавти одамон ва маҳсулоти хоҷагии халқ	10

Дар болооби ҳавзаи дарёи Вахш нишебиҳои замонавӣ, таҳшониҳои давраи ҷаҳорҷумин ва плюсен - нишебиҳои ҷаҳорҷумини водиҳои асосӣ ва водиҳои шохобҳои калон маҳсуб мешаванд.

Дар водиҳои бузург нишебиҳо каме баландтар (то 2000 м), вале на он қадар ростхамидаанд. Дар он қисмат, ки бурриш бо болооби шохобҳо ба қуллаҳои қадимии худ мерасанд ва сатҳи неогенӣ бо минтақаҳои ғавси ҷинсҳои обшуста баробаранд, дастрас мегарданд [3]. Минтақаи гардиши байни нишебиҳои неогенӣ ва неогенӣ-ҷаҳорҷумини поёнӣ, аз як тараф, ҷавонтар, аз тарафи дигар, он минтақаи мураккаби дар минтақа паҳншудаи консентратсияи навҳои гуногуни нишебиҳо ифода мекунад, ки дар оянда онҳо бояд маҳсус омӯхта шаванд. Дар харитаҳои геологӣ муҳандисӣ, дар якҷоягӣ бо минтақаҳои бурриши минтақавӣ, ки бо пайдоиши якхелаи падидаҳои нишебии онҳо низ хосанд, нишон дода шудаанд.

Шароити ба вучуд омадани ҳодисаҳои нишебӣ дар қабатҳои поёну миёнаи релеф на танҳо бо баландӣ, балки бо нишебии ростхоброфта фарқ мекунад. Ҳодисаҳо, ки дар яруси миёнаи релеф рушди кардаанд, аз шароити иқлимӣ вобастагӣ доранд, ки дар ин ҷо нисбат ба қабати поёнӣ контрастӣ ва гуногунранг мебошанд (диапазони васеи тағйирёбии ҳарорат, намии баланд, рӯзҳои хунуктар, ивазшавии душвортари давраҳои гарму сард ва ғайра). Дар натиҷа, дар ин зинаи релеф ҳодисаҳои нишебиҳо бештар паҳн шудаанд, вале як чизи ҷолиб он аст, ки ҳаҷми муваққатии онҳо камтар мекунанд (масалан, ҳаҷми ярч ба даҳҳо, гоҳҳо ба садҳо ва ҳазор мукааб метр мерасад) [6].

Дар яруси поёнии релеф нишебиҳои рост ё барҷаста бартарӣ доранд, дар мобайн аксар вақт нишебиҳои тобхӯрда бо қисми болоии қачшуда вомехӯранд, ки ба шароити ташаккули онҳо мувофиқат мекунад. Қисмати ростхобидаи нишебӣ ҳамчун арсаи пайдоиши фурӯравиҳо, ярҷҳо ва теппаҳо хизмат мекунад, қисми боқимондаи нишебӣ минтақаи аккумулятсия маҳсуб мешаванд. Дар ин гуна нишебиҳо васеъ паҳн шудани ҷинсҳои кандашуда ва афтида мақтаъи умумии нишебиҳоро пинҳон мекунад.

Танҳо дар давраи ибтидоии пайдоиши артерияи дарё, самт комилан ба таъсири омилҳои литологӣ гирифта шуда наметавонист. Бо суръати баланди болоравии баъдина минтақаҳои сустшуда ҳангоми ташаккули нишебиҳо пӯшида шуданд, вале ифодаи пурраи морфологиро фаро нагирифтанд [8].

Ҳангоми баҳодихии устувории нишебиҳои водии ҷавон ва қадим ин ду ҳолати асосии озод (бо истилоҳи литологӣ) ва иҷбории нишебиҳоро ба назар гирифта лозим меояд.

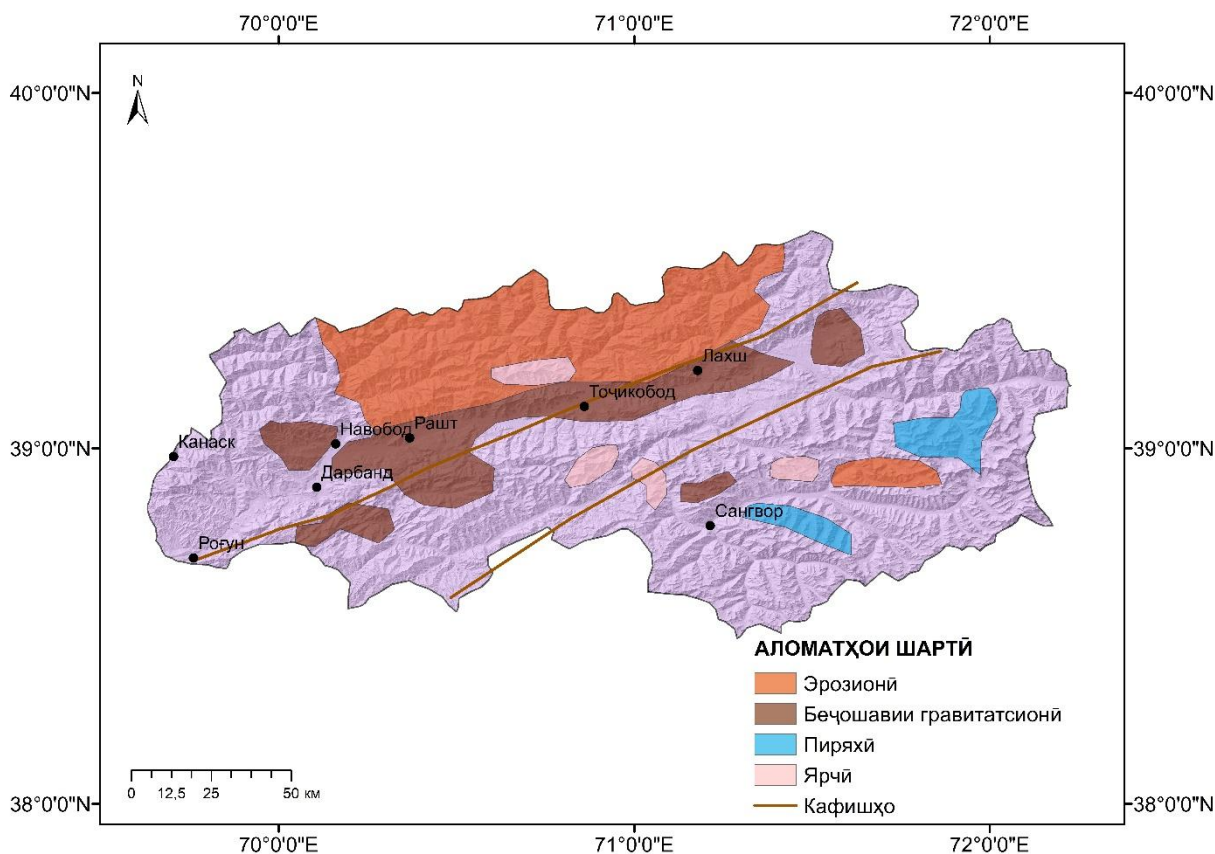
Ба ин қадшавӣ, пеш аз ҳама, ба намуди аввал, қисмати бештари кандашавии фурӯравиҳову ярҷҳо ва кандашавии хатарноки массаи ҷинсҳо шомиланд. Дар наздикиҳои қадшавӣ минтақаҳои кӯҳани кандашудаи бодхӯрдашуда ва сарбории ҷинсҳо ҷойгиранд, ки баҳри пайдошавии равандҳои фурӯравӣ ва ярҷҳо хизмат мекунанд [6].

Нишебиҳои рост ва баланди ҷаҳорҷумини водиҳои бузург дар минтақа, дар байни қисматҳои миёна ва болоии нишебиҳо ва байни қисмҳои ҷаҳорҷумини боло ва голосини нишеб қатшавии алоҳида доранд. Аксарияти отрядҳои резиши сангрзаҳо ва массивҳои санғаршҳои хавфноки ярч дар ин ҳақиқат, пеш аз ҳама, дар навбати аввал, маҳдуд мешаванд. Дар ҳақ минтақаҳои қадимаи обу ҳаво ва фаровардани ҷинсҳо бурида мешаванд, ки барои ба вучуд омадани фурӯравӣ ва ярҷ хизмат мекунанд [3; 6].

Нишебиҳои плиотсен-ҷаҳорҷумин ба таври васеъ аз ҷониби минтақаҳои ҷавон, рӯйғечҳои минтақавӣ, хусусан вақте ки онҳо дар қисмати поёнӣ ё мобайнии нишебиҳо ҷойгир шудаанд (масалан, дар минтақаи Ҳоит, ки аз регсанг - ҷинсҳои слансӣ, хеле обутобёфтаанд) [3; 9].

Шароити ба вучуд омадани ярч ва фурӯравиҳо дар водихои арзиву тулӣ хеле фарқ мекунад. Водихои тулӣ бо нишебиҳои моилтар васеътаранд ва аз ин рӯ, дар маҷмуъ онҳо назар ба фурӯравиҳо ва ярч камтар хатарноканд [6]. Аммо дар мавзёҳои болоравии кундалангии неотектоникӣ ва ҳангоми дар нишебиҳои водии асосӣ ба вучуд омадани минтақаҳои бузурги тахтаҳои баландкӯҳ дараҷаи хавфи ярчшавии он бо дараҷаи хавфи дар водихои кундаланг мавҷудбудаи он баробар аст [9].

Расми 1. Харитаи муҳандисӣ - геозкологии хавфҳои табиӣ
Figure 1. Geo-engineering map of natural hazards



Дараҷаҳои гуногуни инкишофи фурӯравиҳо ва ярҷҳо дар водихои арзиву тулӣ бо он муайян карда мешаванд, ки раҳҳои фарқкунандаи ҷинсҳои аз ҷиҳати литологӣ гуногунро дар самтҳои кундалангӣ мебаранд (расми 1). Ғайр аз ин, водихои бузурги кундаланг (дарёҳои Сурхоб, Хингов ва ғайра): эҳтимол аст, ки аз минтақаҳои аз ҷиҳати сеймикӣ фаъол мерос мондаанд. Ин дар баробари нишебии бештар доштан барои ба вучуд омадани сангрзаҳо ва ярҷҳо дар водихои шароити бештари мусоидро ба вучуд меоварад [8; 9].

Дар минтақаи рӯйғеч дар анбӯҳи оҳаксангҳо ярҷҳо ба амал меоянд ва дар зери онҳо минтақаҳои калони гилхок ҷойгиранд, ки рӯйғечро дар масофаи хеле зиёд ҳамроҳӣ мекунанд. Сарфи назар аз ин, дар ошёнаи поён, дар ҷинсҳои сурхи мезо-кайнозой ҳодисаҳои нишебии хурд - ярҷҳои лағжида, ярч - селҳо, ҷараёнҳои селӣ, ярҷҳои хурд ба вучуд меоянд. Дар ин ҷо, лағзиши замин зуд-зуд ба амал меояд, аммо ҳаҷми ҷойивазкунии яқвақта аз 100 ҳазор м³ зиёд нест.

Бояд зикр кард, ки маълумотҳои додашуда оид ба навъҳои нишебиҳо шароити геологӣ ба вучуд омадани сангрзаҳо ва ярҷҳо дар минтақаи таҳқиқшаванда нишон дода нашудаанд.

Ҳодисаҳои бузурги фурӯравиву ярч дар минтақаи таҳқиқотӣ дар ҷинсҳои кӯҳии давраи палеозой, аз ҷиҳати ҳаҷм хурдтар, вале бештар дар ҷинсҳои мезо-кайнозой ва дар

бисёр мавридҳо ва ба таври хеле гуногун, вале аз ҷиҳати ҳодисаҳои нишебӣ - дар таҳшониҳои давраи ҷаҳорҷакумин ба вучуд меоянд [3].

Тақсимоти навъҳои генетикии таҳшониҳои давраи ҷаҳорҷакумин, баҳамоии парагенетикии ва таркиби онҳо бо хусусиятҳо ва қонунияти сохтори геологии минтақа умуман, аз ҷумла, нишебии кӯҳӣ алоқамандии мустақим доранд [3]. Аз ин рӯ, дар таҳқиқоти минбаъда ин вазъиятро ошкор кардан ва бо ҳамин таҳлили маъмулан анҷомдодаи таърихи рушди водихоро (минтақаҳои эрозия ва аккумулятсия) пурра кардан лозим аст. Дар ин асос, бо назардошти минтақаи баландии иқлим типикунонии дар боло зикршудаи нишебихоро аниқ ва навъҳои нави нишебихоро дақиқ кардан мумкин аст [8].

Тавре зикр гардид, ҳавзаи дарёи Вахш асосан аз чинсҳои терригенӣ ва карбонатии дар давраи палеозой метаморфишуда ва сохтори мураккаби қабатҳои регӣ-гилии мезокайнозой иборат аст, ки дар онҳо дар қисматҳои гуногуни бурриш табақаҳои сангӣ (оҳаксангҳо, конгломератҳо ва ғ.) ва чинсҳои ҳалшаванда (гачҳо) ҳузур доранд.

Инчунин, дар нишебии аккумулятсияҳои ғуншавии калонпорагии давраи ҷаҳорҷакумин, асосан аккумулятсияҳои чинсҳои фурӯрафта ва ғалтида низ васеъ паҳн шудаанд. Дар ҳар яки ин ҷаҳор комплекси чинсҳо, ҳодисаҳои нишебӣ ба таври хос инкишоф меёбанд [3; 9].

Тақсимот, намудҳо ва миқёси зухуроти нишебии дар водихои тулонӣ ва кундалангӣ барои як маҷмааҳои кӯҳӣ, ки, пеш аз ҳама, ба ҷойгиршавии геологӣ ва сохтори водихо, ғафсии умумӣ ва хусусияти ҳаракатҳои неотектоникӣ, майдон ва ҳаракатҳои алоҳидаи қанотҳои ҷавони сохториву тектоникӣ вобаста аст, хеле фарқ мекунанд. Ва маҳз аз ин омилҳо, нишебии ростафта, хусусият ва ғафсии минтақаҳои наздинишебии бодхӯрдашуда ва фаровардани чинсҳо, яъне муҳит, ки дар он ярҷ ва харобшавӣ ба вучуд меояд, вобастагии калон дорад.

Шароитҳои махсус дар раҳи водихои ҷӯйбор барои ташаккули зухуроти нишебии муосир вучуд дорад.

Пиряхҳои васеи кӯҳӣ-водиҳои давраҳои миёна ва болоӣ дар натиҷаи эксразияи чинсҳои минтақаҳои нишебии дар водихои бештар нигоҳдошташуда, аз ҷумла, кундаланг ва ба ин васила майдони инкишофи «фурӯхташудаи» падидаҳои нишебии муосир, махсусан калонро пешакӣ муайян менамояд.

Ин метавонад танҳо дар минтақаи сарҳадии байни фраксияи пиряхӣ ва периглясиалӣ бошанд, ки ин падидаҳо метавонанд дар муносибатҳои зиддиятӣ бошанд. Аммо ин ҳулоса ба минтақаи пиряхшавии муосир дахл надорад, ки дар он ҳодисаҳои нишебии ниҳоят ғаъол (қисматҳо, вале дар шаклҳои хурд) ва дар он ҷойҳое, ки ҷӯйҳо - водихо мегузаранд, ба амал меоянд [9].

Шароити ба вучуд омадани фурӯравихо ва ярҷ дар бисёр маврид аз сейсмокии минтақа вобаста буд ва он боқӣ мемонад.

Мутаассифона, дар адабиётҳо оид ба минтақаи таҳқиқотӣ дар бораи таъсири мамнуъкунандаи заминчунӣ ба ташаккули фурӯравихо ва ярҷҳо маълумоти эътимодбахш мавҷуд нест. Натоиҷи таҳқиқоти тафтишот ин вазъиятро то андозае дигар мекунад.

Таҳқиқоти тафтишоти ҳавзаи дарёи нишон дод, ки дар ноҳияҳои кӯҳӣ бинобар баландӣ ва нишебии рости қач бисёр ҳодисаҳои ярҷкунии одӣ (элементарӣ) баъди ба вучуд омадани худ ҳангоми ҳаракати мавод ба ҳодисаҳои ярҷкунии типӣ мураккаб мубаддал мешаванд. Сабаби ин, иқтидори бештари пошидани чинсҳои кӯҳӣ ҳангоми ҳаракатҳои аввал дар нишебии рости ва интиҳоби босуръат дар қисми пеши анбӯҳи ҷобаҷошуда мебошад, ки аксар вақт фаромадани тамоми ҳаҷми чинсҳои кӯҳиро ба пояи нишебии меорад [6].

Омил ва қонунҳои боқимондаи инкишофи ҳодисаҳои нишебии аз натиҷаҳои таҳқиқот дар дигар минтақаҳои кӯҳистон ба таври кофӣ маълуманд ва аз ин рӯ, онҳо танҳо ҳангоми тавсифи шароити ташаккули равандҳо ва ҳодисаҳои хоси нишебии зикр карда мешаванд.

Дар минтақаи баландкӯҳ конусҳои резишҳо ғафсанду каме устувортар, ки ин бо намии кундаланг то хушк шудани онҳо алоқаманд аст. Онҳо дар қисмати болоии худ ба осонӣ эрозия мешаванд. Ҷараёнҳои хурди муваққатӣ, ки аз борон ғизо мегиранд, дар анбӯҳҳои санглох ҷорӣ мешаванд [7].

Дар ин ҳангом, дар рахнаҳо сел бо массаи моеъ ба вучуд меояд, ки бо як суръат баланд шуда, аз моддаҳо бой мешавад, конуси резишро бурида мегузарад ва баъд дар сатҳҳои гуногун болои он паҳн мешавад. Ҷудокунии чунин ҷараёнҳо ва баъзан аксари онҳо ба поя ҳатто конусҳои рехтаҳо оварда мерасонад.

Дар бисёр шохобҳои паҳлуи маҷрои болооби дарёи Вахш, конусҳои рехтаҳо, ки дар тарафҳои муқобил ба ҳам печида, дар талвеғҳо ва дар зери онҳо ҷорӣ мешаванд, ки дарёҳо аз онҳо гизо мегиранд, то ҷараёнҳо аз нав пайдо шаванд [8].

Омӯзиши равандҳои лағжиш-резиш вобаста ба муайян кардани хусусиятҳо ва миқёси онҳо дар минтақаҳои гуногуни иқлимӣ ҳозиразамон, инчунин, азнавсозии палеоиклимӣ таваҷҷуҳи зиёд дорад. Конусҳои ҳаҷм ва таркибашон гуногун дар сатҳи террасаи синну соли гуногун ҷойгиранд ва аз рӯи онҳо шароити пайдоиши конусҳо, нишебиҳо ва устувории онҳоро дар марҳилаҳои гуногуни давраи ҷаҳонҷумин муайян кардан мумкин аст [9].

Дар маҷрои болоии ҳавзаи дарё лағжиши чинсҳои ноустувори сатҳӣ дар шакли блокҳои алоҳидаи лағжишӣ аксар вақт дар чинсҳои регсанг-слансҳои силурии поён, дар массивҳо, ки дар сохтори онҳо слансҳои гилӣ иштирок мекунанд, вомехӯранд. Тавре қайд карда шуд, дар ин анбӯхҳо ғафсии минтақаи бодхӯрдашавӣ ва сарбориҳо ба чандин даҳҳо метр мерасад, ки барои пайдоиши онҳо дар қитъаҳои гуногуни нишебиҳои баланду ростафтаи муҳит хизмат мекунанд [6].

Лағжиши чинсҳои ноустувори сатҳӣ дар шакли блокҳои алоҳидаи лағжишӣ баҳри муҳити чинсҳои ковоки порагӣ, пеш аз ҳама, барои регҳо хосанд ва он лаҳзае ба амал меоянд, ки нишебии табиӣ нисбат ба кунҷи нишебии табиӣ, ки ба ҳолати тағйирёфтаи муҳити зист мувофиқат мекунанд, калонтар мешавад. Дар қумҳо, охири аз сабаби тағйирёбии вазни ҳаҷмии онҳо ҳангоми намнокӣ ва серғизо дар дигар мавридҳо, ин падида дар натиҷаи вайрон шудани робитаҳои байни пораҳо дар натиҷаи тағйирёбии қувваи маводи пуркунанда ҳангоми намнокӣ (масалан, дар лағжиши порагӣҳо ё чамъшавии ярҷҳо) ба амал меояд.

Аз сабаби саҳт шикастан ва бодхӯрдашавии регсангҳо ва слансҳо дар минтақаи бодхӯрдашавии сатҳи заминӣ бо сохтори флишоидию ритмикии массаҳои чинсҳо тадриҷан хусусиятҳои муҳити донаҷадорро пайдо мекунанд, ки ҳангоми дар онҳо пайдо шудани лағжиши чинсҳои ноустувори сатҳӣ дар шакли блокҳои алоҳидаи лағжишӣ ошкор мегардад.

Ҳодисаҳои ярҷӣ. Дар болооби ҳавзаи дарёи Вахш ҳодисоти ярҷӣ дар чинсҳои палеозой, мезо-кайнозой ва ҷаҳонҷумин ба вучуд меоянд. Онҳо зуд-зуд рух медиҳанд, аммо ҳаҷми миёнаи онҳо нисбат ба ҳодисаҳои ярҷӣ ва фурӯравӣ хеле камтар аст. Бо вучуди ин, ҳаҷми ярҷ бо рақамҳои муқоисашаванда ҳисоб карда мешавад [6; 7].

Заминлағжишҳои бузург бештар дар чинсҳои регсанг-слансҳои қабатҳои силурии поён, девони миёна ва карбони поёнӣ ба мушоҳида гирифта шудаанд.

Маводи ярҷӣ ва фурӯравӣ доимо ба ҳам омехта шуда, поёнтар аз нишебиҳо дар шакли ҷараёнҳои ярҷии мураккаб ҳаракат мекунанд. Дар шароити Тоҷикистон, ки давраҳои хушкиқлим бо намии саҳт иваз мешаванд, ин ҷараёнҳо ба таври ба худ хос амал мекунанд. Ҳангоми аз ҳад зиёдшавии намии маводи ярҷӣ тавассути таҳшониҳои атмосферӣ ҷараёни муътадил мушоҳида карда мешавад. Дар мавсими хушк, дарёҳо гӯё ях мекунанд. Ҳангоми намии муътадили навбатӣ, ҷараёни яхшуда тавассути лағжиши замин ба марҳилаҳо тақсим карда мешавад [2].

Воқеан, ҳам дуруст аст, ки ярҷҳои қадим- ҷараёни ин навъ ба таври назаррас андозаи калон доранд, зеро онҳо дар шароити дигари иқлимӣ ҳосил шудаанд.

Ҷараёнҳои селӣ. Дар болооби ҳавзаи дарёи Вахш ҷараёнҳои селӣ асосан дар шохобҳои дарёҳои калон ва дар нишебиҳо ба амал меояд.

Маълум аст, ки масоҳати ҳавзаҳои селӣ ба ташаккул, характер ва миқёси ҷараёнҳои селӣ таъсири калон мерасонад. Барои дарёҳои калони дорой маҷрои пуриктидор шароити табиӣ ба вучуд омадани сел, хусусияти манбаъҳои пайдоиш ва худӣ ҷараёнҳо назар ба ҳавзаҳои хурд, гарчанде, ки баъзе хусусиятҳо яхела бошанд ҳам, фарқ мекунанд [6].

Обхезиҳои бузург ё омадани сел дар натиҷаи ба воситаи купрукҳои мавҷудаи аз масолеҳи маводи калони харсангӣ сохташуда, ҳангоми ба кӯлҳо фурӯ рафтани микдори зиёди ярч, фаромадани оби кӯлҳо имконпазир мегардад.

Дар болооби маҷрои ҳавзаи дарё, ки дар он ҷо ҷӯйбор махсуб мешавад, манбаи асосии марҳилаи саҳти сел, ҷамъшавии моренаи сангу хок ва сангбор мебошанд. Дар болооби шохобҳои паҳлуӣ паҳн шудаанд, ки ҷабҳаи эрозия шуда, ҷараёнҳои солифлюксионӣ ва лағжишро ба миён меоранд [8].

Дар ин ҷо назар ба дигар қитъаҳои водии дарёи Вахш бештар борону раъду барқ ба амал меояд ва дар ин равандҳо тамоюли ба вучуд омадани селро зиёд мекунад. Ҳангоми заминчунбӣ қанда шудани пулҳои моренагии қанори кӯл имконпазир аст ва ба ин далел, пайдоиши селҳо ба амал меояд, ки ҳангоми ҳаракат дар водихо бо фаровонии маводи ковоки порагӣ бо он зуд бой шуда, ба ҷараёнҳои қалонҳаҷм табдил меёбанд.

АДАБИЁТ

1. Абдурахимов С.Я. Инновационно-геоэкологические проблемы природно-техногенного разнообразия Таджикистана / С.Я. Абдурахимов. -Худжанд: Нури маърифат, 2014. -432 с.
2. Валиев, Ш.Ф. Инженерно-хозяйственная трансформация кровли литосферы Таджикистана / Ш.Ф. Валиев; под ред. Ш.Э. Усупова. -Душанбе, 2014. -219 с.
3. Васильев В.А. Стратиграфия четвертичных отложений Таджикистана / Ш.Ф. Валиев // Новейший этап геологического развития территории Таджикистана. –Душанбе: Дониш, 1962. -С.5-34.
4. Голубев Г.Н. Геоэкология / Г.Н. Голубев. -М.: Изд-во ГЕОС, 1999. -338 с.
5. Невский Г.В. Защита окружающей среды от техногенных воздействий / Г.В. Невский. -М.: МГОУ, 1993. -113 с.
6. Осипов В.И. Опасные экзогенные процессы / В.И. Осипов. -М.: ГЕОС, 1999. -290 с.
7. Сергеев Е.М. Теоретические основы инженерной геологии. В четырех томах. Том 1. Геологические основы / Е.М. Сергеев. -М.: Недра, 1985. -332 с.
8. Таджикибеков М.Т. Геоморфологическая выраженность новейших структур западного склона хр. Хозратишо в районе Муминабадской впадины в связи с поисками и прогнозированием россыпного золота (Таджикская депрессия) / М.Т. Таджикибеков, М.С. Саидов, Р.М. Талбонов // Материал респ. конф., посв. 1310-летию И.Азама. - 2009. -С.68-80.
9. Чедия О.К. Зоны четвертичной аккумуляции и новейшая тектоника Дарваза / О.К. Чедия // Тр. Тадж. гос. ун-та. - 1957б. -Т. 2. -С.3-44.

ОМИЛҲОИ АСОСИИ ҚОНУНИЯТИ ПАЙДОИШИ ХАВҲОИ ТАБИИИ БОЛООБИ ҲАВЗАИ ДАРЁИ ВАХШ

Омилҳои табиие, ки миёни онҳо омилҳои геоморфологӣ, геологӣ ва иқлимиро ҷудо мекунад, ба зухурёбии эрозия сабаб мешаванд. Минтақаҳои мусоидтарин барои эрозияи ҷӯйҳо минтақаҳои мебошанд, ки нишебияшон аз 0,10 м зиёд аст ва ҳама заминҳои саҳт харобшуда ба онҳо маҳдуданд.

Дар болооби ҳавзаи дарёи Вахш нишебии сатҳизаминӣ дар якҷоягӣ бо дигар омилҳои номусоид шиддати эрозияи обёрикуниро пайгирӣ намуда, аксар вақт инкишофи равандҳои эрозияро дар ноҳияҳои обёришаванда пешақӣ муайян мекунад.

Дар минтақаи таҳқиқотӣ, ҳодисоти ярҷӣ дар чинсҳои палеозой, мезо-кайнозой ва ҷаҳорякумин ба вучуд меоянд, аммо ҳаҷми миёнаи онҳо нисбат ба ҳодисаҳои ярҷӣ ва фурӯравӣ хеле камтар аст.

Манбаи асосии марҳилаи саҳти сел ҷамъшавии моренаи сангу хок ва сангбор ба шумор мераванд, ки ҷабҳаи эрозия шуда, ҷараёнҳои солифлюксионӣ ва лағжишро ба миён меоранд.

Қалидвожаҳо: хавфҳои геологӣ, харобшавӣ, ҳодисоти ярҷӣ, ҷараёнҳои сели, фурӯравӣ, маҷрои болооб, нишебии, минтақаи таҳқиқотӣ, равандҳои геологӣ, моренаҳо, чинсҳои палеозой, давраи ҷаҳорякумин.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ГЕОРИСКОВ В ВЕРХОВЬЕ БАССЕЙНА РЕКИ ВАХШ

Природные факторы, в том числе геоморфологические, геологические и климатические, вызывают эрозию, наиболее благоприятными участками для речной эрозии являются территории с уклоном более 0,10 м и к ним приурочены все сильно деградированные земли.

В верховьях бассейна реки Вахш уклоны поверхности вместе с другими неблагоприятными факторами контролируют интенсивность ирригационной эрозии и зачастую определяют развитие эрозионных процессов на орошаемых площадях.

В районе исследований оползневые явления встречаются в палеозойских, мезо-кайнозойских и четвертичных породах, но их средний размер значительно меньше, чем оползни и обвалы.

Основным источником жесткой фазы паводка является скопление скальных, грунтовых и каменных морен, которые активно размываются, вызывая солифлюкцию и оползни.

Ключевые слова: геориски, эрозия, оползни, паводковые потоки, проседания, восходящий сток, склоны, район исследований, геологические процессы, морены, палеозойские породы, четвертичный период.

MAIN FACTORS OF THE REGULARITY OF NATURAL GEORISKS IN THE UPPER REACH OF THE VAHSH RIVER BASIN

Natural factors, including geomorphological, geological and climatic factors, cause erosion; the most favorable areas for river erosion are areas with a slope of more than 0.10, and all heavily degraded lands are confined to them.

In the upper reaches of the Vakhsh River basin, surface slopes, together with other unfavorable factors, control the intensity of irrigation erosion and often predetermine the development of erosion processes in irrigated areas.

In the study area, landslides occur in Paleozoic, Meso-Cenozoic and Quaternary rocks, but their average size is significantly smaller than landslides and collapses.

The main source of the hard phase of the flood is the accumulation of rock, soil and stony moraines, which are actively eroded, causing solifluction and landslides.

Keywords: georisks, erosion, landslides, flood flows, subsidence, rising runoff, slopes, study area, geological processes, moraines, Paleozoic rocks, Quaternary period.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Валиев Шариф Файзуллоевич* - Институти геология, сохтмони ба заминчунбӣ тобовар ва сейсмологияи АМИТ, доктори илмҳои геологияю минералогия, сарҳодими илмӣ. **Суроға:** 734063, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Айни, 267. E-mail: valiev_sh@mail.ru. Телефон: (+992)937178655

Каримов Муҳаммад Лалмуҳаммадович - Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, докторанти Ph.D-и кафедраи экология. **Суроға:** 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 17. E-mail: karimovm98@mail.ru. Телефон: (+992) 918475747

Сведения об авторах: *Валиев Шариф Файзуллоевич* - Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАНТ, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник. **Адрес:** 734063, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица Айни, 267. E-mail: valiev_sh@mail.ru. Телефон: (+992)937178655

Каримов Муҳаммад Лалмуҳаммадович - Таджикский национальный университет, доктор Ph.D кафедры экологии. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 17. E-mail: karimovm98@mail.ru. Телефон: (+992) 918475747

Information about the authors: *Valiev Sharif Faizulloevich* - Institute of Geology, Earthquake-Resistant Construction and Seismology of the National Academy of Sciences, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Researcher. **Address:** 734063, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Aini street, 267. E-mail: valiev_sh@mail.ru. Phone: (+992)937178655

Karimov Muhammad Lalmukhamadovich - Tajik National University, Doctor Ph.D of the Department of Ecology. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. E-mail: karimovm98@mail.ru. Phone: (+992) 918475747

**ЗАХИРАҶОИ ОБӢ ҲАМЧУН ОМИЛИ БЕҲАТАРӢ ДАР ДАВЛАТҶОИ ОСИӢИ
МАРКАЗӢ**

Ғайратов М.Т., Оқилҷони С.
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Норасоии оби тоза яке аз мушкилоти ҷиддии экологии замони имрӯза мебошад. Бо афзоиши шумораи аҳоли, микёси истеъмоли об ба таври назаррас афзоиш ёфт ва мутаносибан норасоии он ба амал меояд, ки сабаби бад шудани шароити зиндагӣ мегардад ва рушди соҳаи иқтисодии кишварҳоеро, ки норасоии захираҳои ошомидани доранд, суст мекунад.

Аз тарафи дигар, бӯхрони ҷаҳоние, ки дар натиҷаи тағйирёбии иқлим ба вучуд омадааст, ба об вобастагии ногустастанӣ дорад. Тағйирёбии иқлим тағйирёбии гардиши обро афзоиш дода, ба ин васила боиси ҳодисаҳои шадиди обу ҳаво, коҳиш додани пешгӯии захираҳои об, паст шудани сифати об ва ба рушди устувор таъсир мерасонад [6].

Об, пеш аз ҳама, манбаи барқароршаванда аст, аммо аз сабаби нобаробар тақсим шудани захираҳои об дар қураи замин ва афзоиши аҳоли норасоии об вучуд дорад. Минтақаҳои дорои сатҳи баланди обтаъминкунӣ вучуд доранд: Тоҷикистон, Қирғизистон, Канада ва Шимолу Ғарби ИМА, Осиеи Ҷанубу Шарқӣ, Шимоли Бразилия, Скандинавия, Африқои Марказӣ ва ғайра ва минтақаҳои дорои сатҳи нокифояи захираҳои об: Шарқи Наздик, Шимол, Африқо, Аврупои Ҷанубӣ ва ғайра. Афзоиши аҳоли ногузир як силсила «амалҳо ва оқибатҳоро» ба ҳаракат мебарорад, зеро афзоиши аҳоли боиси кам шудани истеъмоли об дар соҳаи кишоварзӣ, саноат, дар соҳаи хизматрасонӣ мегардад, яъне дар ҳама соҳаҳои ҳаёти инсон.

Ҳоло зиёда аз 1 миллиард нафар одамон норасоии шадиди обро аз сар мегузаронанд, зиёда аз 2 миллиард нафар. оби нушокии коркарднашударо истифода мебаранд. Тағйирёбии глобалии иқлим ба равандҳое, ки дар муҳити зист ба амал меоянд, таъсир мерасонад; тағйир додани механизми мавҷудаи қори тамоми системаи экологӣ. Осиеи Марказӣ минтақаест, ки дар маркази қитъаи Авруосие ҷойгир аст, ҷойгиршавии «амиқ»-и минтақа ба шароити мавҷудаи табию иқлимии Осиеи Марказӣ таъсири назаррас мерасонад. Масоҳати бештар аз 4 миллион километри мураббаъро ишғол мекунад, вале дар айни замон бештар аз 70%-и тамоми ҳудудро биёбонҳо, нимбиёбонҳо ва норасоии намии ҳудуд, ки ин аз нокифоя будани намии минтақа гувоҳӣ медиҳад. Шароити иқлимии минтақа ба иқлими континенталӣ тааллуқ дорад, ки ин аз намии нокифояи минтақа шаҳодат медиҳад, ба истиснои ноҳияҳои кӯҳӣ, ки дар онҳо массаҳои ҳавои болоӣ хунук мешаванд [7].

Сарчашмаҳои асосии захираҳои оби минтақаи Осиеи Марказӣ аз системаҳои кӯҳӣ, ки қисман ё пурра дар ҳудуди кишварҳои Осиеи Марказӣ ва минтақаҳои ҳамсоя ҷойгиранд, вобаста аст. Захираҳои обро обҳои рӯизаминӣ (дарёҳо, кӯлҳо), обҳои зеризаминӣ ва пиряхҳо ташкил медиҳанд. Системаҳои кӯҳии Тиён-Шон, Олтой, Помир, аниқтараш пиряхҳо дар таъмини мувозинати захираҳои оби Осиеи Марказӣ нақши бузург доранд.

Захираҳои оби Осиеи Марказӣ нобаробар тақсим шудаанд; Қазоқистон, Туркманистон ва Ўзбекистон аз кишварҳое ҳастанд, ки манобеи нокифояи об доранд, Ҷумҳуриҳои Қирғизистон ва Тоҷикистон аз кишварҳои дорои захираи базурги обӣ ҳастанд.

Хусусияти муҳимми Осиеи Марказӣ дар он аст, ки ду мамлақати он - Тоҷикистон ва Қирғизистон дар минтақаи ташаккули ҷараёни об, ҷумҳуриҳои боқимонда бошад, дар минтақаи парокандашавии обҳо ҷойгиранд. Дар истифодаи асосии об дар минтақа низ тафовути калон вучуд дорад. Барои Тоҷикистон ва Қирғизистон ин истифодаи об асосан барои рушди гидроэнергетика ва барои Қазоқистон, Туркманистон ва Ўзбекистон барои соҳаи кишоварзӣ мебошад [6].

Ҳиссаи неруи оби барқӣ дар истеҳсоли ҳиссаи умумии баҳши энергетика дар минтақа ба 27,3% мерасад; дар Тоҷикистон ва Қирғизистон 75-90%-ро ташкил медиҳад,

вале дар Қазоқистон, Ўзбекистон ва Туркманистон ҳиссаи гидроэнергетика кам буда, на бештар аз 10-15%-и ҳаҷми умумии истеҳсоли қувваи барқро ташкил медиҳад.

Захираҳои оби Қазоқистон асосан аз ҳисоби захираҳои оби берун аз ҳудуди давлат ташаққул ёфтаанд, ки ин аз дараҷаи аҳамияти проблемаи захираҳои об барои кишвар шаҳодат медиҳад. Зиёда аз 50%-и қараёни умумии захираҳои оби Қазоқистон берун аз ҳудуди ҷумҳурӣ, аз ҷумла калонтарин дарёҳои Қазоқистон: Иртиш, Сирдарё ва Или аз ҳудуди дигар давлатҳо қорӣ мешаванд. Захираҳои оби дар ҳудуди Қазоқистон ташаққулёфта асосан дарёҳои хурд, кӯлҳо ва пирияхҳо мебошанд.

Дар Ўзбекистон зиёда аз 17,7 ҳазор қараёни табиӣ об мавҷуд аст, ки аксари онҳо қараёни хурди дарозиашон камтар аз 10 км, инчунин, тақрибан 505 кӯл мавҷуданд ва онҳо асосан обанборҳои хурди масоҳаташон камтар аз 1 км² мебошанд. Ҳоло дар ин ҷумҳурӣ 53 обанбор асосан барои обёрӣ сохта шудааст. Дар Қирғизистон 1923 кӯл мавҷуд аст, ки масоҳати умумии сатҳи он 6,84 ҳазор км² аст. Калонтарин кӯлҳо Иссиқкӯл, Сон-кӯл, Чатиркӯл мебошанд. Захираи оби тоза дар кӯлҳо 1745 км³ ҳисоб карда мешавад. Кӯлҳои калонтарин дар Қирғизистон беш аз 55% масоҳати кӯлҳои Осиёи Марказиро ташкил медиҳанд. Дар Тоҷикистон аз ҳаҷми умумии ҳавзаи баҳри Арал, ки 115 км³ мебошад, 64 км³ қараёни обро ташкил медиҳад.

Бо дарназардошти он, ки дарёи Сир аз ҳудуди Ҷумҳурии Ўзбекистон қорӣ мешавад, қараёни асосии он дар Қирғизистон ба вуҷуд меояд ва ҳаҷми обе, ки Ҷумҳурии Тоҷикистон аз он истифода мебарад, 80 км³-ро ташкил медиҳад. Тибқи маълумоти ҷамъовардаи коршиносони Бонки ҷаҳонӣ, Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои соли 2000 дар ҳаҷми қараёни ҳавзаи баҳри Арал, ҳиссаи қараёни дарёҳои давлатҳои Осиёи Марказӣ, аз ҷумла Афғонистон, ба таври зайл тақсим шудаанд: Тоҷикистон 55,4%, Қирғизистон 25,3%, Ўзбекистон 7,6%, Афғонистон 5,4%, Қазоқистон 3,9%, Туркманистон 2,4% [1].

Аз қараёни дарёи Сир ба Ўзбекистон 50,5%, Қазоқистон 42%, Тоҷикистон 7% ва Қирғизистон 0,5% об рост меояд. Қараёни дарёи Аму чунин тақсим шудааст: Ўзбекистон 42,2%, Туркманистон 42,3%, Тоҷикистон 15,2%, Қирғизистон 0,3% [1].

Ҳамин тариқ, тибқи маълумоти сарчашмаҳо, дар давоми 100 соли охир (1900-2002) ҳарорат дар кишварҳои минтақа боло рафта, миқдори боришот кам шудааст, дар Қазоқистон ҳарорати миёнаи солонаи умумӣ 1,4°C ва боришоти солона 17 мм кам шуд; Дар дигар давлатҳои Осиёи Марказӣ тақрибан ҳамин гуна тағйирёбии иқлим мушоҳида мешавад, гарчанде дар ҳамин давра дар Қирғизистон ҳарорат 1,6°C баланд шуда, миқдори боришот 23 миллиметр зиёд шуд. Аммо ин тамоюл аз тағйироти нигаронкунанда дар шароити иқлим шаҳодат медиҳад, агар ин тамоюли қорӣ идома ёбад, пас зарур аст, ки бад шудани шароити иқлимӣ минтақаи Осиёи Марказӣ ба тамоюли хушкшавии бештари иқлим оварда мерасонад.

Ин тамоюл бештар дар тағйирёбии иқлими Қазоқистон, ки мушкилоти захираҳои обро нишон медиҳад, баръало мушоҳида мешавад. «Дар тамоми Осиёи Марказӣ гармшавии шадиди иқлим мушоҳида мешавад ва арзёбии дурнамои захираҳои оби минтақа бо дарназардошти тағйирёбии иқлим нишон медиҳад, ки ҳеҷ яке аз сценарияҳои баррасишудаи иқлим, ки гармшавиро инъикос мекунад, афзоиши захираҳои обиро пешниҳод намекунад. Ҳисобҳои бадастомада нишон медиҳанд, ки то соли 2050 ҳаҷми қараёни дарёҳо дар ҳавзаи Амударё 10-15% ва дарёи Сир 6-10% кам мешавад» [6].

Гармшавӣ дар баландкӯҳҳои Помир, Тиён-Шон, Олтой, Ҳисору Олой ва дигар системаҳои кӯҳии минтақа тамоюли мавҷудаи минтақавӣ ва ҷаҳониро инъикос мекунад. Захираҳои пирияхҳо, ки дар ноҳияҳои кӯҳии Осиёи Марказӣ мутамарказ шудаанд, захираи асосии физогирии дарёҳо ва муҳимтарин манбаи оби тозаи ширин мебошанд. Пирияхҳои Тоҷикистон ва Қирғизистон дар ташаққули дарёҳои Аму ва Сир - калонтарин артерияҳои оби Осиёи Марказӣ ва ҳавзаи баҳри Арал нақши калон мебозанд. Дар тамоми кишварҳои минтақа таъсири тағйирёбии глобалии иқлим ба ҳаҷми пирияхҳо, манбаҳои физогирий ва оби дарёҳо ва дар ниҳоят ба дастрасии об барои минтақаҳо ва давлатҳои поёноб бевосита таъсир расонида, дар баробари ин, ба низоми муносибатҳои байни кишварҳо таъсир мерасонад.

Бехатарӣ мафҳумест, ки мафҳумҳои зиёдеро дар бар мегирад: иқтисодӣ, экологӣ, озуқаворӣ, иҷтимоӣ ва ғайра. Амният дар сохтори мавҷудияти ҳар як давлат мафҳуми калидӣ буда, ин мафҳум таърифи вазъи геополитикии минтақаро низ дар бар мегирад. Об омили асосии некуаҳволии кишварҳои Осиёи Марказӣ мебошад. Захираҳои маҳдуди об мушкилоти доғи рӯз буда, масъалаи таъмини амнияти ин омил барои минтақаи Осиёи Марказӣ муҳим аст; тағйироти манфӣ дар мавҷудияти захираҳои об метавонад боиси низоъҳои иҷтимоӣ ва сиёсӣ гардад.

Аҳолии Осиёи Марказӣ бо суръат меафзояд, миқдори об барои аҳоли ва обёрии заминҳои нав, ки барои истеҳсоли озуқа аҳаммияти калон дорад, қариб бетағйир мемонад. Шароити зиндагии мардум, рушди ояндаи минтақа бештар аз мавҷудияти оби тозаи ошомиданӣ вобаста аст. Тағйир ёфтани тавозуни захираҳои об дар натиҷаи гармшавии иқлими ҷаҳонӣ боиси кам шудани захираҳои оби минтақа мегардад, ки ин ба минтақаҳои сербориш тааллуқ надорад. Ин тамоюл барои вазъи геополитикии Осиёи Марказӣ аз ҳама хатарнок аст, зеро бад шудани сифат ва кам шудани миқдори захираҳои об ба иқтисодии минтақа таҳдид мекунад; Об дар тамоми соҳаҳои фаъолияти хоҷагии инсон истифода мешавад.

Баҳши кишоварзӣ бузургтарин истеъмолкунандаи об аст, ки қисми зиёди заминҳои кишоварзии минтақа ба обёрӣ ниёз доранд, баҳусус зироатҳои ба мисли пахта ва шолӣ. Кишоварзӣ беш аз нисфи тамоми захираҳои оби истифодашавандаро дар минтақа истеъмол мекунад. Талафоти оби ирригатсионӣ дар натиҷаи полоиш ва бухоршавӣ хеле калон аст, вайроншавии системаҳои обёрӣ ба дараҷаи ниҳоят калон расидааст. Каналҳои обёрикунанда бетонпуш карда нашудаанд ва асосан вайрон шудаанд; талафи об дар ин нишондиҳандаҳои системаи обёрӣ ба 50-70%-и ҳаҷми об мерасад. Аҳолии бо суръати тез афзудаистодаи минтақа, ки соли 2-3% меафзояд, нисбат ба сатҳи озуқа ва оби ошомиданӣ талаботҳои нав ба миён мегузорад. Афзоиши талабот ба оби ошомиданӣ ҳар сол зиёд дар минтақа мегардад; дар ин асос шиддати иҷтимоӣ ба тамоми системаи муносибатҳои байналмилалӣ минтақа таъсири манфӣ мерасонад.

Нақши гидроэнергетика мисли нақши кишоварзӣ дар маҷмуъ барои тамоми минтақа он қадар муҳим нест, аммо барои Қирғизистон ва Тоҷикистон гидроэнергетика муҳимтарин захираи рушди иқтисодӣ ва иҷтимоии кишвар мебошад. Кишварҳои дар минтақа ҷойгиршуда тавассути системаҳои обҳои фаромарзӣ ба як системаи захираҳои об пайвастанд. Тағйир додани истифодаи об дар як кишвар ҳатман ба манфиатҳои кишварҳои дигар таъсир мерасонад. Тоҷикистон ва Қирғизистон, ки ҷараёни асосии ҳавзаи баҳри Арал дар он ҷумҳуриҳо ташаккул меёбад (беш аз 80%) ба истифодаи захираҳои обии мавҷуда барои тавлиди неруи барқ ва кишварҳои поёноб – Қазоқистон, Туркменистон ва Ўзбекистон ният доранд, ки истифодаи захираҳои яхелаи обро барои обёрӣ идома диҳанд.

Захираҳои об дар рушди саноат нақши бузург доранд, саноат то 29%-и тамоми захираҳои обиро истифода мебарад, гарчанде низоми мавҷудаи иншооти саноатӣ аз замони собиқ Шуравӣ боқӣ мондааст, аммо бинобар ташаккули иқтисодии нави саноатӣ ё ислохталаби кишварҳои минтақа, талабот ба захираҳои об зиёд мешавад.

Маҳдуд будани захираҳои обии минтақа, баҳусус аз сабаби он, ки ҳавзаҳои дарёҳои Осиёи Марказӣ дар ҳудуди якҷанд давлатҳо ҷойгиранд, дар шароити рушди иҷтимоӣ иқтисодии кишварҳо манбаи рақобат мебошанд. Манфиатҳои мавҷудаи миллии давлатҳои алоҳида дар ин минтақа аз ҷиҳати манфиатҳои гуногуни иқтисодӣ, сиёсӣ ва иҷтимоӣ хеле фарқ мекунанд; гарчанде ки дар Осиёи Марказӣ дар масъалаи тақсими миқдори об байни кишварҳо ва инчунин, сифати обе, ки кишварҳои дар боло ва поёни ҳавзаҳои дарё воқеъгардида ба даст меоранд, имкони низоъ вучуд дорад, чунин имконро рад кардан мумкин нест.

Ҳангоми истифодаи муштарак захираҳои об, мураккабии идоракунии ҳавзаи дарёҳо боиси низоъҳо дар сатҳҳои гуногуни иерархия – дохилидавлатӣ, байнидавлатӣ ва байниминтақавӣ мегардад. Дар баробари ин, бояд дар назар дошт, ки тақмили технологияи истеъмолӣ ва норасоии афзоюндаи захираҳои об эҳтимолияти муноқишаҳои дохилидавлатӣ ва байнидавлатиро хеле зиёд мекунад. Механизми мавҷудаи шуравии тақсими захираҳои об дар байни кишварҳои Осиёи Марказӣ кӯҳна шудааст ва ба

манфиатҳои муосири давлатҳои минтақа мувофиқат намекунад. Рушди ҳамкориҳои судманд оид ба ҳамкориҳо дар соҳили дарёҳои Осиёи Марказӣ бо фарқияти анъанаҳои истифодаи об, сохторҳои идоракунии ва манфиатҳои миллии кишварҳо дар асоси принсипи истифодаи об монета мешавад.

Моҳияти масъалаи тақсими захираҳои оби минтақа яке аз мушкилоти умдаест, ки метавонад дар оянда ба амнияти миллии ва минтақавии кишварҳои Осиёи Марказӣ хатари воқеӣ эҷод кунад. Ҳоло нуктаҳои дардноки асосии проблемаи истифодаи захираҳои об дар соҳаи истифодабарии яққояи захираҳои оби минтақа аз инҳо ба миён меоянд:

- принципҳои тақсими захираҳои об дар байни кишварҳои минтақа;
- ҳаҷми оби барои истеҳсоли қувваи барқи сарфшуда ва ба обёрӣ истифодашуда;
- мавсимии истифодаи захираҳои об, яъне чадвали вақти таъмини об;
- принципҳои нигоҳубини НОБ ва дигар иншоотҳои обию энергетикӣ, ки ҳолати онҳо сол то сол бад мешавад.

Истифодаи муштарак захираҳои об бо интихоби дақиқи афзалиятҳо ва ниёзҳои ҳар як давлат, инчунин, роҳҳои ҷуброни талафоти эҳтимолии ҳар кадоми онҳо алоқаманд аст.

Масъалаҳои идоракунии захираҳои оби минтақа ҳоло бо як қатор ҳуҷҷатҳои давраи шуравӣ ва баъдишуравӣ танзим карда мешаванд. Муҳимтарини онҳо Эълومияи Нукус оид ба масъалаҳои рушди устувори ҳавзаи баҳри Арал (1995) ва Созишномаи Алмаато оид ба ҳамкорӣ дар соҳаи идоракунии муштарак истифода ва ҳифзи захираҳои об (1992) мебошанд. Барои идоракунии захираҳои об соли 1992 дар шаҳри Тошканд Комиссияи Байналмилалӣ Ҷамоҳангсози Об бо ҳамроҳии Ассотсиатсияҳои обҳои ҳавзаи «Амударё» ва «Сирдарё» таъсис дода шуд. Вай ба Тоҷикистон 28%-и чараёни дарёи худро муқаррар намуд, ки чумхурӣ ҳоло ҳамагӣ 11,9%-и онро истифода бурда метавонад.

Тибқи маводи Комиссияи дар боло зикршуда, ҳангоми аз нав ҳисоб кардани ҳаҷми об ба як нафар дар як сол, бо нишондиҳандаи миёна барои ҳавзаи баҳри Арал 2524 м³, барои кишварҳои минтақа чунин пешниҳод шудааст: Ўзбекистон - 2596 м³/одам/дар як сол, Туркманистон – 4044 м³/одам/ сол, Тоҷикистон – 1843 м³/одам/сол, Қирғизистон – 1371 м³/одам/сол, Қазоқистон – 1943 м³/одам/ дар як сол [4,с.278].

Мушкилоти захираҳои об Ҷамоҳангсози омухта шуда, бисёр ташкилотҳои байналмилалӣ: институтҳои СММ, созмонҳои ғайридавлатии гуногун, кишварҳои донори минтақа (ИМА, Олмон, Британияи Кабир) бо мушкилоти захираҳои об машғуланд. Яке аз охири чорабинӣ, ки дар он мушкилоти кунунии захираҳои об мавриди омӯзиш қарор гирифт, конференсияи байналмилалӣ “Таъсиси созмонҳои байнидавлатии ҳавзаи обтаъминкунии байни Қазоқистон ва давлатҳои ҳамсоя дар соҳаи идоракунии муштарак ва ҳифзи захираҳои обҳои фаромарзӣ” буд, ки 23-юми декабри соли 2009 дар Алмаато баргузор шуд, ки дар қори конференсия намояндагони СММ, ИМА ва дигар намояндагони минтақаи Осиёи Марказӣ иштирок кардаанд.

Ҳадафи асосии ин конференсия байналмилалӣ: «Нақшаи стратегияи шарикӣ глобалии об барои солҳои 2009-2013» ва чаласаи умумии шарикони шабакаи шарикӣ оби Қазоқистон мусоидат ва дастгирии кишварҳо дар татбиқи принципҳои идоракунии ҳамгирошудаи захираҳои об, мувофиқи Эълумияи Йоханнесбург (2002), Ҳадафи ниҳонии Шабакаи шарикӣ дар Осиёи Марказӣ ва Қафқози Чанубӣ татбиқи ҳадафҳои дар Саммити умумичаҳонии рушди устувор ва Ҳадафҳои Рушди Ҳазорсола мебошад.

Масъалаи тақсими захираҳои об дар Осиёи Марказӣ беш аз 19 сол боз баррасӣ мешавад. Ҳанӯз дар соли 1993 ихтилофоти байни кишварҳои минтақа дар ин масъала бояд тавассути Созишнома дар бораи ҳамкорӣ дар соҳаи идоракунии муштарак, истифода ва ҳифзи захираҳои оби манбаъҳои байнидавлатӣ бартараф карда мешуд. Аммо ин ҳуҷҷат ба қадри кофӣ муассир набуд. Бисёре аз қоршиносон мегӯянд, ки ин ҳуҷҷат аллақай кӯҳна шудааст. Баъд боз якчанд ҳуҷҷат қабул карда шуд. Аммо онҳо мушкилоти тақсимоии захираи обро ҳам ҳал карда натавонистанд.

Проблемаи захираҳои оби Осиёи Марказӣ маҷмуи мушкилоти ба ҳам алоқаманд: иҷтимоӣ, сиёсӣ, иқтисодӣ мебошад. Набудани идоракунии самараноки захираҳои об дар истифодаи захираҳои об ва ҳифзи онҳо аз ифлосшавӣ нақши боздоранда мебошад. Қонунгузориҳои миллии кишварҳои минтақа дар бораи захираҳои об хеле «яктарафа» буда, танҳо манфиатҳои давлати миллиро ба назар мегирад. Нахостани элитаи сиёсӣ ба созиш

монеаи асли дар роҳи ҳалли масъала ва ҳатто ҳамкориҳои муассир дар соҳаи захираҳои об аст.

Ин масъала бевосита ба тамоми кишварҳои Осиёи Марказӣ дахл дорад, ҳамкориҳои мутақобила дар ин масъала барои рушди иҷтимоӣ ва иқтисодии тамоми давлатҳои Осиёи Марказӣ ниҳоят муҳим аст. Амалиёти якҷояи ҳамаи давлатҳои минтақа бо назардошти манфиатҳои ҳамаи иштироккунандагон роҳи ҳалли проблемаи захираҳои обро ифода мекунад.

Дар хулоса бояд қайд намуд, ки оби ошомиданӣ яке аз сарватҳои пунарзиштарин дар рӯи замин буда, устувории экосистемаҳо, кишварҳо, гуногунии биологӣ ва умуман ҷомеаро таъмин мекунад. Бухрони ҷаҳонии иқлим ягона таҳдид нест, ки ба захираҳои оби ошомиданӣ таҳдид намояд. Аммо, бухрон шароити мавҷударо боз ҳам вазнинтар намуда, идоракунии минбаъдаи захираҳои обӣ ва пешгӯӣҳои мувофиқи микдор ва сифати онҳоро душвор мегардонад, аз ин рӯ дар кишварҳои соҳилӣ стратегияҳои нави миллий ва фаромиллии идоракунии ин захираҳои камёфт ва арзишманд зарур аст. Ҳамин тариқ, об ба инсоният дар коҳиш додан ва мутобиқ шудан ба тағйирёбии иқлим ҳам кумак мекунад ва ҳам барои он монеа эҷод менамояд [8].

Равишҳои идоракунии хатар ва экосистема, ки иштироки одамони зарардидаро таъмин мекунад, ҳалли бурд ё камбурдро таъмин мекунад, ки бо мурури замон бо тағйирёбии нишондиҳандаҳои асосӣ мутобиқ карда мешаванд. Дар айни ҳол баланд бардоштани устувории экосистемаҳои захираҳои оби ошомиданӣ барои мутобиқшавӣ муҳим аст; ҳалли ин мушкилот иҷрои вазифаҳои ахлоқиро дар назди наслҳои оянда ба миён меорад, зеро онҳо бояд бо бухрони иқлимӣ рӯ ба рӯ шаванд, ки онҳо ба вучуд наовардаанд [8].

Имрӯз иқтисоди бехатар барои тағйир додани системаҳои мавҷудаи идоракунии ва баланд бардоштани ҳамроҳии ҷаҳорҷӯбаҳои глобалӣ вучуд дорад, ки ҷомеа барои ояндаи рушди устувор ҳама шароитро муҳаё кардааст [8].

АДАБИЁТ

1. Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии, доклад, Евразийский банк развития Алматы. - 2009.
2. Всемирный банк. Ирригация в Центральной Азии: социальные, экономические и экологические аспекты. - Вашингтон, 2003.
3. Файратов М.Т. Об ва иқлим проблемаи ҷаҳонии рушди устувор (бахшида ба Даҳсолаи байналмилалӣ амал «Об барои рушди устувор» (солҳои 2018-2028)) / М.Т. Файратов, У.М. Ризвонова // Мав. конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалӣ «Масоили геологияи муҳандисӣ, гидрогеология, гидрология ва коркарди қонҳои канданиҳои фойданокӣ Тоҷикистон ва ҳудудҳои ҳамсарҳад». – Душанбе: ООО “Нушбод”, 2022. -С.281-287.
4. Директива 2000/60/ЕС Европейского Парламента и Совета от 23 октября 2000 года, устанавливающая рамки для действий Сообщества в сфере водной политики. [Электронный ресурс]. URL: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/>.
5. Жильцов С. Борьба за воду / С. Жильцов, И. Зонн // Индекс Безопасности. -М., 2009. -Т.14. -№3(86).
6. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии. Учебный курс, ЮНЕП и WWF Россия -Москва - Бишкек, 2006.
7. Интегрированное управление водными ресурсами: от теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии / Под ред. В.А. Духовного, В.И. Соколова, Х. Мантриталяке // (Ташкент, Научно-информационный центр межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (НИЦ МКВК) и Глобальное водное партнерство Центральной Азии и Кавказа (ГВП ЦАК). - 2009.
8. ОЭСР, «Улучшение использования экономических инструментов Управления водными ресурсами в Кыргызстане: на примере бассейна озера Иссык-Куль» // Отчет, представленный на Ежегодной встрече.
9. ОЭСР, Десять лет реформы сектора водоснабжения и водоотведения в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии / Исследования по воде ОЭСР. –Париж: Публикация ОЭСР, 2011.
10. Пилотная программа по адаптации к изменению климата, профинансированная // Всемирным банком, Европейским банком реконструкции и развития и Азиатским банком развития (2009-2010 гг.).

11. План бассейнового управления реки Мармарик (2008 г.) / План бассейнового управления реки Мегригет (2008 г.) / План бассейнового управления реки Дебед (2010 г.), План бассейнового управления реки Агстев. - 2010.
12. Центральная Азия: Вода и конфликт, Отчет №34 International Crisis Group МГПК. -Азия, Ош/Брюссель, 2002.
13. Priscoli, Jerome Delli and Wolf Aaron T. Managing and Transforming Water Conflicts, Cambridge University Press. -New York, 2009.

ЗАХИРАҶОИ ОБӢ ҲАМЧУН ОМИЛИ БЕХАТАРӢ ДАР ДАВЛАТҶОИ ОСИӢИ МАРКАЗӢ

Дар мақолаи мазкур доир ба захираҳои обии давлатҳои Осии Марказӣ сухан меравад.

Бояд қайд намуд, ки ташаббусҳои роҳбарияти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соҳаи об, ки аз ҷониби СММ дастгирӣ ёфтаанд, аз сатҳи омӯзиш ба татбиқи амалии ҷомеаи ҷаҳонӣ гузаштанд. Яққоя ин ташаббусҳо ба эҷоди стратегияи нави башарият ва таъмини зиндагии шоиста барои сокинони сайёра нигаронида шудаанд:

- Соли байналмилалӣ оби тоза, соли 2003;
- Даҳсолаи байналмилалӣ амал «Об барои ҳаёт», солҳои 2005-2015;
- Соли байналмилалӣ ҳамкорӣ дар соҳаи об, соли 2013.

Бо ташаббуси Тоҷикистон эълон шудани соли 2013 Соли байналмилалӣ ҳамкорӣ дар соҳаи об, мафҳуми дипломатияи об ба сатҳи муассиртар бардошта шуд, ки бо мазмуни воқеӣ пур шудааст: маънои дипломатияи об аз фаҳмиши анъанавӣ ё классикии он, татбиқи ҷунин гуфтушунидҳо формати навро тақозо мекунад, ки онҳо тавонанд дар анҷоми бомуваффақияти ихтилофи назарҳо дар мавриди идоракунии ва истифодаи захираҳои оби дарёҳои фаромилӣ сахм гузоранд.

Масъалаи тақсими захираҳои об дар Осии Марказӣ беш аз 19 сол боз баррасӣ мешавад. Ҳанӯз дар соли 1993 ихтилофоти байни кишварҳои минтақа дар ин масъала бояд тавассути Созишнома дар бораи ҳамкорӣ дар соҳаи идоракунии муштарак, истифода ва ҳифзи захираҳои оби манбаъҳои байнидавлатӣ бартараф карда мешуд. Аммо ин ҳуҷҷат ба қадри кофӣ муассир набуд. Бисёре аз коршиносон мегӯянд, ки ин ҳуҷҷат аллақай кӯҳна шудааст. Баъд боз якчанд ҳуҷҷат қабул карда шуд. Аммо онҳо мушкilotи тақсими захираи обро ҳам ҳал карда натавонистанд.

Проблемаи захираҳои оби Осии Марказӣ маҷмуи мушкilotи ба ҳам алоқаманд: иҷтимоӣ, сиёсӣ, иқтисодӣ мебошад. Набудани идоракунии самараноки захираҳои об дар истифодаи захираҳои об ва ҳифзи онҳо аз ифлосшавӣ нақши боздоранда мебозад. Қонунгузориҳои миллии кишварҳои минтақа дар бораи захираҳои об хеле «яктарафа» буда, танҳо манфиатҳои давлати миллиро ба назар мегирад. Нахостани элитаи сиёсӣ ба созиш монеаи аслии дар роҳи ҳалли масъала ва ҳатто ҳамкориҳои муассир дар соҳаи захираҳои об аст.

Ин масъала бевосита ба тамоми кишварҳои Осии Марказӣ дахл дорад, ҳамкориҳои мутақобила дар ин масъала барои рушди иҷтимоию иқтисодии тамоми давлатҳои Осии Марказӣ ниҳоят муҳим аст. Амалиёти яққояи ҳамаи давлатҳои минтақа бо назардошти манфиатҳои ҳамаи иштироккунандагон роҳи ҳалли проблемаи захираҳои обро ифода мекунад.

Калидвожаҳо: гидроэнергетика, Тоҷикистон, Осии Марказӣ, захираҳои обӣ, неругоҳҳои оби-барқӣ, дарёҳо, дипломатияи об, рушди устувор, Даҳсолаи байналмилалӣ амал, мушкilotи норасоии об.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КАК ФАКТОР БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

В данной статье рассматриваются водные ресурсы стран Центральной Азии.

Следует отметить, что инициативы руководства Республики Таджикистан в водной сфере были поддержаны ООН, из уровня изучения перешли в практическую реализацию международного сообщества. Также эти инициативы направлены на создание новой стратегии человечества и обеспечение достойной жизни жителей планеты:

- Международный год чистой воды, 2003 г.;
- Международное десятилетие действий «Вода для жизни», 2005-2015 гг.;
- Международный год сотрудничества в области водных ресурсов, 2013 г.

Благодаря инициативе Таджикистана 2013 год был объявлен Международным годом сотрудничества в водной сфере. Понятие водной дипломатии было поднято на более эффективный уровень, наполнено реальным содержанием: смысл водной дипломатии в ее традиционном или классическом понимании, осуществление таких переговоров требует новых форматов, способствующих успешному решению разногласий по поводу управления и использования водных ресурсов транснациональных рек.

Вопрос распределения водных ресурсов в Центральной Азии обсуждается уже более 19 лет. Еще в 1993 году разногласия между странами региона по этому вопросу должны были быть урегулированы посредством соглашения о сотрудничестве в области совместного управления, использования и охраны водных ресурсов межгосударственных источников, но этот документ оказался недостаточно эффективным. Многие эксперты говорят, что этот документ уже устарел. Затем было принято еще несколько документов. Но они не могли решить проблему распределения водных ресурсов. Проблема водных ресурсов в Центральной Азии представляет собой комплекс взаимосвязанных проблем: социальных, политических, экономических. Отсутствие эффективного управления водными ресурсами играет сдерживающую роль в использовании водных ресурсов и их охране от загрязнения. Национальное законодательство стран региона о водных ресурсах учитывает только интересы национального государства. Нежелание политической элиты идти на компромисс является главным препятствием для решения проблемы и даже эффективного сотрудничества в сфере водных ресурсов. Этот вопрос напрямую касается всех стран Центральной Азии, взаимное сотрудничество в этом вопросе чрезвычайно важно для социально-экономического развития всех стран Центральной Азии. Совместные действия всех государств региона с учетом интересов всех участников представляет собой решение проблемы водных ресурсов.

Ключевые слова: гидроэнергетика, Таджикистан, Центральная Азия, водные ресурсы, гидроэлектростанции, реки, водная дипломатия, устойчивое развитие, Международное десятилетие действий, проблема нехватки воды.

WATER RESOURCES AS A SECURITY FACTOR IN THE CENTRAL ASIA STATES

This article examines water resources. This article is about the water resources of the countries of Central Asia.

It should be noted that the initiatives of the leadership of the Republic of Tajikistan in the water sector were supported by the UN and moved from the level of study to practical implementation by the international community. Together, these initiatives are aimed at creating a new strategy for humanity and ensuring a decent life for the inhabitants of the planet:

- International Year of Clean Water, 2003;
- International Decade for Action "Water for Life", 2005-2015;
- International Year of Water Cooperation, 2013

Thanks to the initiative of Tajikistan to declare 2013 the year in the water sector. The concept of water diplomacy has been raised to a more effective level, filled with real content: the meaning of water diplomacy in its traditional or classical understanding, the implementation of such negotiations requires new formats that can contribute to the successful resolution of disagreements over the management and use of water resources of transnational rivers.

The issue of water resource distribution in Central Asia has been discussed for more than 19 years. Back in 1993, disagreements between the countries of the region on this issue should have been resolved through an agreement on cooperation in the field of joint management, use and protection of water resources from interstate sources, but this document turned out to be insufficiently effective. Many experts say that this document is already outdated. Then several more documents were adopted. But they could not solve the problem of water resource distribution. The problem of water resources in Central Asia is a complex of interrelated problems: social, political, economic. The lack of effective water resource management plays a limiting role in the use of water resources and their protection from pollution. National legislation of the countries of the region on water resources takes into account only the interests of the national state. The reluctance of the political elite to compromise is the main obstacle to solving the problem and even effective cooperation in the field of water resources. This issue directly concerns all countries of Central Asia; mutual cooperation on this issue is extremely important for the socio-economic development of all countries of Central Asia. Joint actions of all states in the region, taking into account the interests of all participants, represent a solution to the problem of water resources.

Keywords: hydropower, Tajikistan, Central Asia, water resources, hydroelectric power stations, rivers, water diplomacy, sustainable development, International Decade for Action, water shortage problem.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Ғайратов Маликдод Тополангович* - Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, номзоди илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи гидрогеология ва геологияи муҳандисӣ.
Суроға: 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 17. Телефон: **909-99-44-14**. E-mail: **malikdod@mail.ru**

Оқилҷони Саидхоҷа - Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, магистри кафедраи гидрогеология ва геологияи муҳандисӣ. **Суроға:** 734025, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 17. Телефон: **987-13-16-38**. E-mail: **okilconsaidzoda@gmail.com**

Сведения об авторах: **Гайратов Маликдод Тополангович** – Таджикский национальный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры гидрогеологии и инженерной геологии. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 17. Телефон: **(+992) 909-99-44-14**. E-mail: **malikdod@mail.ru**

Оқилҷони Саидхоҷа – Таджикский национальный университет, магистр кафедры гидрогеологии и инженерной геологии. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 17. Телефон: **987131638**. E-mail: **okilconsaidzoda@gmail.com**

Information about the authors: **Gayratov Malikdod Topolangovich** – Tajik National University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. Phone: **(+992) 909-99-44-14**. E-mail: **malikdod@mail.ru**

Okiljoni Saidkhodja – Tajik National University, Master of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. Phone: **987131638**. E-mail: **okilconsaidzoda@gmail.com**

**БАЪЗЕ ЧОРАҲОИ ГЕОЭКОЛОГӢ ОИД БА БАРҚАРОРСОЗИИ ЗАМИНҲОИ
ТАХРИБШУДАИ САНОАТИ КӢҲИИ МАЙДОНҲОИ МАЪДАНИ**

Некрӯзи Ғуфрон, Сафари Нусратулло, Назаров Ҷ.О.

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон,

Институти геология, сохтмони ба заминчунбӣ тобовар ва сейсмологияи АМИТ

Шароити васеътари заминаи амалисозии коркард ва аз ин лиҳоз, ба вучуд омадани манзараҳои тахрибшудаи ба он алоқамандро шароити металлогенӣ ва геологию сохторӣ муайян мекунад. Маҳз онҳо шаклҳои асосии қонуниятҳои тақсимоии конҳои канданиҳои фойданокро дар минтақа ва якҷоякунии онҳоро, ки бо ҷараёни ягонаи технологияи коркард ва истихроҷро фаро гирифтаанд, пешакӣ муайян мекунад [5].

Масалан, пайвастании конҳои ангишти коксшавандаи Фон-Яғноб бо конҳои маъдани асосан манзараҳои техногенӣ кони маъдани Чореро муайян намуд, ки онҳо аз манзараҳои техногенӣ Баҳри тоҷик, ки дар он ҷо нафту газ истихроҷ карда мешаванд, ба кулӣ фарқ мекунад [7].

Қад-қадии водиҳои дарёҳои хурду калон, дар қаторкӯҳҳои Зарафшон, Қаротегин ва Пётри I азхудкунии конҳои тилло ба таври васеъ ба роҳ монда шудаанд. Дар ин манотик манзараҳои нави техногенӣ ба вучуд омадаанд, ки масоҳати онҳо торафт зиёд мешаванд. Дар бораи барқарор намудани олами наботот ва флора дар заминҳое, ки аз саноати истихроҷи конҳои тилло осеб дидаанд, амалан маълумот пайдо намудан душвор аст [9].

Дар майдонҳои тахрибшудаи конҳои маъдани Тоҷикистони Марказӣ ва Ҷанубӣ (Миёнаду, Фон-Яғноб, Дуобаи Шарқӣ ва конҳои пошхӯрдаи Дарвози Ғарбӣ) ҷараёнҳои харобиовари муҳандисӣ-геологӣ инкишоф ёфта, манзараҳои нави техногенӣ ба вучуд меоянд.

Хокҳои манзараҳои техногенӣ ба таснифи муосири хокҳо дохил карда шудаанд. Андешаҳои умумии назариявӣ дар бораи таснифоти хокҳои техногенӣ дар ҳоли таҳаввул ва баҳсбарангез боқӣ мондаанд. Ақидаҳо дар бораи ҳосилхезии хокҳои техногенӣ ҳанӯз аз муҳокимаи мустақим берун нестанд.

Маълум аст, ки майдонҳои физикии Замин қисми таркибии системаи майдонҳои кайҳонии назди Замин мебошанд. Онҳо ба ҳамдигар алоқаманд ва вобастаанд. Таъсири мутақобилаи онҳо қувваи асосии ҳаракатдиҳандаи ташаккул ва рушди умумии Замин, манзараҳои табиӣ ва сунъӣ, инчунин, тамоми ҷузъҳои онҳо маҳсуб мешаванд [8].

Тағйироти глобалӣ ва маҳаллии экологӣ ва геокимиёвии биосфера, ки бо давраи ибтидоии ташаккули ноосфера алоқаманд аст ва ҳоло аз сар гузаронида мешавад, ба раванди муҳочирати табиӣ қаблан мавҷуда ислоҳот ворид намуданд. Ҳамин тарик, муҳочирати элементҳои кимиёвӣ дар биосфера (ва дар манзараҳои биогенӣ ва техногенӣ он) дар зери таъсири омилҳои табиӣ ва антропогенӣ сурат мегирад [1].

Баъдан, баҳодиҳии таъсири техногенӣ ба муҳити геологӣ мувофиқи тавсияҳои арзёбии таъсири экологӣ (АТЭ) гузаронида мешавад [1]. Ҳангоми баҳодиҳии таъсири корхонаҳои саноатӣ, кишоварзӣ ва дигар корхонаҳо ба ҳудуди таҳқиқотӣ ва минтақаҳои фаъолияти экосистемаҳои табиӣ ҳудуде, ки дар он муҳити табиӣ метавонад ба таназзул ё ифлосшавӣ дучор шавад (сарҳади манзараҳои техногенӣ); майдони ҳудудҳое, ки ба зиёд ифлосшавии ҳавои атмосфера, обҳои зерзаминӣ ва рӯизаминӣ ва хок дучор мешаванд; андозаҳои даҳанаи депрессионӣ ва минтақаҳои тағйирёбии ҷинсҳо ва ғайра), натиҷаҳои таъсир ва динамикаи тағйирёбии ҳолати муҳити атроф таҳлил карда мешаванд (расми 1).

Таҳти мафҳуми манзараҳои табиӣ техногенӣ маҷмуаи табиӣ ҳудудӣ бо тағйирёбии техногенӣ комплексҳои табиӣ ва форматсияҳои нави техногенӣ, ки дар ҷараёни истехсолот манзараҳои табииро қомилан хароб ва тағйир додаанд, фаҳмида мешаванд.

Барои муайян кардани минтақаҳое, ки сарбории бештари техногенӣ доранд, пеш аз ҳама, номгӯи манбаҳои эҳтимолии ифлосшавии ҳудуд муқаррар карда мешавад. Моддаҳои кимиёвии ифлоскунанда барои ҳар як корхонаи кӯҳӣ ва хатари онҳо мутобиқ ба ГОСТ 17.4.1.02-83 “Ҳифзи табиат. Таснифи моддаҳои кимиёвӣ барои мубориза бо ифлосшавӣ” муайян карда мешаванд.

Расми 1. Динамикаи тағйирёбии ҳолати муҳити табиӣ
Figure 1. Dynamics of changes in the state of the natural environment



Натиҷаи ниҳонии марҳилаи пешакии кор, муайян кардани минтақаҳое мебошад, ки ифлосшавии замин бештар номусоид ва осебпазиранд, арзёбии тахминии масоҳат ва шиддатнокии ифлосшавӣ дар ин минтақаҳо ва дар минтақаҳои худуди дорои талаботи зиёд ба сатҳи ифлосшавии онҳо муайян карда шуда, стратегияи интиҳоб ва таҳлили ҳок муайян карда мешавад

Аз ҳаҷми бузурги ашёи хоми маъдание, ки дар ҷаҳон истихроҷ карда мешавад ва он ба даҳҳо миллиард тонна мерасад, танҳо 5-10 ҷисади он мавриди истифода қарор дода мешавад. Қисми боқимонда асосан партовҳои саноати кӯҳии истихроҷӣ ва коркардшуда мебошад [9].

Дар марҳилаи истихроҷи маъдан, партовҳои саҳт дар шакли чинсҳои кӯҳии аз маъдан ҳолӣ ва омехта ва ҳаҷми зиёди ҷойҳои истихроҷшуда дар карерҳо ва конҳо ба вучуд меоянд. Дар марҳилаи ғанисозии ашёи хоми истихроҷшуда бошад, партовҳои флотатсия, гравитатсия, партовгоҳҳои шустушӯӣ пайдо мешаванд [6]. Ҳангоми коркарди ашёи хоми ғанишуда ба маҳсулоти тиҷоратӣ дар корхонаҳои металлургӣ шлакҳо, шламҳо, чангҳо ба вучуд меоянд.

Ғуноғунии таркиб ва ҳосиятҳои захираҳои техногенӣ дар партовгоҳҳо ҷамъшуда, доираи васеи самтҳои имконпазири истифодаи онҳоро муайян мекунад. Барои истехсоли масолеҳи ғуноғуни сохтмонӣ то 30% чинсҳои кӯҳии аз маъдан ҳолӣ ва омехта, ки аз ковишҳои кон истихроҷ карда мешаванд, истифода бурдан мумкин аст [3; 7].

Аммо истифодаи аслии онҳо аз 4 ҷисад зиёд нест. Дар баробари ин, истифодаи пурраи партовҳои саноати кӯҳӣ ғайриимкон ва аз ҷиҳати иқтисодӣ номувофиқ аст, зеро миқёси партовҳои онҳо, чун қоида, аз сабаби паст будани ҷараёни интиқолдиҳӣ, бо талаботи саноати маҳаллӣ муайян карда мешавад [4].

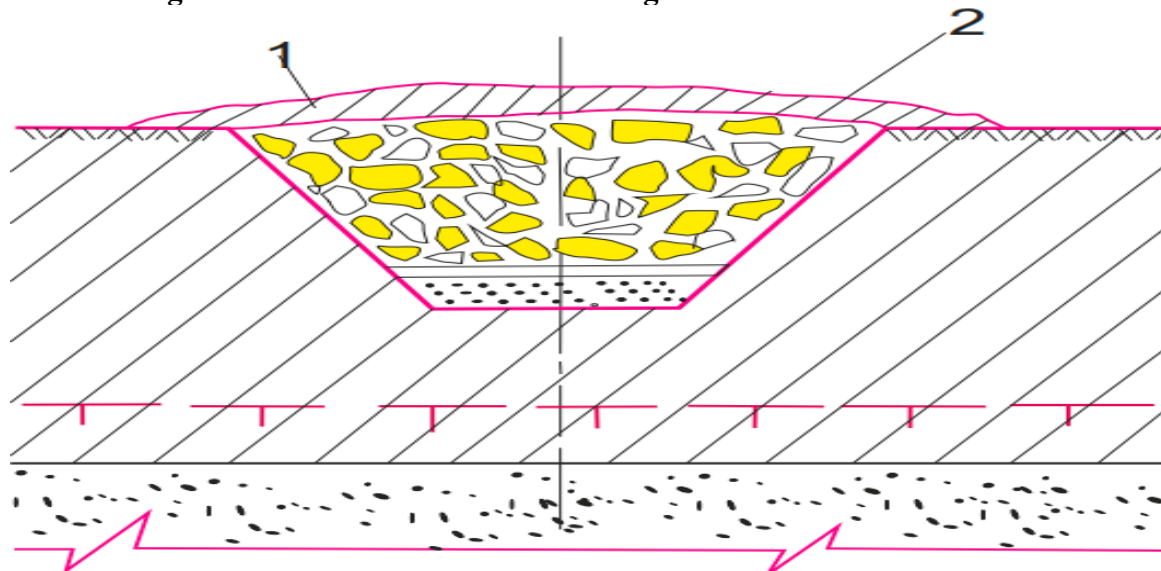
Чинсҳои харсангии аз маъдан ҳолӣ пас аз майда кардан ва таснифоткунӣ, дар сохтмони иншооти хоҷагии халқ, дар сохтмони роҳҳо, дар сохтмони сарбандҳо, банди об, майдончаҳои сохтмонӣ ва ҷойҳои истироҳатӣ (пойгоҳҳои лижаронӣ) ҳамчун сангреза истифода мешаванд. Инчунин, чинсҳои партовҳои санглоҳӣ барои истехсоли шағалсангҳо ва реги бино васеъ мавриди истифода қарор мегиранд [4].

Самти на камтар самарабахши партовҳои саноати кӯҳӣ ташаккул додани ба истилоҳ «полигонҳо-анбӯҳи хоктудаҳо» дар заминаи хоктудаҳои чинсҳои кӯҳии аз маъдан ҳолӣ ё сохтмони бевоситаи он мебошад, ки барои мутамарказ ҷамъоварӣ, безараргардонӣ ва нест

кардани партовҳои захролуд аз корхонаҳои саноатӣ ва марказҳои илмӣ пешбинӣ шудааст [5].

Имконпазирии мавриди истифодабарӣ қарор додани чинсҳои «холӣ», ки аз онҳо конҳои техногенӣ ашёи хоми минералӣ бо нигоҳдории алоҳидагӣ онҳо ба даст меоянд, бояд ҳисобида шавад. Ба мақсад мувофиқ будани азхудкунии саноатии захираҳои техногенӣ бо камшавии конҳои табиӣ азхудшуда вобаста аст. Чинсҳои кӯҳии аз маъдан холӣ ҳамчун мавод барои корҳои барқарорсозӣ дар заминҳои дар ҷараёни истихроҷи маъдан вайроншуда ба таври васеъ паҳн шудаанд [2].

Расми 2. Нақшаи барқарорсозии заминҳои вайроншудаи майдони маъдани Чоре
Figure 2. Plan for restoration of damaged lands of Chore mine field



1 - гилхокпушонӣ, 2 - хоктеппаҳои сангӣ

То ба замони имрӯз дар ҷаҳон тамоюли барқарор кардани заминҳои аз истихроҷи маъдан вайроншуда ба қайд гирифта шудаанд. Ҳамин тариқ, фазои истихроҷшудаи карерҳо ё бо чинсҳои кӯҳии аз маъдан холӣ фаро гирифта мешавад, яъне хоктудаҳои дохилӣ анҷом дода мешавад ё заминҳои саноатӣ дар ду самти асосӣ - биологӣ ва рекреатсионӣ ба қор андохта мешаванд [2].

Ҳангоми интихоби самти барқарорсозӣ дар амалияи лоиҳакашӣ ду самт ва ё худ равиш: дар ҳолати аввал заминҳои вайроншуда асосан барои заминҳои кишоварзӣ барқарор карда мешаванд, дар ҳолати дуюм аз рӯи намудҳои истифодаи замин, ки то вайрон шудан ҳангоми корҳои кӯҳӣ вучуд доштанд, вучуд доранд [2].

Истифодаи фазои истихроҷшудаи карерҳо ҳангоми истифодаи онҳо ҳамчун зарф барои ҷойгиркунии партовҳои саноатӣ низ имконпазир аст. Ин технология самти ояндадору бобарорро дар рушди истихроҷи маъдан ва муносибати комплексӣ ба рушди қитъаҳои замин равона карда мешаванд [3].

Дар бисёр ҳолатҳо қовишҳои карерии зеробмонда дар шакли обанборҳои сунӣ мавриди истифода қарор дода мешаванд, ки сокинони маҳалҳо бо мақсади истироҳат истифода мебаранд (расми 3).

Аммо аксарияти ин мавзӯҳои истироҳатӣ на дар натиҷаи фаъолияти мақсадноки корхонаҳои кӯҳӣ, балки дар натиҷаи обхезиҳои табиӣ пайдо шуда, худ аз худ ба майдонҳои истироҳатӣ табдил ёфтанд.

Партовҳои ғанигардонидашуда дар равандҳои ҳамном ба вучуд меоянд, ки одатан байни технологияҳои истихроҷи маъдан ва коркарди умқи физикӣ ва кимиёии онҳо мобайнӣ мебошанд. Қисми зиёди онҳо, тақрибан 80 ҷисад ба гузоштани фазои коркардшудаи конҳо ва карерҳо дар доираи татбиқи технологияҳои саноатии истихроҷи маъдан равона карда шудааст [5]. Қисми боқимондаи онҳо, инчунин, назаррас, дар партовҳои корхонаҳои ғанисозӣ ҷамъ мешаванд.

Расми 3. Азхудкунии китъаҳои заминҳои майдони маъданӣ баъди корҳои барқарорсозӣ
Figure 3. Land development of the mineral field after restoration works



Самти муҳим ва асосии партовҳои ғанигардонидашуда, истифода бурдани онҳо ҳамчун ашёи хоми дуюмдараҷа барои истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ мебошад. Аз сабаби номукамал будани технология ва вайрон гардидани речаи кории комбинатҳои ғанисозии металлҳои пурқимат ҳангоми флотатсия ва селексияи маҷмуи маъданҳои мураккаб, коркарди маъданҳои душвор ғанишаванда бо партовҳо нобуд мешаванд. Бинобар ин, аз онҳо қонҳои техногенӣ ташкил кардан ба мақсад мувофиқ аст, ки дар ояндаи наздик бо технологияи мукамалтар азхуд карда мешаванд [5].

Қисми асосии партовҳо ин маҷмуи чинсҳои аз қабат кушодашуда ва омехтаи истихроҷи маъдан, партовҳои ғанисозии онҳо мебошанд.

Дар мамлақати мо усули маъмултарини истихроҷи маъдан, ин бо роҳи кушода - бо роҳи сохтани карерҳо мебошад.

Дар баробари коркарди маъданҳои оҳандор, вазни азими чинсҳои кӯҳии аз маъдан ҳолӣ ва омехта истихроҷ ва анборкунонида мешаванд, ки ҳаҷми онҳо 30-70 ҷисди вазни маъдани истихроҷшударо ташкил медиҳад. Миқдори зиёди истихроҷи чинсҳои сарироҳӣ, варақсангҳои кристалӣ, кварситҳо, роговикҳо ва дигар чинсҳои ба онҳо наздик мебошанд [10]. Дар байни чинсҳои кӯҳии аз маъдан ҳолӣ, чинсҳои кристалӣ, асосан гилхокҳои таҳшонӣ, регҳо, зардхокҳо, оҳаксангҳо ва ғ. ба назар мерасанд.

Чинсҳои харсангӣ, ки қаблан бо усули таркишӣ таҳриб шуда буданд, тавассути экскаваторҳо коркард карда шуда, ба хоктудаҳо бароварда мешаванд. Мувофиқи таркиби гранулометрӣ, чинсҳои харсангӣ маводи гетерогенӣ аз фраксияҳои чанголуд ва регсангӣ то чинсҳои андозаи 1 м. иборатанд.

Самти асосии истифодабарии чинсҳои кӯҳии аз маъдан ҳолии харсангӣ ва ғайрихарсангӣ истифодаи онҳо барои бунёди сарбандҳо, таҳкурсии роҳҳо, барои корҳои банақшагирӣ, инчунин, барои истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ махсуб мебошад [10].

Чинсҳои харсангӣ барои истеҳсоли сангрза, ки ҳамчун агрегати дағал дар бетони вазнин ва изофа мавриди истифода қарор дода мешавад, васеъ истифода мебаранд. Дар бисёр комбинатҳои маъдантозакунии истеҳсоли маҷмуи сангрза ба роҳ монда шудааст. Ҳаҷми тавлиди ин партовҳо аз миқёси коркарди имконпазир зиёд буда, самти асосии истифодаи онҳо бозпуркунии ва барқарорсозии карерҳо мебошад.

Барои ошкор кардан ва истихроҷи минбаъдаи маъданҳои минералӣ, суфта карда мешавад. Нозукии суфтакунӣ ба технологияи ғанисозӣ, хусусият ва дараҷаи минерализатсияи ашёи хом вобаста аст. Ҳаҷми партовҳо 40-60%, ҳаҷми умумии маводи ғанишударо ташкил медиҳад [10].

Аслан партовгоҳҳо қонҳои техногенӣ канданиҳои фойданок мебошанд, ки бо истифода аз технологияҳои пешрафтаи ғанисозӣ истеҳсол карда мешаванд. Партовгоҳҳо

майдонҳои бузургро ишғол намуда, маҳалҳои ҳамшафакро зери об мондаву обҳои зеризаминиро ифлос мекунад.

Самти асосии истифодаи партовҳо ҳамчун ашёи дуюмдараҷа барои истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ истифода бурдани онҳо мебошад [10]. Реги аз партовҳои ғанисозӣ ҳосилшуда метавонад дар масолеҳи сангӣ ва гачӣ, барои тайёр кардани бетон, истеҳсоли хишти силикатӣ, барои бунёди таҳкурсии сунъии роҳҳо, биноҳо, иншоотҳо истифода гарданд.

АДАБИЁТ

1. Аржанова В.С. Геохимия ландшафтов и техногенез / В.С. Аржанова, П.В. Елпатьевский. -М.: Наука, 1990. -196 с.
2. Валиев Ш.Ф. Развитие горнопромышленнонарушенных почв в Таджикистане и некоторые пути их восстановления / Ш.Ф. Валиев, А.С. Ниёзов. -Душанбе: Дониш, 2003. -104 с.
3. Гальперин А.М. Техногенные массивы и охрана окружающей среды: Учебник / А.М. Гальперин, В. Фёрстер, Х.-Ю. Шеф. -М.: Изд. Московского государственного горного университета, 2001. -391 с.
4. Етеревская Л.В. Влияние состава пород и микрорельефа на биологическую рекультивацию лессовых бурогольных отвалов. В кн.: Рекультивация промышленных пустошей / Л.В. Етеревская. -М., 1972. - 356 с.
5. Защита окружающей среды при горных разработках рудных месторождений / [Н.И. Плотников, И.И. Рогинец, В.К. Мамонтов, В.А. Мироненко и др.]. -М.: Наука, 1985. -С.68-72.
6. Кожлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека / Ф.В. Кожлов. - М.: Недра, 1978. -263 с.
7. Невский Г.В. Защита окружающей среды от техногенных воздействий / Г.В. Невский. -М.: МГОУ, 1993. -113 с.
8. Природные ландшафты Таджикской ССР / К.В. Станюкович, И.К. Еремина, Р.А. Ускова, М.Б. Станюкович, Г.Т. Сидоренко, У.Т. Таджиев. -Душанбе, 1990. -193 с
9. Селиванов Р.И. Природа и природные ресурсы Таджикистана / Р.И. Селиванов. -Душанбе, 1958. -234 с.
10. Чистик О.В. Экология / О.В. Чистик. -Мн.: Новое знание, 2000. -248 с.

БАЪZE ЧОРАҲОИ ГЕОЭКОЛОГӢ ОИД БА БАРҚАРОРСОЗИИ ЗАМИНҲОИ ТАХРИБШУДАИ САНОАТИ КӢҲИИ МАЙДОНҲОИ МАЪДАНИ

Ғуноғунии таркиб ва ҳосиятҳои захираҳои техногенӣ дар партовгоҳҳо ҳамешуда, доираи васеи самтҳои имконпазири истифодаи онҳоро муайян мекунад.

Истифодаи пурраи партовҳои саноати кӯҳӣ ғайриимкон ва аз ҷиҳати иқтисодӣ номувофиқ аст, зеро миқёси партовҳои онҳо, чун қоида, аз сабаби паст будани ҷараёни интиқолдиҳӣ, бо талаботи саноати маҳаллӣ муайян карда мешавад.

Ҷинсҳои кӯҳӣ аз маъдан ҳолӣ ҳамчун мавод барои корҳои барқарорсозӣ дар заминҳои дар ҷараёни истихроҷи маъдан вайроншуда ба таври васеъ паҳн шудаанд. Ҳамин тариқ, фазои истихроҷшудаи қарерҳо ё бо ҷинсҳои кӯҳӣ аз маъдан ҳолӣ фаро гирифта мешавад, яъне ҳоктудаҳои дохилӣ анҷом дода мешавад ё заминҳои саноатӣ дар ду самти асосӣ - биологӣ ва рекреатсионӣ ба қор андохта мешаванд.

Қалидвожаҳо: захираҳои техногенӣ, партовҳои саноатӣ кӯҳӣ, ҳоктудаҳо, ғанигардонӣ, барқарорсозӣ, фазои истихроҷшуда, ҷинсҳои кӯҳӣ аз маъдан ҳолӣ, ҷинсҳои омехта, масолеҳи сохтмонӣ, маъданҳои минералӣ.

НЕКОТОРЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРЫ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОНАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ РУДНЫХ ПОЛЕЙ

Многообразие состава и свойств техногенных ресурсов, сосредоточенных в отвалах, определяет широкий диапазон возможных направлений их утилизации.

Полное использование горных отходов невозможно и экономически нецелесообразно, так как масштабы их утилизации, как правило, из-за низкой транспортабельности определяются потребностями местной промышленности.

Породы вскрыши имеют большое значение как материал для выполнения рекультивационных работ на землях, нарушенных в процессе горного производства.

Таким образом, выработанное пространство карьеров либо засыпается вскрышными породами, т.е. ведётся внутреннее отвалообразование, либо производится рекультивация промышленных земель в двух основных направлениях – биологическом и рекреационном.

Ключевые слова: техногенные запасы, горнопромышленные отходы, отвалы, обогащение, рекультивация, выработанное пространство, вскрышные породы, вмещающие породы, строительные материалы, рудные минералы.

SOME GEOECOLOGICAL MEASURES FOR RESTORATION ON MINING AND INDUSTRIAL DISTURBED LANDS OF ORE FIELDS

The diversity of the composition and properties of technogenic resources concentrated in dumps determines a wide range of possible directions for their utilization.

The full use of mining waste is impossible and economically impractical, since the scale of their disposal, as a rule, due to low transportability, is determined by the needs of local industry.

Overburden rocks are widely distributed as a material for performing reclamation work on lands disturbed during the mining process.

The quarry area worked out in this way is either filled up with overburden rocks, i.e. internal dumping is being carried out, or industrial lands are being recultivated in two main directions - biological and recreational.

Keywords: technogenic reserves, mining waste, dumps, enrichment, reclamation, goaf, overburden, host rocks, building materials, ore minerals.

Маълумот дар бораи муаллифон: *Некрӯзи Гуфрон* - Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, докторанти Ph.D-и кафедраи гидрогеология ва геологияи муҳандисӣ. **Суроға:** 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 17. E-mail: nekruz.gufron@mail.ru. Телефон: **(+992) 988656306**

Сафару Нусратулло - Институти геология, сейсмология ва сохтмони ба заминчунбӣ тобовари АМИТ, унвонҷӯ. **Суроға:** 734063, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, кӯчаи Айнӣ, 267. E-mail: safari_nusratullo@mail.ru. Телефон: **(+992) 907-00-78-76**

Назаров Ҷамшед Ортуқалиевич - Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, докторанти Ph.D-и кафедраи гидрогеология ва геологияи муҳандисӣ. **Суроға:** 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 17. E-mail: jamshed1204@gmail.com. Телефон: **(+7)9227319836**

Сведения об авторах: *Некрузи Гуфрон* - Таджикский национальный университет, докторант Ph.D кафедры гидрогеологии и инженерной геологии. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 17. E-mail: nekruz.gufron@mail.ru. Телефон: **(+992) 988656306**

Сафару Нусратулло - - Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАНТ, соискатель. **Адрес:** 734063, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Аини 267. E-mail: safari_nusratullo@mail.ru. Телефон: **(+992) 907-00-78-76**

Назаров Ҷамшед Ортуқалиевич - Таджикский национальный университет, докторант Ph.D кафедры гидрогеологии и инженерной геологии. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 17. E-mail: jamshed1204@gmail.com. Телефон: **(+7) 9227319836**

Information about the authors: *Nekruzi Gufron* - Tajik National University, Ph.D doctoral student of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. E-mail: nekruz.gufron@mail.ru. Phone: **(+992) 988656306**

Safari Nusratullo - - Institute of Geology, Earthquake Resistant Construction and Seismology NAST, applicant. **Address:** 734063, Republic of Tajikistan, Dushanbe, st. Aini 267. E-mail: safari_nusratullo@mail.ru. Phone: **(+992) 907-00-78-76**

Nazarov Jamshed Ortukalievich - Tajik National University, Ph.D doctoral student of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. E-mail: jamshed1204@gmail.com. Phone: **(+7) 9227319836**

**РАВАНДҲОИ ЭКЗОГЕОДИНАМИКӢ ВА ТАЪСИРИ ЭҶТИМОЛИИ ОНҲО БА
УСТУВОРИИ МИНТАҚАИ СОХТМОНИ НБО «РОҒУН»**

Ниёзов А.С., Андамов Р.Ш., Шарифзода Ш.Р.
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Неругоҳи барқи обии «Роғун» дар маҷрои дарёи Вахш воқеъ буда, дар силсиланеругоҳҳои ҳавзаи дарё азимтарин аст. Ҳар як аз шаш агрегати он иқтидори 600 мВт дошта, ҳамасола зиёда аз 17 миллиард киловатт/соат неруи барқ тавлид менамоянд. Бо иқтидори истеҳсоли 3600 мегаватт ин неругоҳ калонтарин неругоҳи барқи обӣ дар минтақаи Осиёи Марказӣ ба ҳисоб меравад.

Неругоҳи барқи обии «Роғун» ба силсилаи иншооти энергетикӣ Вахш шомил буда, сарбанди он 335 метр баландии мутлақ дорад, ки ин садди баландтарини шағалию гилӣ дар ҷаҳон махсуб меёбад.

НБО «Роғун» на танҳо аҳаммияти ҷумҳуриявӣ, балки аҳаммияти минтақавӣ дорад: обанбори он вазифаи танзимӣ дошта, барои самаранок ва оқилона истифода бурдани захираи оби дарёи Вахш нақши асосӣ мебозад. Аз ин сабаб таваҷҷуҳи ҷомеаи илмию муҳандисии ҷаҳонӣ ба ин неругоҳ зиёд аст. Соли 2010-2012 ҷиҳати гузаронидани экспертизаи байналмилалӣ Бонки ҷаҳонӣ барои ташҳиси иқтисодиву иҷтимоӣ ва экологии лоиҳаи «Роғун» мутахассисони сатҳи ҷаҳониро ҷалб намуда буд. Экспертиза ҳамаи паҳлуҳои илмӣ-техникии неругоҳро ташҳис намуда, ба хулоса омад, ки неругоҳ аз ҷиҳати сейсмикӣ ва равандҳои хатарафзои геологӣ устувор мебошад [8].

Боиси ифтихор аст, ки Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ - Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон поягузори сохтмони неругоҳи «Роғун» буда, дар маросими оғози қорҳои сохтмонӣ бевосита иштирок намуда, тазаккур доданд, ки «Сохтмон ва ба истифода додани ин иншооти азими стратегӣ ҷаҳиши бузурге дар роҳи таъмини истиқлолияти энергетикӣ Тоҷикистон мебошад» [17].

Неругоҳи «Роғун» иншооти беназири гидроэнергетикӣ буда, он дар расидан ба ҳадафи ҷоруми стратегӣ - саноатикунонии босуръати мамлакат нақши калидӣ мебозад. Он инчунин ба рушди устувори иқтисодӣ, пеш аз ҳама, ҷиҳати амалишавии лоиҳаи CASA-1000, афзоиши содироти неруи барқ ба хориҷи кишвар мусоидат менамояд [12].

Баъди анҷоми сохтмон, НБО «Роғун» бояд дахҳо солҳо ва зиёда аз он мавриди истифода қарор гирифта, дар таъмини соҳаҳои хоҷагии халқ, аҳоли бо барқ ва интиқоли он ба кишварҳои ҳамсоя, инчунин, рушди иқтисодии кишвар бевосита сарм гирад.

Фаъолияти устувори бемонеа ва мунтазаму беҳатари НБО «Роғун» аз омилҳои гуногун вобастагӣ дорад. Яке аз ин омилҳо равандҳои геологӣ экзогеодинамикӣ мебошанд.

Равандҳои экзогеодинамикӣ чунин равандҳои мебошанд, ки дар сатҳи Замин ба амал меоянд ва сабабгори тағйироти релефи он мегарданд. Онҳо дар натиҷаи таъсири атмосфера, гидросфера ва биосфера ба қишри Замин ба вучуд меоянд. Ин равандҳо қисми муҳимми муҳити геологӣ буда, дар ташаккул ва тағйир ёфтани ландшафтҳои нақши асосӣ мебошанд.

Ба равандҳои экзогеодинамикӣ чунин зухуротҳо: эрозия, равандҳои таҳшинӣ, эрозияи шамол, равандҳои гидрологӣ, эрозияи баҳрӣ, равандҳои гравитатсионӣ ва фаъолияти вулкониҳо дохил мешаванд. Ҳар яке аз ин равандҳо хусусиятҳои худро доранд ва ба релеф ва муҳити зист бо роҳҳои гуногун таъсир мерасонанд.

Равандҳои экзогеодинамикӣ боиси пайдо шудани шаклҳои нави релеф, аз қабилҳои водихо, қаторкӯҳҳо, дараҳо, инчунин сабабгори вайроншавӣ ва тағйир ёфтани шаклҳои мавҷудаи релеф шуда метавонанд. Онҳо қодиранд ба фаъолияти инсон, алалхусус дар соҳаи кишоварзӣ, сохтмон ва инфрасохтор таъсир расонанд. Оқибатҳои таъсири онҳо баъзан метавонанд даҳшатнок бошанд.

Омӯзиши равандҳои экзогеодинамикӣ имкон медиҳад, ки механизмҳои зухуроти онҳоро фаҳмида, оқибатҳои онро пешгӯӣ ва тадбирҳои чорабинӣҳои мушаххас доир ба идоракунии ва ҳифзи муҳити зистро таҳия кунем.

Равандҳои экзогеодинамикӣ шаклу намудҳои зиёде доранд. Онҳоро бо истифода аз адабиёти соҳавӣ [2; 4; 7; 9; 10; 16] ва таҳлилу коркарди натиҷаҳои мушоҳидаҳои саҳроӣ аз рӯи хусусиятҳои асосӣ ва табиати таъсири онҳо ба муҳит чунин гурӯҳбандӣ кардан мумкин аст (ҷадвали 1).

Ҷадвали 1. Намудҳои равандҳои экзогеодинамикӣ ва тавсифи мухтасари онҳо
Table 1. Types of exogenous geodynamic processes and their brief characteristics

Раванд	Тавсифи раванд	Мисолҳо
Эрозия	Нобудшавии физикавӣ ва ҷойдигаркунии сангҳо ва хокҳо тавассути об, шамол ё ях	Эрозияи дарё, эрозияи бодӣ, эрозияи пириях, вайроншавии устувории таҳкурсии биноҳои иншоотҳо, нобудшавии қабати хок
Равандҳои таҳшинӣ	Ҷамъшавӣ ва таҳшини маводе, ки тавассути об, шамол ё ях интиқол дода мешаванд	Таҳшинҳои дарёӣ (аллювиалӣ), таҳшинҳои бодӣ, таҳшинҳои баҳрӣ
Равандҳои гидрологӣ	Ҳаракат ва тақсими об дар сатҳи Замин	Маҷрои дарё, маҷрои рӯизаминӣ, бухоршавӣ, конденсатсия
Эрозияи баҳрӣ	Вайроншавӣ ва ҳаракати мавод дар минтақаҳои наздизоҳили дар зери таъсири мавҷҳо ва ҷараёнҳои баҳрӣ	Пайдошавии бухтаҳо (толоби хурде, ки аз баҳр, кӯл ё обанбор бо ягон садд маҳдуд шудааст), шустани соҳилҳои регзор
Равандҳои ҷозибавӣ (гравитатсионӣ)	Ҳаракати ҷинсҳои кӯҳӣ ва хокҳо дар зери таъсири қувваи ҷозоба	Пайдоиш ва зидшавии ҳодисаҳои ярҷфарой, вайроншавии соҳилҳои дарё, каналҳо, обанборҳо
Фаъолияти вулканӣ	Ба сатҳи Замин баромадани мағмаи гудохта (дар шакли лава) бо порасангҳо, хокистар, газҳо, маҳлулҳои гуногун	Таркиби вулқон, ҷараёнҳои лава, рехтани хокистар
Шӯршавӣ (шӯрзада шудан)	Дар таркиби хок гун шудани намакҳои захрӯвар	Хокҳои шӯрзада, пастшавӣ ва нестшавии ҳосилхезии хокҳо
Суффузия, протсессҳои суффузия	Зарар ба роҳҳо, майдонҳо	Авҷгирии ҷойҳои фурӯрафта
Беобшавӣ, паст шудани сатҳи обҳои зеризаминӣ	Камшавии обдорӣ, эвтрофикатсия (аз обсабзаҳо фаровон шудани) ҳавзу каналҳо	Аз кор мондани системаи обтаъминкунӣ
Заҳкашӣ ва ботлоқшавӣ (Подтопление и заболачивание)	Деформатсияи пояҳо ва таҳкурсии иншоот, вайрон шудани системаи коммуникатсияҳои рӯизаминӣ ва зеризаминӣ	Бад шудани ҳолати санитарии биноҳо ва иншоотҳо
Равандҳои бодӣ (эолий)	Ифлосшавии ҳаво бо чангу ғубор	Хирашавии ҳавои мавзҳои истиқоматӣ

Равандҳои экзогеодинамикӣ дар сатҳи Замин таҳти таъсири атмосфера, гидросфера ва биосфера ба амал меоянд ва ба онҳо навъҳои гуногуни равандҳои дохил мешаванд, ки шакл ва сохти сатҳи заминро тағйир дода метавонанд.

Равандҳои экзогеодинамикӣро аз рӯи табиати пайдоиш ба 3 синф тақсим кардан мувофиқи мақсад аст (ҷадвали 2).

Ҷадвали 2. Таснифи равандҳои экзогеодинамикӣ
Table 2. Classification of exogenous geodynamic processes

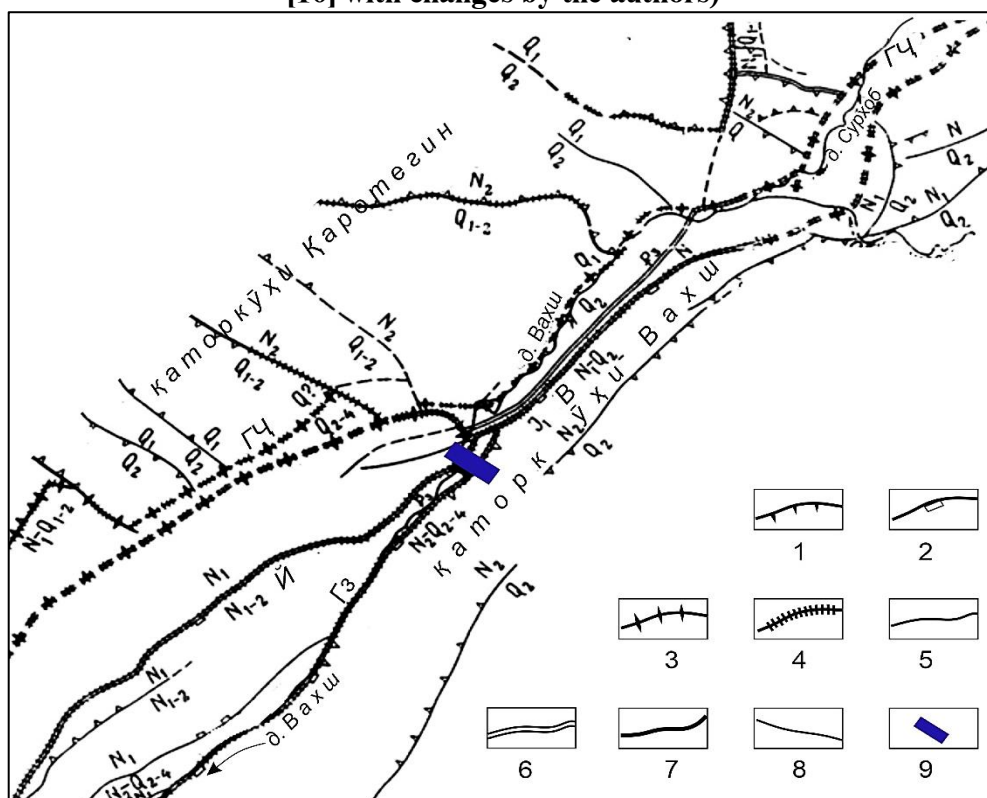
Синф	Хусусиятҳо
Табиӣ	Равандҳои табиӣ, ки дар натиҷаи равандҳои табиӣ экзогенӣ ва эндогенӣ (бавосита), ки дар ҷараёни табиӣ рушди Замин ба амал меоянд
Техногенӣ	Равандҳои техногенӣ, ки бевосита бо фаъолияти инсон ба вуҷуд меоянд
Табию техногенӣ	Равандҳои табиӣ табию техногенӣ, ки бо фаъолияти инсон аз ҷиҳати микдорӣ ва сифатӣ тағйир меёбанд

Равандҳои экзогеодинамикӣ метавонанд ба фаъолияти инсон таъсири назаррас расонанд. Онҳо метавонанд ба тағйирёбии ландшафт, харобшавии инфрасохтор ва таҳдид ба ҳаёт ва саломатии одамон оварда расонанд, боиси хароб шудани биноҳо ва инфрасохторҳо, бад шудани сифати хок ва об ва таҳдид ба ҳаёт ва саломатии одамон гарданд. Аз ин рӯ, омӯхтан ва фаҳмидани ин равандҳо барои таҳияи чораҳои идоракунии муҳити зист ва ҳифзи муҳити зист муҳим аст.

Эрозия раванди харобшавӣ ва ҳаракати хок, хок ва сангҳо дар зери таъсири об, шамол, ях ё вазнинӣ мебошад. Эрозия дар равандҳои экзогеодинамикӣ нақши муҳим мебозад, зеро он метавонад ландшафтро тағйир дода, рельефро шакл диҳад. Дар пайдоиш, паҳншавӣ ва миқёси шиддатнокии равандҳои экзогеодинамикӣ омили асосӣ шикастаҳои тектоникии маҳал мебошанд (расми 1).

Расми 1. Схемаи ҷойгиршавии шикастаҳои асосии минтақаи сохтмони неругоҳи барқи обии “Роғун” (тибки [10], бо иловаҳои муаллифон)

Figura 1. Diagram of faults in the construction area of the Rogun hydroelectric power station (by [10] with changes by the authors)



Намуди шикастаҳо: 1 - шикастаҳои рӯйбаромадаҳои шадид, 2 - шикастаи рӯйбаромада бо шикастаи лағжишӣ; Категориаи шикастаҳо: 3- канорӣ, 4 -маҳлудкунандаи блокҳо, 5 - мурақабкунандаи блокҳо; Амплитудаҳои ҷойдигаркунӣ: 6 - зиёда аз 1000 м, 7 - садҳо метр, 8 - дахҳо метр ё камтар аз он; 9 - сарбанди ГЭС-и Роғун. Шикастаҳо: ХЧ - Ҳисори Ҷанубӣ, В - Вахш, Й - Ионахш, Гз - Гулизиндан, Я - Яфч. Индексҳо синну соли фаъолияти шикастаҳоро нишон медиҳанд.

Равандҳои экзогеодинамикӣ омили муҳиме мебошанд, ки ба ҳаёти одамон, ҳолати муҳити зист ва умуман муҳити геологӣ таъсир мерасонанд. Прогресси техникӣ боиси мураққабшавии мунтазами системаҳои техникӣ, зиёд шудани энергияю тавоноии онҳо ва мутаносибан зиёд шудани зарари эҳтимолии ҳодисаҳои хатарноки геологӣ мегардад [1; 2; 9]. Дар ландшафтҳои урбанизатсияшуда, яъне техникӣ (ва сунӣ) равандҳои экзогеодинамикӣ ҳамчун омиле, ки ба вазъи геозкологӣ таъсир мерасонанд, нақши муҳим доранд. Равандҳои экзогеодинамикӣ фаъолон ба амал омада метавонанд, ки боиси вайрон шудани биноҳою иншоотҳо, алоқа, роҳҳо, каналҳо ва дигар инфрасохтор гарданд, ба ҳаракати моддаҳои ифлоскунанда дар сатҳи замин таъсир расонанд, хавфи аз кор баромадани системаҳои техникӣ ва ғайраро зиёд кунанд.

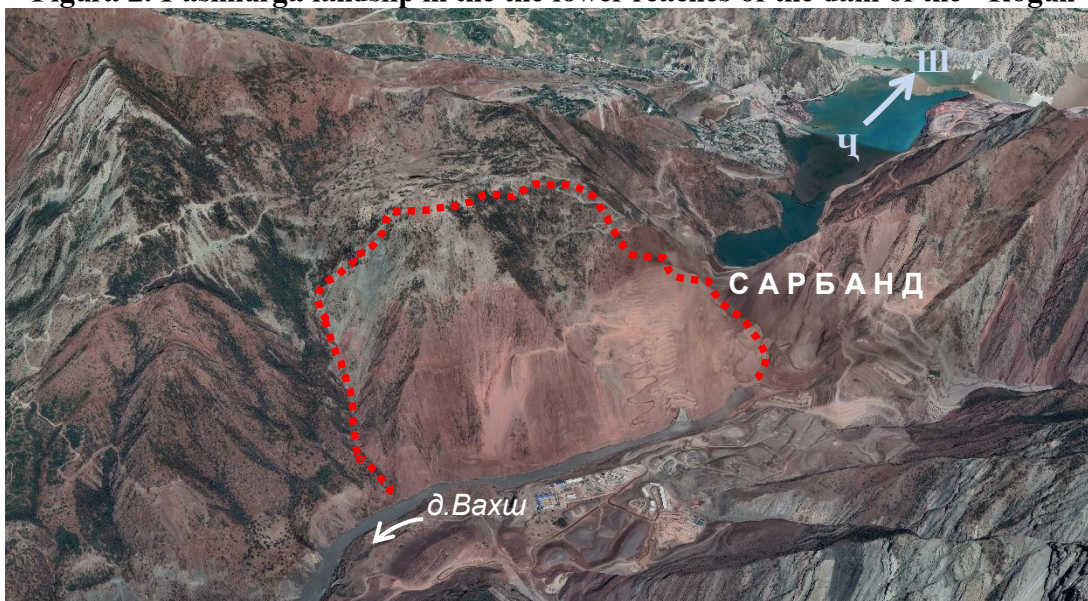
Хушбахтона, аксарияти кулли равандҳои экзогеодинамикӣ ба категорияи «табӣ» мансубанд, яъне ба ҳаёт ва саломатии аҳоли бевосита таҳдид намекунад, гарчанде кори геосистемаҳои табию техниро то андозае душвор мегардонад.

Агар равандҳои экзогеодинамикии табию техногенӣ равандҳои табиие бошанд, ки бо фаъолияти инсон аз ҷиҳати миқдорӣ ва сифатӣ тағйир меёбанд, равандҳои техногенӣ бевосита аз фаъолияти инсон сарчашма мегиранд.

Дар минтақаҳои сохтмонҳои азим, ба монанди гиреҳи гидротехникии «Роғун» равандҳои экзогеодинамикии техногенӣ хело васеъ паҳн шудаанд.

Аз як тараф, равандҳои экзогеодинамикии табию техногенӣ ва техногенӣ ақсуламали муҳити геологӣ ба таъсири техногенӣ бошад, аз тарафи дигар онҳо омилҳои муҳиме мебошанд, ки ба биноҳо ва иншоотҳо, коммуникатсияҳои нақлиётӣ, ҳолати санитарии биноҳо ва ғайра, яъне ба сифати муҳити инсон таъсири гуногун мерасонанд [2; 4; 5].

Расми 2. Ярчи Пасимурғо дар поёноби (бйефи поёнии) НБО «Роғун»
Figura 2. Pasimurga landslide in the the lower reaches of the dam of the "Rogun"



Канораҳои ярч бо хатти сурхи канда-канда ишора шудаанд.
Манбаъ: Google Earth Pro, 2023 г.

Дар поёноби (бйефи поёнии) неругоҳи барқи обии «Роғун» ярч бо ҳаҷми 0,9 километри мукааб (ярчи Пасимурғо) хатари эҳтимолии муайянеро ба вучуд меорад. Ба андешаи аксари лоиҳакашон ин ярч бехатар буда, фаромадани ярҷҳои хурд-хурд дар ҳаҷми то садҳо ҳазор метри мукааб, ки хатари ҷиддӣ надоранд, имконпазир аст [9, 10].

Қисми ташхисгарон дар чунин ақидаанд, ки лағжиши ярч рӯй-рӯӣ нишебӣ аллакай хотима ёфта, қисми болоии ярҷҳои қадим ба дарёи Вахш расида, шуста шудааст ва қисми миёна дар мағзи (ядроӣ) синклинали Қирбичиёр мавқеи устуворро ишғол карда, бояд дигар авҷ нагирад. Аммо тавре, ки аз талаботҳои меъёрӣ [13; 14; 15] маълум аст, нишебҳои назди сарбанд бояд муфассал омӯхта шуда, устувории онҳоро дар зери таъсири сейсмикии шиддатнокии гуногун баҳо додан лозим аст. Доир ба нақши равандҳои сейсмикӣ дар устувории геодинамикии минтақа ҳанӯз солиҳои 60-ум таҳқиқотҳои муфассал анҷом дода шуда буданд [3; 6; 11], ки то ҳол аҳаммияти худро гум накардаанд.

Дар айни замон, дастрасӣ ба системаи нақбҳо ва иншооти асосии зерзаминии НБО тавассути нақби (туннели) нақлиёти Т-3 амалӣ карда мешавад. Бояд ба назар гирифт, ки вақте ки обанбор пур мешавад, нақби Т-3 баста шуда, ҳаракати нақлиёт барои интиқоли маводҳо, техника ва кашонидани коргарон ба мавзёи сарбанд тавассути роҳи махсус аз ҷониби бйефи болоӣ дар сойи Пасимурғо амалӣ карда мешавад. Ин роҳ тавассути доманаи нишебии ярҷдор мегузарад. Ҳангоми баланд шудани сатҳи об дар обанбор, равандҳои экзогеодинамикӣ, алалхусус ярҷфарой, фаъол мешаванд. Ин ҳодиса метавонад

роҳхоро вайрон намуда, ба инфрасохтори бйефи поёнӣ хатар эҷод кунад. То кунун доир ба омӯзиш ва баҳодиҳии устувории нишебиҳои ярчи Пассимурғо таҳқиқоти ҷиддии мунтазаме гузаронида нашудааст.

Аз ин сабаб мо чунин мешуморем, ки нишебиҳои қисмати бйефи поёнии НБО бо таҳқиқоти муфассали муҳандисии геологӣ ва геофизикавӣ фаро гирифта шаванд.

Тавре аз таҳлили маводи мавҷуда бармеояд, равандҳои экзогеодинамикӣ ба устувории минтақаи сохтмони НБО «Роғун» таъсири муайяне мерасонанд. Ҳадафи таҳқиқотҳои геологӣ, муҳандисӣ на танҳо дар омӯзиши ин равандҳо мебошад, балки он таҳияи чорабиниҳои мушаххасро доир ба пешгирии оқибатҳои номатлуби ин равандҳо ва ҳадалимкон кам кардани таъсири онҳо ба чузъҳои муҳандисии иншооти гидротехникӣ мебошад. Мисол, бо тавсияи геологҳо канораҳои сарбанд, аз ду ҷониб – соҳили чап ва рост, бо технологияи махсус коркард мешавад: сатҳи релйефи нишебиҳоро бо техника ба таври сунӣ тағйир медиҳанд, яъне сангу шағал, растанию резасангҳоро аз ин сатҳ дур мекунанд, то ҳамгирии канораҳои танаи сарбанд часпо ва устувортар бошанд (расми 3).

Ҳамин тариқ, натиҷаҳои таҳқиқот нишон медиҳанд, ки тағйироти назарраси техногенӣ, равандҳо ва ҳодисаҳои экзодинамикӣ мушоҳида мешаванд. Дар баробари зиёд шудани табдили техногении муҳит, гуногунии равандҳои геологӣ экзогенӣ бештар мушоҳида мешавад.

Фаъолшавии равандҳои экзогеодинамикӣ боиси халалдор шудани кори системаҳои техникӣ (зарар ба роҳҳо, деформатсияи таҳкурсии биноҳо ва ғ.), бад шудани вазъи экологии маҳал (афзоиши ғубор дар ҳаво, кӯчиши сатҳи замин ва ғ.) мегардад.

Расми 3. Тағйирдиҳии сунӣи релйефи нишебии соҳили чапи дарёи Вахш (дар Бйефи поёнӣ) барои таъмини устувории сарбанд
Figure 3. Artificial change in the relief of the slope of the left bank of the Vakhsh River (the lower reaches of the dam)



Манбаъ: Google Earth Pro, 2018 г.

АДАБИЁТ

1. Бабаев А.М. Проявления новейшей тектоники в долине р. Оби-Гарм и в верховьях р. Иляк / А.М. Бабаев // Докл. АН ТаджССР. - 1962. -Т. 5. -№2. -С.24-29.

2. Горшков С.П. Экзогеодинамические процессы освоенных территорий / С.П. Горшков. -М.: Недра, 1982. -287 с.
3. Губин И.Е. Закономерности сейсмических проявлений на территории Таджикистана: Геология и сейсмичность / И.Е. Губин. -М.: Изд-во АН СССР. 1960. -463 с.
4. Дзекцер Е.С. Геологическая опасность и риск / Е.С. Дзекцер // Инженерная геология. - 1992. -№6. - С.3-10.
5. Заиканов В.Г. Геоэкологическая оценка территорий / В.Г. Заиканов, Т.Б. Минакова. -М.: Наука, 2005. -319 с.
6. Захаров С.А. Тектонические критерии сейсмического районирования долины р. Вахш, восточной части Гиссарской долины и примыкающих районов / С.А. Захаров // Активизированные зоны земной коры, новейшие тектонические движения и сейсмичность. -М.: Наука, 1964. -С.248-254.
7. Инженерная геология СССР. Том 7. Средняя Азия. -М.: Изд-во Московского университета, 1978. - 352 с.
8. Исследования ТЭО проекта строительства Рогунской ГЭС. Фаза II: Определение вариантов плотины. Том 1: Резюме / Отчет №Р.002378 РР58 ред. -Душанбе, 2014. -342 с.
9. Ищук Н.Р. Опасные оползневые участки на берегах Рогунского водохранилища / Н.Р. Ищук // Журнал «ГеоРиск». - 2022. -Том XVI. -№2. -С.22-31.
10. Лысков Л.М. Сейсмоструктурные условия района Рогунской ГЭС / Л.М. Лысков // Вопросы сейсмического районирования территории Таджикистана. -Душанбе: Дониш, 1976. -С.144-207.
11. Новейшие тектонические движения в долине Вахша / В.М. Рейман, Л.М. Лысков, Е.В. Завалко, П.С. Палатный // Докл.АНТаджССР. - 1959. -Т.И. -№2. -С.13-19.
12. Петров Г.Н. Стратегия развития и пути повышения эффективности энергетики Таджикистана / Г.Н. Петров, Х.М. Ахмедов. -Душанбе: Дониш, 2017. -357 с.
13. СП 14.13330.2018 «СНиП 11-7-81. Строительство в сейсмических районах.
14. СП 358.1325800.2017 Сооружения гидротехнические. Правила проектирования и строительства в сейсмических районах. -М., 2017.
15. СП 58.13330.2019. Гидротехнические сооружения. Основные положения. -М., 2019.
16. Шеко А.И. Оценка опасности и риска экзогенных геологических процессов / А.И. Шеко, В.С. Круподеров // Геоэкология. - 1994. -№3. -С.11-21.
17. [Манбаи электронӣ]. URL: <https://khovar.tj/2022/10/sarbandi-ro-un-balandtarin-saddi-zaminii-gilivu-sang-dar-a-on-imr-z-ba-o-zi-sohtmoni-6-sol-pur-shud/>

РАВАНДҲОИ ЭКЗОГЕОДИНАМИКӢ ВА ТАЪСИРИ ЭҲТИМОЛИИ ОНҲО БА УСТУВОРИИ МИНТАҚАИ СОХТМОНИ НБО «РОГУН»

Дар мақола равандҳои экзогеодинамикии муосир дар минтақаи сохтмони неругоҳи барқи оби «Роғун» муфассал ва таҳлил карда шудаанд. Нишон дода шудааст, ки равандҳои экзогеодинамикӣ дар минтақа васеъ паҳн шудаанд ва ба устувории ҷузъҳои гуногуни ин бузургтарин иншооти гидротехникии минтақа таъсири муайян мерасонанд. Дар миёни равандҳои экзогеодинамикӣ зухуротҳои эрозиявӣ, нишебмоилӣ ва ҷозибавӣ (гравитатсионӣ) васеътар инкишоф ёфтаанд. Қисми равандҳои экзогеодинамикӣ табиати техногенӣ доранд: онҳо дар натиҷаи ғайриабзорӣ муҳандисӣ хоҷагии инсон ба вуҷуд омадаанд. Хатари калонтаринро ярҷо ташкил медиҳанд, ки дар минтақаи сохтмон васеъ паҳн шудаанд.

Ташкил ва гузаронидани таҳқиқоти мунтазами бузургмиқёси муҳандисӣ-геологӣ ва геофизикавӣ минтақаи бйефи поёнии НБО, ки дар он ҳодисаҳои ярҷфарой васеъ паҳн шудаанд, мақсаднок ҳисобида мешавад. Устувории иншоотҳои бйефи поёнӣ аз арзёбии муҳандисӣ-геологӣ устувории нишебҳои ярҷдор вобаста аст.

Калидвожаҳо: Тоҷикистон, НБО «Роғун», геологияи давраи чорум, шикастаҳо, равандҳои экзогеодинамикӣ, устуворӣ.

ЭКЗОГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ ВЕРОЯТНОЕ ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА РОГУНСКОЙ ГЭС

В статье подробно описываются и анализируются современные экзогеодинамические процессы в районе строительства Рогунской ГЭС. Показано, что экзогеодинамические процессы имеют широкое распространение в районе и оказывают определенное влияние на устойчивость различных компонентов этого крупнейшего гидротехнического сооружения региона. Среди экзогеодинамических процессов наиболее широко развиты эрозийные, склоновые и гравитационные процессы. Часть экзогеодинамических процессов имеют техногенную природу: они вызваны инженерно-хозяйственной деятельностью человека. Наибольшую опасность представляют оползни, которые имеют широкое

развитие в районе строительства.

Считаются целесообразными организация и проведения систематических крупномасштабных инженерно-геологических и геофизических исследований района нижнего бьефа ГЭС, где широко развиты оползневые явления. От инженерно-геологической оценки устойчивости оползневых склонов зависит устойчивость сооружений нижнего бьефа.

Ключевые слова: Таджикистан, Рогунская ГЭС, четвертичная геология, разрывные нарушения, экзогеодинамические процессы, устойчивость.

EXOGENOUS GEODYNAMIC PROCESSES AND THEIR PROBABLE INFLUENCE ON THE STABILITY OF THE “ROGUN” HYDROPOWER PLANT CONSTRUCTION AREA

The article describes in detail and analyzes modern exogeodynamic processes in the area of construction of the Rogun HPP. It is shown that exogeodynamic processes are widespread in the region and have a certain effect on the stability of various components of this largest hydraulic engineering structure in the region. Among the exogeodynamic processes, erosion, slope and gravity processes are the most widely developed. Some of the exogeodynamic processes are man-made in nature: they are caused by human engineering and economic activity. The greatest danger is landslides, which are widespread in the construction area.

It is considered advisable to organize and conduct systematic large-scale engineering, geological and geophysical studies of the area of the lower reaches of the hydroelectric power plant, where landslide phenomena are widely developed. The stability of downstream structures depends on the engineering and geological assessment of the stability of landslide slopes.

Keywords: Tajikistan, "Rogun" HPS, Quaternary geology, discontinuous faults, exogenous geodynamic processes, stability.

Маълумот дар бораи муаллифон: *Ниёзов Ансор Соҳибович* - Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, номзади илмҳои геологияю минералогӣ, дотсенти кафедраи геология ва менеҷменти маъдану техника. **Суроға:** 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдаки, 17. Телефон: **(+992) 934-70-77-48**. E-mail: **aniyozov@bk.ru**

Андамов Раҷабалӣ Шамсович - Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, номзади илмҳои геологияю минералогӣ, дотсенти кафедраи гидрогеология ва геологияи муҳандисӣ. **Суроға:** 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдаки, 17. Телефон: **(+992) 938-15-16-28**. E-mail: **andamov71@mail.ru**

Шарифзода Шамъун Раҷабмурод – Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, магистр. **Суроға:** 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдаки, 17. Телефон: **(+992) 200-06-03-30**. E-mail: **sharifzodashamun@gmail.com**

Сведения об авторах: *Ниёзов Ансор Соҳибович* – Таджикский национальный университет, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и горно-технического менеджмента. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 17. Телефон: **(+992) 934-70-77-48**. E-mail: **aniyozov@bk.ru**

Андамов Раҷабали Шамсович – Таджикский национальный университет, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры гидрогеологии и инженерной геологии. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 17. Телефон: **(+992) 938-15-16-28**. E-mail: **andamov71@mail.ru**

Шарифзода Шамъун Раҷабмурод – Таджикский национальный университет, магистр. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 17. Телефон: **(+992) 200-06-03-30**. E-mail: **sharifzodashamun@gmail.com**

Information about the authors: *Niyozov Anzor Sohibovich* – Tajik National University, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Geology and Mining Technical Management. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. Phone: **(+992) 934-70-77-48**. E-mail: **aniyozov@bk.ru**

Andamov Rajabali Shamsovich – Tajik National University, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. Phone: **(+992) 938-15-16-28**. E-mail: **andamov71@mail.ru**

Sharifzoda Shamun Rajabmurod – Tajik National University, Master. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. Phone: **(+992) 200-06-03-30**. E-mail: **sharifzodashamun@gmail.com**

*Валиев Ш.Ф., Асомудинов У.У.*Институти геология, сохтмони ба заминчунбӣ тобовар ва сейсмология АМИТ,
Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Тибқи нақшаи истифодаи захираҳои об ва концентратсияи фишорҳои НБО одатан ба маҷроӣ, наздисарбандӣ, дериватсионӣ бо дериватсионии фишорӣ ва бетаъсир, омехта, обӣ-аккумулятивӣ ва резишӣ тақсим карда мешаванд. Дар нуругоҳи барқи обӣ ва наздисарбандӣ фишори об аз сарбанде ба вучуд меояд, ки маҷроро мебандад ва сатҳи обро дар бефи болоӣ баланд мекунад. Дар ин ҳолат, зеробмонии водии дарё ногузир аст [8].

Дар дарёҳои ҳамвор, майдони аз ҷиҳати иқтисодӣ баландтари зеробмонӣ баландии сарбандро маҳдуд мекунад [1]. Нуругоҳи барқи обӣ маҷроӣ ва наздисарбандӣ дар дарёҳои ҳамвори сероб, дар дарёҳо кӯҳӣ ва дар водихоӣ танги фишурда сохта мешаванд [4].

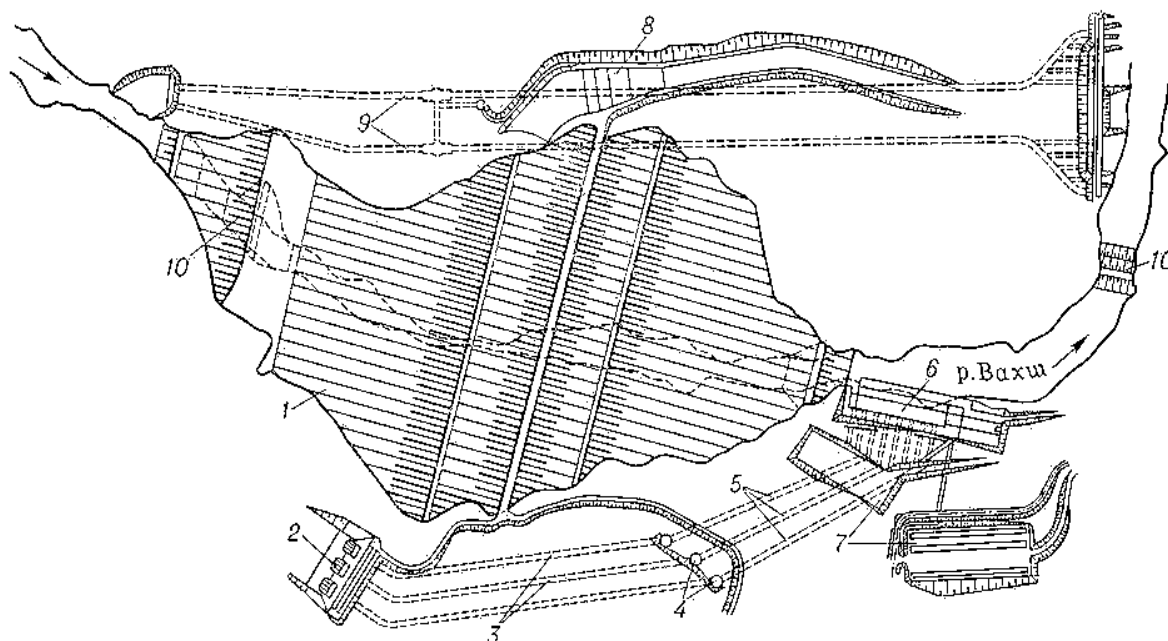
Намуди дигари таркиби нуругоҳи барқи обӣ наздисарбандӣ, ки ба шароити кӯҳӣ мувофиқат мекунад, бо хароҷоти нисбатан ками дарё, барои нуругоҳи барқи обӣ Норак дар дарёи Вахш хос аст, ки иқтидори лоиҳавии он 2700 Мвт мебошад [1]. Бинои НОБ-и навӣи кушода дар зери сарбанд ҷойгир аст, оби зери ба турбинаҳо тавассути як ё якчанд нақбҳои фишорӣ ҷорӣ мегардад.

Баъзан бинои НБО дар наздикии бефи болоӣ дар зеризамин ҷойгир карда мешавад. Чунин ҷойгиркунонӣ ҳангоми мавҷудияти таҳкурсии харсангӣ, хусусан ҳангоми сарбандҳои ғрунтӣ ё нақшавӣ, ки паҳноии назаррас доранд, мақсаднок аст. Партофтани хароҷоти обҳои зиёда тавассути нақбҳои обпартоӣ ё тавассути обпартовҳои кушода сохилӣ ба амал меояд [7].

Сарбанди нуругоҳҳои барқию обӣ сохтори мураккаб аст. Ба он сарбандҳои истгоҳ дохил мешаванд, ки тавассути онҳо об аз обанбор ба камераҳои гардишии генераторҳои барқӣ ворид мешавад [1].

Шабакаи обпартоӣ яке аз унсурҳои асосии гиреҳи обӣ мебошад (рас. 1).

Расми 1. Нақшаи гиреҳи обии НБО Норак дар дарёи Вахш
Figure 1. Plan of the water node of the Norak NPO on the Vakhsh River



1-сарбанд; 2- обқабулкунаки НБО; 3-нақбҳои обтаъминкунии фишорӣ; 4-обанборҳои баробаркунанда; 5- лӯлаҳои обтаъминкунии агрегат; 6-бинои НБО; 7-дастгоҳи кушодаи тақсимкунанда; 8-обпартоӣи кушод бо канали ҷудокунанда; 9- нақбҳои сохтмонӣ; 10-болооб ва девораи обногузари поёнӣ.

Сатҳи об дар дарёи сарбанд вобаста ба фасли сол ва омилҳои иқлимӣ, ба монанди обшавии барф ва ях дар ҷараёни болоӣ ё боронҳои шадид метавонад ба таври назаррас тағйир ёбад. Партофтани беназорати об аз бефи боло метавонад ба вайроншавии тамоми сохтор оварда расонад [7].

Дар бораи мушкилоти дигари пайдоиши обанборҳо низ фаромӯш набояд кард. Дар зери фишори ҳаҷми азим намӣ ба хокҳои атроф ҷабиш хурда, сатҳи обҳои зеризаминиро баланд мебардорад, ки боиси ботлоқшавии минтақаҳои васеъ ва дигар оқибатҳои нохуш оварда мерасонад.

Инчунин, таъсири обанборҳо метавонанд ба зеробмонии иншооти ҳаётан муҳимми хоҷагии халқ дар ҳудудҳои ҳамҷавор оварда расонад [2].

Албатта, ҳангоми тарҳрезии гидроузелҳо чунин таъсири манфӣ ба ҳисоб гирифта мешавад, аммо таъсири олами об наметавонад 100% пешгӯӣ шавад. Иншооти бузурги обӣ як хусусияти беназир дорад. Баръакси дигар объектҳо, онҳо наметавонанд партофта шаванд, ба ихтиёри қувваҳои табиӣ дода шаванд. Барои пешгирӣ кардани оқибатҳои фалокатбори харобшавии табиӣ, сарбандро бояд ҳамеша дар ҳолати кори нигоҳ дошт.

Аз як тараф, муҳлат тулонист, аммо аз тарафи дигар, баъзе неругоҳҳои барқи обии маҷроӣ ҳавзаи дарёи Вахш, аллакай тақрибан нисфи муҳлат ё ҳатто бештар аз он истифода гардидаанд. Ҳамин тариқ, масъалаи бо иншооти обии коркардашуда чигуна чораҷӯӣ кардан лозим аст ва сармоягузори асосии онҳо чи қадар арзиш дорад, аллакай дар назди наслҳои оянда қарор мегирад.

Идора намудани миқдори зиёди об, ин кори мушкил аст, ҳалли босалоҳияти муҳандисӣ ва масъулиятро талаб мекунад.

Қоршиноси соҳа К.Окезон таъсири сохтори геологиро ба масъалаҳои устувории таҳкурсии баррасӣ мекунад. Масъалаи талабот ба заминаи сарбандҳои ғрунтии баланд аз ҷиҳати геологӣ инҳоянд:

а) таҳкурсии сарбанд бояд имконият дошта бошад, ки сарбанде, ки ба он ҷараёни об интиқол дода мешавад, бидуни деформатсияи хатарнок ҷаббида шавад.

б) ҷинсҳои кӯҳии таҳкурсии бояд ба қадри кофӣ обногузар бошад, то ки дар зери иншоот ҷабиши хатарнок ба амал наояд ва онро убур накунад.

в) сифати ҷинсҳои таҳкурсии набояд дар натиҷаи таъсири дарозмуддат бо об дар зери фишори баланд паст шавад.

Аз ин мавқеъҳо, муаллифон таъсири сохтори геологиро ба масъалаҳои устувории таҳкурсии ифода мекунанд (рас. 2).

Дар ҷойҳои, ки сарбанд аз минтақаҳои тектоникӣ мегузарад, бояд тадбирҳои андешида шаванд, ки интиқоли сарбориҳои амудӣ ва уфуқӣ ба ҷинсҳои мустаҳкам таъмин карда шавад.

Қисми поёнии сарбанд аз ҳисоби кам шудани ҷойивазкунии уфуқии ҷинс дар ин ҷо аз ҳисоби сарбории амудӣ бештар ба таҳкурсии меорад [7; 4].

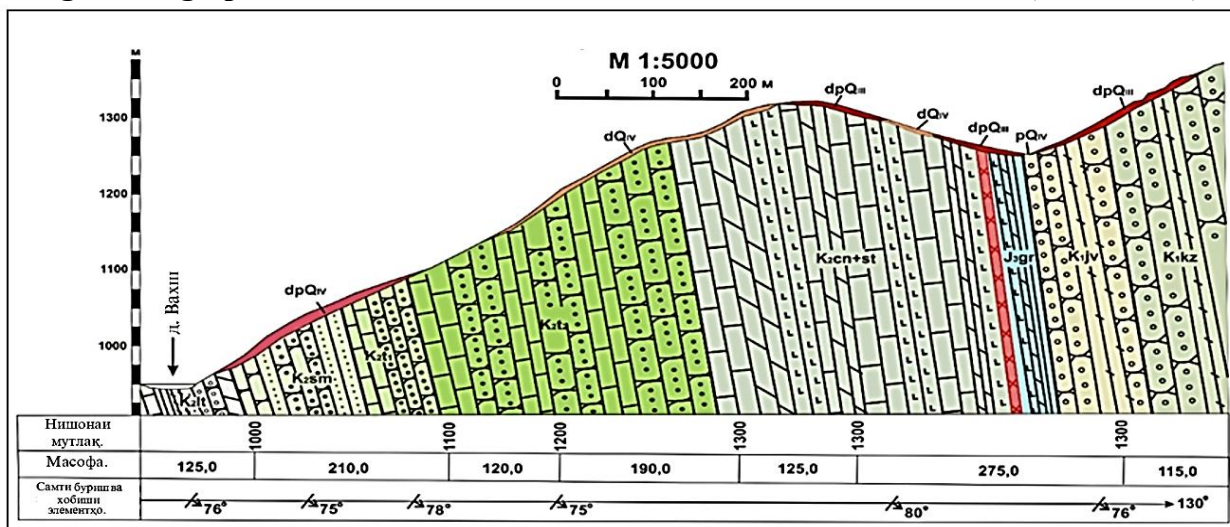
Фишорҳои муқаррарии уфуқӣ дар пойгоҳи зери қисми сарбанд аз бузургӣ, ки бо усулҳои назарияи ҷандирӣ ҳисоб карда шудаанд, зиёдтаранд [10].

Олимони соҳа чунин мешуморанд, ки бо истифода аз таҷрибаҳои тавсифшуда, арзишҳои воқеии омилҳои бехатарӣ барои устувории сарбандҳо имконпазир аст.

Дар минтақаи таҳқиқшуда дар қитъаи ҷойгиронии неругоҳи барқи обии Шӯроб, ки навбунёд аст, дарёи Вахш ба дараёе ҷорӣ мешавад, ки нишебии овезон ва баъзан амудӣ дошта, аз рӯи нақша контури печидани S-шакл дорад. Бари дарё дар қитъаи мавриди назар 80-100 метр буда, ба дарёи бисёр шохобҳои хурд ҷорӣ мешаванд [4; 5].

Бо минтақаи тарқиши Вахш водии бостонии Вахш рост меояд, ки синну соли онро ҳамчун давраи чорякумини боло шумурдан мумкин аст. Поёни ин водӣ 100-150 метр поёнтар аз дарёҳои ҳозира воқеъ буда, аз лой, гилҳои ва сангрзаҳо пур шудааст.

Расми 2. Бурриши геологии мавқеи ҷойгирони иншооти НБО Шӯроб (бо хатти I-I)
Fig. 2. Geographical cross-section of the location of Shurob NPO facilities (with line I-I)



Бурриши геологӣ бо хати (I - I)

- aQv** - Таҳшониҳои аллювиалии зинаҳои баланд. Шағал бо иловаи харсанги лунда, пурқунада – маводи сангреса – регсанг.
- dQv** - Таҳшониҳои ғнағӣ. Шағал, реги дурушт бо пурқунадаи регҳок гилҳок.
- d+cQv** - Таҳшониҳои ғнағӣ. Маводи гилҳокӣ – шағалӣ бо қулҳупора.
- cQv** - Маводи фуру рехтаҳо. Маводи шағалӣ – реги дурушт бо қулҳупора.
- pQv** - Таҳшониҳои муваққати чараёнҳои обӣ. Маводи шағалӣ – реги дурушт бо қулҳупора то 20% ва пурқунадаи гилҳокӣ.
- pQa** - Таҳшониҳои обоварду қонуси. Қисман гелхурдаи пора – пора, шағал, реги дурушт бо иловаи қулҳупора то 1 м (15 – 20%) бо пурқунадаи гилҳокӣ.
- dpQv** - Ярҷӣ, пайдоиши ғавқулодаи фуруғалтӣ – ярҷии гуногун таркиб. Аз маводи шағалӣ ё ин, ки шағалӣ – қулҳупора чамбардида бо пурқунадаи гилҳок – реги дурушт.
- dpQa** - Пайдоиши ярҷӣ гуногунтаркиб, фуруғалтӣ – ярҷии ғавқулода. Чинсҳои аслии бениҳоят майдашуда бо пурқунадаи гилҳокӣ – реги дуруштӣ.
- Kct** - Қабативазшавии гилу оҳақи хокистарранг, сиёҳтоб, регсангҳои оҳаксангӣ, алевролитҳо бо иловаи гач то 5%.
- Ksm** - Қабативазшавии оҳаксангҳои хокистарранг, аргелитҳои сурхчатоб – сиёҳтоб, вохурдани табақаи гачии ғавқулода.
- Kct** - Порчаҳои хурди аргиллитҳои сиёҳтоб – хокистарранг, бо табақаҳои ғавқулодаи камиктилор оҳаксангҳо ва оҳаксангҳои қовок.
- Kct** - Қабативазшавии аргиллитҳои сиёҳтоб, сурхчанӣ – тира бо оҳаксанги хокистарранг.
- Kct+st** - Қабативазшавии оҳаксангҳо, хокҳо, гилу оҳакҳо ва гачҳо.
- Kijv** - Қабативазшавии алевролитҳои тира ва аргиллитҳо бо табақаҳои регсангҳои хурд дона.
- Kikz** - Регсангҳои ҷигарӣ – тира бо табақаҳои алевролитҳо ва аргиллитҳо.
- Klob** - Қабативазшавии номунтазами алевролитҳо ва аргиллитҳои ҷигарӣ – тира.
- Jgr** - Алевролитҳои заиф, осон бодлесшуда, гачҳо, намаксанг.
- Тарққиши чокмонанди Гулизиндон.
- Қитъаи ярҷӣ ва рақами он.
- Изогипс ва нисбонаи баландии он.
- Хати бӯриш.

Дар тарафи чапи водии бостонӣ ярҷҳои чинсҳои мезозой васеъ ба амал омадаанд. Ташаккули ярҷ аз сабаби дар пояи ин тараф мавҷуд будани таҳшониҳои намаки юраи боло ва таъсири чандинкاراتаи зилзилаҳои сейсмикии қувваҳои гуногун ба амал меояд [2; 3] (рас. 3).

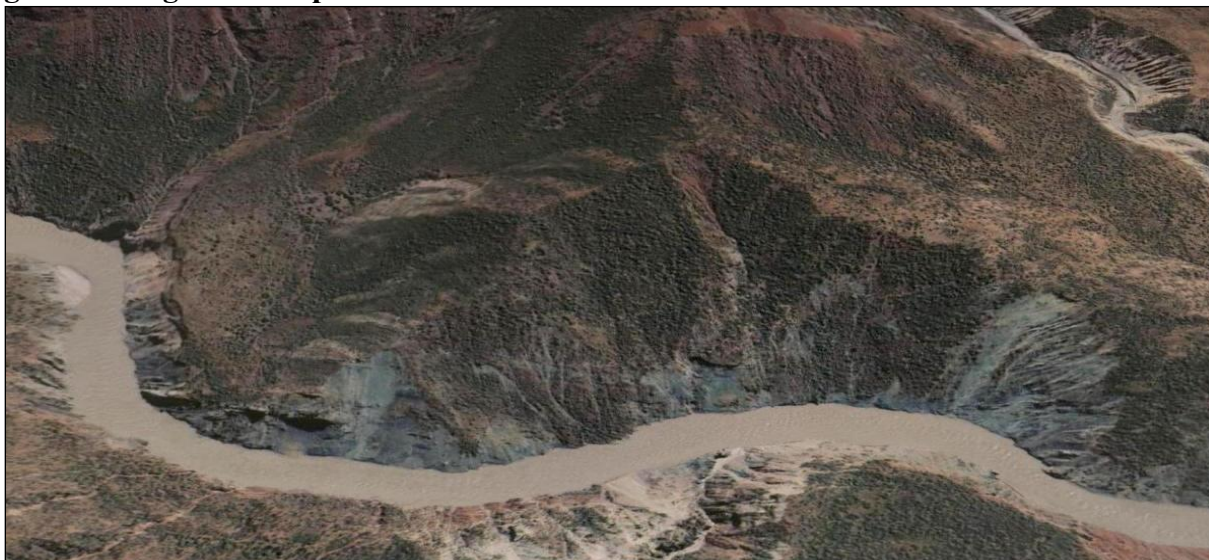
Дар он қитъаҳо, ки водии дарёҳои ҳозира бо Ваҳши бостонӣ (дарёҳои Обихингоб ва Ваҳш дар ноҳияи самтбандӣ ва поёнтар) мувофиқ нестанд, таҳшониҳои давраи чорякумин дар қабри онҳо аз 10-15 метр зиёд нестанд [3].

Ба ҳайати асосии қабулшудаи НБО-и Шӯроб инҳо дохил мешаванд: сарбанди ғрунтӣ, девораи обногузари болооб, ки ба профили сарбанд дохил мешавад, девораи обногузари поёнӣ; гиреҳи фишорӣ-неругоҳӣ; обпартовҳои сохтмонӣ ва истифодабарӣ [4].

Сарбанди ғрунтии тарҳрезӣшуда баландии 83м ва дарозии қад-қади қаторкӯҳ 246м, баландии болои сарбанд 983м мебошад. Он дар дарае воқеъ аст, ки паҳлуҳои онро 983-987м чинсҳои аслии ташкил медиҳанд, яъне то баландии пуштаи сарбанд ё якчанд метр баландтар [9].

Дар пояи аслии пайдоишҳои аллювиалӣ ва пролювиалии чорякумини боло (aQIII, pQIII) ҷойгиранд.

Расми 3. Шакли умумии шахи ярчии минтакаи таҳқиқотӣ дар маҷрои дарёи Вахш
Figure 3. The general shape of the landslide in the research area in the course of the Vakhsh River



Аз Google Earth.

Маҷрои дарё аз алювии муосир сохта шудааст, аз ин рӯ тавсия дода мешавад, ки аз пояи элементи зиддиполоишии сарбанд хорич карда шавад.

Сарбанд дар чинсҳои зерқабати туронии боло (K_2t_2) ҷойгир аст, ки бо аргелитҳо ва оҳаксангҳо ифода ёфта, ғафсии қабати якхеларо ташкил медиҳанд [3; 5].

Дар зери ядроии сарбанд чинсҳои пуршиддати бодлесшуда мавҷуданд, ки онҳоро низ бартарарф кардан лозим аст, бинобар ин, асоси ядроии сарбанд ғрунтҳои минтақаи II инженерии геологӣ - минтақаҳои ғайрисарборӣ хоҳад буд, ки модули деформатсияи $E_{деф}=35000 \text{ кг/см}^2$ ва коэффитсиенти болоишии $K_p=0,3 \text{ м/ш.рӯз}$ доранд [6].

Барои минтақаи I инженерии геологӣ - минтақаи пуршиддати бодлесшавӣ, ки ғафсии он дар пояи сарбанд аз 6 то 10м дар сатҳи пушта, модули деформатсияи $E_d=12000 \text{ кг/см}^2$, коэффитсиенти болоишӣ $K_p=2,0 \text{ м/ш.рӯз}$. мувофиқ аст.

Маҷрои дарё аз чинсҳои муосири аллювиалии сангреса бо харсангҳо (aQ_{IV}) бо иқтидори 10-12м сохта шудааст. Модули деформатсияи аллювиалӣ $E_{деф}=500 \text{ кг/см}^2$, фишори шартӣ тарҳрезӣ $5-6 \text{ кг/см}^2$, коэффитсиенти болоишӣ $K_p=60 \text{ м/ш.рӯз}$.-ро ташкил медиҳанд [6; 9].

Дар ҳудуди чапи террасаи чорякумини болои чуқурии водии қадимро дидан мумкин аст, ки поёни он 970 м мебошад. Дар ин водӣ, ки аз сангреса (aQ_{III}) сохта шудааст, болоиши даврзананда имконпазир аст.

Девораи обногузари болооби сохтмон баландии пуштаи 940м буда, ба профили сарбанд дохил мешавад. Асоси девораи обногузарро таҳшонҳои турони боло, ки дар зери сарбанд ва болотар аз қад-қади дарёи Вахш ҷойгиранд, чинсҳои турони поён (K_2t_1), ташкил медиҳанд, ки бо аргиллитҳои хокистарии тира ифода ёфтаанд [3; 5].

Ин таҳшонҳои дар минтақаи шадиди бодлесшавӣ дорои модули деформатсияи $E_{деф}=10000 \text{ кг/см}^2$, коэффитсиенти болоишии $K_p=0,5 \text{ м/ш.рӯз}$ мебошанд.

Дар минтақаи ғайри сарборӣ аргиллитҳо (K_2t_1) бо модули деформатсияи $E_{деф}=25000 \text{ кг/см}^2$ ва коэффитсиенти болоишии $K_p=0,01-0,05 \text{ м/ш.рӯз}$ тавсиф карда мешаванд.

Ин таҳшонҳои дар минтақаи шадиди бодлесшавӣ дорои модули деформатсияи $E_{деф}=10000 \text{ кг/см}^2$, коэффитсиенти болоишии $K_p=0,5 \text{ м/ш.рӯз}$ мебошанд.

Дар минтақаи ғайри сарборӣ аргиллитҳо (K_2t_1) бо модули деформатсияи $E_{деф}=25000 \text{ кг/см}^2$ ва коэффитсиенти болоишии $K_p=0,01 - 0,05 \text{ м/ш.рӯз}$ тавсиф карда мешаванд [9; 10].

Девораи обногузари поёнобӣ сохтмони дар зери чоҳбуни бинои неругоҳи барқию обӣ ҷойгир буда, нишонаи болоиши он 918 м-ро ташкил дода, дар наздикии тарқиши Гулизиндон, дар чинсҳои қабати сантон (K_2St) ҷойгир шудааст, ки бо гилҳои литифошуда бо қабатҳои гач бо ғафсӣ 0,2-0,4 м муаррифӣ шудаанд.

Тахшониҳо хобишҳои субвертикалӣ чи ба боло ва чи ба самти поёни дарё кунчи афтишии 75-85⁰ доранд.

Маҷрои дарё аз аллювии муосир (aQ_{IV}) ифода гардидааст, ки бо сангрета бо харсангҳо ва пуркуандаи регсанг муаррифӣ шудааст. Дар нишебихо, дар баъзе ҷойҳо чинсҳои асли бо тахшониҳои делювиалӣ ва ярҷҳои тасодуфӣ пӯшонидани шудаанд, ки ғафсиашон чандон нест [6].

Делювий (aQ_{IV}) бо маводи шағалшакл, аз ҷумла блокҳо, пуркуанда - гилхок бо резаи (20-25%) ифода ёфтааст. Коллювий (cQ_{IV}) аз шағал, санг бо дохил кардани реги дурушт ва харсанг иборат аст.

Чинсҳои асли (K_2St) дар минтақаи сатҳӣ бо иқтидори 5-7м дорои модули деформатсияи $E_{деф}=1000 \text{ кг/см}^2$ ва коэффитсиенти поилоиш $K_p=0,5-1,0 \text{ м/ш.рӯз}$ мебошанд.

Аллювии маҷрои (aQ_{IV}) дорои модули деформатсияи $E_{деф}=500 \text{ кг/см}^2$, фишори тахминии шартӣ $5-6 \text{ кг/см}^2$, коэффитсиенти поилоиш $K_p=60 \text{ м/ш.рӯз}$ мебошад.

Тахшониҳои делювиалӣ (dQ_{IV}) дорои модули деформатсияи $E_{деф}=700 \text{ кг/см}^2$ ва коэффитсиенти поилоиш $K_p=5 \text{ м/ш.рӯз}$ мебошанд [6; 9]. Фишори тахминии шартӣ $3-4 \text{ кг/см}^2$.

Гирехи нуругоҳи фишордор дар соҳили чапи дарёи Вахш воқеъ буда, аз иншооти зерин иборат аст: обгирандаи НБО; 4 хатти туннелҳои обтаъминкуандаи НБО; иншооти нуругоҳи барои 4 агрегат; канали баромад.

Обгирандаи НБО дар қитъае воқеъ аст, ки баландии он 945 метр буда, дар нишебии шахи соҳили чап, феврал дар поёни лаби дарёи Тағобидегай бурида шудааст. Асоси обгиранда чинсҳои қисми поёнии зерсохтори свитаи турони боло (K_{2t_2}) мебошад, ки бо оҳаксангҳои азим ва қабатҳои аргиллитҳо ифода ёфтааст [5].

Нақбҳои ёрирасони нуругоҳи барқию обӣ аз тахшониҳои ду қабатӣ мегузаранд: аргиллитҳои туронии боло (K_{2t_2}), оҳаксангҳо ва чинсҳои қабати коняк ($K_{2сп}$), ки бо гилҳои литификатсияи хокистарии тира, гилҳои аргиллитӣ ва оҳаксангҳои байниқабатӣ ифода ёфтаанд.

Бинои нуругоҳ дар дохили як баста, дар тахшониҳои марҳилаи коняк ($K_{2сп}$), бо гилҳои литификатсияшуда, гилҳои аргиллитӣ бо оҳаксангҳои қабат-қабат ҷойгир аст [3; 5].

Чинсҳои берун аз минтақаи бодлесавӣ дорои модули деформатсияи $E_{деф}=10000 \text{ кг/см}^2$ ва коэффитсиенти поилоиш $K_p=0,05 \text{ м/ш.рӯз}$ мебошанд. Ҷохбуни бинои нуругоҳ ба нишебии шахи соҳили чап бурида мешавад ва баландии нишебии поёна ба 120 м мерасад (ҷадвали 1).

Ҷадвали 1. Ҷадвали нишондодҳои физикӣ-техникии минтақаи муҳандисӣ-геологӣ майдони сохтмони НБО Шӯроб

Table 1. Table of physical and technical indicators of the engineering-geological zone of the Shurob NPO construction site

Индекси геологӣ № минтақаи муҳандисӣ-геологӣ.	Модули деформатсия, $E \cdot 10^{-3}, \text{ кг/см}^2$	Коэфф. хосси ёзандаи муқовимат, $K_0, \text{ кг/см}^3$	Коэфф. сахтии ҳисобӣ, $f_{хис.}$	Коэфф. поилоиш, $K_p, \text{ м/ш.рӯз}$
K_{2t_2} , II минтақаи м.г.	35	280	4-5	0,3
$K_{2сп}$, II минтақаи м.г.	10	75	4	0,05
$K_{2сп}$, II минтақаи м.г.	15	120	4-5	0,01

Дар чинсҳои аслии устувор ҷойгиршудаи нишебихо бо ориентатсияи додашудаи он системаи тарқишҳоро муайян мекунад, ки ба сӯи дарё (азимути афтиш $220-260^\circ$) бо кунчи $30-50^\circ$ меафтад [4; 5].

Ҳисобҳои анҷомдодашуда имкон медиҳанд, ки кунчи устувори нишебии 51° (мавқеи 1:0,8) тавсия гардад.

Нишебихо тавсияшаванда дар тахшониҳои чорякумин: дар сангретаҳо (aQ_{IV}) - 1:1, дар маводи пролювиалии шағал- гилхокӣ (pQ_{IV}) - 1:0,8 .

Барои пешгирии афтидани чинсҳо ва суст кардани раванди бодлесшавӣ тавсия дода мешавад, ки нишебии решаи болои чоҳбунро бо торчай симини хурде, ки бо анкерҳо мустаҳкам карда шудааст, пушонем [8].

Канали равонакунандаи (отводящий) НБО дар маҷрои дарё воқеъ буда, сатҳи поёниаш 892м мебошад. Канал пурра таҳшониҳои маҷроиро то чинсҳои асли баргараф мекунад, ки онҳоро чинсҳои дар боло тавсифшудаи марҳилаи коняк (K_{2sp}) ифода мекунад, ки дар минтақаи пуршиддати бодлесшавӣ иқтидори он тақрибан 5м мебошад.

Чинсҳои дорои модули деформатсияи $E_{деф}=2000$ кг/см², коэффитсиенти полоишӣ $K_{п}=1-2$ м/ш.рӯз мебошанд [6; 9].

Аллювий муосири маҷроӣ ($aQIV$), ки паҳлуҳои каналро ташкил медиҳад, бо сангрза ва харсангҳо ифода карда мешавад, микдори онҳо ба 20-30% мерасад, аз ҷумла харсангҳои аз 1м калонтар 5-7%, пуркунанда реги майда-дона буда, шағал 20% мебошад [6; 10].

АДАБИЁТ

1. Асламов Б.Р. Некоторые экологические аспекты энергетического освоения водных ресурсов в сложных инженерно-геологических условиях бассейна реки Вахш / Б.Р. Асламов, Ш.Ф. Валиев // Наука и инновация. Таджикского национального университета. Серия геологических и технических наук. -Душанбе, 2019. -№2. -С.41–47.
2. Валиев Ш.Ф. Изменение геоэкологических условий речных систем Таджикистана в связи со строительством водохранилищ / Ш.Ф. Валиев // Вестник Таджикского аграрного университета. - 2014. -№3. -С.38-39.
3. Васильев В.А. Стратиграфия четвертичных отложений Таджикистана / В.А. Васильев // Новейший этап геологического развития территории Таджикистана. – Душанбе: Дониш, 1962. -С.5-34.
4. Инструкции по проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений на подрабатываемых горными работами территориях. -М., 1979 (СН 522-79).
5. Кухтиков М.М. К геоморфологии долины верхнего течения р. Вахш / М.М. Кухтиков // Изв. отд. естеств. наук АН Тадж. ССР. - 1954. -вып. У1. -С.129-135.
6. Ломтадзе В.Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований. Учебное пособие для вузов / В.Д. Ломтадзе. -2-е изд. перераб. и доп. -Л.: Недра, 1990. -328 с.
7. Метод расчета трансформации русла в нижних бьефах гидроузлов / А.Б. Векслер, В.М. Доненберг, В.Л. Мануйлов, Р.С. Фрид // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. - 1997. -Ч. 1. -Т. 230. -С.115-130.
8. Моисеев С.Н. Каменно-земляные плотины / С.Н. Моисеев. -М.: Энергия, 1977. -287 с.
9. Преснухин В.И. Инженерно-геологические параметры горных пород Таджикистана / В.И. Преснухин. –Душанбе: Дониш, 1989. -Т.1. -312 с.
10. СНиП 2.06.05-84 Плотины из грунтовых материалов: строит. нормы и правила / Госстрой СССР. -М.: Стройиздат, 1984.

ШАРОИТИ МУҲАНДИСӢ-ГЕОЛОГИИ ҚИТӢАӢОИ ИНШОӢТИ АСОСИИ НЕРУГОӢИ БАРҚИӢО ОБИИ ШӢӢРОБ

Дар минтақаи таҳқиқшуда, қитъаи ҷойгиронии нуругоҳи барқи обии Шӯроб, ки навбунёд аст, дарёи Вахш ба дараёе ҷорӣ мешавад, ки нишебиҳои овезонӣ, баъзан амудӣ дошта аз рӯи нақша контури печидаи S-шакл дорад.

Девораи обногузари поёнобӣ сохтмони дар зерини чоҳбуни бинои нуругоҳи барқи обӣ ҷойгир буда, нишонаи болои он 918 м-ро ташкил дода, дар наздикии тарқиши Гулизиндон, дар чинсҳои қабати сантон (K_{2St}) ҷойгир шудааст, ки бо гилҳои литифофашуда, бо қабатҳои гач ва бо ғафсӣ 0,2-0,4 м муаррифӣ шудаанд.

Обгирандаи НБО дар қитъае воқеъ аст, ки баландии он 945 метр буда, дар нишебии шахи соҳили чап, феврал дар поёни лаби дарёи Тағобидегай бурида шудааст. Асоси обгиранда чинсҳои қисми поёнии зерсохтори свитаи турони боло (K_{2t_2}) мебошад, ки бо оҳаксангҳои азим ва қабатҳои аргиллитҳо ифода ёфтааст.

Нақҳои ёрирасони нуругоҳи барқи обӣ аз таҳшониҳои ду қабатӣ мегузаранд: аргиллитҳои турони боло (K_{2t_2}), оҳаксангҳо ва чинсҳои қабати коняк (K_{2sp}), ки бо гилҳои литификатсияи хокистарии тира, гилҳои аргиллитӣ ва оҳаксангҳои байниқабатӣ ифода ёфтаанд.

Калидвожаҳо: нуругоҳи барқи обӣ, иншоот, чоҳбун, сахра, девораи обногузар, обгиранда, нақби ёрирасон, канали равонакунанда, маҷрои дарё, тарқиш.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКОВ ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ ШУРАБСКОЙ ГИДРО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

В исследуемой области участок размещения вновь созданной гидроэлектрической станции Шураб впадает в ущелье, которое имеет свисающие, иногда вертикальные склоны с извилистым S-образным контуром по течению.

Строительная перемычка нижнего течения, расположенная под котлованом здания гидроэлектростанции, ее верхняя отметка составляет 918 м, расположенная рядом с разломом Гулизиндана, в слоистых породах сантон (K_2St), которые представлены литифицированными глинами со слоями гипса толщиной 0,2-0,4 м.

Водоприемник ГЭС-а расположен на участке с высотой отметки 945 метров и вырезан на склоне левого берега, сразу у подножия реки Тагобидегай.

Основанием водоприемника являются породы нижней подсвиты верхнего туронного (K_2t_2), выраженные массивными известняками и слоями аргиллитов.

Вспомогательные туннели гидроэлектростанции проходят через двухслойные отложения: верхний туронный аргиллит (K_2t_2), известняк и горные породы свиты коньяк (K_2sp), выраженные в темно-серых литиевых глинах, аргиллитовых глинах и межпластовых известняках.

Ключевые слова: гидроэлектрическая станция, сооружения, котлован, скала, перемычка, водоприёмник, вспомогательный туннель, отводящий канал, русло реки, разлом.

ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE SITES OF THE MAIN STRUCTURES OF THE SHURABSKAYA HYDROELECTRIC POWER STATION

In the studied area, the site of the newly created Shurab hydroelectric power station flows into a gorge, which has overhanging, sometimes vertical slopes with a winding S-shaped contour downstream.

The construction bridge of the lower course, located under the excavation of the hydroelectric power plant building, its upper mark is 918 m, located next to the Gulizindan fault, in the layered rocks of Santon (K_2St), which are represented by lithophysized clays with layers of gypsum 0.2 - 0.4 m thick.

The HPP-a water intake is located on a site with an altitude of 945 meters and is carved on the slope of the left bank, immediately at the foot of the Tagobidegai River.

The base of the water intake is the rocks of the lower sub-formation of the upper Turonian (K_2t_2), expressed by massive limestones and layers of mudstones. The auxiliary tunnels of the hydroelectric power station pass through two-layered deposits: upper Turonian mudstones (K_2t_2), limestone and rocks of the Cognac formation (K_2sp), expressed in dark gray lithium clays, mudstone clays and interplastic limestones.

Keywords: hydroelectric power station, structures, excavation, rock, bridge, water intake, auxiliary tunnel, drainage channel, riverbed, fault.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Валиев Шариф Файзуллоевич* - Институти геология, сохтмони ба заминчунбӣ тобовар ва сейсмологияи АМИТ, доктори илмҳои геологияю минералогия, сарҳодими илмӣ. **Суроға:** 734063, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Айнӣ, 267. E-mail: valiev_sh@mail.ru. Телефон: (+992)937178655

Асомудинов Усмон Умаралиевич - Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, докторанти Ph.D-и кафедраи геология ва менеҷменти маъдану техника. **Суроға:** 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 17. E-mail: asomudinov@mail.ru. Телефон: (+992) 933-13-16-66

Сведения об авторах: *Валиев Шариф Файзуллоевич* - Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАНТ, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник. **Адрес:** 734063, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица Айна, 267. E-mail: valiev_sh@mail.ru. Телефон: (+992)937178655

Асомудинов Усмон Умаралиевич - Таджикский национальный университет, докторант Ph.D кафедры геологии и горнотехнического менеджмента. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 17. E-mail: asomudinov@mail.ru. Телефон: (+992) 933-13-16-66

Information about the authors: *Valiev Sharif Faizulloevich* - Institute of Geology, Earthquake-Resistant Construction and Seismology of the National Academy of Sciences, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Researcher. **Address:** 734063, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Aini street, 267. E-mail: valiev_sh@mail.ru. Phone: (+992)937178655

Asomudinov Usmon Umaralievich - Tajik National University, Ph.D doctoral student of the Department of Geology and Mining Engineering Management. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. E-mail: asomudinov@mail.ru. Phone: (+992) 933-13-16-66

УДК: 551.243

**ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ОБДЕЛКИ СТ-3 РОГУНСКОЙ ГЭС В ЗОНЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ
ИОНАХШСКОГО РАЗЛОМА**

Хасанов Н.М., Мехрубонов М.Х., Джуракулов М.Р.

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

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана

Введение. Разломы - это геологические образования, которые возникают в результате перемещения земной коры. Известно, что земная кора состоит из больших и малых плит, которые называются литосферными плитами. Когда эти плиты двигаются, они могут сталкиваться друг с другом, разделяться или перемещаться в разных направлениях. В результате таких движений формируются различные геологические структуры, включая разломы.

Разлом представляет собой линию разлома или трещины, на которой происходит перемещение литосферных плит. Разломы бывают различных типов и могут иметь различную длину: короткие или длинные, прямолинейные или извилистые. Они могут возникать как на суше, так и под водой.

Разломы часто сопровождаются землетрясениями и деформацией земной коры. Когда плиты двигаются вдоль разлома, возникает стресс, который накапливается и вызывает деформацию скал и почвы. Этот процесс может занимать долгие временные периоды и приводить к появлению горных хребтов, впадин или других геологических формаций.

Следует отметить, что разломы могут быть источником сейсмической активности, т.к. перемещение горных пород вдоль разломов может вызывать землетрясения. Разломы, на которых происходят землетрясения, называют сейсмическими разломами.

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. Например, горизонтальные разломы называются горизонтальными или плоскими, а вертикальные разломы называются вертикальными или ступенчатыми.

По размерам разломы могут быть от небольших трещин на поверхности до межконтинентальных разломов, простирающихся на сотни и тысячи километров.

Процесс образования разломов начинается с накопления напряжений в земной коре. Когда эти напряжения становятся слишком большими, земля начинает трескаться и образуются трещины. По мере продолжения перемещения земной коры, трещины распространяются глубже и становятся длиннее, образуя разломы.

Разломы могут возникать как по границам тектонических плит, так и внутри плит. При границе плит разломы образуются в результате движения разных сторон, что вызывает силы сдвига и растяжения. Внутри плит разломы образуются из-за местных напряжений, вызванных например, различными факторами тектонической активности.

Материалы и методы исследования. *Сан-Андреас, США:*

Один из самых известных разломов в мире, простирающийся на длину около 1300 км, - разлом Сан-Андреас. Он проходит через Калифорнию и является частью границы между Тихим и Северным Американским плитами. Разлом Сан-Андреас является движущейся границей плит и вызывает землетрясения, так как облегчает перемещение плит.

Разлом Виктория, Африка: Разлом Виктория - это разломный пояс, который простирается на протяжении около 600 км через Восточную Африку. Он проходит через несколько стран, включая Танзанию, Кению и Уганду. Разлом Виктория - наиболее известный разлом на Африканской восточной сейсмической зоне и вызывает мощные землетрясения.

Рифт-великан, Африка: Рифт-великан - это разломная зона на Восточной Африканской впадине протяженностью около 3200 км. Этот разлом является результатом неоднородного

растяжения земной коры и представляет собой серию разнонаправленных разломов, которые могут привести к образованию новых озер и вулканов.

Гималаи, Азия: Гималаи - это горный хребет, который смещается в результате разлома между Индийской плитой и Евразийской плитой. Разломы в этой области вызывают мощные землетрясения и являются причиной формирования высоких гор и пиков, включая самую высокую точку Земли - Эверест.

Произведем оценку варианта выбора конструкций постоянной обделки на примере строительного тоннеля СТ-3 Рогунской ГЭС.

Строительный тоннель №3, глубинный и шахтный водосбросы, общей протяженностью более 2600 м, расположены в правом коренном борту долины р. Вахш на отметках 1035-1195м.

3-й Строительный тоннель пересекает оперяющую зону дробления (тектоническую линзу) и плоскость сместителя Ионахшского разлома. Указанные разрывные нарушения разграничивают тектонические блоки, существенно различающиеся по геологическому строению.

Тектонический блок, часть которого расположена между входным порталом и Ионахшским разломом, представлен терригенными с примесью гипса и карбонатными меловыми отложениями, слагающими Кирбичскую синклиналиную складку.

На ПК 5+80⁷+10 будет пересечена «тектоническая линза». В процессе изысканий «тектоническая линза» имела мощность более 40 м. Породы в пределах линзы будинированы; будины представляют собой мелкие линзообразные тела мощностью 5-15см, ограниченные трещинами шириной первые мм, которые выполнены глиной трения. Прочность породы в будинах снижена в результате тектонического сжатия. Собственно «тектоническая линза», как инженерно-геологический элемент массива, характеризуется пониженной прочностью и большей деформируемостью, чем вмещающий массив. На этом участке следует опасаться проявления локальной неустойчивости стенок и свода в связи с возможным обрушением потенциально неустойчивых тектонических блоков и клиньев.

На ПК 7+10 будет пройдена зона сместителя Ионахшского разлома (щебень и обломки вмещающих пород, сцементированные незначительным количеством супесь и суглинистого материала), мощность которой составляет 1-3 м. Мощность оперяющей зоны дробления вмещающих пород составляет 5-7 м. Азимут падения плоскости сместителя 130°, угол падения 85°.

В пределах тектонического блока, ограниченного Ионахшским и 35-м разломами, будет расположен 3-й строительный тоннель, глубинный и шахтный водосбросы. Предполагается, что особенности геологического строения этого тектонического блока в целом идентичны участку левобережных основных подземных сооружений, расположенных между Ионахшским и 35 разломами. Вмещающей средой указанных выработок будут крутопадающие на юго-восток гаурдакские, яванские, кызылташские и обигармские отложения.

При определении местоположения камер затворов, было рекомендовано расположить их в пределах кызылташской пачки (Klkz), представленной песчаниками (83,3%) с прослоями алевролитов (6,6%) и аргиллитов (10,1%).

Концевые участки 3-го строительного тоннеля, глубинного и шахтного водосброса максимально удалены от оползневого склона и располагаются в моноклиальной толще мингбатманских и лятобанских пород нижнего мела (Kimq, Kilt).

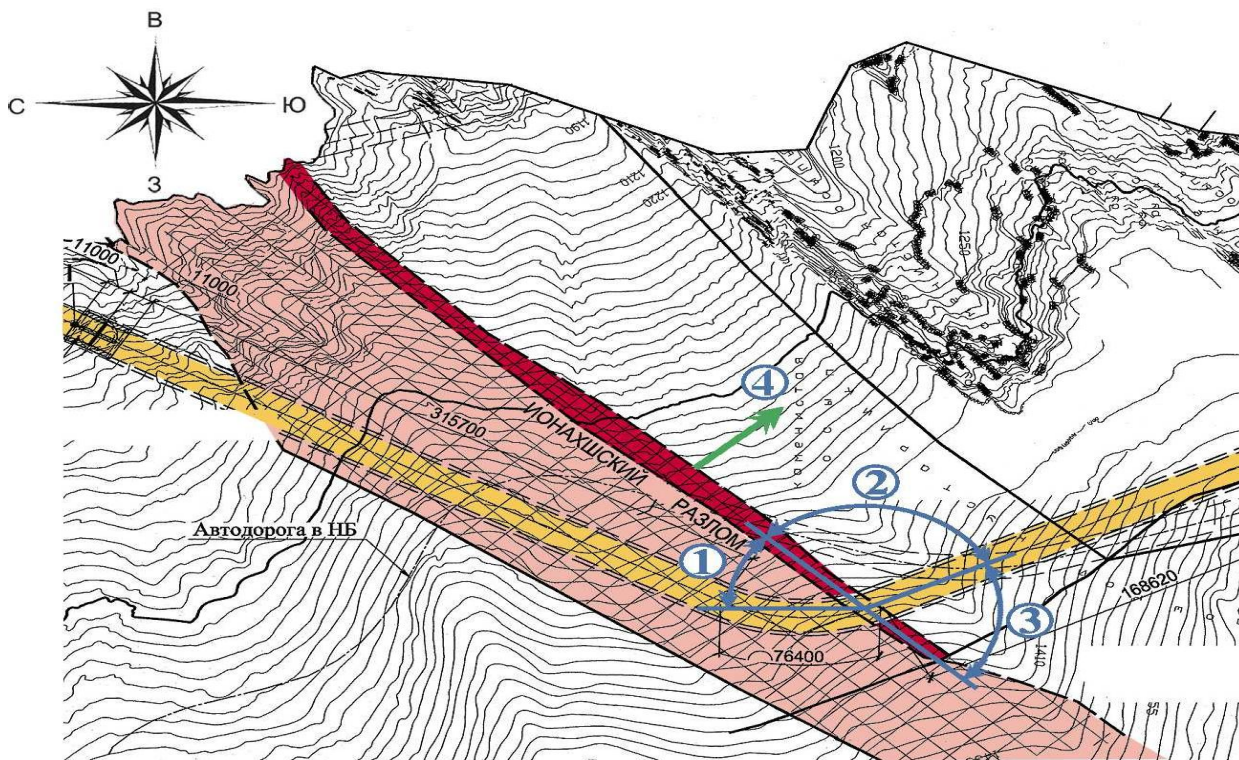
По данным геофизических исследований, выполненных на верхних отметках по отношению к котлованам участков концевых сооружений, выявлено существенное понижение физико-механических свойств вмещающих пород. Залегание пород здесь осложнено гравитационно-оползневыми процессами. Учитывая раздробленное состояние и низкие физико-механические свойства пород, конструкцию выходных порталов следует защитить от обрушивающихся масс.

Результаты и обсуждения. По проекту строительный тоннель №3 в районе пикета 8+28 приблизительно через 400 м после ремонтных затворов пересекает Ионахшский разлом, расположенный на границе массивов известняков и аргиллитов. По разлому фиксируются современные тектонические движения, поэтому на участке пересечения тектонического

разлома проектируется специальная конструкция обделки. Мощность зоны дробления разлома (тектонической линзы), по уточнённым данным, сокращена с 35 до 10 м, мощность глинки трения до 1 м. По разлому фиксируются современные тектонические движения. Средняя скорость смещения по разлому до 5 мм в год. Направление смещения: лежащее крыло – вниз, висящее крыло – вверх по плоскости разлома.

В зоне пересечения с транспортным туннелем угол падения разлома 85° , угол простирания 45° (отсчет от направления на север по часовой стрелке). Угол простирания туннеля СТ-3 в месте пересечения с разломом 155° . Соответственно, угол между туннелем СТ-3 и простиранием разлома составляет 70° , как показано на рисунке 1.

Рисунок 1. План пересечения туннеля СТ-3 Рогунской ГЭС с Ионахшским разломом
Figure 1. Plan of intersection of the ST-3 tunnel of the Rogun hydroelectric station with the Ionakhsh fault



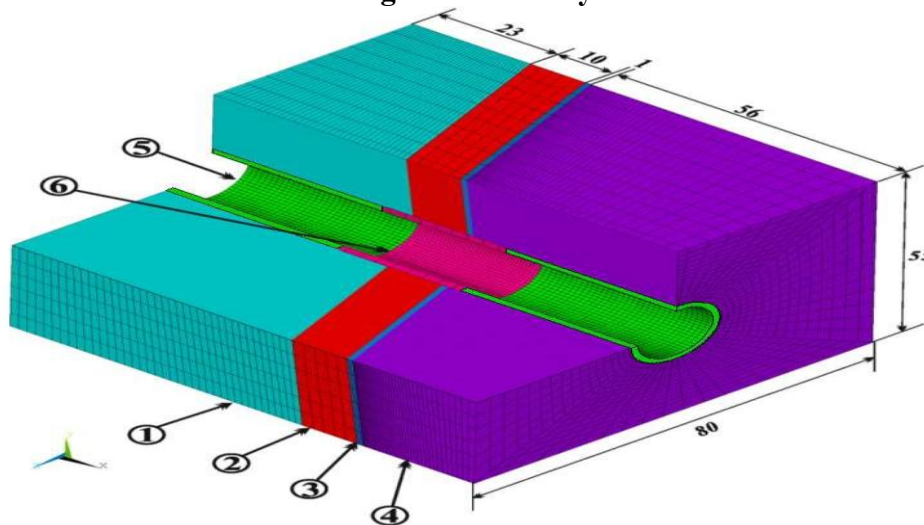
1 – угол простирания Ионахшского разлома (45° , отсчет от направления на север по часовой стрелке); 2, 3 – углы между туннелем и простиранием разлома (110° и 70°); 4 – направление падения разлома

Вариант №1 (Средазгидропроект). В составе проекта Средазгидропроект разработан вариант конструкции обделки туннеля в зоне пересечения разлома №35 [4], имеющего мощность, существенно меньшую, чем Ионахшский разлом. Поэтому вариант конструкции обделки туннеля был скорректирован применительно к условиям Ионахшского разлома, имеющего мощность зоны дробления 10 м и мощность глинки трения – 1 м. При этом были приняты во внимание параметры конструктивного решения обделки вариантов туннеля №2 и №3 в зоне Ионахшского разлома.

Конструктивное решение заключается в утолщении типовой монолитной железобетонной обделки на участке пересечения с разломом до 1,8 м с разрезкой обделки на 7 секций длиной по 3,0 м. В местах сопряжения утолщенной обделки с типовой обделкой устраиваются еще 2 сопрягающие секции длиной по 1,5 м. Таким образом, на участке пересечения с разломом создается 8 деформационных швов шириной по 30 мм с арматурными связями. Общая длина конструкции (включая сопрягающие секции) составляет 24,0 м.

Рисунок 2. Вариант №1 (Средазгидропроект). Пространственная конечно-элементная аппроксимация системы «строительный туннель №3 – вмещающий скальный массив» на участке Ионахшского разлома

Figure 2. Option No. 1 (Sredazgidroproekt). Spatial finite element approximation of the “construction tunnel No. 3 – enclosing rock mass” system on the Ionakhsh fault section

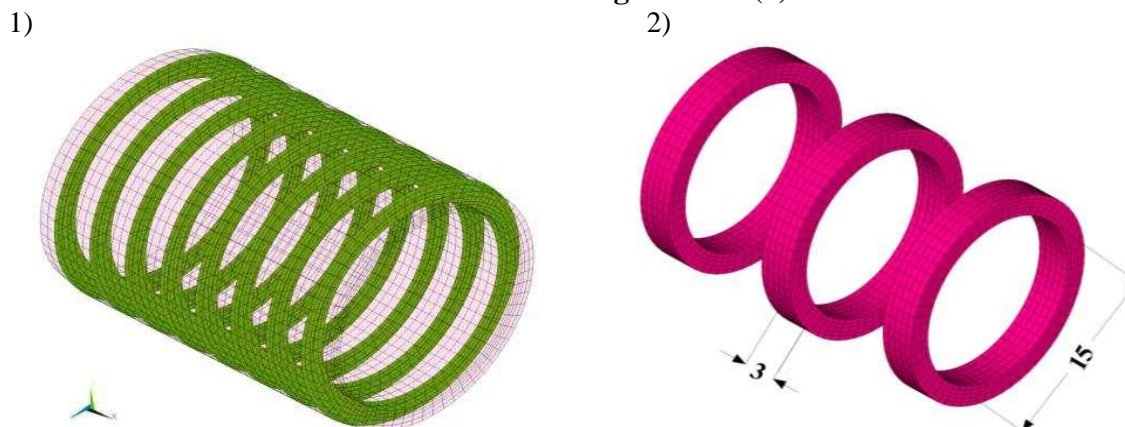


1 – песчаник; 2 – зона дробления; 3 – глина трения; 4 – аргиллиты; 5 – типовая обделка туннеля; 6 – обделка на компенсационном участке

Разработанная пространственная математическая конечно-элементная модель строительного туннеля с обделкой по варианту №1 представлена на рисунке 2. Размеры блока скального массива, вмещающего туннель, составляют 90 м по длине туннеля, 55 м по высоте и 80 м по ширине. Модель построена из 123 256 конечных элементов (КЭ), в том числе из объемных КЭ типа SOLID для моделирования скального массива (90 272 КЭ) и утолщенных секций обделки (12 090 КЭ), оболочечных КЭ типа SHELL для моделирования типовой обделки туннеля (4 092 КЭ), и специальных контактных элементов типа CONTA/TARGE для моделирования контактных взаимодействий секций (4 960 КЭ) и обделки со скальным массивом (11 842 КЭ).

Рисунок 3. Вариант № 1. Конечно-элементная аппроксимация деформационных швов (1) и утолщенных секций обделки (2)

Figure 3. Option No. 1. Finite element approximation of expansion joints (1) and thickened lining sections (2)



Результаты расчета перемещений и дополнительных напряжений при смещениях по разлому 10, 50 и 100 мм. Анализ перемещений показывает, что при смещении по разлому на 10 мм произошли заметные перемещения по двум деформационным швам; при смещении разлома на 50 и 100 мм – по четырем швам.

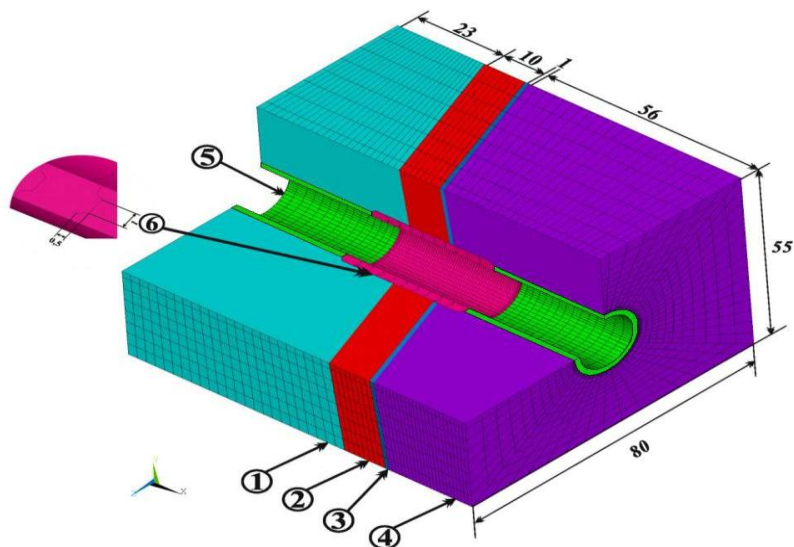
Характерно, что наибольшие перемещения и напряжения приурочены к висячему крылу разлома и сосредоточены в двух кольцах, четыре кольца у лежащего крыла разлома «не работают». Неравномерное распределение усилий между кольцами и неравномерное раскрытие деформационных швов, существенно осложняющие работу конструкции, связаны с тем, что ориентация деформационных швов плохо согласуется с направлением смещения разлома.

Вариант №2 (ТОНО ЭНЕРДЖИ БАЙНАЛМИЛАЛ, Иран). Конструктивное решение заключается также в утолщении типовой монолитной железобетонной обделки на участке пересечения с разломом. По варианту № 2 толщина обделки принята 2,5 м с разрезкой по длине тоннеля на 8 секций длиной по 3. В местах сопряжения утолщенной обделки с типовой обделкой устраиваются еще 2 сопрягающие секции длиной по 4,0 м. Таким образом, на участке пересечения с разломом создается в общей сложности 9 деформационных швов шириной по 30 мм со штрабами и арматурными связями. Общая длина конструкции (включая сопрягающие секции) составляет 32,0 м.

Рисунок 4. Вариант № 2 (ТОНО ЭНЕРДЖИ БАЙНАЛМИЛАЛ). Пространственная конечно-элементная аппроксимация системы «строительный туннель №3 – вмещающий массив» на участке Ионахшского разлома

Figure 4. Option No. 2 (TONO ENERGY BAINALMILAL). Spatial finite element approximation of the “construction tunnel No. 3 – enclosing massif” system on the Ionakhsh fault section

1 – песчаник; 2 – зона дробления; 3 – глина трения; 4 – аргиллиты; 5 – типовая обделка туннеля; 6 –



утолщенная обделка со штрабными швами

Следует обратить внимание, что в чертежах (приложение №2) показаны только 6 утолщенных секций обделки, которые не полностью охватывали зону пересечения тоннеля с зоной дробления разлома и глиной трения, в связи с этим в расчетах количество утолщенных секций увеличено до 8.

Основное отличие варианта №2 от предыдущего варианта №1 заключается в конструктивном решении деформационных швов, в частности:

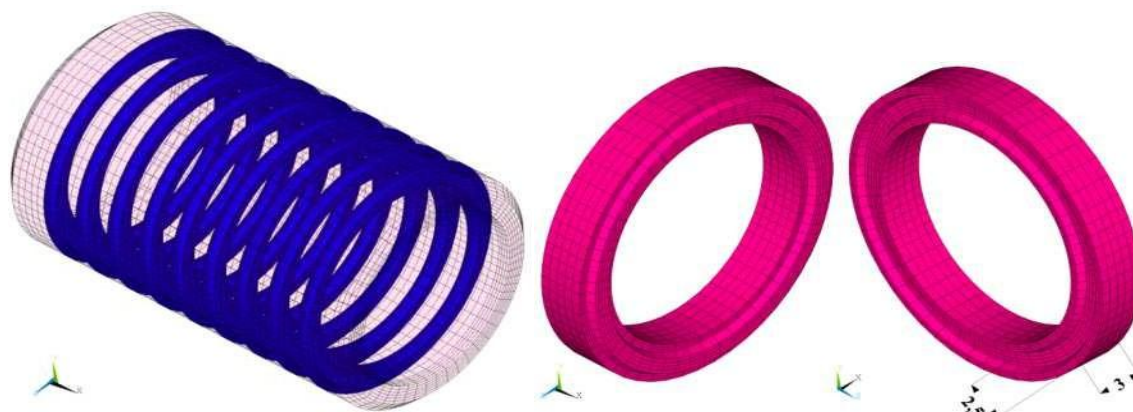
- деформационные швы запроектированы штабными;
- арматурные связи запроектированы в два ряда.

Разработанная пространственная математическая конечно-элементная модель строительного туннеля с обделкой по варианту №2 представлена на рисунке 4. Размеры учитываемого блока массива, вмещающего туннель, такие же, как во варианте № 1. Модель построена из 112 905 конечных элементов (КЭ), в том числе из объемных КЭ типа SOLID для моделирования скального массива (54 240 КЭ) и утолщенных секций обделки со штрабными швами (33 600 КЭ), оболочечных КЭ типа SHELL для моделирования типовой обделки туннеля (1 800 КЭ), и специальных контактных элементов типа CONTA/TARGE (рисунке 5) для

моделирования контактных взаимодействий (13 860 КЭ воспроизводят штрабные деформационные швы с начальным раскрытием 30 мм; 9 345 КЭ – на контакте «бетон – вмещающий массив»).

Рисунок 5. Вариант №2. Конечно-элементная аппроксимация штрабных деформационных швов

Figure 5. Option No. 2. Finite element approximation of groove expansion joints



(1) и утолщенных секций обделки (2)

Характерно, что наибольшие перемещения и напряжения приурочены к висячему крылу разлома и сосредоточены в четырех утолщенных кольцах. Необходимо отметить, что четыре утолщенных кольца и переходное кольцо у лежащего крыла разлома практически «не работают» при смещении по разлому. За счет штраб конструкция стала более жесткой (по сравнению с предыдущим вариантом №1) и в работу вовлечено большее количество колец, но при этом растягивающие напряжения в обоих направлениях возросли.

Как и в предыдущем варианте №1, распределение усилий между кольцами и неравномерное раскрытие деформационных швов, существенно осложняющие работу конструкции, связаны с тем, что ориентация деформационных швов не согласуется с направлением смещения разлома.

Вариант №3 (ELECTROCONSULT, Италия)

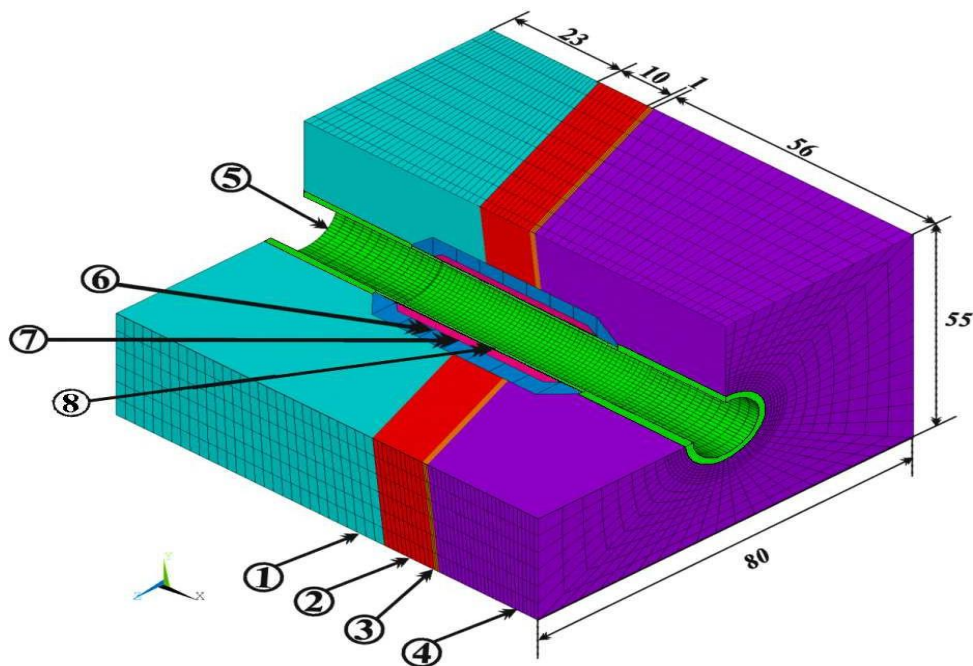
Конструктивное решение заключается в устройстве трёхслойной комбинированной обделки. Наружная железобетонная обделка толщиной 3,5 м разрезана деформационными швами через 5,0 м. Средний слой толщиной 1,5 м выполняет, по замыслу авторов конструкции, демпфирующую роль и запроектирован из ячеистого бетона. Внутренняя железобетонная обделка толщиной 0,5 м – неразрезная на всей протяженности участка пересечения разлома. Таким образом, общая толщина трёхслойной обделки составляет 5,5 м.

В соответствии с рисунком 6, предложено пять рядовых секций длиной по 5 м и четыре переходных секции (по две с каждой стороны) длиной также по 5 м. Таким образом, на участке пересечения с разломом создаются 6 деформационных швов в зоне рядовых секций (по утолщенной трёхслойной обделке) и 2 деформационных шва в зоне переходных секций (по утолщенной однослойной обделке). В общей сложности получается 8 деформационных швов. Общая длина конструкции (включая сопрягающие секции) составляет 45 м.

В соответствии с рисунком 6, предложено пять рядовых секций длиной по 5 м и четыре переходных секции (по две с каждой стороны) длиной также по 5 м. Таким образом, на участке пересечения с разломом создаются 6 деформационных швов в зоне рядовых секций (по утолщенной трёхслойной обделке) и 2 деформационных шва в зоне переходных секций (по утолщенной однослойной обделке). В общей сложности получается 8 деформационных швов. Общая длина конструкции (включая сопрягающие секции) составляет 45 м.

Рисунок 6. Вариант №3 (ELECTROCONSULT, Италия). Пространственная конечно-элементная аппроксимация системы «строительный туннель №3 – вмещающий массив» на участке Ионахшского разлома

Figure 6. Option No. 3 (ELECTROCONSULT, Italy). Spatial finite element approximation of the “construction tunnel No. 3 – enclosing massif” system on the Ionakhsh fault section



1 – песчаник; 2 – зона дробления; 3 – глина трения; 4 – аргиллиты; 5 – типовая обделка туннеля; 6 – наружная разрезная железобетонная обделка; 7 – демпфирующий слой из ячеистого бетона; 8 – внутренняя неразрезная железобетонная обделка.

Разработанная пространственная математическая конечно-элементная модель строительного туннеля с обделкой по варианту № 3 представлена на рисунке 6. Размеры учитываемого блока скального массива, вмещающего туннель, такие же, как во варианте №1. Модель построена из 94 364 конечных элементов (КЭ), в том числе из объемных КЭ типа SOLID для моделирования вмещающего массива (48 112 КЭ), утолщенных секций наружной обделки (14 260 КЭ), демпфирующего слоя из ячеистого бетона (6 386 КЭ), оболочечных КЭ типа SHELL для моделирования типовой обделки туннеля и внутренней обделки (4 526 КЭ), и специальных контактных элементов типа CONTA/TARGE для моделирования контактных взаимодействий (4 960 КЭ воспроизводят деформационные швы в наружной обделке с начальным раскрытием 30 мм; 10 292 КЭ – на контакте «бетон – вмещающий массив», 5 828 КЭ – на контакте ячеистого бетона и железобетона).

Характерно, что наибольшие перемещения и напряжения приурочены к висячему крылу разлома и сосредоточены в основном утолщенном кольце; четыре утолщенных кольца и переходные кольца у лежачего крыла разлома практически «не работают» при смещении по разлому.

Напряжения в трехслойной обделке распределены неравномерно. Во внешней обделке наибольшие растягивающие напряжения получены в кольцевом направлении и достигают +26,0 МПа. Во внутренней железобетонной обделке наибольшие растягивающие напряжения достигают +24,6 МПа. В демпфирующем слое из ячеистого бетона диапазон напряжений от -3,25 до +1,75 МПа.

Как и в предыдущих вариантах, указанные сложности работы конструкции связаны с тем, что ориентация деформационных швов не согласуется с направлением смещения разлома.

Выводы:

1. На основе математического моделирования характера работы обделки при смещении по указанным разломам выполнено сравнение трех вариантов конструкции постоянной обделки строительного тоннеля №3 в зоне пересечения Ионахшского разлома

- №1, разработанный в первоначальном проекте Средазгидропроекта;
№2, разработанный в фирме ТОНО ЭНЕРДЖИ БАЙНАЛМИЛАЛ (Иран);
№3, разработанный в бюро ELECTROCONSULT (Италия).

2. Основной недостаток всех вариантов конструкции обделки в зоне пересечения Ионахшского разлома заключается в том, что ориентация запроектированных деформационных швов образует большой угол с направлением смещения разлома. С кинематической точки зрения, ориентация швов неудачна, что обуславливает неэффективную работу деформационных швов, значительные растягивающие напряжения в секциях и большие объемы подземных работ.

3. Анализ результатов расчетных исследований показал, что все варианты обделки теоретически могут быть использованы в районе Ионахшского разлома с расчетным смещением на уровне 50–100 мм, но при этом следует учитывать следующие основные особенности рассмотренных вариантов.

3.1. Вариант Средазгидропроекта - самый экономный по расходу материалов, но эффективность конструкции недостаточная (смещение по разлому распределяется на 4-е из 8-и запроектированных деформационных швов), значительные растягивающие напряжения в кольцевом направлении (до +39,0 МПа) потребуют существенного армирования секций.

3.2. Конструкция тоннеля в варианте ТОНО ЭНЕРДЖИ БАЙНАЛМИЛАЛ (Иран) – самая жесткая за счет штрабления деформационных швов, поэтому растягивающие напряжения в ней наибольшие (+44,3 МПа в кольцевом направлении и +23,8 МПа в осевом направлении), что потребует наибольшего армирования.

3.3. Вариант бюро ELECTROCONSULT (Италия) – самый материалоемкий. Для его осуществления необходимо создать выемку длиной 45 м и диаметром 25 м для пересечения Ионахшского разлома мощностью 11м. Дополнительные растягивающие напряжения (в наружной обделке до +26,0 МПа при толщине 3,5 м, во внутренней обделке до 24,6 МПа при толщине 0,5 м) должны возрасти после разрушения демпфирующего слоя.

4. Выбор основного варианта должен основываться на экономическом сопоставлении, поскольку они существенно отличаются по объемам скальной выемки, расходу бетона и арматуры, технологичности и производству работ.

5. Для корректировки конструкции обделки рекомендуется уточнить максимальное расчетное смещение по разлому с учетом расчетного периода эксплуатации туннеля и эксплуатационных требований к уплотнению строительных швов.

6. Существенное снижение объемов скальной выемки и бетона и расхода арматуры можно получить при изменении конструкции обделки строительного туннеля №3 в зоне пересечения Ионахшского разлома за счет изменения ориентации деформационных швов.

ЛИТЕРАТУРА

1. П 46-89. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций (без предварительного напряжения) гидротехнических сооружений к СНиП 2.06.08-87. -Л.: ВНИИГ, 1991.
2. Руководство по проектированию гидротехнических туннелей. М.: Гидропроект им. С.Я. Жука, 1982.
3. Рогунская ГЭС на р. Вахш в Республике Таджикистан. Доработка проекта строительства. Строительный туннель №3. Комплект чертежей 1900-22-11. -М.: Институт Гидропроект, 2012.
4. Рогунская ГЭС на р. Вахш. Отводящий туннель ГЭС агрегатов №1, 2, 3, обделка типа 7. Комплект чертежей 1079-14-59. -Ташкент: Гидропроект, 1987.
5. Рогунская ГЭС на р. Вахш в Республике Таджикистан. Строительный туннель №3, подходной туннель ПТ-2. Комплект чертежей RG-СТ3-ROC-004-R3. -Тегеран: «ТОНО ЭНЕРДЖИ БАЙНАЛМИЛАЛ», 2014.
6. СП 58.13330.2012 / СНиП 33-01-2003. Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования.
7. СП 41.13330.2012 / СНиП 2.06.08-87. Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений.
8. СП 102.13330.2102 / СНиП 2.06.09-84. Туннели гидротехнические.
9. СП 14.13330.2011 / СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах.
10. Хасанов Н.М. Способы проведения цементационных работ в гидротехническом строительстве / Н.М. Хасанов, Ф.А. Холов, С.А. Саидов // Наука и инновация. Таджикский национальный

ИНТИХОБ НАМУДАНИ КОНСТРУКСИЯИ РУПЌШКУНИИ НАҚБИ СОХТМОНИИ НБО РОГУН ДАР МИНТАҚАИ ШИКАСТАИ ИОНАХШИ

Дар мақола натиҷаҳои ҳисоб ва баҳоидиҳӣ ба варианти конструкцияҳои доимии рупўшкунӣ нақби сохтмони №3-и НБО Роғун дар минтақаи бурришҳои шикастаи Ионахш гузаронидашуда оварда шудааст. Се варианти тарҳрезии рупўшкунӣ нақб баррасӣ шуд. Муқоисаи вариантҳои конструкцияи рупўшкунӣ аз нуқтаи назари қабул намудани қобилияти ҳаракатҳо дар минтақаи шикастаи Ионахш, ки дар он ҳаракатҳои ҳозиразамони тектоникӣ қайд карда шудаанд, гузаронида шуд.

Омузиши хусусияти кори рупўшкунӣ хангоми ҳаракат дар шикастаи ҷинсҳои кӯҳӣ бо истифода аз усули унсурҳои ниҳой дар формулаи сеченака бо назардошти деформатсияҳои ғайрихаттӣ қадкашии контактӣ ва қушодани басташавӣ дар қад-қади пайвандҳои васеъкунии пӯшиш гузаронида шуд.

Калидважаҳо: баҳоидиҳӣ, конструкция, рупўшкунӣ доимӣ, нақб, шикаста, ҳаракати тектоникӣ, қойивазкунӣ, деформатсия, ҷинсҳои кӯҳӣ.

ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ОБДЕЛКИ СТ-3 РОГУНСКОЙ ГЭС В ЗОНЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ИОНАХШСКОГО РАЗЛОМА

В статье приведены результаты выполненных расчетов по оценке выбора варианта конструкции постоянной обделки строительного тоннеля №3 Рогунской ГЭС в зоне пересечения Ионахшского разлома. Рассмотрены 3 варианта конструкций обделки тоннеля. Сравнение вариантов конструктивных решений обделки выполнено с точки зрения возможности обделок воспринимать подвижки в зоне Ионахшского разлома, в которой фиксируются современные тектонические движения.

Исследование характера работы обделки при подвижках по разлому выполнено методом конечных элементов в трехмерной постановке с учетом нелинейных контактных деформаций сдвига и раскрытия-закрытия по деформационным швам обделки, а также на контакте тоннеля с вмещающим массивом.

Ключевые слова: оценка, конструкция, постоянная обделка, тоннель, разлом, тектонические движения, сдвиг, деформация, массив горных пород.

SELECTION OF ST-3 LINING DESIGN FOR ROGUNSKAYA HYDROPOWER PLANT IN THE ZONE OF INTERSECTION OF THE JONAKHSH FAULT

The article presents the results of calculations performed to evaluate the choice of the permanent lining design of the construction tunnel No. 3 of the Rogun HPP in the crossing zone of the Jonakhsh fault. 3 variants of tunnel lining structures are considered. The comparison of the variants of lining design solutions is made from the point of view of the possibility of lining to accept movements in the zone of the Jonakhsh fault, in which modern tectonic movements are fixed.

The study of the nature of the lining operation during fault movements was carried out by the finite element method in a three-dimensional formulation, taking into account nonlinear contact shear and opening-closing deformations along the deformation joints of the lining, as well as at the contact between the tunnel and the host massif.

Keywords: evaluation, design, permanent lining, tunnel, fault, tectonic movements, shear, deformation, rock massif.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Ҳасанов Нуралӣ Мамедович* – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, доктори илмҳои техникӣ, и.в. профессори кафедраи асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: **988-89-95-75**. E-mail: **khasanov.nurali@mail.ru**

Меҳрубонов Мирзоҳайт Ҳасанович - Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология АМ ИТ, унвонҷӯ. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 139.

Ҷуракулов Муродали Раҳатович - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсенти кафедраи масолахҳо, технология ва ташкили сохтмон. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: **918695040**

Сведения об авторах: *Хасанов Нурали Мамедович* – Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, доктор технических наук, и.о. профессора кафедры оснований, фундаментов и подземных сооружений. **Адрес:** 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **988899575**. E-mail: **khasanov.nurali@mail.ru**

Мехрубонов Мирзохайт Хасанович - Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана, соискатель. Адрес: 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 139. Телефон: **989997464**

Джуратулов Муродали Рахатович - Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры материалы, технология и организация строительства. Адрес: 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **918695040**

Information about the authors: *Khasanov Nurali Mamedovich* – Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Doctor of Technical Sciences, Acting Professor of the Department of Foundations, Foundations and Underground Structures. Address: 734042, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: **988899575**. E-mail: **khasanov.nurali@mail.ru**

Mekhrubonov Mirzohayot Khasanovich - Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, applicant. Address: 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 139. Phone: **989997464**

Jurakulov Murodali Rakhatovich - Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor of the Department of Materials, Technology and Construction Organization. Address: 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: **918695040**

Джахонгири А.

Институт энергетики Таджикистана

Технико-экономическое сравнение вариантов выполнения электропередачи и выбор целесообразного ВЛ в Пакистан.

Технически реализуемые варианты проектирования линий передачи электроэнергии сравниваются с дисконтированными затратами на их строительство и эксплуатацию. В таком случае принято сопоставлять затраты на отличающиеся друг от друга мероприятия в рассматриваемых вариантах, а затраты на восполнение возможных электрических потерь в преобразовательных устройствах и шунтирующих реакторах, в силу их незначительности относительно потерь, возникающих на линиях, не учитываются [1; 4; 9; 2; 5; 7].

Экономически целесообразным принято считать тот вариант, в котором дисконтированные затраты отличаются более чем на 5% от затрат на реализацию других вариантов. Если таковой разницы нет, то предложенные варианты считаются равно экономичными и выбор в таком случае осуществляется, исходя из надежности предлагаемой системы, повышенного запаса устойчивости, возможности дальнейшей модернизации и т.п. [17; 8].

Для каждого варианта рассчитываются суммарные дисконтированные затраты за период равный 15 годам:

$$\sum_{t=0}^{T_{расч}} Z_{диск} = \sum_{t=0}^{T_{расч}} (K_t + I_t' - K_{тоcm}) \cdot (1 + E)^{-t} \quad (1.1.)$$

где годовые эксплуатационные расходы по объекту без учета затрат на амортизацию;

$E = 0,1$ Ежегодная норма отчислений.

Коэффициент дефлятор к 2000 году: $K_{деф} = 4,25$

На всех РУ устанавливаются элегазовые выключатели.

Зональный коэффициент: $K_{зон} = 1,05$ - для воздушных линий, $-K_{зон} = 1,1$ для подстанций [10; 11; 12].

Вариант 1. Капиталовложения в строительство ЛЭП 500кВ (1 участка):

$$K_{вл} = 2 \cdot K_{вл.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{усл} \cdot K_{деф} \cdot L_{лэп} = 2 \cdot 3990 \cdot 1,05 \cdot 4,25 \cdot 480 = 17093160 \text{ тыс.руб.} \quad (1.2)$$

Второй участок для обоих вариантов одинаков, поэтому исключаем его из рассмотрения.

Капиталовложения в РУ:

На станции:

$$K_{ру500} = K_{выкл.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{яч} = 23400 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 14 = 1531530 \text{ тыс.руб.} \quad (1.3)$$

$$K_{ру220} = K_{выкл.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{яч} = 15000 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 5 = 350625 \text{ тыс.руб.} \quad (1.4)$$

На промежуточной подстанции:

$$K_{ру500} = K_{выкл.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{яч} = 23400 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 12 = 1312740 \text{ тыс.руб.} \quad (1.5)$$

$$K_{ру\Sigma} = 3265020 \text{ тыс.руб.}$$

Капиталовложения в ТР:

На станции:

$$K_{тр} = K_{тр.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{тр} = 64800 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 4 = 1211760 \text{ тыс.руб.} \quad (1.6)$$

$$K_{АТ} = K_{тр.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{тр} = 44000 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 2 = 411400 \text{ тыс.руб.} \quad (1.7)$$

На промежуточной подстанции:

$$K_{АТПС} = K_{тр.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{тр} = 56500 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 3 = 792412,5 \text{ тыс.руб.} \quad (1.8)$$

$$K_{тр\Sigma} = 2415556,5 \text{ тыс.руб.}$$

Капиталовложения в дополнительное оборудование:

$$K_{ирЭС} = K_{ирбаз} \cdot K_{деф} \cdot K_{зон} \cdot n_{ир} = 43700 \cdot 4,25 \cdot 1,1 \cdot 2 = 408595 \text{ тыс.руб.} \quad (1.9)$$

На промежуточной ПС на напряжение 330кВ устанавливаем ИРМ-330/90/180 и доставляем БСК, которые подключаем к компенсационной обмотке 10кВ. Мощность каждой БСК 12Мвар, поэтому необходимо установить 44 штуки.

Так как в этой части работы сравниваются только различающиеся части вариантов, то определим капиталовложения только в них $K_{БК}^{ПС} = K_{БКбаз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{БК} = 3500 \cdot 4,25 \cdot 1,1 \cdot 38 = 621775 \text{ тыс.руб.} \quad (1.10)$

$$Q_{УПК} = 3 \cdot I_{нб}^2 \cdot \chi_{упк} \cdot n_{ц} \cdot 10^{-6} = 3 \cdot 1078,56^2 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 319,42 \text{ МВ} \quad (1.11)$$

$$K_{УПК} = 827,7 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 319,42 = 1235994,891 \text{ тыс.руб.} \quad (1.12)$$

На приемном конце системы также установим ИРМ с дополнительными батареями конденсаторов. Количество устанавливаемых ИРМ в обоих вариантах совпадает, поэтому учтем только стоимость устанавливаемых БСК, число которых различается. Во втором варианте устанавливается на 4 шт. больше, поэтому их стоимость учтем, когда будем рассчитывать капиталовложения во второй вариант [13; 16; 17].

$$K_{ДОП\Sigma} = 2266364,891 \text{ тыс.руб.}$$

Постоянная часть затрат:

На станции:

$$K_{ПОСТ500} = K_{ПОСТ.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{ДЕФ} = 180000 \cdot 1,1 \cdot 4,25 = 841500 \text{ тыс.руб.} \quad (1.13)$$

$$K_{ПОСТ220} = K_{ПОСТ.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{ДЕФ} = 21000 \cdot 1,1 \cdot 4,25 = 98175 \text{ тыс.руб.} \quad (1.14)$$

На промежуточной подстанции:

$$K_{ПОСТ500} = K_{ПОСТ.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{ДЕФ} = 180000 \cdot 1,1 \cdot 4,25 = 841500 \text{ тыс.руб.} \quad (1.15)$$

$$K_{ПОСТ\Sigma} = 1781175 \text{ тыс.руб.}$$

Суммарные капиталовложения

$$K_{\Sigma}^{сх1} = 25229867,391 \text{ тыс.руб.}$$

Годовые потери электроэнергии:

$$\Delta P_1 = P_{1н} - P_{1к} = 1230 - 2709,423 = 90,577 \text{ МВт} \quad (1.16)$$

$$\Delta P_2 = P_{2н} - P_{2к} = 2284,423 - 2241,33 = 43,093 \text{ МВт} \quad (1.17)$$

$$\tau_1 = \frac{1}{3} T_{нб1} + \frac{2}{3} \cdot \frac{T_{нб1}^2}{8760} = \frac{1}{3} \cdot 6367 + \frac{2}{3} \cdot \frac{6367^2}{8760} = 7825,249 \text{ ч/год} \quad (1.18)$$

$$\tau_2 = \frac{1}{3} T_{нб2} + \frac{2}{3} \cdot \frac{T_{нб2}^2}{8760} = \frac{1}{3} \cdot 6244,543 + \frac{2}{3} \cdot \frac{6244,543^2}{8760} = 5049,118 \text{ ч/год} \quad (1.19)$$

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta P_1 \cdot \tau_1 + \Delta P_2 \cdot \tau_2 = 90,577 \cdot 7825,249 + 43,093 \cdot 5049,118 = 926369,221 \frac{\text{тыс.кВт}\cdot\text{ч}}{\text{год}} \quad (1.20)$$

$$I_{пот} = \Delta \mathcal{E} \cdot C_{э} = 926369,221 \cdot 1,9 = 1760101,519 \text{ тыс.руб.} \quad (1.21)$$

Издержки на обслуживание и ремонт.

$$I_{обсл.рем} = I_{обсл.рем}^{ЛЭП} + I_{обсл.рем}^{ПС} = \alpha_{обсл.рем}^{ЛЭП} K_{ЛЭП} + \alpha_{обсл.рем}^{ПС} K_{ПС} = 0,008 \cdot 25639740 + 0,049 \cdot (3265020 + 2415556,5 + 2266364,891 + 1781175) = 681796,407 \text{ тыс.руб.} \quad (1.22)$$

Эксплуатационные расходы за каждый год:

$$I_t = I_{обсл.рем} + I_{пот} = 681796,407 + 1760101,519 = 2441897,926 \text{ тыс.руб.} \quad (1.23)$$

Расчет дисконтированных затрат.

$$Z_{\Sigma}^{сх1} = 64519702,05 \text{ тыс.руб.}$$

Вариант 2. Капиталовложения в строительство ЛЭП 750кВ (1 участка).

$$K_{вл} = 2 \cdot K_{вл.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{усл} \cdot K_{деф} \cdot L_{лэп} = 2 \cdot 6120 \cdot 1,05 \cdot 4,25 \cdot 480 = 26218080 \text{ тыс.руб.} \quad (1.23)$$

Второй участок для обоих вариантов одинаков, поэтому исключаем его из рассмотрения. Капиталовложения в РУ.

На станции:

Таблица 1. Дисконтированные затраты

Table 1. Discounted costs

t , год	K_t , тыс. руб.	I'_t , тыс. руб.	$(1 + E)^{-t}$	Z_t , тыс. руб.
0	25229867,391	0	1,0000	25229867,391
1	25229867,391	0	0,9091	22936456,2
2	0	2441897,926	0,8264	18097,46
3	0	2441897,926	0,7513	1834634,054
4	0	2441897,926	0,6830	1667849,14
5	0	2441897,926	0,6209	1516226,491
6	0	2441897,926	0,5645	1378387,719
7	0	2441897,926	0,5132	1253079,745
8	0	2441897,926	0,4665	1139163,404
9	0	2441897,926	0,4241	1035603,095
10	0	2441897,926	0,3855	941457,3588
11	0	2441897,926	0,3505	855870,3262
12	0	2441897,926	0,3186	778063,9329
13	0	2441897,926	0,2897	707330,8481
14	0	2441897,926	0,2633	643028,0437
15	0	2441897,926	0,2394	584570,9489

$$K_{ру750} = K_{выкл.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{яч} = 43000 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 12 = 2412300 \text{ тыс.руб.} \quad (1.24)$$

$$K_{ру330} = K_{выкл.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{яч} = 20000 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 6 = 561000 \text{ тыс.руб.} \quad (1.25)$$

На промежуточной подстанции:

$$K_{ру500} = K_{выкл.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{яч} = 23400 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 8 = 875160 \text{ тыс.руб.} \quad (1.26)$$

РУ 330кВ и 10кВ и РУ приемной системы совпадают, поэтому исключаем их из рассмотрения.

$$K_{ру\Sigma} = 6059735 \text{ тыс.руб.}$$

Капиталовложения в ТР.

На станции:

$$K_{тр} = K_{тр.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{тр} = 136800 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 4 = 2558160 \text{ тыс.руб.} \quad (1.27)$$

$$K_{АТ} = K_{тр.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{тр} = 146400 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 2 = 1368840 \text{ тыс.руб.} \quad (1.28)$$

На промежуточной подстанции:

$$K_{АТС} = K_{тр.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{тр} = 155000 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 3 = 2173875 \text{ тыс.руб.} \quad (1.29)$$

$$K_{АТПС} = K_{тр.баз} \cdot K_{зон} \cdot K_{деф} \cdot n_{тр} = 146400 \cdot 1,1 \cdot 4,25 \cdot 2 = 1368840 \text{ тыс.руб.} \quad (1.30)$$

$$K_{тр\Sigma} = 7469715 \text{ тыс.руб.}$$

Капиталовложения в дополнительное оборудование.

$$K_{ирЭС} = K_{ирбаз} \cdot K_{деф} \cdot K_{зон} \cdot n_{ир} = 80200 \cdot 4,25 \cdot 1,1 \cdot 3 = 1124805 \text{ тыс.руб.} \quad (1.31)$$

На промежуточной ПС на напряжение 220 кВ устанавливаем 3хИРМ220/90/180 и доставляем БСК, которые подключаем к компенсационной обмотке 10 кВ. Мощность каждой БСК 12 Мвар, поэтому необходимо установить 6 штук (т.к. в первом варианте необходимо было больше штук, то их стоимость учтена в 1 варианте) [12; 8; 14; 7].

Так как в этой части работы сравниваются только различающиеся части вариантов, то определим капиталовложения только в них.

$$K_{ИРМ}^{ПС} = K_{ИРМбаз} \cdot K_{деф} \cdot K_{зон} \cdot n_{ир} = 54630 \cdot 4,25 \cdot 1,1 \cdot 2 = 510790,5 \text{ тыс.руб.} \quad (1.32)$$

На приемном конце системы также установим ИРМ с дополнительными батареями конденсаторов. Количество устанавливаемых ИРМ в обоих вариантах совпадает, поэтому учтем только стоимость устанавливаемых БСК, число которых различается. Во втором варианте устанавливается на 4 шт. больше.

$$K_{БК}^{сист} = K_{БКбаз} \cdot K_{деф} \cdot K_{зон} \cdot n_{БК} = 3500 \cdot 4,25 \cdot 1,1 \cdot 4 = 65450 \text{ тыс.руб.} \quad (1.33)$$

$$K_{ДОП\Sigma} = 1701045,5 \text{ тыс.руб.}$$

Постоянная часть затрат.

На станции:

$$K_{\text{ПОСТ}750} = K_{\text{ПОСТ.баз}} \cdot K_{\text{зон}} \cdot K_{\text{ДЕФ}} = 306000 \cdot 1,1 \cdot 4,25 = 1430550 \text{ тыс.руб.} \quad (1.34)$$

$$K_{\text{ПОСТ}330} = K_{\text{ПОСТ.баз}} \cdot K_{\text{зон}} \cdot K_{\text{ДЕФ}} = 95000 \cdot 1,1 \cdot 4,25 = 444125 \text{ тыс.руб.} \quad (1.35)$$

На промежуточной подстанции

$$K_{\text{ПОСТ}750} = K_{\text{ПОСТ.баз}} \cdot K_{\text{зон}} \cdot K_{\text{ДЕФ}} = 306000 \cdot 1,1 \cdot 4,25 = 1430550 \text{ тыс.руб.} \quad (1.36)$$

$$K_{\text{ПОСТ}500} = K_{\text{ПОСТ.баз}} \cdot K_{\text{зон}} \cdot K_{\text{ДЕФ}} = 180000 \cdot 1,1 \cdot 4,25 = 841500 \text{ тыс.руб.} \quad (1.37)$$

Суммарные капиталовложения.

$$K_{\Sigma}^{\text{сх}2} = 45595300,5 \text{ тыс.руб.}$$

Годовые потери электроэнергии.

$$\Delta P_1 = P_{1н} - P_{1к} = 1230 - 2755,629 = 44,371 \text{ МВт} \quad (1.38)$$

$$\Delta P_2 = P_{2н} - P_{2к} = 2330,629 - 2285,73 = 44,899 \text{ МВт} \quad (1.39)$$

$$\tau_1 = \frac{1}{3} T_{нб1} + \frac{2}{3} \cdot \frac{T_{нб1}^2}{8760} = \frac{1}{3} \cdot 6367 + \frac{2}{3} \cdot \frac{6367^2}{8760} = 7825,249 \text{ ч/год} \quad (1.40)$$

$$\tau_2 = \frac{1}{3} T_{нб2} + \frac{2}{3} \cdot \frac{T_{нб2}^2}{8760} = \frac{1}{3} \cdot 6244,543 + \frac{2}{3} \cdot \frac{6244,543^2}{8760} = 5049,118 \text{ ч/год} \quad (1.41)$$

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta P_1 \cdot \tau_1 + \Delta P_2 \cdot \tau_2 = 44,371 \cdot 7825,249 + 44,899 \cdot 5049,118 = 573491,909 \frac{\text{тыс.кВт}\cdot\text{ч}}{\text{год}} \quad (1.42)$$

$$I_{\text{ном}} = \Delta \mathcal{E} \cdot C_{\mathcal{E}} = 573491,909 \cdot 1,9 = 1089634,627 \text{ тыс.руб.} \quad (1.43)$$

Издержки на обслуживание и ремонт.

$$I_{\text{обсл.рем}} = 0,008 \cdot 26218080 + 0,049 \cdot (6059735 + 7469715 + 1701045,5 + 4146565) = 1159228,445 \text{ тыс.руб.} \quad (1.44)$$

Эксплуатационные расходы за каждый год.

$$I_t = I_{\text{обсл.рем}} + I_{\text{ном}} = 1159228,445 + 1089634,627 = 2248863,056 \text{ тыс.руб.} \quad (1.45)$$

Расчет дисконтированных затрат.

Таблица 2. Дисконтированные затраты

Table 2. Discounted costs

t , год	K_t , тыс.руб.	I_t' , тыс.руб.	$(1 + E)^{-t}$	Z_t , тыс.руб.
0	45595300,5	0	1,0000	45595300,5
1	45595300,5	0	0,9091	41450687,68
2	0	2248863,056	0,8264	1858564,522
3	0	2248863,056	0,7513	1689604,111
4	0	2248863,056	0,6830	1536003,737
5	0	2248863,056	0,6209	1396367,034
6	0	2248863,056	0,5645	1269424,576
7	0	2248863,056	0,5132	1154022,342
8	0	2248863,056	0,4665	1049111,22
9	0	2248863,056	0,4241	953737,4569
10	0	2248863,056	0,3855	867034,0663
11	0	2248863,056	0,3505	788212,7875
12	0	2248863,056	0,3186	716557,0795
13	0	2248863,056	0,2897	651415,5269
14	0	2248863,056	0,2633	592195,9335
15	0	2248863,056	0,2394	538359,9396

$$Z_{\Sigma}^{\text{сх}2} = 102106598,53 \text{ тыс.руб.}$$

Сравнение полученных значений дисконтированных затрат.

$$\delta Z_{\mathcal{O}} = \frac{Z_{\Sigma}^{\text{сх}2} - Z_{\Sigma}^{\text{сх}1}}{Z_{\Sigma}^{\text{сх}2}} \cdot 100\% = \frac{102106598,53 - 64519702,05}{102106598,53} = \frac{37586896,48}{102106598,53} \cdot 100 = 36,8\% \quad (1.46)$$

Это значит, что воздушная линия электропередачи постоянного тока 2x500 кВ эффективнее в 36,8% одной линии электропередачи переменного тока напряжением 750 кВ [3; 15; 6; 2; 5; 7].

Выводы

1. Впервые в Республиках Таджикистан и Кыргызстан решили передавать электрическую энергию за пределы государства со строительством подстанции ±500 кВ в Хатлонской области. Приведена карта трассы ВЛ постоянного тока до Афганистана и Пакистана напряжением ±500 кВ.

2. Расчёт экономической эффективности линии электропередачи постоянного тока напряжением ±500 кВ показал её эффективность, по сравнению с линией переменного тока напряжением 750кВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдувалиева Н.А. Перспективы и механизмы формирования энергетического кластера Центрально-азиатского региона: дис... кон. тех. наук / Н.А. Абдувалиева. –Душанбе, 2020. -165 с.
2. Абдурахмонов А.Я. CASA-1000 омили ноил шудан ба ӯадафҳои энергетикӣ / А.Я. Абдурахмонов, Джахонгири А., Р.А. Кахоров // Материалы международной научно-практической конференции “Научные труды инженерной академии Республики Таджикистан”. –Душанбе: ТТУ им М.С Осими, 2019. -С.38-40.
3. Абдурахмонов А.Я. CASA-1000 Проект соединения двух зон / А.Я. Абдурахмонов, Джахонгири А., Р.А. Кахоров // Вестник Бохтарского государственного университета им. Н. Хусрава. –Бохтар, 2019. - №2/4(69). -С.156-159.
4. Александров, Г.Н. Параметры воздушных линий электропередачи компактной конструкции / Г.Н. Александров, Г.А. Евдокунин, Г.В. Подпоркин // Электричество. - 1982. -№4. -С.10-17.
5. Джахонгири А. Передача электрической энергии в Афганистан и Пакистан / Джахонгири А., А.Я. Абдурахмонов, А. Акрамов // Материалы международной научно-практической конференции. «Устойчивое развитие водно-энергетического консорциума Средней Азии - главный путь достижения энергетической независимости Республики Таджикистан». –Бохтар, 2018. -С.279-282.
6. Джахонгири А. Сохтор барои хизматрасонии хатҳои интиқоли барқи баландшидат / Джахонгири А., А.Я. Абдурахмонов, Назарзода Х.Х. // Нахустпатент. Ҷумҳурии Тоҷикистон. - 2020. -№ТJ 1062.
7. Джахонгири А. Тарҳи CASA-1000 / Джахонгири А. // Материалы международной научно-практической конференции «Независимость-основа развития энергетики страны». -Бохтар: ЭИТ, 2017. -С.442-446.
8. Изолирующая распорка на воздушных линиях электропередачи /А.Я. Абдурахманов, Джахонгири А., Р.А. Кахоров, Ш.К. Обидджони // Вестник Таджикского национального университета. -Душанбе, 2019. -№3. –С.116-122.
9. Назаренко, В.М. Транспортное обеспечение внешнеэкономической деятельности / В.М. Назаренко, Назаренко К.С. -М.: Изд-во «Центр экономики и маркетинга», 2000.
10. Перельман, Л.С. К выбору основных габаритов воздушных линий электропередачи сверхвысокого напряжения с учетом электрического поля у поверхности земли / Л.С. Перельман, П.З. Рохансон, Н.Н. Тиходеев // Труды НИИПТ. – 1976. -№23. -С.149-158.
11. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) / -6-е изд. перераб. -М. Энергоатомиздат, 1985. -639 с.
12. Проект по передаче и торговле электроэнергией Центральная Азия – Южная Азия (CASA – 1000): финальный отчет по обновленному ТЭО №020913-4SRP-0300-01. -Монреаль: SNC-Lavalin International Inc., 2011. -133 с.
13. Проектирование линий электропередачи сверхвысокого напряжения / Г.Н. Александров, В.В. Ершевич, С.В. Крылов [и др]; под ред.: Г.Н. Александрова. -2-е изд., перераб, и доп. -Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, 1993. -560 с.
14. Трехфазная воздушная линия электропередачи переменного тока, проходящая по ущелью / А.Я. Абдурахмонов, Джахонгири А., Р.Ф. Джураев, С.К. Шарифов. // Вестник Таджикского национального университета. -Душанбе, 2019. -№4. -С.110-115.
15. Хатти ҳавоии сефазаи интиқоли барқи чараёни тағйирёбандаи аз болои дарагузаранда / Джахонгири А., А.Я. Абдурахмонов, Ф.Ш. Бобохонов, Р.Ф. Джураев, Н.Х. Одинаев, М.Б. Холназаров, Кувватзода О.Ш. // Нахустпатент. Ҷумҳурии Тоҷикистон. – 2019. -№ТJ 1027.

16. Шклярский, Я.Э. Сравнение эффективности передачи электроэнергии на примере ЛЭП постоянного и переменного тока / Я.Э. Шклярский, С.В. Соловьев // Журнал Технические науки. Санкт-Петербургский горный университет. - Санкт-Петербург, 2016. - 120 с.
17. Электрические сети сверх- и ультравысокого напряжения ЕЭС России. Теоретические и практические вопросы: в 3 т. / А.Ф. Дьякова, О.М. Бударин, Л.Л. Балыбердин [и др.]; под общ. ред. А.Ф. Дьякова. – М.: НТФ «Энергопрогресс» Корпорация «ЕЭЭК», 2012.

МУҚОИСАСОЗИИ ТЕХНИКИЮ ИҚТИСОДИИ ХАТТИ ИНТИҚОЛИ БАРҚЌ ЧАРАЁНИ ДОИМЌ ВА ТАВИЙРЁБАНДА

Дар мақола муқоисасозии техникую иқтисодии вариантҳои ҳисоб ва иҷроиши интиқоли энергия ва интиқоби мақсадноки ХХ дар Тоҷикистон дида баромада шудааст. Барои ҳар як вариант ҷамъи фазаҳои харочот дар давраи баробар ба 15 сол ҳисоб карда шудааст, харочоти солони истифодабарӣ доир ба объект бе назардошти харочот барои амортизатсия, меъёри солони чудо шудааст. Коэффитсиенти ҳисоби минтақавӣ барои хатҳои ҳавоӣ, барои зеристгоҳҳо, муқоисазии мафҳумҳои харочотҳои дисконтӣ. Барои ҳисоби таҷхизотҳо дар зеристгоҳҳо ва хатҳои интиқоли барқ дида баромада шудааст, бар замми ин, бо муқоисаи техникую иқтисодӣ байни ду хат, яъне хатти интиқоли барқӣ ±500 кВ ва 750 кВ ба пурагӣ муқоисаи он дар ҷадвалҳои нишон дода шудааст. Ин маънои онро дорад, ки хатҳои ҳавоии интиқоли барқи ҷараёни доимӣ ±500 кВ аз як хатти интиқоли барқи ҷараёни тағйирёбанда бо шиддати 750 кВ то 36,8% самараноктар мебошад. Интиқоли барқ аз Ҷумҳурии Тоҷикистон ба хориҷи кишвар дар ҳаҷми 1300 МВт бо ёрии хатти интиқоли барқи ҳавоии шиддаташ ±500 кВ оғоз гардидааст. Дар лоиҳаи мазкур Ҷумҳурии Қирғизистон бо интиқоли барқ дар ҳаҷми 300 мВт ба Ҷумҳурии Тоҷикистон ва бо мақсади минбаъд интиқоли он ба Афғонистон ва Покистон иштирок мекунад. Истифодабарандагони ин энергия дар хориҷ Афғонистон дар ҳаҷми 300 МВт ва Покистон дар ҳаҷми 1000 МВт мебошад. Нахустин бор дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Қирғизистон дар бораи фуруши энергияи электрикӣ бо барпо намудани зеристгоҳҳои бо шиддати ±500 кВ дар вилояти Хатлон қарор қабул карда шуд, ки ин на танҳо ба манфиати ҷумҳурии мо, балки барои Осиёи Марказӣ ва Ҷанубӣ манфиатнок хоҳад буд. Харитаи шоҳроҳи хатти интиқоли ҳавоии ҷараёни доимӣ то Афғонистон ва Покистон бо шиддати ±500 кВ пешниҳод шудааст.

Калидвожаҳо: хатти ҳавоӣ, ҷараёни доимӣ, зеристгоҳ, интиқоли барқ, ҷараёни тағйирёбанда, лоиҳа, фуруши энергия, харочоти дисконт, муқоисасозӣ.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В статье рассмотрено технико-экономическое сравнение вариантов расчёта и реализации передачи энергии и целевой выбор электростанций в Таджикистане. Для каждого варианта рассчитана сумма затрат по этапам за период, равный 15 годам, годовые эксплуатационные затраты объекта без учёта затрат на амортизацию – выделенная годовая ставка. Коэффициент регионального расчёта для воздушных линий, для подстанций, сравнение концепций учётных затрат. Для расчёта оборудования на подстанциях и линиях электропередачи помимо этого в таблицах приведено технико-экономическое сравнение двух линий, т.е. ЛЭП ±500 кВ и 750 кВ. Это означает, что воздушная линия электропередачи постоянного тока ±500 кВ до 36,8% эффективнее линии электропередачи переменного тока напряжением 750 кВ. Начата передача электроэнергии из Республики Таджикистан за границу в объёме 1300 МВт с помощью воздушной линии электропередачи напряжением ±500 кВ. Кыргызская Республика участвует в данном проекте, передавая электроэнергию в объёме 300 МВт в Республику Таджикистан, с целью дальнейшей передачи ее в Афганистан и Пакистан. Потребителями этой энергии за рубежом являются Афганистан в объёме 300 МВт и Пакистан в объёме 1000 МВт. Впервые в Республиках Таджикистан и Кыргызстан принято решение о реализации электрической энергии с созданием подстанций напряжением ±500 кВ в Хатлонской области, что будет выгодно не только нашей республике, но и Центральному региону и Южной Азии. Представлена карта воздушной линии электропередачи постоянного тока в Афганистан и Пакистан напряжением ±500 кВ.

Ключевые слова: ВЛ, постоянный ток, подстанция, передача электроэнергии, переменный ток, проект, энергосбыт, учётные затраты, компаратор.

FEASIBILITY STUDY FOR AC AND DC POWER LINES

The article provides a technical and economic comparison of the options for calculating and implementing the transmission of electricity and the target selection of power plants in Tajikistan. For each option, the sum of costs by phases for a period of 15 years, the annual operating costs of the facility, excluding

depreciation costs, was calculated. - set annual rate. District calculation coefficient for overhead lines, for substations, comparison of discount cost concepts. For the calculation of equipment at substations and power lines, in addition, the tables provide a technical and economic comparison of the two lines, i.e. Power lines ± 500 kV and 750 kV. This means that a ± 500 kV DC overhead transmission line is up to 36.8% more efficient than a 750 kV AC transmission line. Transmission of electricity from the Republic of Tajikistan abroad in the amount of 1300 MW via an overhead power line with a voltage of ± 500 kV has begun. The Kyrgyz Republic participates in this project by transmitting electricity in the amount of 300 MW to the Republic of Tajikistan, with a view to further transmission to Afghanistan and Pakistan. The consumers of this energy abroad are Afghanistan in the amount of 300 MW and Pakistan in the amount of 1000 MW. For the first time in the Republic of Tajikistan and Kyrgyzstan, a decision was made to sell electricity with the creation of substations with a voltage of ± 500 kV in the Khatlon region, which will be beneficial not only for our republic, but also for Central and South Asia. A map of DC overhead lines to Afghanistan and Pakistan with a voltage of ± 500 kV is presented.

Keywords: overhead line, direct current, substation, power transmission, alternating current, project, power supply, discount costs, comparator.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Чаҳонгири Абдулвоҳид* - Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон, номзади илмҳои техникӣ, муаллими калони кафедраи автоматонии ҳаракатовараҳои барқӣ. **Суроға:** 735162, н.Кушониён, Ҷумҳурии Тоҷикистон, вилояти Хатлон, кӯчаи Н.Хусрав, 73. E-mail: aj_07@bk.ru. Телефон: (+992) 777-07-65-39

Сведения об авторе: *Джаҳонгири Адулвоҳид* - Институт энергетикаи Таджикистана, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры автоматизированного электропривода. **Адрес:** 735162, р.Кушониён, Республика Таджикистан, Хатлонская область, улица Н. Хусрава 73. E-mail: aj_07@bk.ru. Телефон: (+992) 777-07-65-39

Information about the author: *Jahongiri Adulvokhid* - Institute of Energy of Tajikistan, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Automated Electric Drive. **Address:** 735162, Kushoniyon river, Republic of Tajikistan, Khatlon region, N. Khusrav street 73. E-mail: aj_07@bk.ru. Phone: (+992) 777-07-65-39

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА ЦЕНТРОБЕЖНОЙ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ШАРИКОВ НА СТАНКЕ С НАПРАВЛЯЮЩИМИ ПЛАСТИНАМИ

Холов Ф.Б., Мирзоалиев И.М., Имомов Н.Б., Гулов С.С.
Таджикский технический университет имени М.С. Осими

Введение. Производство изделий из самоцветных камней связано с большими трудозатратами и малой производительностью. При изготовлении изделий из камня доля операций, выполняемых вручную или средствами малой механизации, остается все еще весомой. Поэтому совершенствование техники и технологии производства в этом направлении может существенно повысить эффективность производства изделий из самоцветных камней [9; 11; 14]. Шаровидные изделия составляют основу большинства изделий из самоцветных камней.

Традиционно используемые при формообразовании кубических заготовок методы галтовки во вращающихся барабанах с горизонтальной осью вращения мало производительны [4; 7]. Проведённые исследования позволили разработать наиболее производительный метод формообразования шариков из самоцветных камней, одновременно обеспечивающий качественную обработку [1].

Основная часть

Влияние продолжительности обработки на величину съема. Проведены ряд экспериментальных исследований по выявлению зависимости величины съема от продолжительности обработки. Производилась обработка офиокальцита и лазурита в сухой и в жидкой среде, при различных скоростях резания. Исследование зависимости производительности от продолжительности обработки показало, что при сухой и жидкостной обработке офиокальцита производительность обработки прямо-пропорциональна продолжительности обработки и выражается следующими зависимостями:

$$Q_{1c} = f(t) = 2,5 + 0,24t, \text{ - при } V = 5 \text{ м/сек;} \quad (1)$$

$$Q_{2c} = -2,1 + 0,367t, \text{ - при } V = 10 \text{ м/сек;} \quad (2)$$

$$Q_{3c} = 0,8 + 0,318t, \text{ - при } V = 15 \text{ м/сек;} \quad (3)$$

$$Q_{1ж} = f(t) = 0,9 + 0,32t, \text{ - при } V = 5 \text{ м/сек;} \quad (4)$$

$$Q_{2ж} = 7, + 0,32t, \text{ - при } V = 10 \text{ м/сек;} \quad (5)$$

$$Q_{2ж} = 11,6 + 0,386t, \text{ - при } V = 15 \text{ м/сек;} \quad (6)$$

В формулах 1-6 приведены результаты экспериментального исследования зависимости величины съема от продолжительности обработки при сухой обработке офиокальцита (1-3) и в жидкой среде (4-6), при различных скоростях резания.

Исследование зависимости производительности от продолжительности обработки лазурита в сухой (7-9) и в жидкой среде (10-12), в рассматриваемых диапазонах выражается следующими зависимостями (7-12):

$$Q_{1c} = f(t) = 1,1 + 0,2t, \text{ - при } V = 5 \text{ м/сек;} \quad (7)$$

$$Q_{2c} = -0,5 + 0,273t, \text{ - при } V = 10 \text{ м/сек;} \quad (8)$$

$$Q_{3c} = -3,4 + 0,372t, \text{ - при } V = 15 \text{ м/сек;} \quad (9)$$

$$Q_{1ж} = f(t) = 0,2 + 0,28t, \text{ - при } V = 5 \text{ м/сек;} \quad (10)$$

$$Q_{2ж} = 6,2 + 0,3t, \text{ - при } V = 10 \text{ м/сек;} \quad (11)$$

$$Q_{3ж} = 5,9 + 0,338t, \text{ - при } V = 15 \text{ м/сек;} \quad (12)$$

Как следует из уравнений (1-12), величина съема в рассмотренных интервалах прямо-пропорциональна продолжительности обработки. Производительность обработки в жидкой среде (уравнения 4-6 и 10-12) выше, чем сухой (уравнения 1-3 и 7-9). В данных диапазонах обработки в среднем производительность в жидкой среде на 24% выше, чем при сухой обработке.

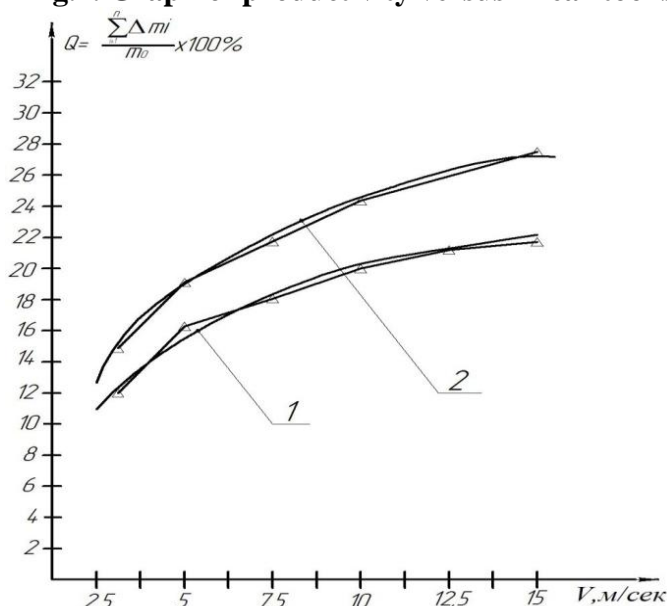
Влияние линейной скорости инструмента на производительность обработки.

Инструмент в виде абразивного круга вращается и взаимодействует с заготовками. Обработка поверхности заготовок происходит под воздействием массового высокоскоростного врезания абразивных зерен на обрабатываемый материал. При этом отдельными зернами снимаются мельчайшие стружки. Промежуток времени, в течение которого снимается стружка, примерно составляет 10^{-4} – 10^{-5} сек. Так как количество участвующих в процессе резания зерен много, общее количество стружек, снимаемых за единицу времени, велико [13; 15; 5].

На производительность и качество поверхности при обработке влияют такие факторы, как: физико-химические свойства обрабатываемого материала, зернистость абразива и формы абразивных зерен, скорость взаимодействия абразивных зерен с заготовками, сила прижима в зоне контакта, заготовка, инструмент, материал абразива, связка абразивного инструмента, размеры и формы инструмента, смазочно-охлаждающая жидкость, точность и жесткость станка, качество правки шлифовального инструмента, режим обработки. Исследование влияния линейной скорости инструмента на производительность обработки приведено на рисунке 1. Как видно из рисунка, с увеличением скорости с 5 м/сек до 15 м/сек величина съема возрастает примерно на 10% при обработке офиокальцита и на 6% при обработке лазурита.

Рис.1. График зависимости производительности от линейной скорости инструмента при обработке офиокальцита

Fig.1. Graph of productivity versus linear tool speed when processing ophiocalcite



1. При сухой обработке. 2. При обработке в жидкой среде.

Влияние зернистости абразива на производительность обработки. Абразивные инструменты отличаются разными параметрами, один из которых – зернистость абразивного или алмазного круга. Этот показатель непосредственно влияет на качество обработанной поверхности и производительность обработки.

Под зернистостью понимают размер кристалла абразивного вещества в микронах. В качестве абразивного вещества может выступать электрокорунд, карбид кремния, алмаз и другие материалы, обладающие высокой твердостью. Механическое воздействие этих частиц на обрабатываемую поверхность позволяет изменять шероховатость поверхности, удалять поверхностный слой [2; 8].

Шлифовальный круг - это режущий абразивный инструмент. Он может использоваться для ручной обработки поверхности или же для работы на станках или специальных шлифовальных приспособлениях. Шлифовальные круги подразделяются по многим параметрам. Обязательным для каждого вида является наличие абразивных материалов и связующих элементов.

Зерна абразивного материала могут быть выполнены из:

- карбида кремния;
- алмаза (искусственного или природного);
- электрокорунда;
- эльбора.

Именно зернистость шлифовальных кругов определяет их основное функциональное назначение. Абразивный материал срезает микроскопическую стружку с деталей или материала. Что касается связки, то она может иметь искусственное или природное происхождение. Назначение связки - прочно скреплять зерна между собой.

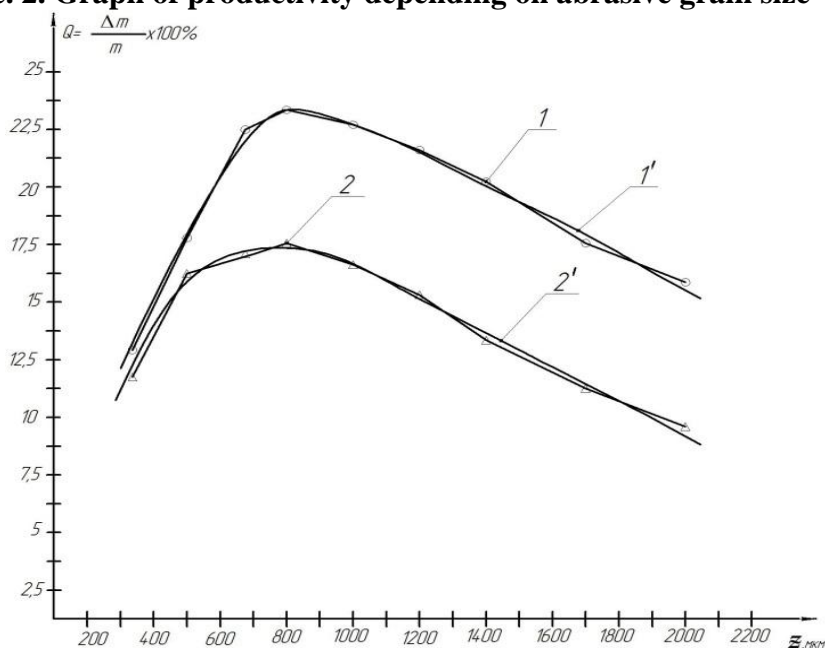
Размер зерна шлифовального круга определяет количество материала, которое снимается за один проход и общая производительность обработки.

На рисунке 2 приводится график зависимости производительности обработки от зернистости абразива при обработке самоцветных камней офиокальцита и лазурита.

Как видно из графика, производительность обработки имеет нелинейный характер. При мелкой зернистости производительность невысокая. При обработке офита, когда зернистость в пределах 800-1200 мкм достигается наибольшая производительность. При зернистости абразива больше 1200 постепенно снижается производительность обработки. При обработке лазурита наибольшая производительность наблюдается при зернистостях 660- 900мкм. Дальнейшее повышение зернистости снижает производительность обработки. Зернистость шлифзерна и шлифпорошка указывается цифрами, например, шлифзерно 200. Цифра в данном случае означает размер зерна абразива в мкм.

В отличие от шлифзерна и шлифпорошка в обозначении зернистости микропорошков добавляют букву М. Номер порошка соответствует наибольшему размеру (мкм) зерен основной фракции. Например, микропорошок размером основной фракции 28-20мкм обозначают М28 [12; 6].

Рис. 2. График зависимости производительности от зернистости абразива
Rice. 2. Graph of productivity depending on abrasive grain size



1. При обработки офиокальцита; 2. При обработки лазурита

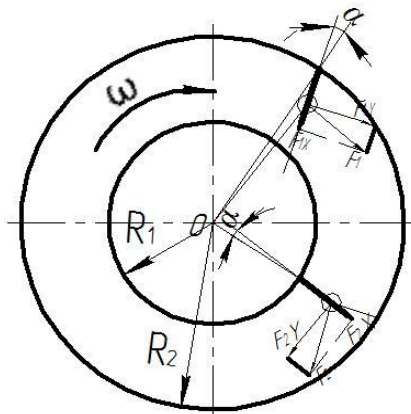
Влияние угла наклона направляющей пластины на перемещение заготовок. Угол наклона направляющей пластины оказывает влияние на износ инструмента и направление перемещения заготовок при обработке.

Пластина перемещающий заготовок к центру от периферии расположен под углом α к радиусу в данной точке. Силу, действующую на пластину со стороны шарика F_1 , можно разложить на составляющие F_{1x} и F_{1y} (рис. 3). Сила F_{1x} толкает шарик от периферии к центру. Величина этой силы зависит от коэффициента трения шарика по абразивному кругу и величины

угла α . Если $\alpha=0$ сила перпендикулярно пластине и шарик не передвигается по пластине. В этом случае $F_1 = F_{тр.ш.}$ и направлена противоположно ему.

Рисунок 3. Влияние угла наклона направляющей пластины на направление движение заготовок

Figure 3. The influence of the angle of inclination of the guide plate on the direction of movement of the workpieces



Влияние угла наклона направляющей пластины на время задержки заготовок при обработке и износ инструмента. Угол наклона направляющей пластины оказывает влияние на время задержки заготовок на определенных участках инструмента при обработке.

Пластина, перемещающая заготовок к центру от периферии расположена под углом α к радиусу в данной точке. Силу, действующую на пластину со стороны шарика F_1 , можно разложить на составляющие F_{1x} и F_{1y} (рис.). Сила F_{1x} толкает шарик от периферии к центру. Величина этой силы зависит от коэффициента трения шарика по абразивному кругу и величины угла α . Если $\alpha=0$ сила перпендикулярна пластине и шарик не передвигается по пластине. В этом случае $F_1 = F_{тр.ш.}$ и направлена противоположно ему.

Рисунок 4. График зависимости времени одного круга заготовки от угла наклона пластины, направляющей их к периферии

Figure 4. Graph of the time of one circle of the workpiece versus the angle of inclination of the plate directing them to the periphery

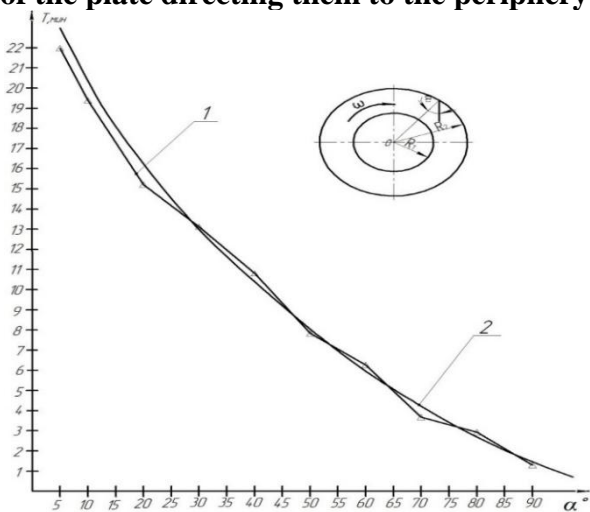
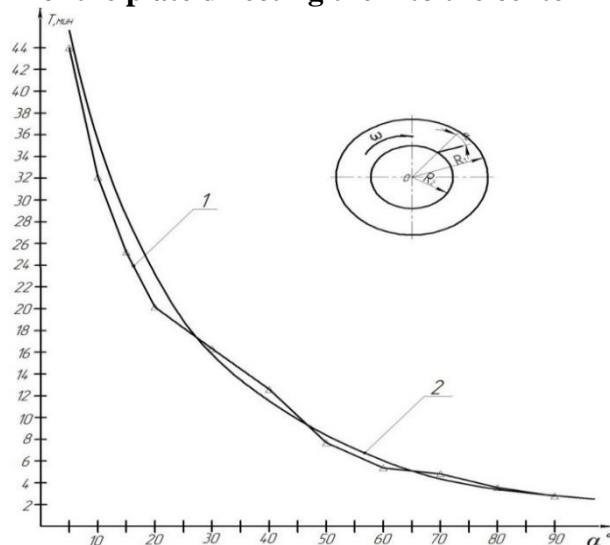


Рисунок 5. График зависимости времени одного круга заготовки от угла наклона пластины, направляющей их к центру

Figure 5. Graph of the time of one circle of the workpiece versus the angle of inclination of the plate directing them to the center



Под действием этих сил происходит вращение шарика вокруг своей оси (рис.3). Сила трения шарика по пластине $F_{тр.пл.}$ препятствует вращению шарика. По этой причине происходит скольжение шарика по поверхности круга. Величина силы трения $F_{тр.ш.}$ зависит от коэффициента трения материала пластины. Чем больше сила трения $F_{тр.пл.}$, тем больше производительность обработки. Для увеличения коэффициента трения к поверхности пластины приклеиваем резину.

$$A_{тр} = F_{тр} \times \omega_{кр} \times t_i \times \chi_k \quad (1)$$

$$\frac{A_{мп1}}{A_{мп2}} = \frac{R_{i1}}{R_{i2}} = \frac{t_{i2}}{t_{i1}} \quad (2)$$

Рис.6. Изнашивание инструмента при обработке мелких заготовок и отсутствие направляющих пластин

Fig.6. Tool wear when machining small workpieces and missing guide plates

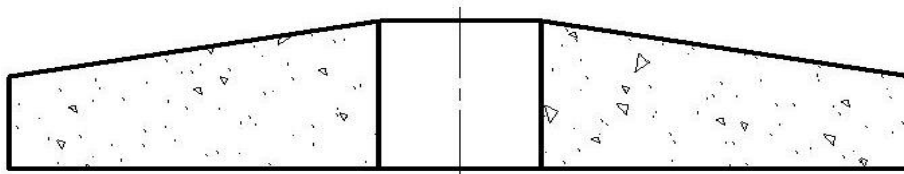
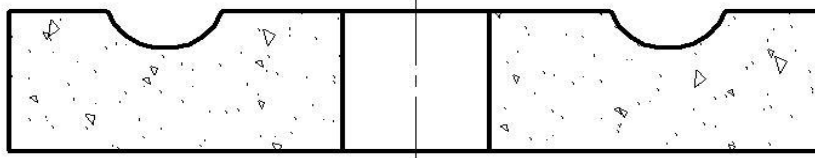


Рис.7. Изнашивание инструмента при обработке крупных заготовок (шаров) и отсутствие направляющих пластин

Fig.7. Tool wear when processing large workpieces (balls) and lack of guide plates

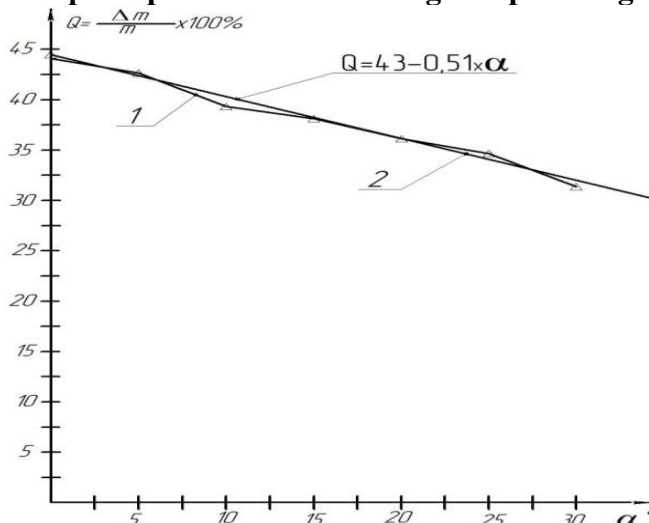


По этой причине происходит скольжение шарика по поверхности круга. Величина силы трения $F_{тр.ш.}$ зависит от коэффициента трения материала пластины. Чем больше сила трения $F_{тр.пл.}$, тем больше производительность обработки. Для увеличения коэффициента трения к поверхности пластины приклеиваем резину.

Экспериментальные исследования показали, что с возрастанием угла наклона пластины происходит незначительное снижение производительности.

Рис.7. График зависимости производительности от угла наклона направляющей пластины

Fig.7. Graph of performance versus guide plate angle



1. Экспериментальные данные; 2. Аппроксимация результатов эксперимента

Проведение многофакторного эксперимента и обработка полученных результатов.
Исследование процесса центробежной абразивной обработки на станке с направляющими пластинами.

Полученные математические модели процесса обработки позволяют рассчитать в зависимости от режимов обработки выходные параметры процесса (в данном случае производительность и исправление формы). Можно решать и обратную задачу - при требуемом значении параметров назначить режимы обработки, позволяющие обеспечить эти параметры. Эти модели, устанавливающие функциональные связи параметров и факторов процесса галтовки, также важны при автоматизации управления этими процессами [16; 10].

Рассмотрим процесс формообразования шаровидных изделий для двух факторов: продолжительность обработки и линейная скорость инструмента [3].

При обработке использовали заготовки кубической формы из офиокальцита, размеры граней $12 \div 18$ мм.

Интервалы варьирования факторов в нашем случае следующие:

- продолжительность обработки $t=20 \div 120$ мин.
- линейная скорость вращения барабана - $V = 5 \div 15$ м/сек;

Нами исследованы влияния факторов на следующие параметры процесса обработки:

- $Q = (\Delta m/m) \times 100\%$, где m -масса заготовки до обработки; Δm -потеря массы в результате обработки.

Значение производительности Q характеризует процент потери исходной массы при обработке. Данные, полученные в результате эксперимента, приведены в таблицах 1 и 2.

Значения Q определены как среднее арифметическое значение из трех измерений.

Уравнение математической модели имеет вид: - $Y_0 = v_0 + v_1 X_1 + v_2 X_2 + v_{1,2} X_1 X_2$, где X_1 - кодированное значение времени обработки; X_2 - кодированное значение линейной скорости инструмента. Связь между кодированным и натуральным значениям факторов следующая:

$$X_1 = \frac{\bar{x}_1 - 70}{50}, X_2 = \frac{\bar{x}_2 - 10}{5}$$

При обработке офиокальцита в сухую

Таблица 1.; Table 1.

№	X_0	X_1	X_2	$X_1 X_2$	Q
1	+	-	-	+	6
2	+	+	-	-	32
3	+	-	+	-	7
4	+	+	+	+	44

Таблица 2. Обработка офиокальцита в водной среде
Table 2. Processing of opihocalcite in an aqueous environment

№	X_0	X_1	X_2	$X_1 X_2$	Q
1	+	-	-	+	7
2	+	+	-	-	41
3	+	-	+	-	16
4	+	+	+	+	52

Таблица 3. При обработке лазурита в сухую
Table 3. When processing lapis lazuli dry

№	X_0	X_1	X_2	$X_1 X_2$	Q
1	+	-	-	+	4
2	+	+	-	-	25
3	+	-	+	-	5,5
4	+	+	+	+	42

Уравнение регрессии для двух факторов имеет следующий вид:

$$Y_0 = v_0 + v_1 X_1 + v_2 X_2 + v_{1,2} X_1 X_2$$

Таблица 4. Обработка лазурита в водной среде
Table 4. Processing of lapis lazuli in an aqueous environment

№	X ₀	X ₁	X ₂	X ₁ X ₂	Q
1	+	-	-	+	6
2	+	+	-	-	36
3	+	-	+	-	10
4	+	+	+	+	46

Определяем коэффициенты математической модели зависимости производительности обработки от исследуемых факторов для обработки лазурита в сухую:

$$B_0 = \frac{6+32+7+44}{4} = \frac{89}{4} = 22,25;$$

$$B_1 = \frac{-6+32-7+44}{4} = \frac{63}{4} = 15,75;$$

$$B_2 = \frac{-6-32+7+44}{4} = \frac{13}{4} = 3,25;$$

$$B_{1,2} = \frac{6-32-7+44}{4} = \frac{11}{4} = 2,75;$$

Подставляя значение коэффициентов в уравнение регрессии, получим уравнение зависимости производительности от факторов в натуральных единицах.

Для обработки офиокальцита в сухую, уравнение 1;

$$Q = 22,25 + 15,75 \left(\frac{t-70}{50} \right) + 3,25 \left(\frac{V-10}{5} \right) + 2,75 \left(\frac{t-70}{50} \right) \left(\frac{V-10}{5} \right) \quad (1)$$

аналогично для обработки офиокальцита в водной среде уравнение 2;

$$Q = 29 + 17,5 \left(\frac{t-70}{50} \right) + 5 \left(\frac{V-10}{5} \right) + 0,5 \left(\frac{t-70}{50} \right) \left(\frac{V-10}{5} \right) \quad (2)$$

лазурита при обработке в сухую, уравнение 3;

$$Q = 19,125 + 14,375 \left(\frac{t-70}{50} \right) + 4,625 \left(\frac{V-10}{5} \right) + 3,875 \left(\frac{t-70}{50} \right) \left(\frac{V-10}{5} \right) \quad (3)$$

и лазурита в водной среде, уравнение 4.

$$Q = 24,5 + 16,5 \left(\frac{t-70}{50} \right) + 3,5 \left(\frac{V-10}{5} \right) + 1,5 \left(\frac{t-70}{50} \right) \left(\frac{V-10}{5} \right) \quad (4)$$

Заключение. Для снижения трудоёмкости изготовления шариков и уменьшения ручного труда при их изготовлении предложена новая конструкция станка для центробежной абразивной обработки самоцветных камней.

Отличительной особенностью данного станка является возможность обеспечения равноизносности инструмента, что повышает ресурс его работы. Исследовано влияние основных факторов на производительность процесса центробежной абразивной обработки на станке с направляющими пластинами. В том числе исследованы: влияние продолжительности обработки на величину съема; влияние линейной скорости инструмента на производительность обработки; влияние зернистости абразива на производительность обработки; влияние угла наклона направляющей пластины на износ инструмента и производительность обработки; влияние угла наклона направляющей пластины на равномерность изнашивания инструмента при обработке.

Установлены основные зависимости производительности от факторов процесса обработки. Проведением многофакторных экспериментов установлена взаимосвязь факторов и производительности обработки в виде уравнения регрессии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зверовщиков В.З. Технологическое обеспечение качественных показателей поверхности деталей на основе центробежной обработки дискретным шлифовальным материалом: диссерт. на соискание уч. степени д.т.н. / В.З. Зверовщиков. – Пенза, 2005. -518 с.
2. Карюк Г.Г. Обработка камня инструментом из синтетического алмаза / Г.Г. Карюк, Б.Л. Осетинский. -Киев, 1968. -23 с.
3. Кацев П.Г. Статические методы исследования режущего инструмента / П.Г. Кацев. -М.: Машиностроение, 1974. -231 с.
4. Косухин Л.Ф. Авт.свид. №1093508 (СССР), М.кл. В 24 В 31/08. Устройство для центробежно-абразивной обработки деталей / Л.Ф. Косухин, Н.С. Федотва -Опубл. 23.05.1984-Б.И.№19.

5. Крагельский И.В. Трение и износ / И.В. Крагельский. -М.: Машиностроение, 1968. -480 с.
6. Малиновский Г.Т. Масляные смазочно-охлаждающие жидкости для обработки металлов резанием / Г.Т. Малиновский. -М.: Химия, 1998. -192 с.
7. Малый патент TJ 1199 МПК В24В 31/108; В24В 11/00. Оpubл. 08.07.2021. Бюл. 177, 2021. Устройства для центробежной абразивной обработки шариков / Имомов Н.Б.(ТJ); Мирзоалиев И. (ТJ); Мирзоалиев А.И. (ТJ); Мамадназарова М.С. (ТJ); Амонов С.Т. (ТJ); Назарзода Н.М. (ТJ)
8. Маслов Е.Н. Теория шлифования материалов / Е.Н. Маслов. -М.: Машиностроение, 1974. -320 с.
9. Повышение эффективности процесса центробежной абразивной обработки изделий из самоцветных камней. Монография / А.И. Мирзоалиев, А.Н. Убайдуллоев, И. Мирзоалиев, Т.А. Ходжаев. –Душанбе, 2020. -127 с.
- 10.Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсионных системах: Избранные труды. Физико-химическая механика / П.А. Ребиндер. -М.: Наука, 1979. -318 с.
- 11.Серегин А.А. Авт.свид. №1093507 (СССР), М.кл. В 24 В 31/108 Устройство для центробежно-абразивной обработки деталей / А.А. Серегин, В.В. Рябов и Л.Ф. Борзина -Оpubл. 23.05.1984-Б.И.№19.
- 12.Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под общей ред. С.Г. Энтелеса, Э.М. Берлинера. -2-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение, 1995. -496 с.
- 13.Ткачев В.Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания / В.З. Зверовщиков. -М.: Машиностроение, 1995. -336 с.
- 14.Фасатуров С.С. Авт. свид. №1549728 (СССР), М.кл. В24В 31/108. Центробежная установка для объемной обработки деталей / С.С. Фасатуров. -Опубликовано 15.03. 1990-Б.И. №10, 1983.
- 15.Хрущов М.М. Исследование изнашивания металлов / М.М. Хрущов, М.А. Бабичев. -М.: АН СССР, 1960. -351 с.
- 16.Худобин Л.В. Смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при шлифовании / Л.В. Худобин. -М.: Машиностроение, 1971. -214 с.

ТАЪСИРИ РЕЖИМҲОИ БУРРИШ БА МАҲСУЛНОКИИ РАВАНДИ КОРКАРДИ АБРАИВИИ САҚҚОҶО ДАР ДАСТГОҲИ ЛАВҲАЧАҲОИ РАВИШДИҲАНДА ДОШТА

Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои таҳқиқоти таъсири омилҳои асосӣ ба маҳсулнокии раванди коркарди абразивии марказшитоби саққоҷаҳо аз сангҳои ҷавохиротӣ дар мошини лавҳачаҳои равишдҳанда дошта оварда шудаанд. Аз ҷумла, омӯхта шудаанд: таъсири давомнокии коркард ба ҳаҷми хурдашавӣ; таъсири суръати хаттии асбоб ба маҳсулнокии коркард; таъсири андозаи донаҳои абразивӣ ба маҳсулнокии коркард; таъсири кунчи тамоили лавҳачаҳои равишдҳанда ба фарсудашавии асбоб ва маҳсулнокии коркард; таъсири кунчи тамоили лавҳачаҳои равишдҳанда ба якрангии фарсудашавии асбобҳо ҳангоми коркард.

Калидвожаҳо: маҳсулнокии коркард, сангҳои ҷавохиротӣ, лавҳачаҳои равишдҳанда, суръати хаттӣ, шаклсозӣ.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА ЦЕНТРОБЕЖНОЙ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ШАРИКОВ НА СТАНКЕ С НАПРАВЛЯЮЩИМИ ПЛАСТИНАМИ

В данной статье приведены результаты исследования влияния основных факторов на производительность процесса центробежной абразивной обработки шариков из самоцветных камней на станке с направляющими пластинами. В том числе исследованы: влияние продолжительности обработки на величину съема; влияние линейной скорости инструмента на производительность обработки; влияние зернистости абразива на производительность обработки; влияние угла наклона направляющей пластины на износ инструмента и производительность обработки; влияние угла наклона направляющей пластины на равномерность изнашивания инструмента при обработке.

Ключевые слова: производительность обработки, самоцветные камни, направляющие пластины, линейная скорость, формообразование.

INFLUENCE OF CUTTING MODES ON THE PERFORMANCE OF THE PROCESS OF CENTRIFUGAL ABRASIVE MACHINING OF BALLS ON A MACHINE WITH GUIDE PLATES

This article presents the results of a study of the influence of the main factors on the productivity of the process of centrifugal abrasive processing of balls of semi-precious stones on a machine with guide plates. In particular, the following were studied: the influence of processing duration on the amount of removal; influence of tool linear speed on processing performance; the influence of abrasive grain size on processing performance;

the influence of the guide plate inclination angle on tool wear and machining performance; influence of the angle of inclination of the guide plate on the uniformity of tool wear during processing.

Keywords: processing performance, semi-precious stones, guide plates, linear speed, shaping.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Холов Фаридун Буриевич* – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ассистенти кафедраи технологияи мошинҳо ва таҷҳизотҳои истеҳсолоти полиграфӣ. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабов, 10. Телефон: (+992) 904319494. E-mail: f_3450@mail.ru

Имомов Назаралӣ Бароталиевич – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ассистенти кафедраи технологияи мошинсозӣ, дастгоҳҳо ва асбобҳои металлбурӣ. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабов, 10. Телефон: (+992) 987215219. E-mail: imomov@gmail.com

Мирзоалиев Исроил – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, дотсенти кафедраи технологияи мошинсозӣ, дастгоҳҳо ва асбобҳои металлбурӣ. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабов, 10. Телефон: (+992) 919971476. E-mail: tmmsii74@mail.ru

Гулов Саломиддин Садриддинович – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, дотсенти кафедраи масолеҳшиносӣ, мошинҳо ва таҷҳизоти металлургӣ. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи Академикҳо Раҷабов, 10. Телефон: (+992) 100805217. E-mail: gulov.1971@mail.ru

Сведения об авторах: *Холов Фаридун Буриевич* – Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, ассистент кафедры технология, машины и оборудования полиграфического производства. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 904319494. E-mail: f_3450@mail.ru

Имомов Назарали Бароталиевич – Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, ассистент кафедры технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 918266826. E-mail: kholmuratovturob@gmail.com

Мирзоалиев Исроил – Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, доцент кафедры технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 919971476. E-mail: tmmsii74@mail.ru

Гулов Саломиддин Садриддинович – Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, доцент кафедры материаловедения, металлургические машины и оборудования. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 100805217. E-mail: gulov.1971@mail.ru

Information about the authors: *Kholov Faridun Burievich* – Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, assistant at the department of technology, machines and equipment for printing production. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: (+992) 904319494. E-mail: f_3450@mail.ru

Imomov Nazarali Barotalievich – Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, assistant at the department of mechanical engineering technology, metal-cutting machines and tools. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: (+992) 918266826. E-mail: kholmuratovturob@gmail.com

Mirzoaliev Isroil – Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, associate professor of the department of mechanical engineering technology, metal-cutting machines and tools. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: (+992) 919971476. E-mail: tmmsii74@mail.ru

Gulov Salomiddin Sadriddinovich – Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Associate Professor of the Department of Materials Science, Metallurgical Machines and Equipment. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: (+992) 100805217. E-mail: gulov.1971@mail.ru

РАСПОЛОЖЕНИЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА В СТ-4 РОГУНСКОЙ ГЭС

Хасанов Н.М., Давронов Д.К., Хасанов М.Н.

Таджикский технический университет, им. акад. М.С.Осими,
Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана

Введение. Рогунская ГЭС является судьбоносным объектом, важным источником жизненных благ для народа Таджикистана. Начало деятельности электростанции является важнейшим событием в истории государственности, и оно золотыми буквами будет вписано в историческую летопись. Ибо производимое здесь экологически чистое электричество полностью удовлетворит запросы Таджикистана и даст серьезный толчок развитию национальной экономики страны.

С вводом в эксплуатацию Рогунской ГЭС на полную мощность будет решен ряд существенных вопросов. В частности, будет полностью покрыт дефицит электроэнергии в зимнее время и увеличатся экспортные возможности энергетической системы Таджикистана, а также будет продлен срок эксплуатации всех гидроузлов каскада реки Вахш, что даст возможность по каскадному регулированию гидроэлектростанций оптимизировать деятельность энергетической системы и увеличить выработку электроэнергии на нижележащих станциях.

Состав сооружений ГЭС включает:

- каменно-набросную плотину с противофильтрационным ядром из суглинка высотой 335 м и объемом 73,6 млн м³;

- 7строительных и эксплуатационных водосбросных тоннельных сооружений с рабочими напорами на затворах от 150 до 200 м и диаметрами тоннелей от 10 до 15 м, общей пропускной способностью 8220 м³/сек;

- многоуровневый 5-ярусный глубинный водоприемник с проектным напором на аварийно-ремонтных затворах в 140 м;

- 6 подводящих турбинных водоводов с металлической облицовкой диаметром 7,5-7,0 м с напорной шахтой высотой 212 м и горизонтальным участком 356 м;

- подземное здание ГЭС;

- подземное помещение трансформаторов;

- селезащитный комплекс в основании плотины с металлической облицовкой и оборудованием;

- транспортные тоннели и подходные штольни общей длиной около 75 км.

Гидротехнические тоннели и другие подземные сооружения на гидроузлах применяют не только на гидравлических и гидроаккумулирующих станциях, но и используют их в системах мелиорации и водоснабжения, для переброски стока рек, соединения водоемов, применяют в городском хозяйстве в качестве канализационных и водопроводных коллекторов, они служат также для сброса паводковой воды из водохранилищ, отвода селей и строительных расходов рек.

Подземные гидротехнические сооружения широко распространены при строительстве гидроузлов. Гидротехнические тоннели различного назначения, шахтные турбинные водоводы, уравнильные шахты и резервуары, подземные машинные залы, камеры затворов и трансформаторные помещения входят в состав многих построенных и запроектированных ГЭС. Крупнейшие подземные комплексы Нурекской и Рогунской ГЭС и других являются уникальными в отечественной практике [5].

Материалы и методы исследования. Геотехническое оборудование и мониторинг строительного тоннеля СТ-4 на правом берегу створа плотины Рогунской ГЭС входят в состав напорной части тоннеля, камеры затворов и безнапорных тоннелей. Анализ порядка организации приборов приводится только для той части СТ-4, которая входит в объем работ,

т.е. между пикетами 06+00 м и 17+16 м. В основном, геотехническое оборудование в СТ-4 включает многоточечные экстензометры и вибрационные струнные (ВС) пьезометры.

Схема организации наблюдений составлена с учетом конкретных датчиков выбранных типов, представленных в настоящее время на рынке. В то же время предполагается, что прочие аналогичные типы датчиков от других поставщиков также могут быть использованы, если они удовлетворяют основным требованиям функциональности, т.е. отвечают базовым спецификациям, обеспечивают тот же диапазон точности и т.п.

Контрольно-измерительное оборудование, предназначенное для измерения некоторых геотехнических характеристик, например, порового давления воды и смещений вокруг тоннеля приведено в таблице 1.

Таблица 1. Геотехническое оборудование в СТ-4 – Местоположение измерительных створов в тоннеле с указанием типа и количества приборов
Table 1. Geotechnical equipment in ST-4 - Location of measuring points in the tunnel, indicating the type and number of devices

№ створа	Местоположение	Прибор		Сбор данных
		Тип	Кол-во	
Створ 1	Пк. 06+70 м (Изгиб тоннеля)	Пьезометр ВС (L=5 м)	2	Пульт управления в МТТ-1 на Пк. 03+50 м
Створ 2	Пк. 08+40 м (Ионахский разлом)	Пьезометр ВС (L=5 м)	5	
Створ 2		многоточечный экстензометр (4 м, 8 м, 15 м и 30 м)	3	
		Створ 3	Пк. 12+60 м (участок разветвления)	Пьезометр ВС (L=5 м)
Створ 3		многоточечный экстензометр (4 м, 8 м, 15 м и 30 м)	3	
		Створ 4	Пк. 13+40 м (до разветвления, в обеих ветвях тоннеля)	Пьезометр ВС (L=5 м)
Створ 4		Многоточечный экстензометр (3 м, 6 м, 9 м и 18 м)	6	
		Створ 5	Пк. 13+65 м (до затворов, в обеих ветвях тоннеля)	Нивелировочные рейки
Створ 6	Пк. 13+80 м (до затворов, в обеих ветвях тоннеля)	Видеокамера	4	
Створ 7	Пк. 14+20 м (разлом 35 в СТ4-А)	многоточечный экстензометр (3 м, 6 м, 9 м и 18 м)	3	
Створ 8	Пк. 14+35 м (разлом 35 в СТ4-Б)	Пьезометр ВСs (L=5 м)	5	
		многоточечный экстензометр (3 м, 6 м, 9 м и 18 м)	3	
Створ 9	Пк. 17+00 м (Near the tunnel outlet, in both bran Pkes of the tunnel)	Пьезометр ВСs (L=5 м)	10	
		многоточечный экстензометр (3 м, 6м, 9 м, 18 м)	6	

Строительный тоннель СТ-4 Рогунской ГЭС 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.

Геотехническое оборудование строительного тоннеля СТ-4 установлено в девяти измерительных створах. Геологический план и продольный профиль СТ4 между пикетами 06+00 м и 17+16 м показаны на рисунках 1 и 2, в которых показано расположение девяти измерительных створов.

Кроме того, на рисунке 3 представлен план СТ4 с маршрутом соединительного кабеля, ведущего к двум пультам управления по створам 1 и 2, а на рисунке 4 – по створам с 3 по 9.

Это схема размещения пьезометров и экстензометров приведена на рисунке 5.

Рисунок 1. Геологический продольный профиль СТ-4 между пикетами 06+00м и 17+16 с расположением 9 створов

Figure 1. Geological longitudinal profile ST-4 between pickets 06+00m and 17+16 with the location of 9 sections

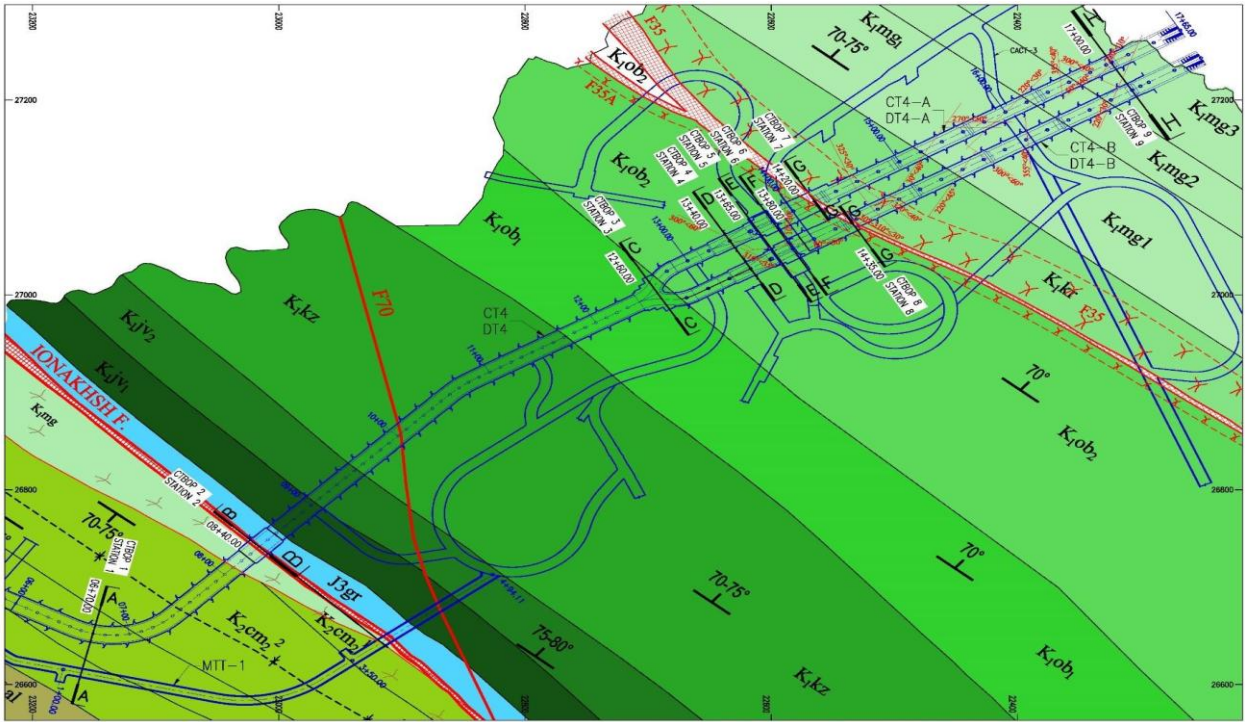


Рисунок 2. Геологический продольный профиль СТ-4 между пикетами 06+00 м и 17+16 м с расположением 9 створов

Figure 2. Geological longitudinal profile ST-4 between pickets 06+00 m and 17+16 m with the location of 9 sections

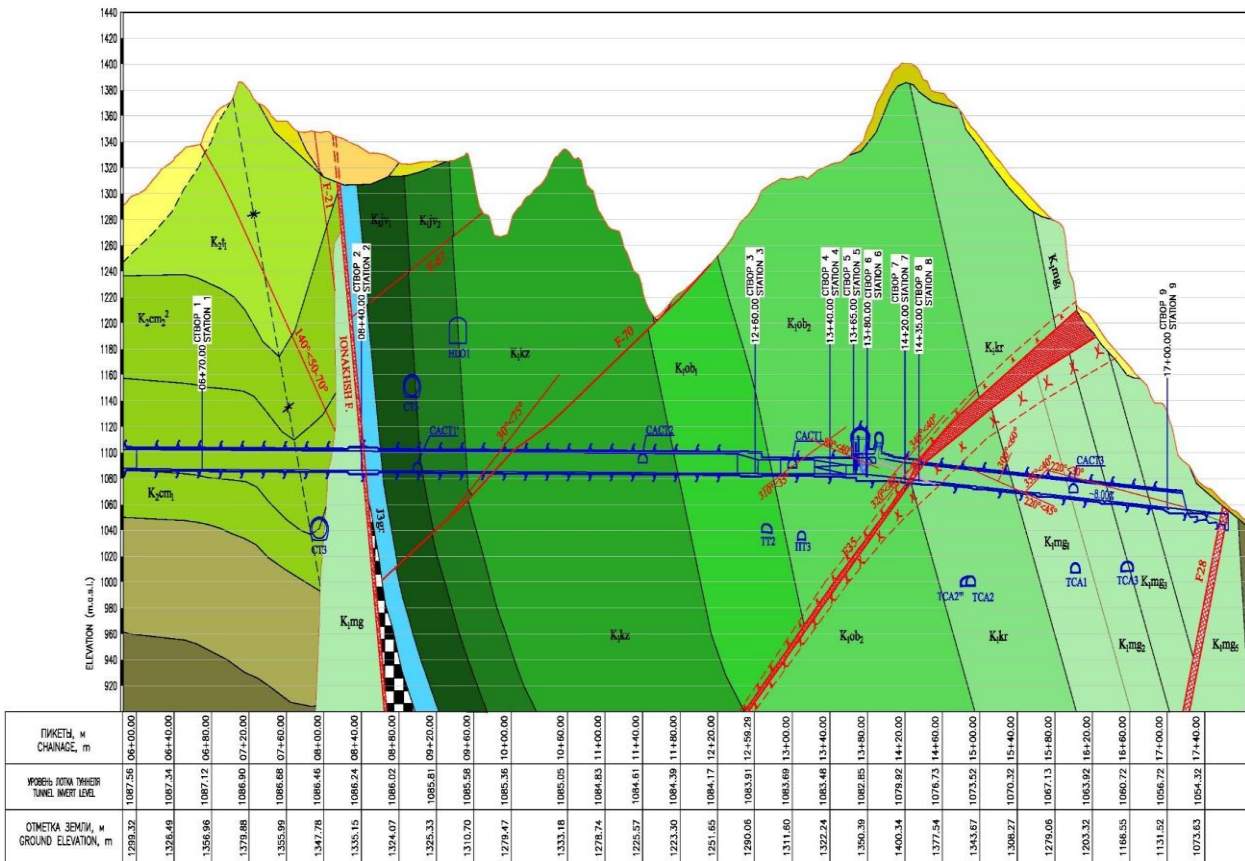


Рисунок 3. Расположение створов 1 и 2, а также маршрутов соединительных кабелей, ведущих к пульту управления в туннеле МТТ-1

Figure 3. Location of sections 1 and 2, as well as routes of connecting cables leading to the control panel in the MTT-1 tunnel

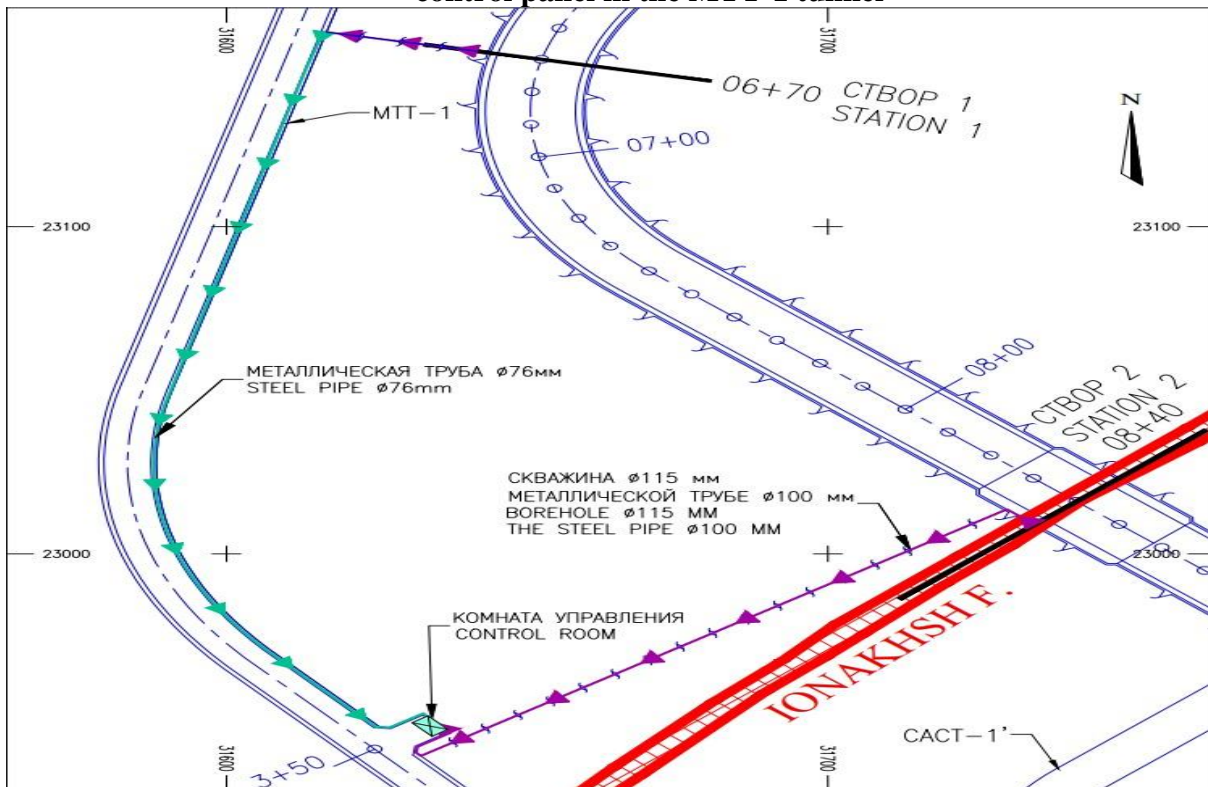


Рисунок 4. Расположение створов 3 – 9, а также маршрутов соединительных кабелей, ведущих к пульту управления в камере затворов СТ4

Figure 4. Location of gates 3 – 9, as well as routes of connecting cables leading to the control panel in the ST4 gate chamber

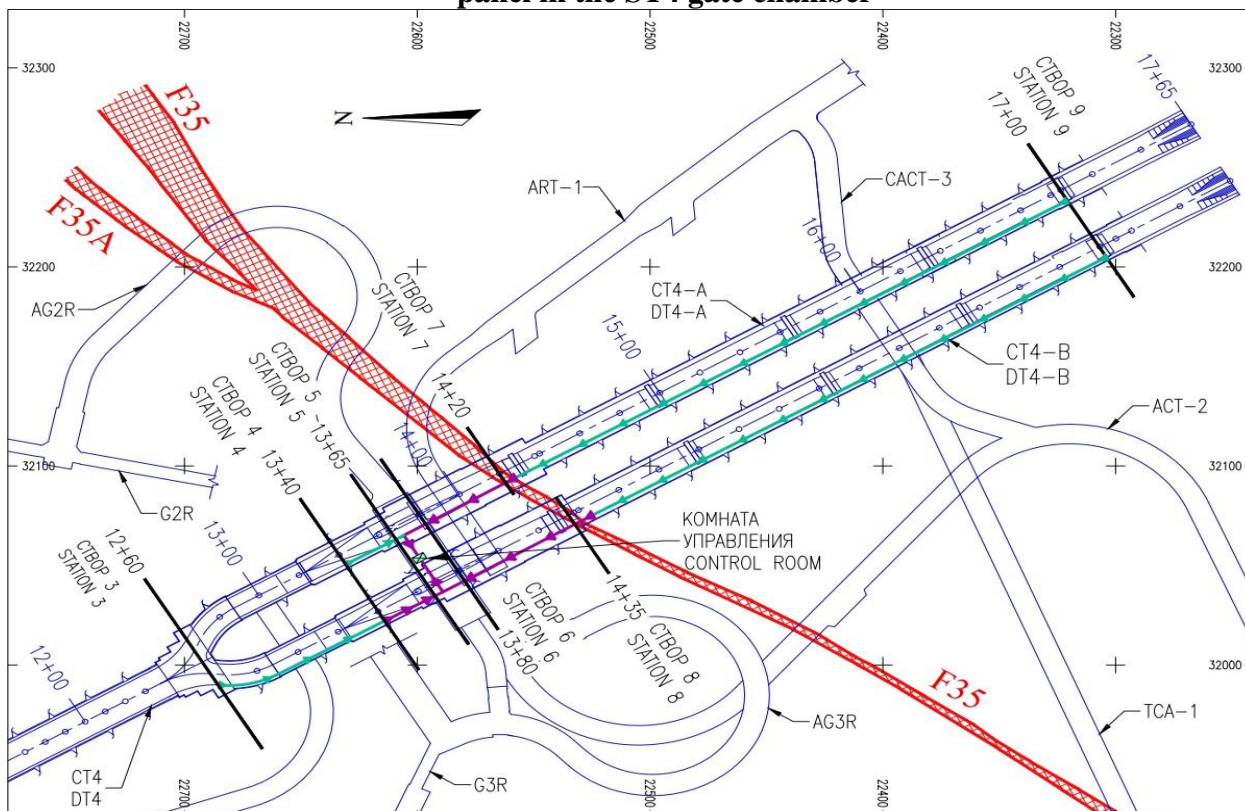
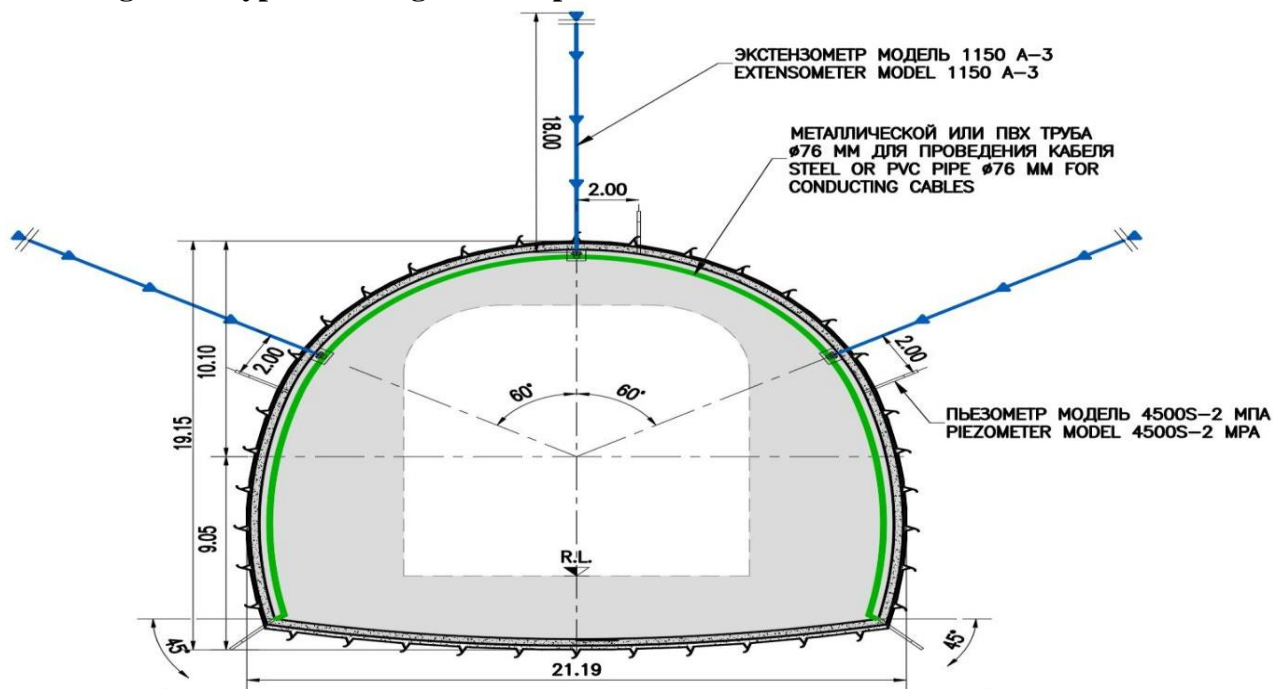


Рисунок 5. Типовая схема размещения пьезометров и экстензометров в створах 7 и 8
Figure 5. Typical arrangement of piezometers and extensometers in sections 7 and 8



Результаты и обсуждение. Система мониторинга строительного тоннеля СТ-4 Рогунской ГЭС включает в себя 9 измерительных створов - участки с контрольно-измерительной аппаратурой (рисунок 1).

К основным геотехническим датчикам, предусмотренным для установки в СТ4 между пикетами 06+00 м и 17+16 м, относятся вибрационные струнные (ВС) пьезометры и экстензометры.

Вибрационные струнные пьезометры используются для наблюдения за поровым давлением воды за бетонной обделкой СТ4. Такие пьезометры, как правило, герметично заделываются в шпурах, но могут быть также подвешены в скважине, которые показаны на рисунке 6 ВС пьезометры стандартных видов.

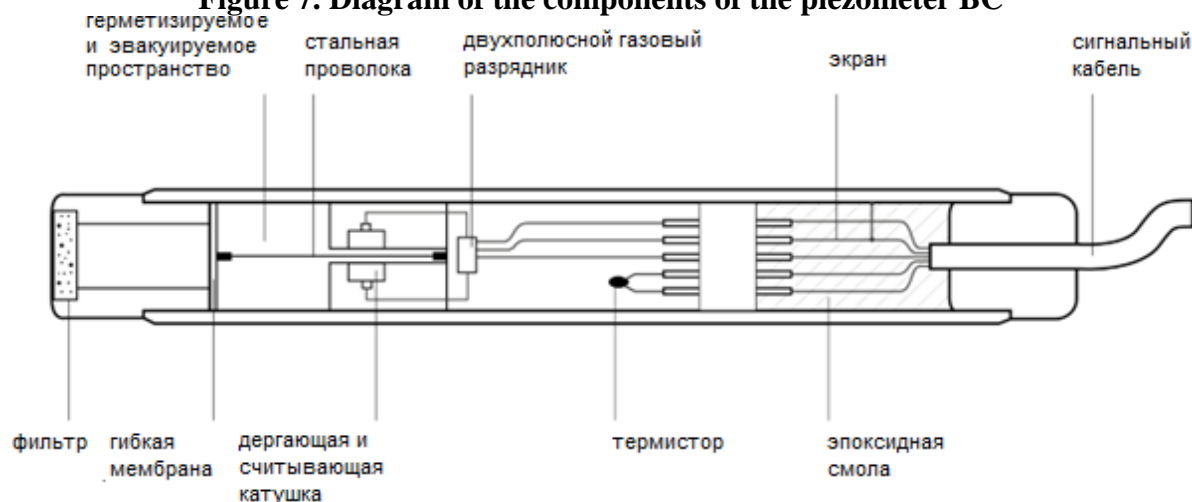
Рисунок 6. Пьезометры ВС стандартных типов
Figure 6. ВС piezometers of standard types



В пьезометре ВС имеется стальная проволока, удерживаемая в натянутом состоянии между гибкой внешней мембраной и жесткой внутренней перегородкой. Датчик устроен таким образом, что давление воды, действующее на мембрану, изменяет натяжение проволоки. При увеличении давления натяжение проволоки уменьшается, и наоборот. Натяжение проволоки измеряется путем приведения ее в колебательное состояние с помощью серии электромагнитных импульсов от катушки. При этом проволока вибрирует преимущественно на

своей собственной резонансной частоте. По окончании возбуждения проволока продолжает вибрировать, и в катушке индуцируется синусоидальный сигнал на резонансной частоте, который передается на блок считывания. Встроенная двухполюсная газоразрядная трубка защищает датчик от переходных процессов напряжения. Встроенный термистор обеспечивает получение данных о температуре и может быть использован также для тепловой коррекции. Пьезометры ВС имеют фильтрующий наконечник, который предотвращает попадание мелких частиц грунта в камеру перед мембраной. Поры в фильтре позволяют проникать воде, но не частицам грунта. Конструктивные элементы пьезометра ВС приведены на рисунке 7.

Рисунок 7. Схема составных элементов пьезометра ВС
Figure 7. Diagram of the components of the piezometer BC



Скважинные экстензометры стержневого типа используются для измерения смещений или деформаций в грунте, скальных породах и бетонных конструкциях. Обычно они применяются для измерения перемещений грунта вокруг тоннелей. На рисунке 8 показан экстензометр с многоточечными стержнями.

Рисунок 8. Схематическое изображение экстензометра с многоточечными стержнями
Figure 8. Schematic representation of an extensometer with multipoint rods



Экстензометр измеряет смещение, происходящее с течением времени в скважине в массиве горных пород. Он состоит из одного или нескольких анкеров и одной контрольной точки. Движение стержней, закрепленных на анкерах, измеряется относительно головки экстензометра, закрепленной на устье скважины, и может быть применено для определения величины деформации между анкерами.

Многоточечный экстензометр предназначен для контроля изменения расстояния между скважинными анкерами, установленными на заданной глубине в скважине и измерительной головкой, расположенной на поверхности. Измерения производятся с помощью глубинного микрометра или преобразователей перемещений.

Головки экстензометров рассчитаны на диапазон измерений до 100 или 200 мм в зависимости от количества контролируемых анкеров и типа используемых стержней. В

комплект поставки головки входят цементируемые анкеры. Пакерные анкеры поставляются в качестве опции. Стержни экстензометров изготавливаются из стекловолокна или нержавеющей стали. Оба типа имеют нейлоновую трубку, которая уменьшает трение между стержнями и окружающим грунтом или цементным раствором.

Выводы. Передача выходных сигналов, как от пьезометров ВС, так и от многоточечных экстензометров, осуществляется с помощью кабелей. Вся система кабельной трассы должна располагаться либо внутри бетонной обделки, либо между обделкой и скальной крепью. Для обеспечения защиты от механических повреждений все кабели должны быть помещены в защитные кожухи. Кабели приборов следует прокладывать в трубах диаметром от 76 до 100 мм в соответствии с требованиями ГОСТ 10704-91 [8].

При монтаже приборов необходимо обеспечить сохранность кабелей связи. Способы прокладки и расположение кабельной трассы прибора должны соответствовать всем техническим требованиям (см. [4] и [9]) и исключать попадание воды вдоль кабеля в скважину или соединительную трубу. В случае повреждения приборного кабеля необходимо произвести соответствующий ремонт с использованием специальных кабельных соединителей.

Расположение и направления кабельных трасс должны быть согласованы с Подрядчиком по Лоту 3 с Заказчиком в процессе производства работ. Установка распределительной коробки должна быть запланирована в указанном месте до завершения монтажных и строительных работ. Соединение кабелей должно производиться с помощью комплекта для сращивания, например, ГЕОКОН модели 4500-12 и 4500-14, или эквивалентного варианта.

После завершения монтажных работ необходимо построить специальное помещение в соответствующем месте для установки клеммных коробок и системы автоматизации. Каждая клеммная коробка будет оснащена специальным мультиплексором и регистратором данных.

Как уже отмечалось ранее, для этих целей выделены два пульта управления: один в тоннеле МТТ-1, другой - в камере затворов СТ4.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. 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.
3. Комитет по стандартизации и метрологии СССР, ГОСТ 10704-91, Трубы стальные электросварные. - Москва, 1993.
4. Мосткова В.М. Подземные гидротехнические сооружения / В.М. Мосткова. -М.: Высшая школа, 1986. -460 с.
5. Рогунская ГЭС ЛОТ-3 СТ-4 Геотехническое оборудование и мониторинг. - 2023. -25 с.
6. Хасанов Н.М. Геологические факторы, влияющие на разрушение устойчивости гидротехнических тоннелей / Н.М. Хасанов, У.А. Ятимов // Вестник КГУСТА. - 2018. -№2(60). -С.94-98.
7. Хасанов Н.М. Способы проведения цементационных работ в гидротехническом строительстве / Н.М. Хасанов, Ф.А. Холов, С.А. Саидов // Наука и инновация. Таджикский национальный университет. Серия геологических и технических наук. -Душанбе, 2022. -№3. -С.85-93.
8. 17 млрд киловаттов в год: Рогунская ГЭС - самая мощная в Центральной Азии. Дата обращения: 25 октября 2019. Архивировано 25 октября 2019 года.
9. Geokon Co., Руководство по вибрационным струнным пьезометрам – Модель серии 4500. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.geokon.com/content/manuals/4500/index.html>.
10. Geokon Co., Руководство по скважинным экстензометрам – Модель 1150 серии А- 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.geokon.com/A-3>.

ҶОЙГИРКУНОНИИ ТАҶҲИЗОТҲОИ ЧЕНКУНАНДА-НАЗОРАТКУНАНДА ВА СИСТЕМАИ МОНИТОРИНГ ДАР НАҚБИ СОХТМОНИИ СТ-4 НБО РОГУН

Дар мақола натиҷаҳои мониторинги геотехники бо истифода аз таҷҳизоти назоратӣ-ченкунӣ (КИА) ва тартиби ҷойгиршавии онҳо дар нақби сохтмони СТ-4 НБО Роғун оварда шудааст.

Системаи мониторинги нақби сохтмони СТ-4-и НБО Роғун 9 қитъаи - минтақаҳои дорои таҷҳизоти назоратӣ ченкуниро дар бар мегирад. Датчикҳои асосии геотехники, ки барои насб

дар СТ-4 байни пикетҳои 06+00 м ва 17+16 м пешбинӣ шудаанд, пезометрҳои ресмони ларзиш (VS) ва экстенсометрҳои дар бар мегиранд.

Калидвожаҳо: нақб, чораҳои назоратӣ, таҷҳизоти назоратӣ ва ченкунӣ (КИА), мониторинг, кубурҳои дастгирӣ, чоҳҳо, экстенсометр.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА В СТ-4 РОГУНСКОЙ ГЭС

В статье приведены результаты геотехнического мониторинга контрольно-измерительной аппаратурой (КИА) и порядок их расположения в строительном тоннеле СТ-4 Рогунской ГЭС.

Система мониторинга строительного тоннеля СТ-4 Рогунской ГЭС включает в себя 9 измерительных створов - участки с контрольно-измерительной аппаратурой. К основным геотехническим датчикам, предусмотренным для установки в СТ-4 между пикетами 06+00 м и 17+16 м, относятся вибрационные струнные (ВС) пьезометры и экстензометры.

Ключевые слова: тоннель, меры контроля, контрольно-измерительная аппаратура (КИА), мониторинг, опорная труба, скважины, экстензометр.

LOCATION OF GEOTECHNICAL CONTROL AND MEASURING DEVICES AND MONITORING SYSTEM IN ST-4 OF ROGUNSKAYA HPP

The article presents the results of geotechnical monitoring of control and measuring equipment (CMA) and the order of their location in the construction tunnel ST-4 of Rogun HPP.

The monitoring system for the construction tunnel ST-4 of the Rogun HPP includes 9 measuring sections - areas with control and measuring equipment. The main geotechnical sensors intended for installation in ST-4 between pickets 06+00 m and 17+16 m include vibrating string (VS) piezometers and extensometers.

Keywords: tunnel, control measures, instrumentation, monitoring, support pipe, boreholes, extensometer.

Маълумот дар бораи муаллифон: *Ҳасанов Нуралӣ Мамедович* – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, доктори илмҳои техникаӣ, и.в. профессори кафедраи асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: **988-89-95-75**. E-mail: **khasanov.nurali@mail.ru**

Давронов Диловар Курбоназарович - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, магистри кафедраи асосҳо, таҳкурсиҳо ва иншоотҳои зеризаминӣ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: **989-99-74-64**

Ҳасанов Муҳриддин Нуралиевич - Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология АМ ИТ, унвонҷӯ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 139.

Сведения об авторах: *Хасанов Нуралӣ Мамедович* – Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, доктор технических наук, и.о. профессора кафедры оснований, фундаментов и подземных сооружений. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раҷабовых, 10. Телефон: **988899575**. E-mail: **khasanov.nurali@mail.ru**

Давронов Диловар Курбоназарович - Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, магистр кафедры оснований, фундаментов и подземных сооружений. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раҷабовых, 10. Телефон: **989-99-74-64**

Хасанов Муҳриддин Нуралиевич - Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана, соискатель. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 139

Information about the authors: *Khasanov Nurali Mamedovich* – Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Doctor of Technical Sciences, Acting Professor of the Department of Foundations, Foundations and Underground Structures. **Address:** 734042, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: **988899575**. E-mail: **khasanov.nurali@mail.ru**

Davronov Dilovar Kurbonazarovich - Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, Master of the Department of Foundations, Foundations and Underground Structures. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: **989-99-74-64**

Khasanov Mukhriddin Nuraliyevich - Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, applicant. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 139

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРИМЕРЕ ЛЭП ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Джахонгири А.

Институт энергетики Таджикистана

С XIX века мнения специалистов расходятся по поводу эффективности использования постоянного тока относительно переменного в линиях передачи электрической энергии с отличительной друг от друга мощностью.

Развитие инфраструктуры любого государства, а также и его промышленности, сегодня уже трудно представить без электрификации. Таким образом, данная проблема выступает на первый план, т.е. одной из главных задач является обеспечение электрической энергией всех промпредприятий, находящихся в удаленных местностях, а также и за рубежом, например, передача электроэнергии Таджикистана и Кыргызстана в такие соседние государства, как Афганистан, Пакистан.

Сегодня научный прогресс в технике и технологии позволяет осуществить преобразование электрической энергии повышенной мощности, что, в свою очередь, способствует использованию постоянного тока в системе электропередачи. Однако, несмотря на это, вопрос эффективности применения передачи электрической энергии постоянным током относительно переменного остается открытым и по сей день.

Подобного рода исследования выполнялись в технологическом университете Санкт-Петербурга, но протяженность линии электропередачи составляла всего лишь 10 км, при этом опыты проводились при низких показателях напряжения [8; 14; 19; 7; 20].

Таким образом, вопрос электроснабжения больших объектов либо электропередача на продолжительные расстояния при повышенных показателях напряжения в системе передачи энергии постоянным током остается актуальным. Здесь же следовало бы отметить, что методы передачи электроэнергии постоянным током в основном рекомендуются к применению на дальние расстояния.

Главным образом, это является важным для объектов, находящихся в удалении и не питающихся от общей энергетической сети, но нуждающихся в ее автономности. При объединении таких объектов в общую ЛЭП возможно создание микросети, позволяющей обеспечить автономность электросети, в свою очередь снабжающей электрической энергией отдельные подстанции.

Несмотря на положительные качества линий передачи постоянного электрического тока, вопросы касающиеся ее защиты остаются открытыми. Связано это с тем, что кривая напряжения не пересекает нулевую точку, поэтому, когда выполняется размыкание контактов, возникает перенапряжение. Устройства, предназначенные для выполнения защиты линий передачи постоянного электрического тока являются как дорогостоящими, так и высокогабаритными. Из-за того, что подобные системы в Таджикистане не имеют особой популярности, встает вопрос об их стандартизации. В Таджикистане сети и линии передачи постоянного электрического тока не используются, за исключением синхронизирующих вставок между больших энергетических сетей.

Важным качеством, которым обладают линии передачи переменного электрического тока, является трансформация уровня напряжения при транспортировке электрической энергии, что позволяет снизить потери мощности.

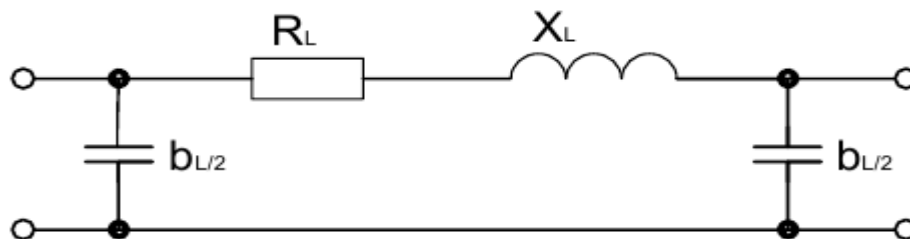
Простейшая эквивалентная схема линий *передачи* переменного электрического тока изображена на рисунке 1 [10; 17; 13; 3; 4; 5; 12; 6; 9; 11].

На представленной схеме проиллюстрирована линия передачи переменного электрического тока с невысоким напряжением. Подобный тип схемы при определении потери мощности позволяет учесть влияние импеданса, которые включают активные и реактивные сопротивления (индуктивные, емкостные). Индуктивное сопротивление напрямую зависит от

диаметра и расстояния проводов, т.е. сопротивление тем меньше, чем больше диаметр проводов, а расстояние между ними меньше, и наоборот [8; 1; 2].

Рисунок 1. Эквивалентная схема линии передачи переменного электрического тока напряжением 500 кВ

Figure 1. Equivalent circuit diagram of a 500 kV AC transmission line



В рассматриваемом варианте падение напряжения зависит от импеданса. Другими словами, в данном случае, если напряжение не более 110 кВ, то емкость можно и не принимать во внимание 110 кВ [8; 18].

Чтобы определить потери в линиях передачи электроэнергии, мы решили осуществить комплексный анализ воздушных ЛЭП, мощность потребителя которого составляет 8 МВА $\cos\varphi=0,9$. Величина погонного активного и индуктивного сопротивлений определяется в соответствии с толщиной провода, которая в свою очередь выбирается, исходя из величины пропускаемого через него тока. В соответствии с данными, представленными в справочных материалах, для тока величиной 118А соответствует провод диаметром 35 мм² с погонными сопротивлениями $R_n=0.54$ Ом/км, $X_n=0.308$ Ом/км, соответственно, а индуктивное определяется как [15; 16; 18]:

$$x = 0.144 \lg \frac{D_{cp}}{r} + \frac{0,0157}{m}, \left[\frac{\text{Ом}}{\text{км}} \right] \quad (1.1)$$

$$X = x \cdot l, [\text{Ом}] \quad (1.2)$$

где D_{cp} - среднее расстояние среди осей проводов;

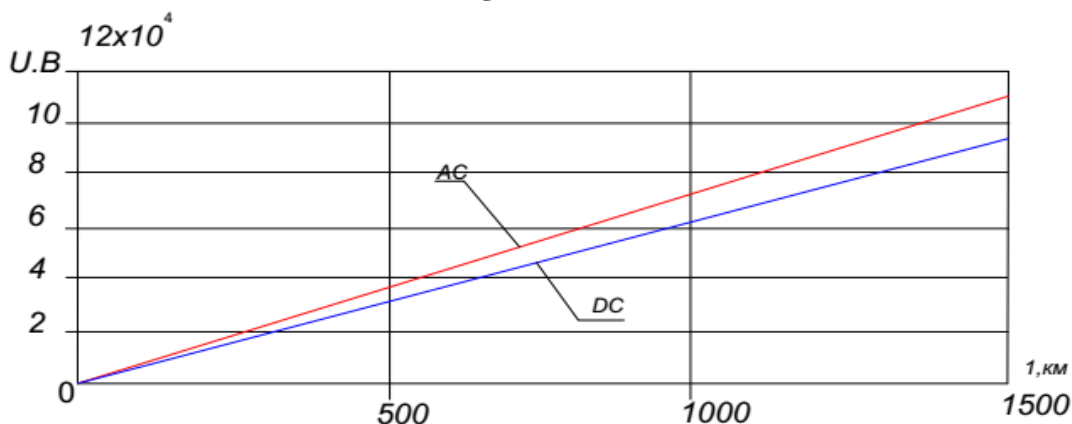
r - радиус провода;

m - число проводов в фазе.

Было принято допущение, что сопротивление волнового типа является очень маленьким относительно погонного. Графически снижение напряжения в зависимости от длины линии передачи электроэнергии изображено на рисунке 2.

Рисунок 2. Зависимость падения напряжения на линиях постоянного и переменного тока напряжением 35 кВ от её протяжённости

Figure 2. Dependence of the voltage drop on DC and AC lines with a voltage of 35 kV on its length

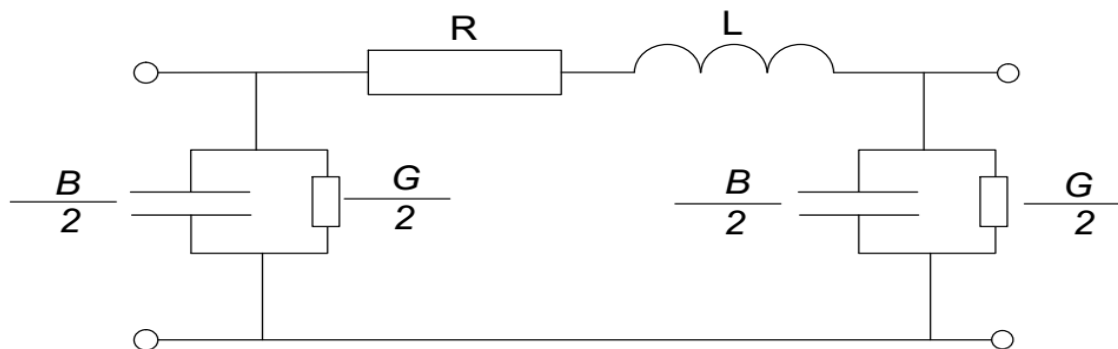


По изображению на рисунке видно, что график носит линейный характер изменения. В точке 1500км на линии постоянного электрического тока потери составляют 27%, а

переменного 35%. В связи с тем, что другие потери не были учтены, поэтому снижение мощности будет пропорционально снижению напряжения. ЛЭП постоянного тока присущи меньшие потери относительно переменного из-за отсутствия на них индуктивного сопротивления.

На воздушных ЛЭП напряжением более 35 кВ требуется учитывать еще и емкостное сопротивление, которое возникает между землей и ее фазами. Чтобы учесть все потери, следует воспользоваться П-образной схемой замещения [8; 17; 1].

Рисунок 3. Эквивалентная схема линии переменного тока напряжением выше 110 кВ
Figure 3. Equivalent circuit of an AC line with voltages above 110 kV



Представленная схема учитывает возникновение дополнительных потерь. Схема на рисунке 3 учитывает и активную проводимость, которая совпадает с потерями при коренном излучении, которые в свою очередь являются зависимыми от сечения проводника и расстояния среди осей проводов (В и G-эквивалентные реактивная и активная проводимости ЛЭП, соответственно). Следует обратить внимание на то, что если напряжение по значению составляет менее 220 кВ, то активной проводимостью пренебрегают, а емкостную проводимость воздушной линии «В» рассчитывают как [2; 16; 18]:

$$b = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg \frac{D_{cp}}{r}}, \left[\frac{\text{Ом}}{\text{км}} \right] \quad (1.3)$$

$$B = b \cdot l \text{ [Ом]}, \quad (1.4)$$

где, В - эквивалентная реактивная проводимость ЛЭП. Величина проводимости, рассчитанная согласно (3), применима только симметричной линии. Емкость провода состоит из емкости, которая представляет собой отношение заряда провода к его потенциалу. Емкостные токи также входят в общую емкость, если напряжение сети начинается от 110 кВ. Чтобы расчет сделать более простым и удобным, емкость принимается в качестве постоянной величины. Таким способом можно рассчитать мощность 1 км подземной линии путем использования [17; 3; 12; 11]:

$$Q_c = U^2 \cdot b \left[\frac{\text{МВАр}}{\text{км}} \right] \quad (1.5)$$

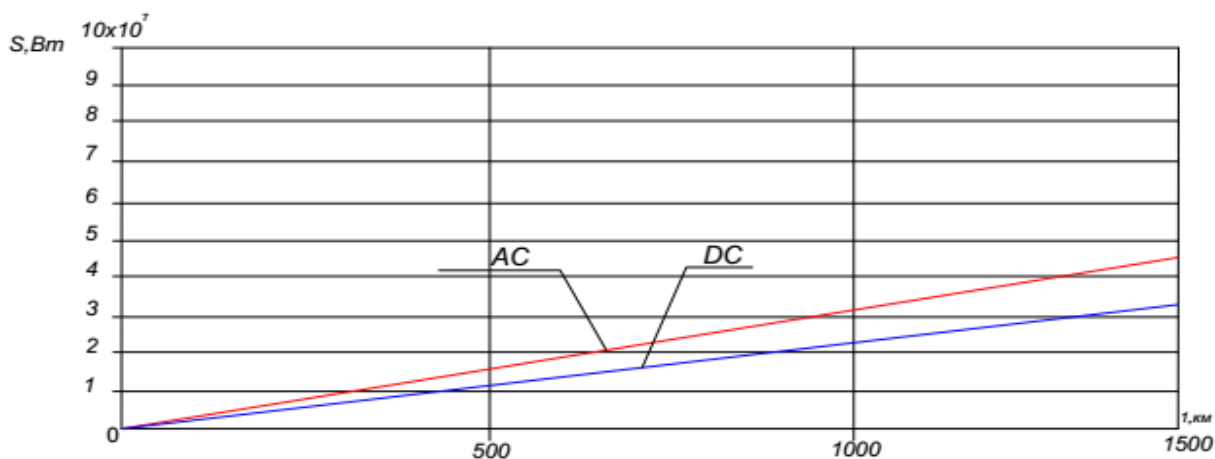
Для сравнения мы воспользовались проводами, изготовленными из алюминия. Этот тип проводов предназначен для воздушных типов ЛЭП и номинальной мощностью потребителя 90 МВА $\cos\varphi=0,9$ (соответствует току 240 А). Согласно справочникам, площадь сечения провода в данном случае соответствует 95 мм², при котором погонные сопротивления соответствуют следующим показателям: $R_n=0.34$ Ом/км. $X_n=0.303$ Ом/км. Из $B=12.1 \cdot 10^6$ 1/Ом.км. В ЛЭП постоянного тока потеря мощности наблюдается в результате снижения напряжения на активном сопротивлении, а на ЛЭП переменного тока за счет совокупности потерь при понижении напряжения на активном и реактивном сопротивлениях. Используя потери от емкостных токов, нами были определены зависимости, которые графически представлены на рисунке 4.

Согласно изображению потери мощности на ЛЭП постоянного и переменного тока являются равными 48% и 35,5%, т.е. разница среди них соответствует 12,5%. На ЛЭП

номинальным напряжением около 500 кВ фиксируется расслоение фазовых проводов, что становится причиной увеличения эквивалентного радиуса провода, вследствие чего повышается индуктивность, напряжение падает и соответственно снижается эффективность ЛЭП.

Рисунок 4. Зависимость потери мощности в линии напряжения 500 кВ постоянного и переменного тока от её протяжённости

Figure 4. Dependence of power loss in a 500 kV DC and AC line on its length



При высоких напряжениях ощутимый вклад в потери вносит и коронное излучение. Причиной тому является образование повышенной напряженности вблизи проводника – более чем 17-19 кВ/см. Таким образом, проводник затрачивает свою энергию для ионизации воздуха вокруг него. Активная проводимость G определяется как [3,5]:

$$g = \frac{\Delta P \cdot 10^{-3}}{U^2} \left[\frac{\text{Ом}}{\text{км}} \right] \quad (1.6)$$

$$G = g \cdot l \text{ [Ом]} \quad (1.7)$$

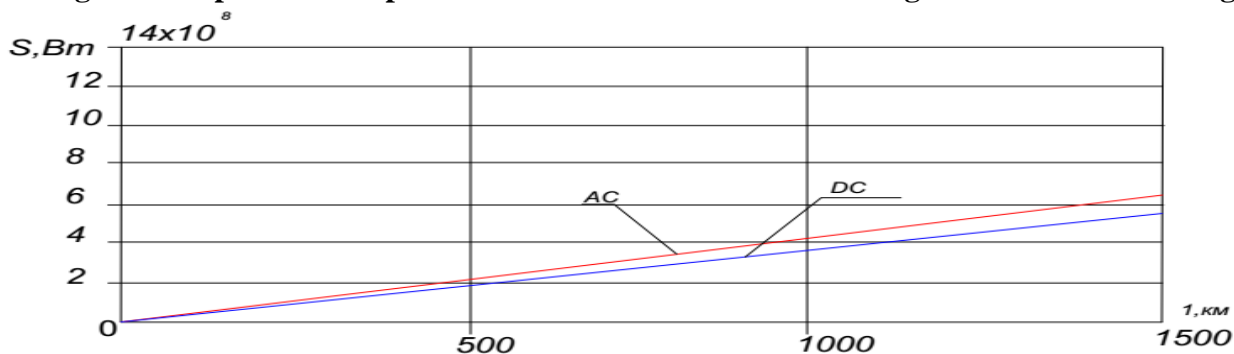
где G -эквивалентная активная проводимость проводника. В качестве примера рассмотрена линия напряжением 750 кВ. Передаваемая мощность – 1200 МВА, $\text{Cos}\phi=0,9$, номинальный ток 850 А. При относительно повышенных напряжениях в одной из фаз используют большее количество проводников. Рекомендуемая конфигурация выбираемой сети, согласно справочникам, равна 8 x 400мм² [5], которая собственно и влияет на индуктивность и соответственно на общие потери на линиях с $R_n=0.106 \text{ Ом}$, $X_n=0.298 \text{ Ом}$ [17; 3].

На рисунке 5 изображены потери мощности в зависимости от протяженности ЛЭП.

Таким образом, установлено, что потери для переменного и постоянного электрического тока равны 53,5% и 40%. Согласно результатам сравнения необходимо отметить, что на ЛЭП переменного тока эффективность зависит от падения уровня напряжения, из-за того что КПД трансформатора почти равен 99%. Но на ЛЭП постоянного тока, в которых для преобразования применяется полупроводниковая техника, у которой КПД значительно ниже, способствует уменьшению разницы в эффективности среди различных методов электропередачи. В дополнении ко всему широкое применение ЛЭП переменного тока становится следствием снижения спроса на ЛЭП постоянного тока. Разница в потерях при использовании различных способов электропередачи приблизительно соответствует 12% от общего объема транспортируемой мощности на линии с достаточной протяженностью (более 1500км), что, безусловно, влияет на сроки окупаемости данного энергетического объекта. Несмотря на это, при повышенных напряжениях разница в потерях на ЛЭП постоянного тока доходит до 5,3%. Даже тот факт, что КПД преобразовательной техники доходит до 97%, по результатам преобразования в переменный ток и обратно, общие потери в сумме достигают не более 8-10%.

Рисунок 5. Зависимость потерь мощности в линии постоянного и переменного тока от её протяжённости

Figure 5. Dependence of power losses in a direct and alternating current line on its length



Таким образом, учитывая преобразовательную технику с повышением уровня напряжения эффективность тоже растет, поскольку в условиях высоких и экстравысоких напряжений каждый процент эффективности соизмерим с сотнями киловатт мощности, что вносит ощутимый вклад в экономический фактор от применения того или иного типа ЛЭП. Это оказывает значительное влияние на экономический показатель от использования подобной ЛЭП, что в свою очередь является одним из главных критериев их применимости.

Дальнейшее направление исследования зависит от установления технических и экономических аспектов длинных ЛЭП микросетей, основанных на протяженных линиях передачи постоянного и переменного электрического тока, а также их сопоставлении с учетом срока их эксплуатации [13; 3; 4; 5; 12; 6; 9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдувалиева, Н.А. Перспективы и механизмы формирования энергетического кластера Центрально-азиатского региона: дис... кон. тех. наук / Н.А. Абдувалиева. – Душанбе, 2020. -165 с.
2. Александров, Г.Н. Параметры воздушных линий электропередачи компактной конструкции / Г.Н. Александров, Г.А. Евдокунин, Г.В. Подпоркин // Электричество. - 1982. -№4. -С.10-17.
3. Берман, А.П. Расчет несимметричных режимов электрических систем с использованием фазных координат / А.П. Берман // Электричество. – 1985. -№12. -С.6-12.
4. Гершенгорн, А.И. Расчет несимметрии в электрической системе при увеличенной длине цикла транспозиции на длинных линиях / А.И. Гершенгорн, Н.А. Мельников // Труды ВЗЭИ. – 1954. -Вып.3. -С.179-193.
5. Гусейнов, А.М. Расчет в фазных координатах несимметричных установившихся режимов в сложных системах / А.М. Гусейнов // Электричество. - 1989. -№3. -С.1-8.
6. Джахонгири А. CASA-1000 омили ноил шудан ба хадафҳои энергетикӣ / Джахонгири А., А.Я. Абдурахмонов, Р.А. Кахоров // Материалы международной научно-практической конференции «Научные труды инженерной академии Республики Таджикистан». – Душанбе: ТТУ им М.С Осими, 2019. -С.38-40.
7. Джахонгири А. CASA-1000 Проект соединения двух зон / А.Я. Абдурахмонов, Джахонгири А., Р.А. Кахоров // Вестник Бохтарского государственного университета им. Н. Хусрава. – Бохтар, 2019. - №2/4(69). -С.156-159.
8. Джахонгири А. Безопасность при эксплуатации межгосударственной линии электропередачи высокого напряжения (на примере CASA-1000): дисс... канд. тех. науки. – Душанбе, 2021. -138 с.
9. Джахонгири А. Передача электрической энергии в Афганистан и Пакистан / Джахонгири А., А.Я. Абдурахмонов, А. Акрамов // Материалы международной научно-практической конференции. «Устойчивое развитие водно-энергетического консорциума Средней Азии - главный путь достижения энергетической независимости республики Таджикистан». -Бохтар, 2018. -С.279-282.
10. Джахонгири А. Сохтор барои хизматрасонии хатҳои интиқоли барқии баландшидат / А. Джахонгири, А.Я. Абдурахмонов, Назарзода Х.Х. // Нахустпатент. Чумхурии Тоҷикистон. -2020. -№ТJ 1062.
11. Джахонгири А. Тарҳи CASA-1000 / Джахонгири А. // Материалы международной научно-практической конференции «Независимость-основа развития энергетики страны». – Бохтар: ЭИТ, 2017. -С.442-446.

12. Жданов, П.С. Вопросы устойчивости электрических систем / П.С. Жданов; под ред. Л.А. Жукова. –М.: Энергия, 1979. –456 с.
13. Зильберман, С.М. Симметрирование нормального режима в трёхфазных ВЛ сверхвысокого напряжения / С.М. Зильберман, Т.Г. Красильникова, Г.И. Самородов // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2010. -№1. -С.235-237.
14. Изолирующая распорка на воздушных линиях электропередачи / А.Я. Абдурахманов, Джахонгири А., Р.А. Кахоров, Обидджони Ш.К. // Наука и инновация. Таджикского национального университета. - Душанбе, 2019. -№3. –С.116-122.
15. Назаренко, В.М. Транспортное обеспечение внешнеэкономической деятельности / В.М. Назаренко, Назаренко К.С. -М.: Изд-во «Центр экономики и маркетинга», 2000.
16. Перельман, Л.С. К выбору основных габаритов воздушных линий электропередачи сверхвысокого напряжения с учетом электрического поля у поверхности земли / Л.С. Перельман, П.З. Рохансон, Н.Н. Тиходеев // Труды НИИПТ. – 1976. -вып. 23. –С.149-158.
17. Положительное решение официальной экспертизы малого патента. Республики Таджикистан: Тарзи монтажи такаягоҳҳои хатҳои ҳавоӣ / Джахонгири А., А.Я. Абдурахмонов. - №2101564 (аз 03.06.2021).
18. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) / -6-е изд. перераб. -М.: Энергоатомиздат, 1985. -639 с.
19. Трёхфазная воздушная линия электропередачи переменного тока, проходящая по ущелью / А.Я. Абдурахмонов, Джахонгири А., Р.Ф. Джураев, С.К. Шарифов. // Наука и инновация. Таджикского национального университета. -Душанбе, 2019. -№4. -С.110-115.
20. Хатти ҳавоии сефазаи интиқоли барқи ҷараёни тағйирёбандаи аз болои дарагузаранда / Джахонгири А., А.Я. Абдурахмонов, Ф.Ш. Бобохонов, Р.Ф. Джураев, Н.Х. Одинаев, М.Б. Холназаров, Кувватзода О.Ш. // Нахустпатент. Ҷумҳурии Тоҷикистон. – 2019. -№ТJ 1027.

МУҚОИСАИ САМАРАНОКИИ ИНТИҚОЛИ БАРҚ БО ИСТИФОДА АЗ МИСОЛИ ХАТҲОИ БАРҚ, ҶАРАЁНИ ДОИМӢ ВА ТАҒЙИРЁБАНДА

Дар мақола фарқиятҳо оид ба самаранокии истифодаи ҷараёни мустақим нисбат ба ҷараёни тағйирёбанда дар хатҳои интиқоли неруи барқ, ки иқтидораш аз ҳамдигар фарқ мекунад, баррасӣ мешавад. Имрӯз рушди инфраструктураи ҳар як давлат, инчунин, саноати онро бе энергияи электрикӣ тасаввур кардан душвор аст. Ҳамин тариқ, ин мушкилот ба миён меояд. Яке аз вазифаҳои асосӣ бо энергияи электрикӣ, таъмин намудани ҳамаи корхонаҳои саноатӣ, хусусан корхонаҳои дар ноҳияҳои дурдаст воқеъгардида, инчунин, дар хориҷа, масалан, аз Тоҷикистон ва Қирғизистон ба давлатҳои ҳамсоя, ба монанди Афғонистону Покистон, мебошад. Имрӯз прогресси илмӣ техника ва технология имкон медиҳад, ки энергияи электрикӣ қувваи зиёд табдил дода шавад, ки ин дар навбати худ ба истифодаи ҷараёни мустақим дар системаи интиқоли барқ мусоидат мекунад. Аммо, сарфи назар аз ин, масъалаи самаранокии истифодаи ҷараёни мустақими интиқоли неруи барқ нисбат ба ҷараёни тағйирёбанда то имрӯз қушода боқӣ мемонад. Чунин таҳқиқотҳо дар Донишгоҳи технологияи Санкт-Петербург гузаронида шуда буданд, аммо дарозии хатти интиқоли барқ ҳамагӣ 10 километр буд ва таҷрибаҳо дар шиддати паст гузаронида шуданд.

Ҳамин тариқ, масъалаи таъмини неруи барқ ба объектҳои калон ё интиқоли қувваи барқ ба масофаҳои дур дар сатҳи баланд шиддати дар системаи интиқоли энергияи ҷараёни доимӣ муҳим боқӣ мемонад. Инчунин, дар ин ҷо бояд қайд кард, ки усулҳои бо ҷараёни доимӣ додани қувваи электрикӣ асосан барои истифода бурдани масофаҳои дур тавсия карда мешаванд. Ин асосан барои объектҳои, ки дар масофаи дур воқеъ гардидаанд ва аз шабакаи умумии энергетикӣ таъмин нестанд, вале ба он эҳтиёҷ доранд, муҳим аст. Вақте ин гуна объектҳо ба хатти умумии электрикӣ муттаҳид карда мешаванд, ба ташкили шабакаи мусоидат мекунад, ки ба шабакаи мустақили энергияи электрикӣ имконият медиҳад ва дар навбати худ истгоҳҳои алоҳидаро бо энергияи электрикӣ таъмин мекунад.

Калидвожаҳо: хатҳои барқ, хатҳои ҳавоӣ, ҷараёни доимӣ, зерстансия, интиқоли неруи барқ, самаранокии ҷараёни тағйирёбанда, лоиха, фурӯши энергия, хароҷоти ҳисобдорӣ, муқоисакунонда, қувва.

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРИМЕРЕ ЛЭП ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В статье представлены мнения специалистов по поводу эффективности использования постоянного тока относительно переменного в линиях передачи электрической энергии с отличительной друг от друга мощностью. Развитие инфраструктуры любого государства, а также и его промышленности, сегодня уже трудно представить без электрификации. Таким образом, данная

проблема выступает на первый план, т.е. одной из главных задач является обеспечение электрической энергией всех промпредприятий, находящихся в удаленных местностях, а также и за рубежом, например, из Таджикистана и Кыргызстана электроэнергия идет в такие соседние государства, как Афганистан, Пакистан. Сегодня научный прогресс в технике и технологии позволяет осуществить преобразование электрической энергии повышенной мощности, что в свою очередь способствует использованию постоянного тока в системе электропередачи. Однако, несмотря на это, вопрос эффективности применения передачи электрической энергии постоянным током относительно переменного, остается открытым и по сей день. Подобного рода исследования выполнялись в технологическом университете Санкт-Петербурга, но протяженность линии электропередачи составляла всего лишь 10 км, при этом опыты проводились при низких показателях напряжения. Таким образом, вопрос электроснабжения больших объектов либо электропередача на продолжительные расстояния при повышенных показателях напряжения в системе передачи энергии постоянным током остается актуальным. Здесь же следовало бы отметить, что методы передачи электроэнергии постоянным током в основном рекомендуются к применению на дальние расстояния. Главным образом, это является важным для объектов, находящихся в удалении, которые не питаются от общей энергетической сети, но нуждаются в ее автономности. При объединении таких объектов в общую ЛЭП возможно создание микросети, позволяющей обеспечить автономность электросети, в свою очередь снабжающей электрической энергией отдельные подстанции.

Ключевые слова: ЛЭП, ВЛ, постоянный ток, подстанция, передача электроэнергии, эффективность, переменный ток, проект, энергосбыт, учётные затраты, компаратор, мощность.

COMPARISON OF POWER TRANSMISSION EFFICIENCY USING THE EXAMPLE OF POWER LINES, DIRECT AND ALTERNATING CURRENT

The article discusses differences regarding the efficiency of using direct current relative to alternating current in electric energy transmission lines with different power from each other. Today it is difficult to imagine the development of the infrastructure of any state, as well as its industry, without electrification. Thus, this problem comes to the fore, i.e. One of the main tasks is to provide electrical energy to all industrial enterprises, especially those located in remote areas, as well as abroad, for example, from Tajikistan and Kyrgyzstan to neighboring states such as Afghanistan and Pakistan. Today, scientific progress in engineering and technology makes it possible to convert electrical energy of increased power, which in turn promotes the use of direct current in the power transmission system. However, despite this, the question of the efficiency of using direct current electrical energy transmission relative to alternating current remains open to this day. Similar studies were carried out at the Technological University of St. Petersburg, but the length of the power transmission line was only 10 km and the experiments were carried out at low voltages. Thus, the issue of power supply to large objects, or power transmission over long distances at increased voltage levels in the direct current energy transmission system remains relevant. It should also be noted here that methods of transmitting electricity with direct current are mainly recommended for use over long distances. Mainly, this is important for objects that are located at a distance and are not powered by the general energy network, but need its autonomy. When such objects are combined into a common power line, which contributes to the creation of a microgrid that allows for the autonomy of the electrical network, which in turn supplies individual substations with electrical energy.

Keywords: power lines, overhead lines, direct current, substation, electricity transmission, efficiency, alternating current, project, energy sales, accounting costs, comparator, power.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Чаҳонгири Абдулвоҳид* - Донишкадаи энергетикӣи Тоҷикистон, номзади илмҳои техникӣ, муаллими калони кафедраи автоматонии ҳаракатовараҳои барқӣ. **Суроға:** 735162, н.Кушониён, Ҷумҳурии Тоҷикистон, вилояти Хатлон, кӯчаи Н.Хусрав, 73. E-mail: aj_07@bk.ru. Телефон: (+992) 777-07-65-39

Сведения об авторе: *Джаҳонгири Адулвоҳид* - Институт энергетикӣи Тоҷикистони, кандидат техникаи наук, старший преподаватель кафедры автоматизированного электропривода. **Адрес:** 735162, р.Кушониён, Республика Таджикистан, Хатлонская область, улица Н. Хусрава 73. E-mail: aj_07@bk.ru. Телефон: (+992) 777-07-65-39

Information about the author: *Jahongiri Adulvokhid* - Institute of Energy of Tajikistan, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Automated Electric Drive. **Address:** 735162, Kushoniyon river, Republic of Tajikistan, Khatlon region, N. Khusrav street 73. E-mail: aj_07@bk.ru. Phone: (+992) 777-07-65-39

Хуцаев П.С., Исматуллозода Қ.И., Абдуганиев А.М., Ситамов М.С.
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Муқаддима: Захираи асосии энергия кам кардани сарфи энергия дар бино ва иншооте мебошад, ки он 80% истифодабарии индустралии умумии имрӯза шуда метавонад. Ба сатҳи муосир расондани хосиятҳои гармимуҳофизии бино ва иншоот дар сохтмони имрӯза, дар баробари сарфҳои захираҳои энергетикӣ, масъалаи таъмини танзими сатҳи бароҳати муҳити зист, ки набудани он барои сокинони биноҳои истиқоматии бисёрқабата ва кормандони муассисаҳои ҳифзи иҷтимоӣ мушкilotи ҷиддӣ гардидааст, имкон медиҳад.

Таҳлили таҳқиқоти пешакӣ. Таҳлили масолеҳи таҳқиқотӣ ва нашри [2; 7] проблемаҳои истифодаи масолеҳи гармимуҳофиз гузаронида шудааст. Агар мо дар бораи хосиятҳои манфии полистироли васеъ сухан ронем, пас он ноустувор, тез оташгиранда ва ба муҳити зист хатарнок мебошад. Чунон ки таҷрибаҳои олимони соҳа нишон медиҳад, полистироли васеъшуда, ки дар деворҳо ҳамчун масолеҳи гармимуҳофиз насб шудааст, муҳлати хизмати то 10-15 сол дорад.

Маҳсулоти наҳи минерали низ ҳамин тавр аст. Аллакай пас аз 7-9 сол ба хошок табдил шуда, аз ҷиҳати экологӣ хавфнок аст. Аз ин рӯ, дар сохтмон истифода бурдани пенопластика ва маснуоти наҳи минералӣ (пашм) ба он оварда мерасонад, ки дар давоми 7-10 сол конструксияҳои маҳкамкунанда талаботи муқовимати гармии заруриро таъмин карда наметавонанд. Афзалияти бетони ҳуҷайравӣ нисбат ба дигар масолеҳи гармидиҳӣ камбудии калон дорад. Ҷаббиши баланди об ба наҳи ва муқовимат ба шабнам оварда мерасонад. Ҳангоми истифодаи масолеҳи гармимуҳофиз барои ба андоваи қабатҳои ихтотавӣ мушкilotи часпакиро ба вуҷуд меорад. Қувваи паст дар якҷоягӣ бо зичии баланд ва хосиятҳои гармидиҳии нокифоя доираи татбиқи онҳо танг мекунад [6].

Мақсади кор. Дар мақолаи мазкур масолеҳи гармимуҳофизии муосирро дар бозорҳои сохтмони Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ намуда, ҷиҳати самаранокии истифодаи онҳо арзбӣ ва пешниҳод шудаанд. Пешниҳоди маводи асосӣ бо назардошти гуногунии масолеҳи гармимуҳофиз масъалаи муҳим буда, ба низом даровардани онҳо мувофиқи меъёрҳои ҷойдошта ҳатмӣ мебошад. Ба шарофати таҳқиқоти гузаронидашуда, самарабахшии таъмини масолеҳи гармимуҳофизии бино ва иншоот дида баромада шудааст. Гузаронидани таҳлили муқоисавии масолеҳи гармимуҳофиз, компасиятсияҳои нави истеҳсолии онҳо, баланд бардоштани самаранокӣ ва рушди ин гуна масолахро интихоб намудан лозим аст.

Маълум аст, ки талаботи асосӣ барои масолеҳи гармимуҳофизии гармигузаронии паст ва барои гармидиҳии конструксияҳои бино, иншоот, биноҳои саноатӣ, биноҳои хочагии кишлоқ, сатҳи таҷҳизоти истеҳсолӣ ва агрегатҳои гармиҳосилкунӣ мувофиқ мебошанд (дегхонаҳои саноатӣ, турбинаҳо, кубурҳо, камераи яхдонҳо ва ғайра). Ин мавод бояд зичии миёнаро на бештар аз 600 кг/м³, ки тавассути баланд бардоштани ковокии онҳо ба даст оварда шудааст, дошта бошанд [11; 4].

Дар сохтмони биноҳои истиқоматӣ, саноатӣ ва нақлиёт гармимуҳофизӣ дар конструксияҳои ихтотавӣ (деворҳо, сақф), барои кам кардани сарфи гармкунӣ, арзон кардани арзиши масолеҳи асосии сохтмон (хишт, бетон, ҷӯб), сабук кардани конструксияҳо ва арзон кардани арзиши аслии онҳо, кам кардани хароҷоти сӯзишворӣ дар давраи амалиётӣ кумак мекунад.

Дар таҷҳизоти технологӣ ва энергетикӣ масолеҳи гармимуҳофизӣ кам кардани талафоти гармӣ, шароити таъмини ҳарорати зарурӣ, хароҷоти хосси сӯзишворӣ, маҳсулот ва бештар намудани шароити меҳнатро дар ҳар як ҳисоб таъмин менамояд. Барои ба даст овардани самарани кофӣ аз истифодаи масолеҳи гармимуҳофизӣ дар лоиҳаҳои муҳандисӣ, ҳисобҳои дахлдори гармӣ, дарки навъҳои хосси масолеҳи гармидиҳанда қабул карда шуда, хосиятҳои термодинамикии онҳо ба назар гирифта шуда, гузаронида мешаванд [10; 6; 7].

Солҳои охир дар бозори сохтмони Ҷумҳурии Тоҷикистон даҳҳо маводи нави гармидиҳӣ пайдо шудаанд, ки ба шарофати онҳо дар соҳаи сохтмон сарфаи энергия ба пешрави назаррас ноил гардидааст.

Бо рушди технологияи нав истифода бурдани масолеҳи гармимуҳофизи замонавӣ аз ҷиҳати талаботи самаранокӣ, экологӣ ва талаботи технологӣ ва техникаи ин намуд масолеҳро дар сохтмон, сохтани биноҳои баландошёна, кам кардани ғафсии конструксияҳои ихотаӣ, кам кардани массаи биноҳо, хароҷоти масолеҳи бинокорӣ ва сарфа намудани захираҳои сӯзишворию энергетикӣ ҳангоми нигоҳ доштани микроклими муқаррарӣ дар биноҳоро имкон медиҳад.

Барои гузаронидани таснифоти сифати масолеҳи гармимуҳофиз хусусиятҳои истеҳсолии онҳоро омӯختан лозим аст.

Масолеҳи гармимуҳофизи органикӣ аз ашёи хоми табиӣ – коркарди чӯб ва партовҳои кишоварзӣ, торф, инчунин, пластмассаҳои гуногун, семент тайёр карда мешавад. Ин як гурӯҳи хеле калони масолеҳ аст, ки дар доираи васеъ дар бозор пешниҳод мешавад. Қариб ҳамаи масолеҳи гармимуҳофизи органикӣ бо оташ ва об устувории биологии паст доранд. Одатан масолеҳи гармимуҳофизи органикӣ дар ҷойҳои истифода мешавад, ки ҳарорати сатҳ ва муҳити атроф аз 150⁰С дараҷа баланд набошад, инчунин, ҳамчун қабати гармимуҳофизӣ дар конструксияҳои бисёрқабатаи деворҳо, дар панелҳои сегона ва фасадҳои гачӣ истифода бурда мешаванд.

Ба намӣ, сӯхтор ва биоагентҳо масолеҳи аз пластмассаи газ пуршуда (полистироли васеъ, пенопласт, пластикаи **асли** ва гайра) бештар тобовар аст. Имрӯз дар бозори масолеҳи гармимуҳофизӣ мобилӣ будани пластмасса ҳиссаи калонро ишғол мекунад. Дар асоси онҳо масолеҳи гармимуҳофизӣ ба туфайли хосиятҳои физикӣ, арзиши паст, осонии коркард ва устуворӣ истифода мешаванд.

Таркиби маҳсулоти бетони чӯбу тахта (арболит) аз сементи портланд, ҷузъҳои нахи маҳин (майдачӯб, қоҳи резашуда ва қамиш, чипҳо, риштаҳо) ва ҳамчун минерализатор иловаҳои кимиёвӣ, шишаи ҳалшаванда, сульфати гилҳок, хлориди калсий иборат аст [1; 12].

Дар сохтмони муосири давлатҳои рушдкарда маъмултарин бетони чӯбӣ (арбалит), ки зичии 500 ... 700 кг/м³, гармигузаронии 0,08 ... 0,12 Вт/(мК), қувваи фишори 0,5 ... 3,5 МПа; қувват бар дароз кардан (ёзиш), дар вақти ҳам кардан (қат кардан) – 0,4 ... 1,0 МПа-ро истифода мебаранд.

Кафки поливинилхлоридӣ бо роҳи ковок (КПХ) кардани қатронҳои хлориди поливинилӣ сохта мешавад. Зичии миёнаи масолеҳ 60...200 кг/м³ мебошад. Фарқи байни поливинилхлориди саҳт ва нарм имкон медиҳад, ки он ҳамчун масолеҳи гармимуҳофиз барои намои бино, деворҳо, фаршу бомҳо, инчунин, дарҳо истифода шавад.

Тахтаҳо аз зарраҳои чӯб (ТЗЧ) аз ҷузъҳои нахи органикӣ риштаҳои чӯб (чун қоида, ба таври махсус зарраҳои тахта) – 90%; қатрон дар асоси маводи синтетикӣ – 7...9%; моддаҳои обкашӣ, антисептикҳои зидди оташ омода карда мешаванд. Зичии он 500...1000 кг/м³; қувваи печиш – ҳадди ақал 10 ... 25 МПа; намӣ – 5...12%; варамкунӣ дар об – 5 ... 30%-ро дарбар мегирад.

Тахтаҳои гармимуҳофиз аз нахи чӯб (ТГЧ), аз чӯби партов – партовҳои чӯбу тахтакоркунӣ, қоғазпартовҳо, пояи ҷуворимаққа, қоҳ, ҳамчун пайвандкунанда – ҳама навъҳои пайвасткунанда – қатронҳои синтетикӣ ва кимиёвӣ, иловагӣ (обпечкунакҳо, зидди оташ, антисептикҳо), зичӣ – то 250 кг/м³, қувваи печиш – то 12 МПа, гармӣ – то 0,07 Вт/(мК) тайёр карда мешаванд.

Аз кафкҳои полиуретанӣ дар натиҷаи реаксияи кимиёвӣ (КПХ) полиэстер, об, дисотсианид, эмулгаторҳо ва катализаторҳои зичии 40...80 кг/м³ КПХ) бо зичии зиёда аз 50 кг/м³, инчунин, хосиятҳои гидроизолатсионӣ пешниҳод карда мешавад. Кафки полиуретанӣ гармии пасттар аз 0,019...0,028 Вт/мК-ро дар бар гирифта, ба даст оварда мешаванд.

Илова ба хосиятҳои гармӣ ва гармимуҳофизӣ кафкҳои полиуретанӣ дорой хосиятҳои баланди қобилияти изолатсияи акустикӣ, муқовимати баланди кимиёвиро доро мебошад. Барои тамоми ҳолатҳо гармимуҳофизии ҷойҳои мураккаб қобилияти хуб дорад.

КПХ (ППС) – кафки полистирол аз 98% ҳаво ва 2% полистироли васеъшуда аз кафки равшан тавассути раванди пайиҳамӣ истеҳсол мешавад. Инчунин, дар таркиби полистирол

миқдори ками тағйирдиҳандаҳои гуногун, масалан ба оташ тобовар чорӣ карда мешавад. Қобилияти гармигузаронии он 0,037 ... 0,041 Вт/(мК) буда, аз гигроскопии паст вобаста аст. Хосиятҳои хуби гармимуҳофизи полистироли васеъ инҳо мебошанд: ба зангзанӣ тобовар, барои рушди микрофлора шароити мусоид фароҳам оварда, дар ҳолати оташгирӣ хусусияти паст дорад.

Дар асл, ҳангоми сӯхтор ин масолеҳи худҳомӯшшаванда мебошад. Ҳангоми сӯхтан миқдори энергияи гармие, ки аз пенополистирол бароварда мешавад, назар ба чӯб 7 маротиба кам аст.

Кафкшудаи полиэтилен аз полиэтилен бо илова аз моддаи кафкшаванда ҳамчун карбогидридҳо истеҳсол карда мешавад. Зичии он 25...50 кг/м³, гармигузарониаш 0,044...0,051 Вт/мК аст. Ҳамчун зиддисадоӣ ва буг дар ҳарорати аз -40 то +100 ° С, чаббиши об ба худ ва инчунин, ба ҳолатҳои маводи кимиёвӣ-биологӣ тобовар буда, истифода бурда мешавад.

Фебролит маводи сафолӣ буда, аз чӯби борику майда бо риштаҳои нахи минералӣ (пашми чӯб) ва чузъи ғайриорганикӣ пайвандкунанда сохта мешавад (одатан барои ин баъзан сементи портланд – пайвандкунандаи магнезия истифода мешавад).

Зичии моддиаш 300...500 кг/м³, гармигузарониаш 0,08...0,1 Вт/(мК) аст. Плиткаи нахӣ – фебриолити нахӣ аз ҳисоби иловаҳои ғайриорганикӣ муқовимати бештар ба оташ, муқовимати биологӣ ва кимиёвиро доро мебошад. Дар муҳити намиаш баланд, ба монанди коркарди биноҳое, ки ҳавзҳои оббозӣ доранд, истифода бурдан мумкин аст [17; 6; 1; 14]

Дар натиҷаи таҳқиқот аз тамоми масолеҳи гармимуҳофизи органикӣ камбудихои асосии онҳо муқовимати пасти таъсир бар оташ, об ва ҳояндаҳо гузаронида шуд. Ғайр аз ин, ҳангоми таҳқиқот масолеҳи дараҷаи захронокӣ баланддошта, махсусан дар вақти сӯхтор маълум гаштанд. Бинобар ин, дар хонаҳое, ки ҷойи зисти доимии одамон нест, аз берун қабати гармимуҳофизи биноҳо конструксияҳои ихотаӣ бо шартӣ таъмини эътимоднокии онҳо ҳифзи обу ҳаво фақат барои истифода тавсия кардан мумкин аст.

Масолеҳи гармимуҳофизи ғайриорганикӣ дар бозор дар доираи боз ҳам васеътар мавҷуд аст. Барои истеҳсоли онҳо ҳамин намудҳои ашёи хоми минералӣ – сангҳо, шлак, шиша, асбест лозим аст. Ба ин навъи масолеҳи гармимуҳофизи маъданӣ нахи шишагӣ, маснуоти он, баъзе бетонҳои сабук дар перлити васеъ, вермикулит ва дигар агрегатҳои ковок, бетонҳои гармидиҳандаи ҳучайра, асбест, масолеҳи сафолии дорои асбест, кафки шиша истифода мешаванд.

Аз ҷиҳати истеҳсоли масолеҳи гармимуҳофиз дар байни ҳамаи масолеҳи гармимуҳофиз нахи маъданӣ ҷойи аввалро ишғол менамояд. Ин масолеҳ қобилияти оташтобоварӣ, тез пӯсиш ё ба коррозия дучор шуданро надоранд. Онҳо дар сохтмони биноҳои истиқоматӣ, саноатӣ ва системаҳои гармкунии шахрҳо (кубурҳои таъминоти оби гарм) ҳамчун барои қабатҳои гармимуҳофиз истифода мешаванд.

Масолеҳи гармимуҳофизи минералӣ бо намудҳои гуногун истеҳсол мешаванд. Онро ҳамчун лӯлапеч ё плиткаҳои махсус ба мизочон пешкаш менамоянд. Мо танҳо ҳамон масолеҳи органикӣ ва ғайроорганикӣ, ки имрӯз дар бозори сохтмони Тоҷикистон маъмултар аст, дида мебароем: пашми минералӣ, шиша-пашм, шишаи пенофот, бетони ҳучайра, силикатҳо ва ғ.

Пашми маъданӣ вобаста ба ашёи хом санг (базалт, доломит, диаасосҳо, оҳаксанг ва ғ.) ва шлак (сиёҳ ва металлургияи ранга) шуда метавонад. Илова ба маъдани ашёи хом дар таркиби пашми минералӣ чузъҳои зарурии фенол ё қатрони карбид мавҷуданд.

Пашми дорои пайвандгари фенолӣ дар сохтмон маъмултарин аст, зеро масолеҳи ба об тобовар назар ба нахи минералӣ бо пайваस्तкунандаи он бештар аст. Пахтаи минералии маҳиннаҳ ҳамчун масолеҳи сӯхтанашаванда мебошад. Илова бар ин, қодир аст, ки пахншавии сӯхторро пешгирӣ кунад, бинобар ин, барои муҳофизат аз сӯхтор ва изолятсияи сӯхтор низ истифода мешавад.

Нахи маъданӣ ҳамчун изолятсияи самараноки акустикӣ истифода мешавад, зеро он дорои қобилияти хомӯш кардани садои баланд аст. Он дорои хосияти гигроскопии хеле паст ва муқовимати баланди кимиёвӣ мебошад.

Барои истехсоли нахи шишагӣ (стекловата) ашёи хомеро, ки барои истехсоли шиша ё партовҳои саноати шиша лозиманд, истифода мебаранд. Нахҳои шишагӣ нисбат ба нахи минералӣ калон ва ғафсу дароз шуда метавонад. Ба шарофати устуворӣ ва чандирӣ нахи шишагӣ аз нахи минералӣ қувваи баландтар дорад. Зичии нахи шишагӣ дар ҳолати парешонии на бештар аз 130 кг/м^3 , гармигузаронии $0,030 \dots 0,052 \text{ Вт/мК}$, муқовимати ҳарорат аз 450°C зиёд нест. Нахи шишагӣ ҳамчун изолятори садо васеъ истифода мешавад. Ба таъсири кимиёвӣ муқовимати калон дорад. Ин масолеҳ гигроскопӣ буда, зери таъсири гармӣ ва моддаҳои захрнок хусусияти зангзанӣ, оташгириро надорад.

Нахи сафолӣ (керамическая вата) ҳангоми бо суръати баланди марказгурез аз оксидҳои алюминий ва силитсий, сирконии дамидаи баландсуръат истехсол мешавад. Нахи сафолӣ дорои аҳаммияти муқовимати гармии баландтар нисбат ба нахи шиша ва ҳатто дар ин нишондиҳанда аз нахи минералӣ пеш гузаштанаш назаррас аст. Ҳарорати максималии қори истифода бурдани маснуоти нахи сафолӣ аз 1000°C зиёд аст.

Қобилияти гармии маҳсулот $0,13 \dots 0,16 \text{ Вт/мК}$ (дар ҳарорати 600°C), зичиаш то 350 кг/м^3 аст. Дар ҳарорати зиёда аз 100°C нахи сафолӣ хосиятҳои изолятсияи системаҳои электрикиро пайдо мекунад, дорои муқовимати баланди кимиёвӣ мебошад. Маҳсулоте, ки аз нахи сафолӣ сохта шудаанд, ба деформатсияҳои гуногун тобовар мебошанд [2; 5].

Кафки шишадор (пеностекло) дар шакли блокҳо ё плитаҳо бо хокаи агломератсияи заррабандии шишагӣ ё баъзе чинсҳои пайдоиши вулкони (сиенит, нефелин, обсидиан ва ғайра) бо моддаҳои шамолдихӣ, дар мисол бо оҳаксанг ё антратсит истехсол мешавад. Дар ҳарорати $800\text{--}900^\circ\text{C}$ қисмҳои сакқочаҳои шишагӣ ба ҳам шудан шуруъ намуда, газҳое, ки ба реаксияи кимиёвӣ мераванд, миқдори зиёди ҷойҳои холиро ба монанди сакқочаҳо (бо андозаи аз 80 то 95%) ташкил мекунанд.

Дар ин маврид масолеҳи шишабандии байни қабатҳои деворҳо дорои хусусияти камтарини часпакӣ мебошанд. Холигии дукаратаи масолеҳи гармимуҳофизӣ, иқтидори баланди нигоҳдории гармидиҳии кафки шишадор шуда метавонад.

Қобилияти гарминигоҳдории плитаҳои кафки шишагӣ дар зичии миёнаи $150\text{--}300 \text{ кг/м}^3$ аз $0,04$ то $0,12 \text{ Вт/(мК)}$ дар ҳол хуб коркард карда шудан ба маҳдудияти қувваи фишӯрда аз $1,0$ то $3,0 \text{ МПа}$ баробар аст.

Маҳсулоти аз кафки шишадор сохташуда дорои муқовимат ба намӣ, муқовимат ба сардшавӣ ва муқовимат ба ҳарорат мебошад. Барои шишаи муқаррарӣ муқовимати ҳарорат $300\text{--}500^\circ\text{C}$ ва барои шишаи бе алкалӣ (безщелочного стекла) то 1000°C аст. Кафки шишадор ҳамчун қабати гармимуҳофиз дар конструксияҳои иҷтимоии бино ва иншоот, аз ҷумла оҳану бетон, панелҳо ва таҷҳизоти хоҷагии халқ дар яхдонҳо ва шабакаҳои гармидиҳӣ ҳамчун қабати гармимуҳофиз истифода бурда мешавад.

Блокҳои бетонӣ аз силикат ҳамчун масолеҳу маснуоти гарминигоҳдорӣ бо зичии миёнаи на камтар аз 400 кг/м^3 истифода бурда мешаванд.

Ин намуд масолеҳи гармиҳифзкунандаро бо газобетон, газосиликат, пенобетон, пеносиликатҳо номгузорӣ кардаанд.

Масолеҳи бетони мазкурро барои омехта бо номҳои кафки бетонӣ, кафки силикатӣ, керамзит ва монанди инҳо мешиносанд. Он одатан аз бетони ҳуҷайра сохта шуда, плитаҳои дарозиаш то 1000 мм , васеъ $400, 500, 600 \text{ мм}$, ғафсӣ $80, 240 \text{ мм}$ дарбар мегиранд. Онҳо барои синфҳои зичии миёнаи 350 ва 400 кг/м^3 ва маҳдудияти қувваи фишор барои маҳсулот, категорияи якуми сифат на камтар аз $0,7 \text{ МПа}$, гузариши гармӣ дар ҳолати хушк дар ҳарорати 25°C $0,093\text{--}0,15 \text{ Вт/(мК)}$ аст. Плитаҳои газобетонӣ барои гармидиҳии деворҳо ва шифтҳо, пӯшонидани сатҳи таҷҳизоти корхона ва кубурҳо (бетонҳои пластикӣ ва маҳлулҳо) истифода мешаванд [17; 3].








Хулоса. Ҳамин тарик, ҳамаи масолеҳи гармимуҳофизи ғайриорганикӣ ба оташ хеле тобовар буда, ҳангоми истифода моддаҳои захрнок хориҷ намекунанд. Аз ин рӯ, онҳо дар қабатҳои гармимуҳофизи биноҳо ва таҷҳизот ҳамачониба истифода бурда мешаванд.

Дар асоси таҳлили адабиёт, манбаъҳо ва таҷрибаҳои пешакӣ самарабахшии масолеҳи гармидиҳанда ба низом дароварда шудаанд. Ҳамин тарик, дар озмоишгоҳи илмӣ соҳавии кафедраи “Масолеҳ, технология ва ташкили сохтмон” ва “Системаҳои обтаъминкунӣ, газугармӣ ва ҳавотозакунӣ”-и факултети Сохтмон ва меъморӣ Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи М.С. Осимӣ омӯзиши комплексии гурӯҳҳои масолеҳи гармимуҳофиз

дида баромада шудааст (ҷадвали 1). Нисбат ба тамоми дигар намудҳои масолеҳи гармимуҳофизи маҳаллӣ таҳқиқот рафта истодааст. Аз ҷумла, нисбат ба масолеҳи маҳаллӣ (коҳ, коҳи ганум, коҳи ҷав, пашми чорво ва ғайра) ва дар якҷоягӣ ҳамчун масолеҳи гармимуҳофизи бино ва иншоот таҳқиқот гузаронида шуда, дар мақолаҳои оянда ҳатман нисбат ба таҳқиқот ва озмоиши масолеҳи мазкур ба хонандагон натиҷаҳо пешниҳод карда мешавад.

Ҳамин тариқ мақсади асосӣ омӯзиш ва муайян кардани хосиятҳои физикию механикии масолеҳи гармимуҳофиз мебошад.

Ҷадвали 1. Хосиятҳои физикию механикии масолеҳи гарминигаҳдор
Table 1. Physical and mechanical properties of heat-retaining materials

Нишондиҳанда	Нахи базалтӣ	Нахи шишадор	Полистироли кафкдор	Кафки полистироли баландсифат	Кафки (пено) шишадор	Изолятсия аз нахи селлюлоза	Газобетон
							
Кoeffитсиенти гармигузаронӣ, λ (Вт/мК)	0,04...0,059	0,04...0,043	0,034...0,04	0,03	0,04...0,05	0,036...0,04	0,08...0,15
Ҷаббиши об (намии конденсат) % аз ӯйи масса	то 70	то 70	1,5...3,5	0,1...0,4	0,2...1	20	20
Зичӣ, ρ (кг/м ³)	30	25	25...27	28...45	120...160	35...65	350...700
Мустаҳкамӣ ҳангоми фишӯрдашавӣ (МПа)	то 0,1	то 0,1	0,18	0,2...0,5	1...3	-	3...7
Мустаҳкамӣ ҳангоми хамшавӣ (МПа)	-	-	0,27	0,25...0,7	0,4...0,6	-	2...5
Кoeffитсиенти буғгузарӣ, μ (мг/м·ч·Па)	0,54	0,55	0,05	0,015...0,018	0...0,005	0,3	0,23...0,28
Тамғаи сӯзиши масолеҳ,	НГ	НГ	Г1 - Г4	Г1 - Г4	НГ	Г1 – Г2	НГ
Ҳарорати лозимӣ, (°С)	то +700	аз -60 то +450	аз -50 то +60	аз -50 то +75	аз -30 то +500	-	аз -30 то +400
Дарозумрӣ, (сол)	то 50	то 10	10 - 15	то 50	бемаҳдуд	то 80	Дар ҳолати хушкӣ номаҳдуд

АДАБИЁТ

1. Бернацкий А.Ф. Получение теплоизоляционных материалов / А.Ф. Бернацкий,
2. Горлов, Ю.П. Технология теплоизоляционных материалов: учебник для вузов / Ю.П. Горлов, А.П. Меркин, А.А. Устенко. –М.: Стройиздат, 1980. -399 с.
3. Дубовская Л.Ю. Теплоизоляционный материал на основе древесных отходов и минерального связующего / Л.Ю. Дубовская // Деревообрабатывающая промышленность. - 2005. -№3. -С.13-14.
4. Кузьмин В.А. Применение отражательной теплоизоляции в многослойных панелях с эффектом многократного отражения теплового потока / В.А. Кузьмин, Н.П. Умнякова // Жилищное строительство. - 2016. -№6. -С.21-24. ISSN 0044-4472
5. Оценка теплозащитных свойств наружных ограждений сельских жилых зданий / П.С. Хужаев, М.М. Поччев, Н.П. Сайдгуфронов, Б.П. Сайдгуфронов // Материалы международной научно-практической конференции на тему “Интеграция науки, образования и предприятий при производстве современных строительных материалов и изделий”. Республика Узбекистан, город Самарканд. (2022 год, 27-28 октябрь). –Самарканд, 2022. -С.203-206.
6. Снижение энергопотребления зданий путем применения теплоизоляционных материалов / П.С. Хужаев, А.А. Сулаймонов, М.М. Поччоев, З.А. Сулаймонов // Вестник Таджикского технического университета. –Душанбе, 2015. -№2(30). -С.122-127.
7. СНиП II- 23-02-2003 “Тепловая защита зданий”.
8. СНиП II-3-79* (98) “Строительная теплотехника”.
9. СП. 23-101 -2004 “Свод правил по проектированию тепловой защиты зданий”.
10. Сухарев, М.Ф. Производство теплоизоляционных материалов / М.Ф. Сухарев, И.Л. Майзель, В.Г. Сандлер. -М.: Высшая школа, 1981. -231 с.
11. Теплоизоляционные материалы и конструкции: учебник / Ю.Л. Бобров, Е.Г. Овчаренко, Б.М. Шойхет, Е.Ю. Петухова. -М.: Инфра-М, 2003. -265 с.
12. Техничко-экономическое сравнение методов экономии энергии за счет утепления зданий / В.А. Кузьмин, Д.А. Шабанин, А.М. Цирлин, В.М. Цыганков, Ан.А. Ахременков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2014. -№9-10. –С.82-90.
13. Хужаев П.С. Омилҳои паст шудани хусусиятҳои гармимуҳофизӣ ва баланд бардоштани характеристикаи гармимуҳофизии қабатҳои ихтотавии бино / П.С. Хужаев // Илм ва инноватсия. Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои геологӣ ва техникӣ. - 2023. -№1. -С.167-177. ISSN 2664-1534.
14. Шокиров Р.М. Повышение теплозащитных качеств наружных стен зданий из легких блоков (на примере Таджикистана) / Р.М. Шокиров, Н.М. Каримов, Н.М. Мухибуллоев // Политехнический вестник. Серия инженерных исследований. -Душанбе, 2020. -№3. -С.133-138.
15. Шокиров Р.М. Повышение энергоэффективности зданий в Республике Таджикистан // Инженерный вестник Дона. – 2022. -№3. -С.87. [Электронный ресурс]. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2022/7505
16. Яцун И.В. Инновационный теплоизолирующий древесный ячеистый материал / И.В. Яцун, А.В. Сергиенко // Апробация. - 2015. -№4(31). -С.11-13.; Научные исследования. – 2017. -№6(17). -Том 2. –С.10.
17. Schill, F. Pěnové sklo: výroba a použití / F. Schil. -Praha: SNTL, 1962. -269 p.

ОМУЗИШИ ХУСУСИЯТҲОИ МАСОЛЕҲИ ГАРМИМУҲОФИЗИ МУОСИР

Дар мақолаи мазкур таъмин намудани сарфаи энергия дар биноҳо ва иншоот, истифода бурдани масолеҳи гармимуҳофизии биноҳои истқоматӣ дида баромада шудааст. Инчунин, нисбат ба ҳосиятҳои масолеҳи гармимуҳофиз, доро будани ҳосиятҳои гарминигодории муайян, ба худ кам ҷалб намудани намӣ (об), оташгирӣ, захролудшавии муҳит, нархи пасти масолах ва инчунин, устувории онҳо мавриди омӯзиш қарор гирифтааст. Баъдан таҳқиқ ва таҳлили масолеҳи гармидиҳӣ мувофиқи меъёрҳои мавҷуда, ки дар бозори Ҷумҳурии Тоҷикистон арзиши дастрас дорад, пешниҳод карда мешавад. Яке аз хусусиятҳои асосии масолеҳи гармимуҳофиз муайян карда шудааст, ки дар сохтмон бештар ба қор бурда мешаванд. Ин таҳқиқот ҳосиятҳои самарабахши масолеҳи гармимуҳофиз – кафки шишадор (пеностекло), ки бо гармии баланд фарқ мекунад, ҳосиятҳо ва беҳтарин нишондиҳандаҳои экологӣ, инчунин, муқовимат, захролудшавӣ ва қудрати ҳифзи омилҳои микроклимиро доро мебошад. Дикқати махсус додан ба масолеҳи гармимуҳофиз – кафки шишадор – маводи силикати сунъӣ бо холигиҳои баробар ҷойгиршуда (0,1 .. 5,0 мм) мебошад, ки бо қисмҳои тунуки моддаҳои шишабандӣ дорои ҳосиятҳои зарурӣ буда, бинобар ин, ба таҳқиқот ва тақмили он нигаронида шудааст, қабул карда шаванд. Натиҷаҳои таҳқиқотро дар истехсоли шишакафк барои гармимуҳофизии биною

иншоот, таҷҳизот, кубурҳо ва ғайра истифода бурдан мумкин аст. Ҳадафи асосӣ баҳо додани масолеҳи гармимухофизи муосир, ки дар бозори имрӯзаи Ҷумҳурии Тоҷикистон хеле маъмул гаштаанд, баррасӣ ва роҳҳои истифодаи самараноки онҳо пешниҳод карда шудааст.

Калидвожаҳо: гармигузаронӣ, сарфаи энергия, ҳифзи гармӣ, устуворӣ, сӯзишворӣ, захролудшавӣ, ковокӣ, зичӣ, қувват.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В данной статье рассматривается обеспечение энергосбережения зданий и сооружений, использование теплозащитных материалов жилых зданий. Также в отношении свойств теплофизических материалов изучаются наличие определенных теплоизоляционных свойств, низкое притяжение влаги (воды), воспламеняемость, токсичность окружающей среды, низкие цены на материалы, а также их устойчивость. Впоследствии предлагается исследование и анализ теплоизоляционных материалов в соответствии с действующими критериями, имеющими доступную стоимость на рынке Республики Таджикистан. Одна из основных характеристик теплозащитных материалов – определение того, что чаще всего используется в строительстве. Это исследование эффективных свойств теплоизоляционных материалов – стекловолоконной пены (пеностекло), которая отличается высокой температурой, обладает свойствами и лучшими экологическими показателями, а также устойчивостью, токсичностью и способностью защищать микроклиматные факторы. Обратите особое внимание на теплозащитные материалы – стекловолокно – искусственный силикатный материал с равномерно расположенными зазорами (0,1 .. 5,0 мм), с тонкими частями стекловидного вещества, обладающими необходимыми свойствами и, следовательно, ориентированными на исследования и усовершенствования. Результаты исследования могут быть использованы в производстве стекловолокна для теплоизоляции зданий, сооружений, оборудования, трубопроводов и др. Была рассмотрена цель оценки современных теплофизических материалов, которые стали очень популярными на современном рынке Республики Таджикистан, и были предложены способы их эффективного использования.

Ключевые слова: теплопроводность, энергосбережение, тепловая защита, стабильность, топливо, токсичность, пористость, плотность, прочность.

STUDYING THE FEATURES OF MODERN THERMAL IMAGING MATERIALS

This article discusses the provision of energy saving of buildings and structures, the use of heat-protective materials of residential buildings. Also, with regard to the properties of thermophysical materials, the presence of certain thermal insulation properties, low attraction of moisture (water), flammability, environmental toxicity, low prices for materials, as well as their stability are studied. Subsequently, a study and analysis of thermal insulation materials is proposed in accordance with current criteria that have an affordable price in the market of the Republic of Tajikistan. One of the main characteristics of heat-protective materials is the definition of what is most often used in construction. This is a study of the effective properties of thermal insulation materials – fiberglass foam (foam glass), which is characterized by high temperature, has properties and better environmental performance, as well as resistance, toxicity and the ability to protect microclimate factors. Pay special attention to heat-protective materials – fiberglass is an artificial silicate material with evenly spaced gaps (0.1 .. 5.0 mm), with thin parts of the vitreous substance having the necessary properties and, therefore, oriented towards research and improvement, should be accepted. The results of the study can be used in the production of fiberglass for thermal insulation of buildings, structures, equipment, pipelines, etc. The purpose of evaluating modern thermophysical materials, which have become very popular in the modern market of the Republic of Tajikistan, was considered and ways of their effective use were proposed.

Keywords: thermal conductivity, energy saving, thermal protection, stability, fuel, toxicity, porosity, density, strength.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Хуҷаев Парвиз Саидгуфронвич* – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи системаҳои таъмини об, газугармӣ ва ҳавотозакунӣ. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: **(+992) 985100333**. E-mail: **pkhujjev@gmail.com**

Исматуллозода Чамшед Исматулло - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, унвонҷӯи кафедраи системаҳои таъмини об, газугармӣ ва ҳавотозакунӣ. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: **(+992) 985487020**

Абдуганиев Абдулмаҷид Маҳмадсодиқович - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, муаллими калони кафедраи масолах, технология ва ташкили сохтмон. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10

Ситамов Музафар Сикандарович - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, муаллими калони кафедраи масолах, технология ва ташкили сохтмон. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10

Сведения об авторах: *Хуҷаев Парвиз Саидгуфронвич* – Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, кандидат технических наук, доцент кафедры системы водоснабжения, теплогазоснабжения и вентиляции. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 985100333. E-mail: pkhujjev@gmail.com

Исматуллозода Дҷамшиед Исматулло – Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, соискатель кафедры системы водоснабжения, теплогазоснабжения и вентиляции. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 985487020

Абдуганиев Абдулмаҷид Маҳмадсодиқович - Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, старший преподаватель кафедры технологии и организации строительства. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10

Ситамов Музафар Сикандарович - Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, старший преподаватель кафедры технологии и организации строительства. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10

Information about the authors: *Khuzhaev Parviz Saidgufronovich* – Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, candidate of technical sciences, associate professor of the department of water supply systems, heat and gas supply and ventilation. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: (+992) 985100333. E-mail: pkhujjev@gmail.com

Ismatullozoda Jamshed Ismatullo – Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, applicant for the Department of Water Supply, Heat and Gas Supply and Ventilation. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: (+992) 985487020

Abduganiev Abdulmadzhid Makhmadsodikovich - Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, senior lecturer at the Department of Materials, Technology and Construction Organization. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10

Sitamov Muzafar Sikandarovich - Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, senior lecturer at the Department of Materials, Technology and Construction Organization. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10

ТЕХНОЛОГИЯИ МУФИДИ БЕҲГАРДОНИИ СИФАТИ БАЪЗЕ РАВҒАНИ
РАСТАНИҲОИ ҒИЗОӢ

Муродов А.А., Чураҳонзода Р.Ч., Назаров Ф.Х., Маҳмудзода Т.М.
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Зиёдшавии аҳоли дар сайёраи Замин, тағйирёбии иқлим, норасоии об дар соҳаҳои кишоварзӣ ва истифодаи растаниҳои ғизоӣ ба сифати ашёи хом дар истеҳсолоти химиявӣ боиси ба миён омадани мушкилот дар амнияти озукаворӣ гардида истодааст.

Аз ин лиҳоз, коркарди навъҳои нави маҳсулоти хӯрокаи аз растаниҳои муфид, коркарди вариантҳои оптималии ҳосил намудани равғанҳо, сафедаҳо, ангиштобҳо, витаминҳо ва дигар пайвастагиҳои химиявие, ки марбут ба ғизо мебошанд, айни замон яке аз масъалаҳои актуалии илм ва истеҳсолоти муосири соҳаи ғизо ба ҳисоб меравад.

Дар баробари ин, масъалаҳои барқарорнамоии равғанҳои истифодашуда ва беҳгардони сифат ва ҳосиятҳои органолептикии онҳо низ аз аҳаммият ҳолӣ набуда, дастовардҳои илмӣ дар ин самт метавонанд дар оянда дар ҳалли ин мушкилот заминагузорӣ намоянд.

Яке аз масъалаҳои ҳалталаб дар ин самт зиёд намудани муҳлати истифодаи ғизоии равғанҳо мебошад. Дар ин чода истифодаи антиоксидантҳои табиӣ метавонанд дар беҳгардони сифати равғанҳо хангоми нигоҳдорӣ ва коркарди термикӣ мусоидат намоянд. Дастовардҳои илмӣ дар ин чода метавонанд на танҳо дорои аҳаммияти амалӣ бошанд, инчунин натиҷаҳо метавонанд назарияҳои мавҷудбударо тақмил диҳанд. Ин чанбаҳо аз он гувоҳӣ медиҳанд, ки мақолаи мазкур дар замони муосир муҳим, саривақтӣ ва хеле ҳам муҳим ба ҳисоб меравад.

Дар Тоҷикистон мушкилоти истифодашавии равғанҳои қисман оксидшуда (равғанҳое, ки чанд маротиба пай дар пай коркарди термикӣ шудаанд) мушоҳида карда мешавад. Дар аксари ошхонаҳо, тарабхонаҳо ва нуқтаҳои фурӯши хӯроки тез тайёр равғанҳоро дар пухтани мурғ, картошка, моҳӣ, маҳсулоти гӯштӣ, маҳсулоти нонӣ ва ғайра пай дар пай истифода менамоянд.

Чунин тарзи истифодашавӣ боиси он мегардад, ки кислотаҳои пайвасти таркиби глисеридҳои равған таҷзия гардида, ба ҳолати озод мегузаранд [4; 2; 3; 9]. Зиёдшавии ғилзати кислотаҳои калонмолекулаи чарбӣ боиси камшавии қимати рН-и равған мегардад.

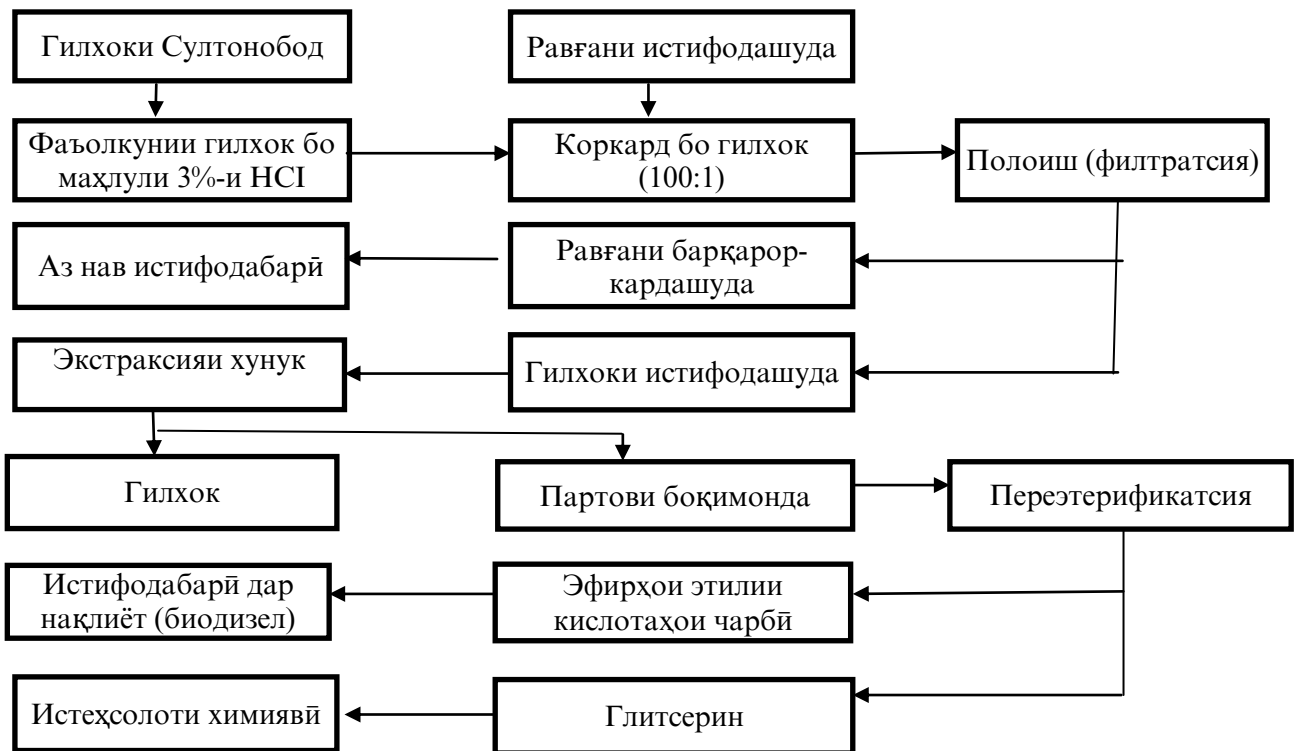
Дар баробари ин, эҳтимоли пайдошавии алдегиди акролеин ва радикалҳои озоди алканӣ аз эҳтимол дур нест. Пайдо шудани ин моддаҳо равғанро захролуд намуда, онро аз ҷиҳати ғизоӣ корношоям мегардонанд.

Ин мушкилотро ба инобат гирифта, дар рафти амалӣ намудани вазифаҳои гузошташудаи кор, технологияи барқароркунӣ (регенератсия)-и чунин равғанҳо коркард карда шуд. Чанбаҳои асосии физикию химиявии технологияи коркардшуда дар расми 1 пешниҳод гардидааст.

Чи тавре ки аз чанбаҳои физикию химиявии технологияи аз нав барқароркунии равғанҳои ғизоии растани истифодашуда, ки дар расми 1 пешниҳод гардидааст, бармеояд, ин технология дар асоси сорбсия намудани моддаҳои оксидшуда бо истифода аз ғилҳои маҳаллӣ асоснок гардидааст.

Ғилҳои истифодашуда аз минтақаи ҷамоати деҳоти “Султонобод” – и ноҳияи Рӯдакии Ҷумҳурии Тоҷикистон гирифта шудааст. Барои зиёд намудани самаранокии ҳодисаи адсорбсия ғилҳои Султонобод фаъол карда шуд. Барои фаъол намудани ғилҳои истифодашаванда аз маҳлули 3%-и кислотаи ҳидрогенхлорид истифода намудем. Сипас, равғани коркардшударо бо таносуби 100:10 (дар 1 кг равғани коркардшуда 100 г ғилҳои фаъолкардашудаи Султонободро илова намудан лозим аст) бо ғилҳои коркард кардем.

Расми 1. Технологияи аз нав барқароркунии равғанҳои ғизоии растани истифодашуда
Rasmi 1. Technology and az nav barkarorkunia ravgangoi ghizoi rastanie istifodashuda



Таҳлилҳои эксперименталии гузаронидашуда нишон дод, ки ҳангоми коркард бо гилҳок истифода аз омехтакунаки магнитӣ аз манфиат холӣ нест. Омехтакунаки гилҳок дар равған дар ҳарорати 25-30°C самаранокии технологияро метавонад то 5-7% дигар вобаста ба таркиби химиявии равғани коркардшуда зиёд намояд [10; 8; 7; 6; 5; 1].

Ҳангоми коркарди равғани истифодашуда пайвастагиҳои оксидшуда дар гилҳок сорбсия мегарданд. Дар технологияи коркардшуда равған аз пайвастагиҳои сорбсияшуда бо усули положиш (филтронӣ) ҷудо карда мешавад. Таҳлили нишондиҳандаҳои технологияи равғанҳои коркардшуда дар ҷадвалҳои 1 ва 2 пешниҳод гардидааст.

Ҷадвали 1. Нишондиҳандаҳои технологияи равғанҳои истифодашуда
Table 1. Technological indicators of used oils

Намунаҳои равған	Нишондиҳандаҳои технологияи равғанҳо			
	Адади кислотагӣ (мг КОН/г)	Адади собунонӣ (мг КОН/г)	Адади эфирӣ (мг КОН/г)	Адади иодӣ (гI ₂ /100г)
Равғани коркаршудаи зағир	4,19	150,45	155,26	139,70
Равғани коркаршудаи пахта	4,87	161,30	156,43	91,45
Равғани коркаршудаи офтобпараст	4,39	168,24	163,85	95,105

Дар асоси таҳлили муайян намудани муҳимтарин нишондиҳандаҳои химиявии равғанҳои таҳқиқшаванда муайян карда шуд, ки ҳангоми истифодашавии пайдарпайи равғанҳо глисеридҳои таркиби онҳо таҷзия гардида, қисман ба кислотаҳои калонмолекулаи ҷарбӣ ва глицерин табдил меёбанд.

Ба амал омадани чунин ҳодиса боиси он мегардад, ки адади кислотагии равғанҳои коркардшуда зиёд гардида, қимати адади эфирӣ ва адади иодии онҳо коҳиш меёбанд. Баъд аз коркард бо гилҳок нишондиҳандаи адади кислотагӣ ва адади собунокии

равғанҳои таҳқиқшаванда (равғани пахта, равғани зағир ва равғани офтобпараст) кам мегардад. Камшавии қимати адади кислотагӣ ва адади собунонӣ ба зиёдшавии адади эфирӣ мусоидат менамоянд. Чунин тағйирёбиҳо дар нишондиҳандаҳои технологӣ аз он гувоҳӣ медиҳанд, ки пас аз коркард бо гилхок равғанҳои истифодашуда аз пайвастагиҳои оксидшудаи он тоза карда мешаванд.

Ҷадвали 2. Нишондиҳандаҳои технологӣ равшанҳои коркардшуда (регенератсиякардашуда)

Table 2. Technological indicators of processed (regenerated) oils

Намунаҳои равшан	Нишондиҳандаҳои технологӣ равшанҳо			
	Адади кислотагӣ (мг КОН/г)	Адади собунонӣ (мг КОН/г)	Адади эфирӣ (мг КОН/г)	Адади иодӣ (гI ₂ /100г)
Равғани коркаршудаи зағир	1,82	167,90	166,08	156,30
Равғани коркаршудаи пахта	1,70	170,75	169,05	101,26
Равғани коркаршудаи офтобпараст	1,35	172,10	170,75	112,70

Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки пас аз барқароркунии (регенератсияи) равшанҳо, дар таркиби сорбент як гурӯҳи моддаҳои нолозим боқӣ мемонад. Асоси ин моддаҳоро кислотаҳои калонмолекулаи чарбӣ ташкил медиҳанд. Чунонки маълум аст, дар асоси кислотаҳои чарбӣ метавон номгӯи мавод ва маҳсулотро ҳосил намуд.

АДАБИЁТ

1. Арутюнян, Н.С. Рафинация масел и жиров: теоретические основы, практика, технология, оборудование: монография / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена, Е.А. Нестерова. -СПб.: ГИОРД, 2004. - 282 с.
2. Иброгимов Д.Э. Выделение масла *Arctium tomentosum* mill различными органическими растворителями / Д.Э. Иброгимов А.Ш. Маъмуров, Т.М. Махмудова // Материалы II международной научной конференции «Химия алифатических и циклических производных глицерина и аспекты их применения», посвященной 75-летию памяти д.х.н., профессора члена корреспондента Академии наук Республики Таджикистан Кимсанова Бури Хакимовича. -Душанбе, 2016. -С.168-170.
3. Иброгимов Д.Э. Изменение компонентного состава масла *Arctium tomentosum* mill в различных фазах / Д.Э. Иброгимов, А.Ш. Махмуров, Т.М. Махмудова // Вестник Таджикского национального университета. -Душанбе, 2017. -№1/1(220). -С.200-203.
4. Иброгимов Д.Э. Очистка эфирного масла герани от компонентов, имеющих кислотное свойство / Д.Э. Иброгимов, С.Дж. Ёдгорова Т.М. Пошокулзода // Земледелец. -Душанбе: Кишоварз, 2014. - №2. -С.7-11.
5. Кошевой Е.П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел / Е.П. Кошевой. -СПб.: ГИОРД, 2001. -368 с.
6. Махмудова Т.М. Физико-химические аспекты технологии регенерации и утилизации некоторых технических и пищевых масел с использованием местных бентонитов Республики Таджикистан: диссертация / Т.М. Махмудова. –Душанбе, 2019. -168 с.
7. Техника и технологии производства и переработки растительных масел. Учебное пособие / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.В. Романцова, В.П. Таров. -Тамбов: Издательство ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. -53 с.
8. Турусов, В.И. Биохимическая оценка семян подсолнечника // Зерновое хозяйство. – 2005. -№8. - С.21-23.
9. Физико-химические константы и липидный состав масла плодов дикого винограда - *AMPELORSIS VITIFOLIA* (BOISS) / Д.Э. Иброгимов Аз.А. Улукханов Ал.А. Улукханов, К.М. Палавонов, Г.Г Шодиев. -Душанбе: Андалеб, 2015. -С.40-41.
10. Щербаков, В.Г. Технология получения растительных масел / В.Г. Щербаков. -М.: Колос, 1992. - 206 с.

ТЕХНОЛОГИЯ И МУФИДИ БЕХГАРДОНИИ СИФАТИ БАЪЗЕ РАВҒАНИ РАСТАНИҶОИ ФИЗОӢ

Дар мақолаи мазкур маълумот оид ба технологияи муфиди беҳгардоии сифати баъзе равғанҳои растаниҳои физоӣ пешниҳод карда шудааст. Равғани оксидшавии равғани растаниҳои хангоми ниғаҳдорӣ ва коркарди термикӣ, коркарди технологияи муфиди барқароркунӣ, беҳгардоии сифат ва хосиятҳои органолептикии баъзе равғанҳои растаниҳои физоӣ бо истифода аз антиоксидантҳо ва адсорбентҳо омӯхта шуд. Тавассути истифодаи тарикаҳои техникаи липидология ва методҳои таҳлили ҷарбу равғанҳо равғани оксидшавии равғани пахта, зағир ва баъзе равғанҳои растаниҳои хурӯӣ омӯхта шудааст. Барои заиф намудани суръати реаксияи оксидшавии равғанҳои таҳқиқшаванда аз як зумра антиоксидантҳо аз қабилҳои феноли пирокатехин, токоферолҳо ва витамини С истифода гардид. Муайян карда шуд, ки барои заиф намудани суръати реаксияи оксидшавии равғани пахта хангоми ниғаҳдорӣ пирокатехин нисбатан афзалиятнок мебошад.

Калидвожаҳо: равғани растаниҳои, беҳгардоии сифат, оксидшавӣ, ниғаҳдорӣ, коркарди термикӣ, хосиятҳои органолептикӣ, антиоксидантҳо, фенол, токоферол, витамини С.

ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА НЕКОТОРЫХ ПИЩЕВЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

В данной статье представлена информация о эффективной технологии улучшения качества некоторых пищевых растительных масел. Изучен процесс окисления растительных масел при хранении и термической обработке, разработана эффективная технология восстановления, улучшения качества и органолептических свойств некоторых пищевых растительных масел с использованием антиоксидантов и адсорбентов. С помощью липидологических методов и методов анализа жиров и масел изучен процесс окисления хлопкового, льняного и некоторых масел диких растений. Для ослабления скорости реакции окисления исследованных масел использовали ряд антиоксидантов, таких как пирокатехин-фенол, токоферолы и витамин С. Установлено, что пирокатехин предпочтителен для снижения скорости реакции окисления хлопкового масла при хранении.

Ключевые слова: растительное масло, улучшение качества, окисление, хранение, термическая обработка, органолептические свойства, антиоксиданты, фенол, токоферол, витамин С.

EFFECTIVE TECHNOLOGY FOR IMPROVING THE QUALITY OF SOME FOOD VEGETABLE OILS

This article provides information on effective technology for improving the quality of some edible vegetable oils. The process of oxidation of vegetable oils during storage and heat treatment, the development of effective recovery technologies, and the improvement of the quality and organoleptic properties of some edible vegetable oils using antioxidants and adsorbents have been studied. Using lipidological methods and methods of analysis of fats and oils, the oxidation process of cottonseed, flaxseed and some wild plant oils was studied. To reduce the rate of the oxidation reaction of the studied oils, a number of antioxidants were used, such as pyrocatechol-phenol, tocopherols and vitamin C. It was found that pyrocatechol is preferable for reducing the rate of the oxidation reaction of cottonseed oil during storage.

Keywords: vegetable oil, quality improvement, oxidation, storage, heat treatment, organoleptic properties, antioxidants, phenol, tocopherol, vitamin C.

Маълумот дар бораи муаллиф: Муродов Амиршо Амралихонович - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, унвонҷӯи кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафтӯ газ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи акад. Раҷабовҳо 10. E-mail: amirsho_3737@mail.ru

Ҷурахонзода Рауф Ҷурахон - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, муаллими калони кафедраи “БФИ ва Э”. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи акад. Раҷабовҳо, 10. Телефон: (+992) 904-60-66-61. E-mail: raufjurakhon@gmail.com

Назаров Фирдавс Хоркашев - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, унвонҷӯи кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафтӯ газ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи акад. Раҷабовҳо 10. E-mail: n.firdavs1987@gmail.com

Маҳмудзода Таҳмина Мулминҷон - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсенти кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва

хизматрасонии нафту газ. **Суроға:** 734042, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10. Телефон: **(+992) 005-88-51-00**. E-mail: **Poshokulzoda91@mail.ru. 037-496-427**

Сведения об авторах: *Муродов Амиршо Амиралихонович* – Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, соискатель кафедры переработки энергоносителей и нефтегазового сервиса. **Адрес:** 734042, г Душанбе, Республика Таджикистан, улица акад. Раджабовых, 10. E-mail: **amirsho_3737@mail.ru**

Джурахонзода Рауф Джурахон - Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «БЖД и Э». **Адрес:** 734042, г Душанбе, Республика Таджикистан, улица акад. Раджабовых, 10. Телефон: **(+992) 005-88-51-00**. E-mail: **raufjurakhon@gmail.com**

Назаров Фирдавс Хоркашевич – Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, соискатель кафедры переработки энергоносителей и нефтегазового сервиса. **Адрес:** 734042, г Душанбе, Республика Таджикистан, улица акад. Раджабовых, 10. E-mail: **n.firdavs1987@gmail.com**

Махмудзода Тахмина Муминджон - Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, кандидат технических наук, и.о. доцент кафедры переработки энергоносителей и нефтегазового сервиса. **Адрес:** 734042, г Душанбе, Республика Таджикистан, проспект акад. Раджабовых, 10. Телефон: **(+992) 005-88-51-00**. E-mail: **Poshokulzoda91@mail.ru**

Information about the authors: *Murodov Amirsho Amiralikhonovich* – Tajik Technical University named after. acad. M.S. Osimi, applicant for the Department of Energy Processing and Oil and Gas Services. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, academic street. Radjabov, 10. E-mail: **amirsho_3737@mail.ru**

Jurakhonzoda Rauf Jurakhon - Tajik Technical University. acad. M.S. Osimi, candidate of technical sciences, senior lecturer of the department of “BJD and E”. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, academic street. Radzhabov, 10. Phone: **(+992) 005-88-51-00**. E-mail: **raufjurakhon@gmail.com**

Nazarov Firdavs Khorkashevich – Tajik Technical University named after. acad. M.S. Osimi, applicant for the Department of Energy Processing and Oil and Gas Services. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, academic street. Radzhabov, 10. E-mail: **n.firdavs1987@gmail.com**

Mahmudzoda Takhmina Muminjon - Tajik Technical University. acad. M.S. Osimi, Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor of the Department of Energy Processing and Oil and Gas Services. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, academic prospect. Radzhabov, 10. Phone: **(+992) 005-88-51-00**. E-mail: **Poshokulzoda91@mail.ru**

**ТАҲҚИҚОТИ КОНСТРУКСИЯҲОИ ОБГУЗАРОНАНДАИ БУРРИШАШ
МУДАВВАР АЗ ТАЪСИРИ ҚУВВАҲОИ ЗИЛЗИЛАВӢ**

Саидов М.Х., Ситамов М.С., Ҳасанов М.Н.

**Донишгӯи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ,
Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология АМ ИТ**

Муқаддима. Дар шароити мураккаби кӯҳӣ-геологӣ тақвият ёфтани шиддатнокии таъсири мавҷҳои зилзилаӣ ба амал меояд, ки боиси иллатнокшавии иншоотҳои махсуси зеризаминӣ гардида, сифати истифодабарии онҳоро коҳиш медиҳад.

Таҳлили ҳалалёбии конструксияҳо ҳангоми зилзила нишон медиҳанд, ки иншоотҳои зеризаминӣ ба ҳадди ақал дар қиёс ба ларзиши рӯйизаминӣ бо сабаби ларзидани ноҳияҳои кӯҳӣ зарар мебинанд. Онҳо монанди иншоотҳои рӯйизаминӣ ҳангоми таъсири сейсмологӣ ба резонанс шомил нестанд ва ба заминларза монанди хоки майдони атроф эътино мекунад. Вазни нақб ба қимати мавҷҳои зилзилаӣ таъсир намерасонанд, зеро вазни ба дарозӣ ченшавандаи нақб аз вазни ба дарозӣ ченшавандаи хок ивазшавандаи он кам фарқ мекунад. Аз ҷониби дигар, иншоотҳои зеризаминӣ дорои коэффитсенти зиёди демпфирикунонӣ дорад, зеро энергия ба хоки майдони атроф паҳн шуда, лаппишро хеле кам мекунад.

Бо вучуди ин, баъзе иншоотҳои зеризаминӣ ҳангоми заминларзаҳои калони қарни гузашта, аз ҷумла дар Сан-Франсиско (ИМА, соли 1906), Токиа (Япония, соли 1923), Чилия (с.1943), Коба (Япония, соли 1995), Чи-Чи (Тайван, соли 1999) ва дар Коджаэли (Туркия, соли 1999) хеле хароб шуданд [7].

Харобшавӣ ва вайрон шудани ороиши иншооти зеризаминӣ бештар дар шароити зерин пайдо мешавад: дар ҳолати бурриши қитъаҳои шикастагӣ; дар ҷойҳои тағйирёбии сахтии конструксия (масалан, пайвастиҳои конҳои амудӣ ва нақбҳои уфуқӣ ё ҳамроҳшавии нақби даромадгоҳӣ ба ҳаҷми асосӣ); дар ҷойҳои бурриши марзи қабати хок бо моеоти мутлақо гуногун; ҳангоми боло баромадани нақбҳо бо сабаби тунукшавии хок; бо сабаби тири арзӣ ва перпендикулярӣ деформатсияи хоки нақб, ки ҳангоми паҳншавии мавҷҳои зилзилаӣ ба амал меояд. Аз ҷониби дигар, харобшавии конструксияҳои иншооти зеризаминии дар қитъаи наздисатҳӣ ҷойгиршуда метавонад на танҳо дар қисми зеризаминӣ, балки дар сатҳи конҳои кӯҳӣ боиси оқибатҳои садамавӣ гардад. Ин ҷо ду сабаби таъсиррасонии шароити хокро ба иншооти устувор ба заминларза ҷудо кардан мумкин аст. Аввалӣ бо хусусияти динамикии хок дар қабати сатҳие иртибот дорад, ки дар чинҳои асли ҷойгир шудаанд. Дуюмӣ бо қобилияти синҷии хокҳои дисперситарин харобшавандагӣ муайян мешавад, ки ҳангоми ларзиш бо сабаби мазкур қобилияти барандагии асос коҳиш меёбад. Муайян шудааст, ки ҳангоми якҷояшавии номусоид хусусияти худӣ ларзишҳои қабати сатҳӣ бо хусусияти ларзишҳои маҷбурии чинҳои асли пайдоиши зуҳуроти резонансиеро имконпазир мегардонад, ки ларзишҳоро дар ин қабати сатҳӣ тақвият медиҳад.

Вазифаи асосии ҳисобкунии рӯйбаст ба таъсири зилзила санҷидани устуворияти конструксия ба мақсади пешгирии фӯрӯравии он ба ҳисоб рафта, дар ин маврид таъсири зилзила ҳангоми якҷояшавии сарборихои махсус ба назар гирифта мешавад.

Қайд кардан зарур аст, ки дар ҳисобу китоби иншоотҳои гидротехникии зеризаминӣ ба таъсири зилзила пайдо шудани деформатсия аз зилзила боқимонда (тарқиш, пораҳо, омехтаҳо) имконпазир аст, ки боиси фӯрӯравӣ ва афтидаи унсурҳои рӯйбаст намегардад.

Ҳисобкунӣ аз таъсири зилзила ба амал оварда мешавад, ки ба таври перпендикуляр ба меҳвари дарозии нақб равона шудааст. Таъсиррасонии қувваи зилзила, ки қад-қади меҳвари дарозии нақб равона шудааст, дар натиҷаи чорабиниҳои конструктивӣ (сохти ҷойи пайванди деформатсионии зилзилаӣ ба дарозии нақб) нарм мешавад ва аз ин рӯ ба ҳисоб гирифта намешавад.

Имрӯзҳо маълумоти мавҷуда аз хусуси таъсири zilzila ба конҳои кӯҳӣ ва иншоотҳои зеризаминӣ аз он далолат мекунад, ки дар ҳар заминларзаи саҳт иншоотҳои зеризаминӣ амалан ба ягон навъи харобшавӣ ё вайроншавӣ дучор мегардад. Масалан, 31-уми январи соли 1997 дар шаҳри Исфараи Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳангоми магнитудай 6,5 танаҳои амудӣ ва фурӯрафтаи уфуқии маҳсулот ва камераҳои кони 1-2 ва 8-и Шӯроб хароб шуданд. Инчунин, баъзе нақбҳои маҷмуи зеризаминии НОБ-и Роғун зарар دیدанд.

Мавод ва усулҳои таҳқиқ. Дар минтақаҳои хатарноки zilzila ба асоси таҳлилҳои омӯрӣ ва такроршавии zilzila, инчунин, таҳлили маълумотҳои геологӣ ва геофизикӣ ноҳиябандии сейсмологӣ ба амал оварда мешавад, ки дар он мавзӯҳои имконпазири zilzila ишорат ва баллнокии он қайд шудааст. Харитаи ноҳиябандии сейсмологӣ ҳуҷҷати расмие ба ҳисоб меравад, ки ҳангоми лоиҳакашӣ ва ҳисоб кардани иншоотҳои гуногун онро ба назар гирифтани лозим аст. Маълуман манбаҳои zilzila ба ноҳияҳои ҳаракати неотектоникии қишри замин мувофиқ кунонида шудааст. Ноҳияҳои ба миқдори 6 балл ва зиёда аз он дучори zilzila шудаанд, қисмати аксари минтақаи Осӣи Марказиро ташкил медиҳанд: масоҳати ноҳияҳои дорои балли zilzilaдошта мутаносибан 6-297, 7-242, 8-222; 9-242 ҳазор км² мебошанд.

Суръати паҳншавии мавҷҳои дарозу арзии zilzila аз ҳам фарқ кардари ташкил медиҳанд:

$$C_p = \sqrt{\frac{Eq}{\gamma} \cdot \frac{1-\mu}{(1+\mu)(1-2\mu)}}; \quad (1) \quad C_s = \sqrt{\frac{Eq}{2\gamma(1+\mu)}}; \quad (2)$$

дар ин ҷо: E – амсилаи деформатсия, МПа;

γ – вазни чинс, МН/м²;

μ – коэффитсиенти Пуассон;

q – суръати афтиши озоди чинс;

Барои мавҷҳои ҳамвори мутаносиб дар муҳити чандирӣ қимати шиддати муътадил ва расанда бо ифодаҳои зер муайян карда мешавад:

$$\sigma_{\min}^{max} = \pm P = \pm \frac{1}{2\pi} \cdot k_c \cdot \gamma \cdot c_p \cdot T_0; \quad (3)$$

$$\tau_{\min}^{max} = \pm Q = \pm \frac{1}{2\pi} \cdot k_c \cdot \gamma \cdot c_s \cdot T_0; \quad (4)$$

ин ҷо: k_c – коэффитсиенти сейсмологии ба балли zilzila мувофиқ;

T_0 – давраи афзалиятноки ларзишҳои сейсмологии зарраҳои чинс, ки мувофиқи маълумотҳои хизматрасонии муҳандисӣ-сейсмологӣ муайян карда мешавад ва дар ҳолати мавҷуд набудани ин маълумотҳо қабул баробар 0,5 с аст;

k_c - вобаста ба ҳисоби сейсмологии zilzila бо балл қабул карда мешавад:

Ҳисобкунии zilzilанокӣ 7 8 9

Қимати k_c 0,025 0,5 0,1

Қимати тақрибии суръати мавҷҳои дарозрӯяи zilzila ва шиддати муътадили чинсҳои кӯҳӣ ҳангоми zilzilaи 9 балла дар чадвали 1 оварда шудааст.

Чадвали 1. Қимати суръати мавҷҳои дарозрӯяи zilzila ва шиддати муътадили чинсҳои кӯҳӣ ҳангоми zilzilaи 9 балла

Table 1. The value of the velocity of the longitudinal waves of the earthquake and the normal stress of the rocks during a 9-point earthquake

Чинсҳо	γ 1·10 ⁻² МН/м ²	c_p 1·10 ⁻² м/с	P 1·10 ² МПа
Саҳра	2,5	35-40	70-100
Мергел, бур, гили зич	2,2	10-35	18-60
Хок (рег, гил, гилхок)	1,8-2,2	2-10	3-16

Ҳангоми таъсири мавҷҳои чандирӣ ба иншооти зеризаминӣ дар он ҳолате ба амал меояд, ки ҳангоми шиддатнокӣ тағйир мепазирад, ки ба воситаи ҳалли масъалаҳои

динамикии назарияи чандирӣ пажӯҳиш мешавад. Ҳаҷми шиддат аз таносуби андозаҳои дарозрӯяи маҳсулоти зеризаминии кӯҳӣ ва дарозии мавҷҳои зилзила вобастагӣ дорад.

Принсипҳои умумии ҳисоби крепи маҳсулот (рӯйбасти иншооти зеризаминӣ) ба таъсири сейсмологӣ ҳангоми зилзила аз ҷониби д.и.т Н.Н.Фотиева таҳия шудааст [2]. Креп ҳамчун ҳалқаи гафсии муайян ва конфигуратсия дар шароити расиши пурра ба мавзё баррасӣ мешавад.

Мавҷҳои сейсмологӣ чандирӣ эҳтимол гардида, бо майдони ҳамвор ё гайристационарӣ, аммо бо фарқи андаки импульси воқеӣ мувофиқи шакл аз синусоида мутаносиб аст. Қайд кардан зарур аст, ки дар чинсҳои сангӣ ҳангоми мавҷҳои дарозӣ калон бо бартарияти даври ларзиш шакли импульс ба ҳолати шиддатноки креп таъсири андак мерасонад.

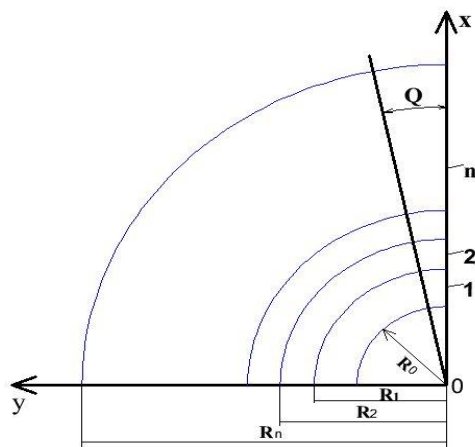
Натиҷаи таҳқиқ ва муҳокима. Майдони ҷисҳои кӯҳӣ бо муҳити хаттӣ-деформатсионӣ амсиласозӣ мешавад, ки хосияти механикии онҳо бо қимати миёнаи амсилаи деформатсияи E ва коэффитсенти Пуассон μ тавсиф меёбад.

Барои ҳисоб кардани крепи коркарди бурришаш мудаввар, ки ба таъсири сеёсмологӣ дучор мешавад, усули ҳисобкунии конструксияи бисёрқабата ба қор бурда мешавад. Ҳалқаи чандирии бисёрқабата (расми 1)-ро баррасӣ менамоем, ки қабати берунӣ n майдони чинсхоро дар қабати дарунӣ – креп амсиласозӣ менамояд.

Хусусиятҳои нақшаи ҳисобкунӣ аз он иборат аст, ки радиуси қабати берунӣ $R_n \rightarrow \infty$.

Расми 1. Нақшаи ҳисобкунии крепи коркарди бурришаш мудаввар дар шакли ҳалқаи бисёрқабата

Fig. 1. Calculation plan for processing crepe with a round cross-section in the form of a multi-layer ring



Дар ҳодисаи инфиродии бетони яклухт ин нақша метавонад ба ҳалқаи дуқабата (креп-чинс) оварад. Илова бар ин, ба сифати қабат мумкин аст дар майдони чинсҳои атрофи коркард бо хусусияти деформатсионии фарқкунанда (E ва μ), ки дар натиҷаи устувории чинсҳо ва тампонаж ё таҳти қорҳои тарқонандагӣ дар натиҷаи нармшавии чинсҳо ё деформатсия берун аз доираи устуворият мавзёҳо ҷудо шаванд.

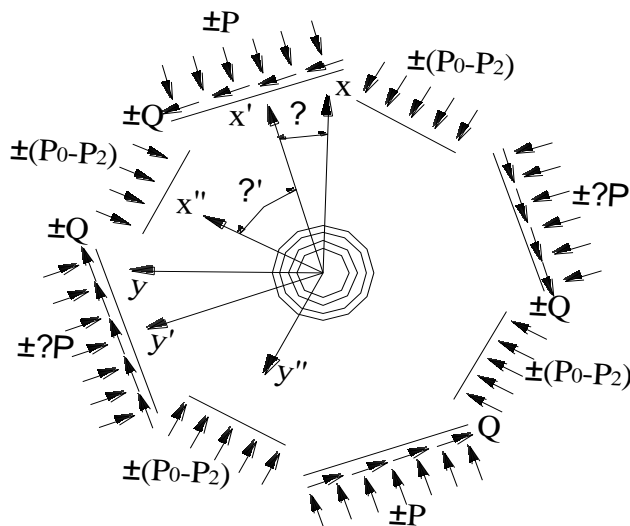
Сарбории квазистатикӣ ҳисобкуниро муайян менамоем, ки ба тарҳи берунӣ $r = R_n$ ҳалқаи бисёрқабата пешниҳод шудааст. Ҳолати нисбатан номусоид, ки мавҷҳои зилзилави дарозрӯя ва арзӣ ба коркард дар як вақт расидагӣ мекунанд, пас ҳангоми самти таъсири мавҷҳои қад-қадӣ меҳвар X^1 ҳолати шиддатноки майдон ба таъсири шиддатнокии беохир эквивалентӣ аст (расми 2).

$$\sigma_{x^1}^{(\infty)} = \pm P; \sigma_{y^1}^{(\infty)} = \pm \lambda P; \tau_{x^1 y^1}^{(\infty)} = Q \quad (5)$$

ин ҷо қимати Q, P аз рӯйи формулаи (3 ва 4) ва $\lambda = \frac{\mu}{1-\mu}$;

Расми 2. Нақшаи ҳисобкунии таъсири zilzilavi ба конструкцияи обгузаронии бурришаш мудаввар

Fig. 2. Plan of calculation of the effect of earthquakes on the construction of a circular cross section



Бо дарназардошти баробарқиматии самтҳои радиалӣ барои коркард бо бурриши мудаввар, шиддати асосиро ба майдони чинс барои беохир бо истифода аз формулаи зерин муайян мекунанд:

$$\left. \begin{matrix} \sigma_1 \\ \sigma_3 \end{matrix} \right\} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad (6)$$

Ба формула (6) қимат гузошта, формула (5) ҳосил мекунем:

$$\left. \begin{matrix} \sigma_1^{(\infty)} \\ \sigma_3^{(\infty)} \end{matrix} \right\} = \pm \frac{P}{2(1-\mu)} \cdot \left[1 \pm \sqrt{(3-4\mu) \cdot (1-2\mu)} \right] \quad (7)$$

Аломати \pm таъсири шиддати фишордиҳанда ва кашишдиҳандаро ба беохир (∞) ифода менамояд.

Шиддатҳои ками асосӣ қад-қади тири X^1 (расми 3) таъсир мерасонанд, ки аз тири X^1 ба кунҷи $\pm\alpha^1$ дур шудаанд ва аз рӯи формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$2\alpha^1 = \arctg \left(-\frac{2\tau_{x^1y^1}^{(\infty)}}{\sigma_{x^1}^{(\infty)} - \sigma_{y^1}^{(\infty)}} \right) \quad (8)$$

Шиддати асосиро дар майдон ба беохир (∞) метавонад чунин тасаввур кард.

$$\left. \begin{matrix} \sigma_1^{(\infty)} \\ \sigma_3^{(\infty)} \end{matrix} \right\} = P_0 \pm P_2; \quad (9)$$

$$\text{дар ин ҷо: } P_0 = \frac{P}{2(1-\mu)}; \quad P_2 = \frac{P}{2(1-\mu)} \cdot \sqrt{(3-4\mu) \cdot (1-2\mu)}; \quad (10)$$

Аз координати декартӣ ва қутбӣ гузашта, барои ҳисобкунии шиддат тири X -ро қад-қади X^1 (расми 1) равона менамоянд, ки барои тарҳи берунии ҳалқаи бисёрқабата пешниҳод шудааст ва ифодаи зерин ҳосил мешавад:

$$P^* = \pm(P_0 + P_2 \cdot 2\theta) \quad (11)$$

Ҳисобкунии баъдина барои муайян кардани коэффитсенти интиқоли сарборӣ ба амал оварда мешавад, ки проф. Н.С. Буличев пешниҳод кардааст ва он пайдарпай барои ҳамаи қабатҳо, аз дарун сар карда (коэффитсенти интиқоли сарборӣ ба воситаи қабати якуми дарунӣ ба сифр баробар аст $K_{0(i)} = 0$) аз рӯи формулаи (12) ва (13) ҳисоб карда мешавад.

$$K_{0(i)} = \frac{d_{1(i)}}{d_{2(i)} + X_0 \cdot (d_{1(i-1)}^{I} - K_{0(i-1)} \cdot d_{2(i-1)}^{I})}; \quad (12)$$

ин чо $X_0 = \frac{G_i}{G_{1-i}} \cdot \frac{c_{i-1}^2 - 1}{c_{i-1}^2 - 1}$; - таносуби амсилаи тағйирёбии креп ва чинс мебошад;

$$\begin{aligned} K_{11(i)} &= \frac{1}{B} \cdot (\beta_1 \cdot a_{1(i)}^I - \beta_2 \cdot a_{1(i)}); \\ K_{12(i)} &= \frac{1}{B} \cdot (\beta_2 \cdot a_{2(i)} - \beta_2 a_{1(i)}^I); \\ K_{21(i)} &= \frac{1}{B} \cdot (\alpha_1 \cdot a_{1(i)}^I - \alpha_2 \cdot a_{1(i)}); \\ K_{22(i)} &= \frac{1}{B} \cdot (\alpha_2 \cdot a_{2(i)} - \alpha_2 \cdot a_{2(i)}^I); \end{aligned} \quad (13)$$

Коэффитсиенти интиқоли сарбории баробари берунии ба беохир гузошташуда, ба воситаи қабати берунии n , ки майдони чинсхоро амсиласозӣ мекунад аз ифода (12) ҳосил шудааст, шохиси i -ро ба n иваз намуда, $R_n \rightarrow \infty$ бартарарф менамояд. Баъди табдилёбӣ ҳосил мешавад:

$$K_{0(n)} = \frac{X_{n+1}}{2 + X_0^{II} (d_{1(n)}^I - K_{0(n-1)} \cdot d_{2(n-1)}^I)} \quad (14)$$

ин чо: $X_0^{II} = \frac{G_n}{G_{n-1}} \cdot \frac{1}{c_{n-1}^2 - 1}$;

Баъдан мувофиқи формулаҳои (15) ва (16) шиддатнокӣ дар қабатҳои расиш пайдо карда мешавад.

$$P_{0(i-1)} = P_{0(i)} \cdot K_{0(i)}; \quad (15)$$

$$P_{2(i-1)} = P_{2(i)} \cdot K_{11(i)} + q_{2(i)} \cdot K_{12(i)};$$

$$q_{2(i-1)} = P_{2(i)} \cdot K_{21(i)} + q_{2(i)} \cdot K_{22(i)}; \quad (16)$$

Баъдан аз рӯи формулаи (17) ва (18) шиддатнокии тангенсалии муътадил дар тарҳи даруна ва берунаи ҳар қабат ҳисоб карда мешавад.

$$\text{Ҳангоми } r = R_{i-1} \quad (17)$$

$$\sigma_\theta = P_{0(i)} m_1 - P_{0(i-1)} m_2 - (P_{2(i)} n_1 - q_{2(i)} n_2 - P_{2(i-1)} n_3 + q_{2(i-1)} n_4) \cdot \cos 2\theta$$

$$\text{Ҳангоми } r = R_i \quad (18)$$

$$\sigma_\theta = P_{0(i)} m_1^I - P_{0(i-1)} m_2^I + (P_{2(i)} n_1 - q_{0(i)} n_2^I - P_{2(i-1)} n_3^I + q_{2(i-1)} n_4^I) \cos 2\theta$$

Ҳисоб кардани шиддатнокӣ дар креп аз таъсири сейсмологӣ бо шиддатнокӣ аз фишори кӯҳ чамъ мешавад. Санҷиши устуворияти қабатҳо мувофиқи қиматҳои экстремалии шиддатнокӣ ба амал оварда мешавад.

Агар коркард бо бетони яклухт (якқабата)-и крепи устувор шуда бошад, дар ин маврид формулаи ҳисобкунӣ сода карда мешавад.

Рафту алоқамандии креп бо чинсҳои кӯҳӣ аз ҷиҳати конструктивӣ тақвият дода нашуда бошад (масалан ба воситаи анкерҳо) ва сутуну тиргакҳо бо ҳосил шудани тарқишҳо лоиҳакашӣ шавад, пас ба ҳисоб фақат шиддатнокии бечошавандаи P^* қабул мешавад.

Коэффитсиенти интиқоли таҳмил ба воситаи қабати берунӣ (чинсҳои кӯҳӣ) бо ифодаҳои муайян мешавад, ки дигарӣ аз он (13) ҳангоми $R_0 \rightarrow \infty$ ва (14) будан.

$$K_{0(2)} = \frac{d_{1(2)}}{d_{2(2)} + X_0^{II} d_{1(1)}^I}; \quad (19)$$

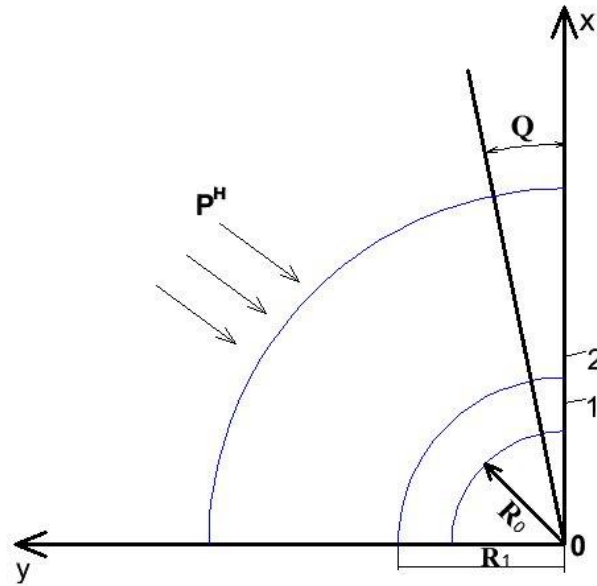
$$K_{11(2)} = 2 \cdot \frac{\beta_1}{B}; \quad K_{22(2)} = 2 \cdot \frac{\alpha_1}{B}; \quad (20)$$

дар ин чо: $B = \alpha_2 \beta_1 - \alpha_2 \beta_2$; $\alpha_1 = \frac{1}{X_2 + 1} (1 + X^{II} b_{1(1)}^I)$;

$$\alpha_2 = \frac{1}{X_2 + 1} (X_2 + X^{II} b_{2(1)}^I); \quad X^{II} = \frac{G_2}{G_1} \cdot \frac{X_1 + 1}{(c_1^2 - 1)^3};$$

$C = \frac{R_1}{R_0}$ - хусусияти крепи давродавр (ҳалқа); X - коэффитсиенти навъи ҳолати шиддатнок қимати $X=3-4\mu$ - дошта, ҳангоми деформатсияи ҳамвор; $X = \frac{3-\mu}{1+\mu}$ - дар ҳолати ҳолати шиддатнокии ҳамвор;

Расми 3. Нақша ба ҳисоб кардани крепи яклути коркарди бурришаш мудаввар
 Fig. 3. The plan for the calculation of the whole crepe processed with a round cross-section



ин ҷо $d_1 = C^2(X + 1)$; $d_2 = 2C^2 + X - 1$; $d_1^I = C^2(X - 1) + 2$; и $d_2^I = X + 1$.

Бо вучуди он ки шиддатнокии мавҷҳои зилзилавӣ пешакӣ маълум нест, пас дониستاني шиддатнокии экстремалии крепи зарур аст, ки аз рӯи формулаҳои (17) ва (18) муайян карда мешавад: ҳангоми $r = R_0$.

$$\sigma_\theta = P_{0(1)}m_1 \pm (P_{2(1)}n_1 - q_{2(1)}n_2); \quad (21)$$

$$\sigma_\theta = P_{0(1)}m_1^I \pm (P_{2(1)}n_1^I - q_{2(1)}n_2^I); \quad (22)$$

ин ҷо $m_1 = \frac{2C^2}{C^2-1}$; $m_2 = \frac{C^2+1}{C^2-1}$; $m_1^I = m_2$; $m_2^I = \frac{2}{C^2-1}$;

$$n_1 = 4C^2 \frac{C^2+1}{(C^2-1)^2}; n_2 = \frac{4C^2}{(C^2-1)^2}; n_3 = \frac{C^4+6C^2+1}{(C^2-1)^2}; n_4 = 2 \frac{C^4+2C^2-1}{(C^2-1)^2};$$

$$n_1^I = n_3; n_2^I = 2 \frac{2C^2-C^4+1}{(C^2-1)^2}; n_3^I = 4 \frac{C^2+1}{(C^2-1)^2}; n_4^I = n_2;$$

Шиддатнокии экстремалӣ бо шиддатнокии дахлдори ҳисобкунандагӣ аз дигар анвои таъсиррасонӣ ба креп ҳам карда мешавад.

Мувофиқи қимати шиддатнокии экстремалӣ лаҳзаҳои дуршаванда ва қувваи муътадилро аз рӯи формулаҳои зерин муайян кардан мумкин аст:

$$M = d^2b \frac{\sigma_\theta^{BH} - \sigma_\theta^{HAP}}{12}; N = db \frac{\sigma_\theta^{BH} + \sigma_\theta^{HAP}}{2}; \quad (23)$$

ин ҷо: $b = 1$ м; d – ғафсии креп ($d = R_1 - R_0$).

Ба сифати намуна шиддатнокиро дар крепи бетони яклухти як қитъаи обкаши трубинагии 5-и агрегатҳои НОБ-и Роғун, ки бурриши мудаввари қутраш 5,49 м дораду умқи 100 м-ро гузаштааст, дар ҳолати таъсири мавҷҳо зимни даври фишорхӯрӣ аз зилзилаи қувваи 9 баллдошта муайян мекунем.

Маълумотҳои ибтидоии хусусияти ҷинсҳо:

Алевролит, вайроншавии тектоникии тартиби III-IV.

$E = 10200$ МПа; $\mu = 0,31$; $\gamma = 2,6 \cdot 10^{-2}$ МПа/м³; $T_0 = 0,5$ с;

Хусусияти креп: $R_0 = 2,745$ м; $R_1 = 3,5$ м $E_k = 2,9 \cdot 10^4$ МПа; $\mu_k = 0,15$.

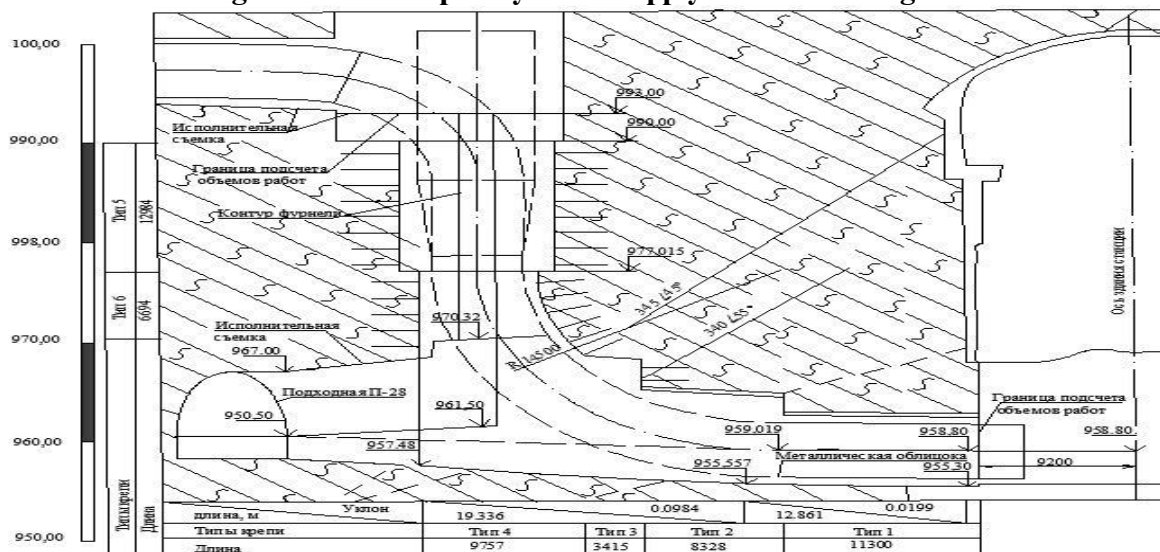
Коэффитсиенти сейсмологӣ $k_c = 0,1$.

Қимати бузургиро ба формулаи (1), (3) ва (10) гузошта, муайян мекунем:

Суръати паҳншавии мавҷҳои дарозрӯя

$$C_p = \sqrt{\frac{Eq}{\gamma} \cdot \frac{1 - \mu}{(1 + \mu)(1 - 2\mu)}} = \sqrt{\frac{10200 \cdot 9,8}{9,8 \cdot 10^{-2}} \cdot \frac{(1 - 0,31)}{(1 + 0,31)(1 - 2 \cdot 0,31)}} = 2304 \text{ м/с}$$

Расми 4. Роҳи обкаши муваққатӣ дар НОБ-и Роғун
Figure 4. The temporary water supply road in the Rogun WWTP



Мувофиқи натиҷаҳои нимрухкунонии сейсмологӣ дар қитъаи толори машинаҳои НОБ-и Роғун қимати суръати мавҷҳои дарозрӯя $C_p = 2300-3500$ м/с-ро ташкил медиҳад. Шиддати квазистатикӣ ба беохир (∞).

$$P = \frac{1}{2\pi} k_0 \gamma C_p T_0 = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot 0,1 \cdot 2,6 \cdot 10^{-2} \cdot 2304 \cdot 0,5 = 47,6 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

$$P_0 = \frac{P}{2(1-\mu)} = \frac{47,6 \cdot 10^{-2}}{2(1-0,31)} = 34,5 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

$$P_2 = \frac{P}{2(1-\mu)} \cdot \sqrt{(3-4\mu)(1-2\mu)} = \frac{47,6 \cdot 10^{-2}}{2(1-0,31)} \sqrt{(3-4 \cdot 0,31)(1-2 \cdot 0,31)} = 28,2 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

Қимати бузургии ба формулаи (19) ва (20) дохилшаванда ва коэффитсиенти интиқоли сарбориро муайян мекунем.

$$K_{0(2)} = \frac{d_{1(2)}}{d_{2(2)} + X_0^{II} \cdot d_{1(1)}^I} = \frac{1,696}{1,989 + 0,29 \cdot 2,6} = 0,618$$

$$d_1 = C^2(X+1) = 0,784^2(1,76+1) = 1,696$$

$$C = \frac{R_0}{R_1} = \frac{2,745}{3,5} = 0,784; x = 3 - 4\mu = 3 - 4 \cdot 0,31 = 1,76$$

$$d_2 = 2 \cdot C^2 + x - 1 = 2 \cdot 0,784^2 + 1,76 - 1 = 1,989$$

$$d_{1(1)}^I = C^2(x-1) + 2 = 0,784^2 \cdot (1,76-1) + 2 = 2,6$$

$$K_{11(2)} = 2 \cdot \frac{\beta_1}{B} = 2 \cdot \frac{0,28}{-0,164} = -3,415$$

$$B = \alpha_2 \cdot \beta_1 - \alpha_1 \cdot \beta_2 = 0,89 \cdot 0,28 - 0,51 \cdot 0,81 = -0,164$$

$$\alpha_1 = \frac{1}{x_2 + 1} (1 + X_0^{II} \cdot b_{1(1)}) = \frac{1}{1,76 + 1} (1 + 0,29 \cdot 1,345) = 0,50$$

$$b_1 = C^4(3 + C^2) - D = 0,784^4(3 + 0,784^2) - 0,021 = 1,345$$

$$D = \frac{(C^2 - 1)^3}{X + 1} = \frac{(0,784^2 - 1)^3}{1,76 + 1} = 0,021$$

$$X_0^{II} = \frac{G_n}{G_{n-1}} \cdot \frac{1}{C_{n-1}^2 - 1} = \frac{436}{3893} \cdot \frac{1}{0,784^2 - 1} = 0,29$$

Амсилаи бечошавии ҷинсҳо

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \frac{10200}{2(1+0,31)} = 3893 \text{ МПа}$$

Амсилаи бечошавии креп баробар аст ба -436 МПа

$$\alpha_2 = \frac{1}{X_2 + 1} (X_2 + X_0^{II} \cdot b_{1(1)}^I) = \frac{1}{1,76 + 1} (1,76 + 0,29 \cdot 2,39) = 0,89$$

$$b_1^I = 2 \cdot C^4 + C^2 + 1 + D = 2 \cdot 0,784^4 + 0,784^2 + 1 + 0,021 = 2,39$$

$$\beta_1 = \frac{1}{X_2 + 1} (1 - X_0^{II} \cdot b_{2(1)}) = \frac{1}{1,76 + 1} (1 - 0,29 \cdot 0,84) = 0,28$$

$$b_2 = C^4(3 - C^2) + D = 0,784^4(3 - 0,784^2) + 0,021 = 0,84$$

$$b_2^I = C^2 + 1 + D = 0,784^2 + 1 + 0,021 = 1,64$$

$$\beta_2 = \frac{1}{x_2 + 1} (x_2 + X_0^{II} \cdot b_{2(1)}^I) = \frac{1}{1,76 + 1} (1,76 + 0,29 \cdot 1,64) = 0,81$$

$$K_{21(2)} = 2 \cdot \frac{\alpha_1}{B} = 2 \cdot \frac{0,89}{-0,164} = -10,853$$

Шиддатнокиро дар робитаи крепи бо чинсҳо мувофиқи формулаҳои (15) ва (16) муайян мекунем:

Ишораи « - » пеш аз бузургии $P_{2(1)}$ ва $q_{2(1)}$ маънии онро дорад, ки шиддатнокии муътадилро робитаи максимум мутаносибан тарафи тири X^{II} (расми 3) ба 90° гардонида шудааст.

Қимати бузургии воридшавандаро ба формулаҳои (21) ва (22) муайян мекунем.

Шиддатнокии экстремалиро дар крепи сатҳи дарунӣ ва берунӣ мувофиқи формулаҳои (21) ва (22), лаҳзаҳои дуршавандаву иқтидори муътадилро мувофиқи формулаи (23) муайян мекунем.

Ҳангоми $r = R_0$

$$\sigma_\theta^{\text{BH}} = 1,77 \text{ МПа}$$

Ҳангоми $r = R_1$

$$\sigma_\theta^{\text{нар}} = 5,6 \text{ МПа}$$

$$M_{\text{max}} = d^2 b \frac{\sigma_\theta^{\text{BH}} - \sigma_\theta^{\text{нар}}}{12} = 0,75^2 \cdot 1 \cdot \frac{1,77 - 5,6}{12} = 1,8 \cdot 10^{-1} \text{ МПа}$$

$$N_{\text{max}} = d \cdot b \frac{\sigma_\theta^{\text{BH}} + \sigma_\theta^{\text{нар}}}{12} = 0,75 \cdot 1 \cdot \frac{1,77 + 5,6}{12} = 2,8 \cdot 10^{-1} \text{ МПа}$$

Хулоса. Қайд кардан зарур аст, ки дар чинсҳои сангӣ ҳангоми мавҷҳои калону дарози зилзилавӣ бо бартарият доштани марҳалаи ларзиш шакли имплс ба чандирияти ҳолати креп таъсири андак мерасонад.

Ҳамин тавр, ҳангоми таъсири мавҷҳои чандирӣ ба иншооти зеризаминӣ дар он ҳолате ба амал меояд, ки ҳангоми шиддатнокӣ тағйир меназирад, ки ба воситаи ҳалли масъалаҳои динамикии назарияи чандирӣ пажухиш мешавад. Ҳаҷми шиддат аз таносуби андозаҳои дарозрӯяи маҳсулоти зеризаминии кӯҳӣ ва дарозии мавҷҳои зилзила вобастагӣ дорад.

АДАБИЁТ

1. Баклашов И.В. Геомеханика: Основы геомеханики. Учебник для вузов. Том 1 / И.В. Баклашов. - М.: МГГУ, 2004. -208 с.
2. Баклашов И.В. Механика подземных сооружений и конструкции крепей / И.В. Баклашов, Б.А. Картозия. -3-е. изд. стер. -М.: Студент, 2012. -542 с.
3. Буличев Н.С. Механика подземных сооружений / Н.С. Буличев. -М.: Недра, 1994. -382 с.
4. Буличев Н.С. О расчете обделок тоннелей в очень слабых грунтах / Н.С. Буличев // Проблемы подземного строительства в XXI веке. -Тула, 2002. -С.35-37.
5. Буличев Н.С. Расчет крепи капитальных горных выработок / Н.С. Буличев, Б.З. Амузин, А.Г. Оловянный. -М.: Недра, 1974. -320 с.
6. Картозия Б.А. Инженерные задачи механики подземных сооружений. Учебное пособие / Б.А. Картозия, В.Н. Борисов. -М.: МГГУ, 2001. -246 с.
7. Поляков С.В. Последствия сильных землетрясений / С.В. Поляков. -М.: Стройиздат, 1978. -311 с.
8. Приближенный учет пространственного характера задачи о влиянии здания и напряженное состояние обделки близкорасположенного тоннеля / Н.Н. Фотиева, А.С. Саммаль, Н.С. Буличев [и др.]. -Самара: СамГТУ, 2004. -С.242-245.

9. Фотиева Н.Н. Расчет крепи подземных сооружений в сейсмически активных районах / Н.Н. Фотиева. –М.: Недра, 1974. -240 с.
10. Фотиева Н.Н. Расчет обделок тоннелей некругового поперечного сечения / Н.Н. Фотиева. –М.: Стройиздат, 1974. -240 с.
11. Шахтное и подземное строительство. Том 1 / Б.А. Картозия, Б.И. Федунец, М.Н. Шуплик [и др.]. –М.: Изд-во Академии горных наук, 2001. -607 с.

ТАҲҚИҚОТИ КОНСТРУКСИЯҲОИ ОБГУЗАРОНАНДАИ БУРРИШАШ МУДАВВАР АЗ ТАЪСИРИ ҚУВВАҲОИ ЗИЛЗИЛАВӢ

Дар мақола натиҷаҳои ҳулосаи муҳандисие шарҳ дода шудааст, ки ҳангоми мавҷҳои калону дароз бо давраи афзалиятноки шаклҳои лаппишноки импульс дар навъҳои харсангӣ ба ҳолати шиддатноки рӯйпушкунӣ таъсири зиёд намерасонад.

Принсипҳои умумии ҳисобкунии рӯйпушкунӣ маҳсулот ба таъсири зилзилатобоварии дар шакли ҳалқаи ғафсии муайян ва конфигуратсия дар шароити расиши пурра бо чинҳои кӯҳии зиёд шарҳ дода шудааст, ки дар муҳити хаттӣ-деформатсияшуда амсиласозӣ шудааст. Ҳисоби рӯйпушкунӣ бурришаш муддавар ҳангоми таъсири сейсмологӣ бо усули конструксияи бисёрқабатаи доираи қабати беруни оварда мешавад, ки ба беинтиҳой саъй менамояд. Ба сифати намуна дар крепи бетони яклухт зимни яке аз қитъаҳои обпартои турбинагӣ дар агрегати 5-уми НОБ-и Роғун муайян шудааст.

Калидвожаҳо: чинси кӯҳӣ, креп, корҳои кон, зилзила, бурриши мудаввар, мавҷҳои зилзилавӣ, мавҷҳои дарозрӯя ва арзӣ, суръати мавҷҳои дарозрӯя.

АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДОПРОПУСКАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ

В данной статье изложены результаты инженерного решения, которое показывает, что в скальных горных породах, при больших длинах волн с преобладающим периодом колебаний форма импульса не оказывает значительного влияние на напряжённое состояние крепи.

Изложены общие принципы расчета крепи выработок на сейсмические воздействия в виде кольца заданной толщины и конфигурации в условиях полного контакта с массивом горных пород, моделируемым линейно-деформируемой средой. Приводится расчёт крепи круглого сечения при сейсмическом воздействии методом многослойных конструкций радиуса внешнего слоя, стремящегося к бесконечности. В качестве примера определены напряжения в монолитной бетонной крепи на одном из участков турбинного водовода 5-в агрегата Рогуновской ГЭС.

Ключевые слова: горные породы, крепь, горные выработки, землетрясения, круглого сечения, сейсмических волн, продольные и поперечные волны, скорость продольных волн.

ANALYSIS OF SEISMIC IMPACT ON THE THE LINING WORKINGS OF CIRCULAR CROSS SECTION

This article describes the results of engineering decisions, which shows that the rocks, at the big lengths of waves with a predominant period of oscillations, pulse shape had a significant effect on the stress state of the lining.

General principles of calculating support of excavations for the seismic effects in the form of a ring of given thickness and configuration in full contact with the rock mass modeled linearly deformable medium. The calculation of the lining of circular cross section with seismic effects method, multilayer structures of the radius of the outer layer tends to infinity. As an example, defined by stresses in a monolithic concrete lining in one of the sections penstock is a 5-in unit of the Rogun hydropower plant.

Keywords: rocks, support, mining, earthquakes, circular section, seismic waves, longitudinal and transverse waves, longitudinal wave velocity

Маълумот дар бораи муаллиф: Саидов Мансур Хамрокулович - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи механикаи назариявӣ ва муқовимати мавод. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: **918-41-78-87**

Ситамов Музафар Сикандарович - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ассистенти кафедраи масолахҳо, технология ва ташкили сохтмон. **Суроға:** 734042, ш.Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Раҷабовҳо, 10. Телефон: **918-80-21-85**

Ҳасанов Муҳриддин Нуралиевич - Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология АМ ИТ, унвонҷӯ. **Суроға:** 734042, ш Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 139

Сведения об авторах: *Саидов Мансур Хамрокулович* - Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, старший преподаватель кафедры теоретическая механика и сопротивление материалов. **Адрес:** 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10. Телефон: **918-41-78-87**

Ситамов Музафар Сикандарович - Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, ассистент кафедры материалов, технологии и организации строительства. **Адрес:** 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, улица академиков Раджабовых, 10

Хасанов Мухриддин Нуралиевич - Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана, соискатель. **Адрес:** 734042, г.Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 139

Information about the authors: *Saidov Mansur Khamrokulovich* - Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, senior lecturer at the Department of Theoretical Mechanics and Strength of Materials. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10. Phone: **918-41-78-87**

Sitamov Muzafar Sikandarovich - Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, assistant at the Department of Materials, Technology and Construction Organization. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academicians Radjabov Street, 10

Khasanov Mukhriddin Nuraliyevich - Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, applicant. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 139

ТДУ: 547

ТАҲЛИЛИ СИФАТӢ ВА МИҚДОРИИ АЛДЕГИДИ АКРОЛЕИН ҲАНГОМИ ОКСИДКУНИИ ТЕРМИКИИ РАВҒАНҶОИ ТАҲҚИҚШАВАНДА

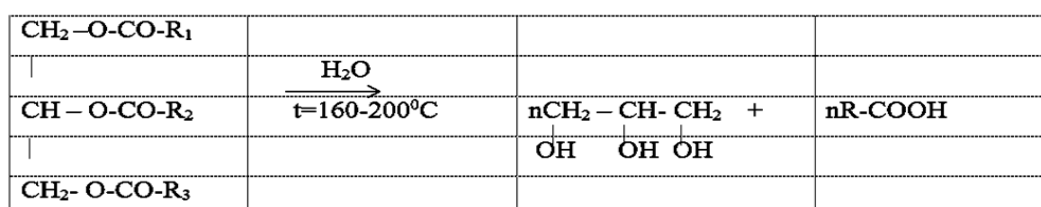
Маҳмудзода Т.М.

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

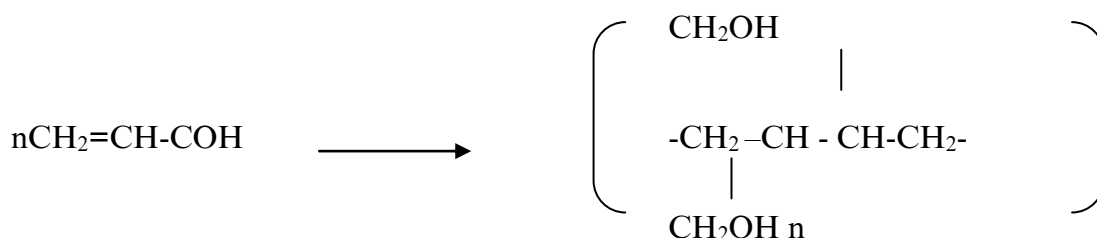
Дар рафти пажӯҳиш ва таҳқиқот оид ба омӯзиши оксидшавии термикии равғанҳои таҳқиқшаванда муайян карда шуд, ки ҳангоми оксидшавии термикии равғани зағир ва пахта алдегиди акролеин ҳосил мешавад.

Дар асоси пажӯҳиш ва таҳқиқотҳои гузаронидашуда муайян карда шуд, ки ҳангоми таҷзияи термикии кислотаҳои чарбӣ, пеш аз ҳама, таҷзияшавии глисеридҳои таркиби равғанҳо ба амал меояд. Ҳангоми таҷзияи термикии равғанҳо глицерин ва кислотаҳои калонмолекулаи чарбӣ ҳосил мешаванд.

Дар навбати худ, глицерин таҳти таъсири гармӣ ба алдегиди акролеин мубаддал мегардад. Химизми раванди оксидшавии равғанҳои растаниро бо мубодилаи химиявии зерин асоснок намудан мумкин аст:



Дар навбати худ, алдегиди акролеин таҳти таъсири гармӣ дар ҳарорати 220 °С полимеризатсия мегардад. Химизми ин ҳодисаро бо муодилаи химиявии зайл асоснок намудан мумкин аст:



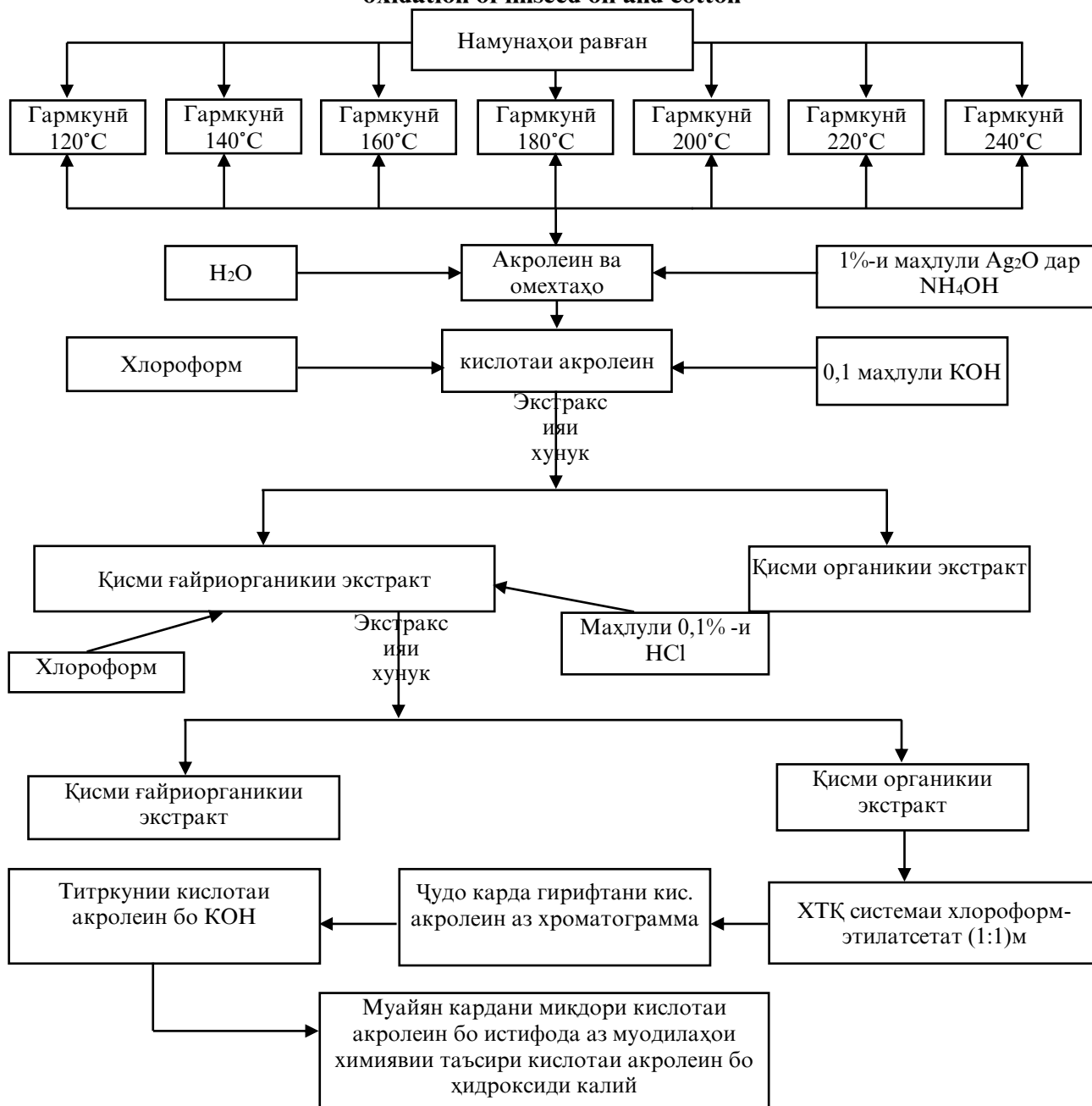
Чи тавре аз муодилаҳои химиявии оксидшавии термикии равғанҳо бармеояд, ин раванд дар 3 зина амалӣ мегардад. Дар зинаи 1-ум таҷзияшавии глисеридҳо ба глицерин ва кислотаҳои калонмолекулаи карбонӣ ба амал меояд. Ин ҳодиса боиси он мегардад, ки адади кислотагии равғани зағир ва пахта ҳангоми коркарди термикӣ зиёд гардад. Зиёдшавии ҳарорат ҳангоми идомаи коркарди термикии равғанҳо боиси он мегардад, ки глицерин ба алдегиди акролеин табдил ёбад. Гармкунии равған то ҳарорати 220 °С ба полимеризатсияшавии алдегиди акролеин мусоидат менамояд.

Дар ин ҷо қайд намудан ба маврид аст, ки ҳангоми коркарди термикии равғанҳо на танҳо рН-и равған баланд гашта хосиятҳои технологӣ ва органолептикии он тағйир меёбад, инчунин алдегиди акролеин ва полимери он ҳосил мешавад. Чунин навъи равған метавонанд организми инсонро заҳролуд намояд.

Ин мушкилотро ба инобат гирифта усули муфиди таҳлили миқдории алдегиди акролеинро коркард намудем. Техника ва технологияи таҳлили миқдори алдегиди акролеин ҳангоми оксидкунии термикии равғани пахта ва зағир дар расми 6 пешниҳод гардидааст.

Расми 1. Техника ва технологияи таҳлили миқдории алдегиди акролеин ҳангоми оксидкунии термикӣ равшани зағир ва пахта

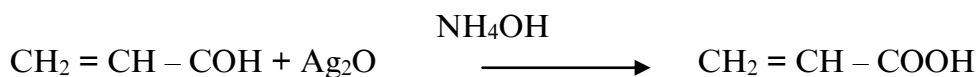
Figure 1. Technique and technology of quantitative analysis of acrolein aldehyde during thermal oxidation of linseed oil and cotton



Чи тавре таҳлилҳои эксперименталии гузаронидашуда нишон медиҳад (расми 1), ҳосилшавии алдегиди акролеин дар ҳарорати 180°C оғоз меёбад.

Дар усули коркардгардида барои муайян намудани алдегиди акролеин аз зарфи металии сарпӯши найчадордошта истифода намудан тавсия дода мешавад. Зеро алдегиди акролеин ва дигар пайвастиҳои оксидшуда аз таркиби равшанҳо ҳангоми коркарди термикӣ дар шакли газ (буғ) хориҷ мешаванд. Аз ҳамин сабаб, ба найчаи металии сарпӯш найчаи резинии ба гармӣ тобоварро пайваस्त намуда, онро ба зарфи дар он маҳлули 1% - и Ag_2O – и дар маҳлули оби аммиак тайёркардашуда гузаронидан лозим аст.

Дар натиҷа Ag_2O – и дар NH_4OH тайёркадашуда бо алдегиди акролеин, ки ҳангоми оксидкунии термикӣ равшанҳои таҳқиқшаванда ҳосил мешавад, таъсири мутақобила намуда, алдегиди акролеинро бо кислотаи пропенат табдил медиҳад. Ин ҳодисаи химиявиро бо муодилаи зерин асоснок намудан мумкин аст:



Пас аз иҷрои ин амал омехтаи реаксионӣ бо маҳлули 0,1н КОН коркард карда мешавад. Ин коркард боис ба он мешавад, ки кислотаи акролеин ба намаки калигии худ табдил меёбад:



Баъд аз табдил додани кислотаи акролеин ба намаки калигии худ омехтаи реаксионӣ бо хлороформ коркард карда мешавад. Ин коркард боис ба он мегардад, ки дигар пайвастагиҳои ғайриорганикии омехта аз маҳлули обӣ ба қисми органикии маҳлул (қисми хлороформӣ) мегузаранд. Дар қисми об намаки калигии кислотаи акролеин боқӣ мемонад. Бояд аз иҷрои ин амал қисми обии экстракт то нуқтаи эквивалентии нейтралшавӣ бо маҳлули 0,1н HCl коркард карда шавад.

Нейтралшавӣ (нуқтаи эквивалентии реаксияи таъсири акролеинати калий бо кислотаи хлорид)-ро тавассути истифодаи индикатори қоғазӣ “Фенолфталеин” муайян намудан мумкин аст.

Баъд аз ҳидролизи кислотагии $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{COO} - \text{K}$ он ба кислотаи акролеин ва ишқори калий табдил меёбад. Ин табдилёбӣ боис ба он мегардад, ки алдегиди акролеин дар хлороформ ҳалшаванда гардад. Аз ҳамин лиҳоз, экстраксияи хунук бо хлороформ боиси он мешавад, ки аз маҳлули оби кислотаи акролеин ба қисми органикии экстракт гузарад.

Барои таҳлили хроматографи намудани кислотаи акролеин онро дар ротори бугқунанда то ҳаҷми минималӣ бугронӣ кардан лозим аст. Пас аз бугронӣ маҳлули таҳлилшаванда хроматографияи тунукқабат карда мешавад. Таҳлили хроматографиро дар системаи хлороформ – этилатсетат (1:1) гузаронидан лозим аст.

Дар иҷрои ин таҳлили эксперименталӣ мо аз пластинкаҳои хроматографии “Silufol” (истеҳсоли Чехия) ва “Merc” (истеҳсоли Олмон), ки бо сорбенти силикогел рӯйпӯш гардидааст, истифода намудем. Барои ҷудо намудани кислотаи акролеин аз як қисми хроматограмма ба таври вертикалӣ каме бурида (1-2см) гирифтём. Барои идентификатсия намудани мавқеи ҷойгиршавии кислотаи акролеин рӯйи пластинкаи хроматограммаро бо маҳлули 0,1%-и бромфеноли кабуд коркард намудем. Компоненти таҳлилшаванда, ки кислотаи акролеин мебошад, дар рӯйи пластинкаи “Merc” дар шакли доғи ранги кабуддошта пайдо мешавад.

Дар ин ҷо қайд намудан ба маврид аст, ки барои коркарди хроматограмма бо бромфеноли кабуд аз пластинкаи “Silufol” истифода кардан лозим нест. Сабаб дар он аст, ки пластинкаи аз фалгаи алюминий сохташуда болояш бо гиликагел рӯйпӯш гардидааст. Фалгаи алюминий бо ошкоркунанда, ки бромфеноли кабуд мебошад, ба реаксия дохил шуда, дар рӯйи хроматограмма ранги кабудии хокистарро пайдо менамояд. Ин боис ба он мегардад, ки мавқеи кислотаи акролеин дар сатҳи хроматограмма мушоҳида карда нашавад.

Бинобар сабабе, ки пластинкаи хроматографии “Merc” аз шиша ва сорбенти силикагел сохта шудааст, ин ҳодиса ба амал намеояд. Аз ҳамин лиҳоз, дар рафти идентификатсияи коэффитсиенти тақсимшавии (R_f) кислотаи акролеин истифодаи пластинкаи “Merc” - ро тавсия медиҳем.

Дар иҷрои ин таҳлил пас аз муайян намудани коэффитсиенти тақсимшавии кислотаи акролеин дар рӯйи хроматограмма сорбенти мавқеи ошкоркунанда харошида гирифта мешавад. Сипас сорбент элюатсия шуда, полонида мешавад. Барои элюатсияи кислотаи акролеин мо аз ҳалқунандаи хлороформ истифода намудем.

Баъди элюатсия маҳлули таҳлилшаванда бо маҳлули 0,001н КОН – и дар спирти изопропил (пропанол - 2) тайёркардашуда то нуқтаи эквивалентӣ титронида шуд. Пас аз муайян намудани ҳаҷми титрант, ки то нуқтаи эквивалентии таъсири мутақобилаи ишқори калий бо кислотаи акролеин сарф гардидааст, массаи титрант аз рӯйи формулаи зерин маълум карда шуд:

$$T = \frac{N \cdot \varepsilon}{1000}$$

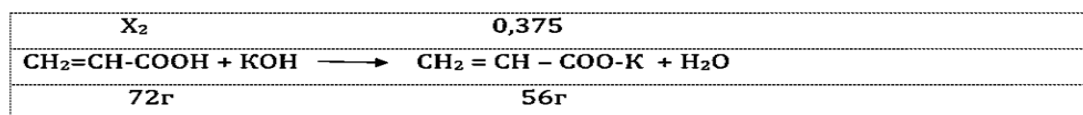
Дар формула

T – титри маҳлул (мг/см³);

N – ғализати нормалии титрант (0,001н КОН);

Э – эквиваленти титрант .

Пас аз муайян намудани массаи титрант реаксияи таъсири мутақобилаи титрант бо кислотаи акролеин мураттаб дода шуда, тавасути методҳои математикӣ массаи маводи таҳлилшаванда муайян карда мешавад.



$$X_2 \text{ ————— } 0,375\text{г}$$

$$72\text{г} \text{ ————— } 56\text{г} \quad X = \frac{72 \cdot 0,375}{56} = 0,482$$

Тавассути истифодаи таносуб муайян карда шуд, ки массаи маводи таҳлилшаванда (кислотаи акролеин) дар омехтаи реаксионӣ 0,482 граммро ташкил медиҳад. Аз рӯи ин қимати муайяншуда ҳисоб менамоем, ки ҳангоми барқарор намудани ин миқдор кислотаи акролеин чӣ қадар алдегиди акролеин ҳосил намудан имконпазир аст.



$$0,482\text{г} \text{ ————— } X_2$$

$$72\text{г} \text{ ————— } 54\text{г} \quad X = \frac{54 \cdot 0,482}{72} = 0,361\text{г}$$

Дар ин ҷо қайд намудан ба маврид аст, ки реаксияи барқароршавии кислотаи акролеин танҳо характери назариявӣ дошта, барои натиҷагирӣ бо усули математикӣ истифода карда мешавад. Дар амал ин реаксия бо кандашавии бандҳои дучандаи молекулаи кислотаи акролеин анҷом меёбад, вале дар ҳисоби назариявӣ ин тарзи гузоштани реаксия ягон таъсир намерасонад.

Барои муайян намудани ҳиссаи массаи алдегиди акролеин бо ҳисоби фоиз дар усули коркардшуда аз методи математикии таносуб истифода намудан мумкин аст.

Масалан, агар ҳангоми оксидкунии термикӣ 300г равған 0,361г алдегиди акролеин ҳосил шуда бошад, он гоҳ ҳиссаи массаи алдегиди гузошташуда бо чунин миқдор баробар аст:

$$300\text{г} \text{ ————— } 100\% \quad X = \frac{0,361 \cdot 100}{300} = 0,120\%$$

$$0,361\text{г} \text{ ————— } X\%$$

Ҳамин тариқ, тавассути истифодаи тарикаҳои таҳлили чарбу равғанҳо ва методҳои ҳисоби математикӣ усули нави муайян намудани алдегиди акролеин ҳангоми оксидкунии термикӣ равғани зағир ва пахта коркард карда шуд. Бо истифода аз усули коркардшуда муайян карда шуд, ки равғани зағир нисбат ба равғани пахта ба оксидшавии термикӣ ноустувор буда, ҳангоми коркарди термикӣ дар ҳарорати зиёда аз 160 °C 1,38% алдегиди акролеинро аз худ ҳосил менамояд. Дар чунин шароит равғани пахта 0,12% ин алдегидро аз худ ҷудо месозад.

Дар асоси пажуҳиш ва таҳқиқотҳои гузаронидашуда муайян карда шуд, ки бо истифода аз усули коркардгардида алдегиди акролеинро ҳангоми оксидкунии термикии дигар равшанҳо низ муайян намудан имконпазир аст.

АДАБИЁТ

1. Андрущенко, В.К. Методы оптимизации биохимической селекции овощных культур / В.К. Андрущенко. - Кишинев: Штиинца, 1981. - 128 с.
2. Белобородов, В.В. Основные процессы производства растительных масел / В.В. Белобородов. - М.: Пищевая промышленность, 1966. - 478 с.
3. Выделение и исследование химического состава и физико-химических свойств некоторых растительных масел / И.Д. Иброгимов, Т.М. Махмудова, А.Ш. Махмудов, И.Э. Иброгимов // Материалы международной научно-практической конференции "Eurasia Science". 15 февраля 2021г. - М., 2021. - С.46-49.
4. Гончаров, Г.И. Технология и оборудование для производства пищевых жиров / Г.И. Гончаров, А.А. Буша. - Киев, 1991. - 86 с.
5. Иброгимов, Д.Э. Характеристика физико-химических константов хлопкового масла некоторых сортов хлопчатника, выращиваемых в Таджикистане / Д.Э. Иброгимов, А.Ш. Махмудов, Т.М. Махмудова // Политехнический Вестник серия: интеллект, инновации, инвестиция. - Душанбе: ТТУ имени академика М.С. Осими, 2018. - №1(41). - С.28-36. ISSN 2520-2235
6. Иброгимова, С.И. Характеристика масленности и продуктивности волокна в некоторых сортах и линиях хлопчатника / С.И. Иброгимова, Д.Э. Иброгимов, П.М. Насрединова // Вестник Таджикского национального университета. - Душанбе, 2015. - №1/6(190). - С.42-48.
7. Копейковский, В.М. Влияние режимов тепловой сушки семян подсолнечника на качество масла / В.М. Копейковский, В.К. Костенко // Известия вузов. Пищевая технология. КИПП. - 1962. - №4. - С.72-76.
8. Копейковский, В.М. Влияние температуры на качественную сохранность высушенных семян / В.М. Копейковский, Г.И. Гарбузова, М.И. Рязанцева // МЖП. - М.: Пищепромиздат, 1963. - №1. - С.12-16.
9. Копейковский, В.М. Изменение кислотного числа масла семян подсолнечника высокомасличных сортов в процессе сушки / В.М. Копейковский, В.К. Костенко // МЖП. - М.: Пищепромиздат, 1962. - №3. - С.12-17.
10. Методы биохимического исследования растений / В.В. Арасимович, А.И. Ермаков [и др.]. - Л.: Агропромиздат. Ленинград, 1978. - 430 с.
11. Методы современной биохимии / В.А. Гусева, В.А. Пасешниченко [и др.]. - М., 1975. - С.72-74.
12. Перспективы применения некоторых технических растительных масел флоры Таджикистана для отечественного производства / Д.Э. Иброгимов, Т.С. Маджидов, Т.М. Маъмурова, М.А. Зокирова // Наука и инновация. - Душанбе, 2020. - №4. - С.110-114.
13. Рахмонов, Р. Влияние внутренних и внешних факторов на физиологические и биохимические процессы хлопчатника / Р. Рахмонов, Н. Губанова, О. Джураев. - Ташкент: ФАН, 1981. - С.57-62.
14. Руководство по методам исследования, технохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности, 1, кн. 2. - Л., 1967. - 827 с.

ТАҲЛИЛИ СИФАТӢ ВА МИҚДОРӢИ АЛДЕГИДИ АКРОЛЕИН ҲАНГОМИ ОКСИДКУНИИ ТЕРМИКИИ РАВҶАНҲОИ ТАҲҚИҚШАВАНДА

Дар мақолаи мазкур маълумот оид ба таҳлили сифатӣ ва миқдори алдегиди акролеин ҳангоми оксидкунии термикии равшанҳои таҳқиқшаванда пешниҳод гаштааст. Дар асоси пажуҳиш ва таҳқиқотҳои гузаронидашуда муайян карда шуд, ки ҳангоми таҷзияи термикии кислотаҳои ҷарбӣ, пеш аз ҳама, таҷзияшавии глицеридҳои таркиби равшанҳо ба амал меояд. Ҳангоми таҷзияи термикии равшанҳо глицерин ва кислотаҳои калонмолекулаи ҷарбӣ ҳосил мешаванд. Дар навбати худ, глицерин таҳти таъсири гармӣ ба алдегиди акролеин мубаддал мегардад.

Калидвожаҳо: равшани пахта, равшани зағир, коркарди термикӣ, таҷзия, глицеридҳо, кислотаҳои калонмолекула, алдегиди акролеин, таҳлили сифатӣ, таҳлили миқдорӣ.

КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ АКРОЛЕИНОВОГО АЛЬДЕГИДА ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ОКИСЛЕНИИ ИССЛЕДУЕМЫХ МАСЕЛ

В статье представлена информация о качественном и количественном анализе акролеинового альдегида при термическом окислении исследуемых масел. На основании исследований установлено, что при термическом разложении жирных кислот в первую очередь происходит распад глицеридов состава масел. При термическом разложении жиров образуются глицерин и высокомолекулярные жирные кислоты. В свою очередь, глицерин под воздействием тепла превращается в акролеиновый альдегид.

Ключевые слова: хлопковое масло, льняное масло, термическая обработка, разложение, глицериды, высокомолекулярные кислоты, акролеиновый альдегид, качественный анализ, количественный анализ.

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF ACROLEIC ALDEHYDE DURING THERMAL OXIDATION OF STUDY OILS

The article provides information on the qualitative and quantitative analysis of acroleic aldehyde during the thermal oxidation of the studied oils. Based on research, it has been established that during the thermal decomposition of fatty acids, the breakdown of glycerides in the oil composition occurs first. The thermal decomposition of fats produces glycerol and high-molecular fatty acids. In turn, glycerol is converted to acroleic aldehyde under the influence of heat.

Key words: cottonseed oil, linseed oil, heat treatment, decomposition, glycerides, high molecular weight acids, acroleic aldehyde, qualitative analysis, quantitative analysis.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Маҳмудзода Таҳмина Муминҷон* - Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсенти кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи акад. Раҷабовҳо, 10. Телефон: (+992) 005-88-51-00. E-mail: **Poshokulzoda91@mail.ru**

Сведения об авторе: *Махмудзода Тахмина Муминджон* - Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, кандидат технических наук, и.о.доцента кафедра переработки энергоносителей и нефтегазового сервиса. **Адрес:** 734042, г Душанбе, Республика Таджикистан, улица акад. Раджабовых, 10. Телефон: (+992) 005-88-51-00. E-mail: **Poshokulzoda91@mail.ru**

Information about the author: *Mahmudzoda Tahmina Muminjon* - Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor, Department of Energy Processing and Oil and Gas Services. Address: 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, academic street. Radjabovs, 10. Phone: (+992) 005-88-51-00. E-mail: **Poshokulzoda91@mail.ru**

**ТЕХНОЛОГИЯИ ҲОСИЛ НАМУДАНИ КИСЛОТАҲОИ ГУМИНӢ ДАР АСОСИ
АНГИШТИ КОНҲОИ ҲАКИМӢ, ШӢРОБ, ФОН-ЯҒНОБ, НАЗАР – АЙЛОҚ,
ЗИДДӢ, КУРТЕГИН, САӢӢД ВА САНГИ ТАҒГ**

Иброҳимзода Д.Э., Назарова Х.Д., Эмомов Б.Ф.

**Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ,
Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино,
Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ**

Яке аз самтҳои афзалиятноки пешрафти иқтисодиёти Тоҷикистон, ин саноатунонии кишвар ба ҳисоб меравад, ки дар он истифодаи самараноки захираҳои табиӣ ниҳоят нақши муҳимро иҷро менамояд.

Тоҷикистон дорои захираҳои калони ангишт мебошад, дар ҷумҳури зиёда аз 36 конҳо ва зухуроти ангишт муайян гардидаанд. Захираҳои умумии ангишт дар Тоҷикистон зиёда аз 4,3 миллиард тонна арзбӣ гардидааст ва қариб тамоми навъҳои ин канданиҳои саҳти сӯзанда: аз навъҳои ангишти сиёҳтоб то ангиштсанг, ангиштсанги коксшаванда ва антрацитро дар бар мегирад [1-4].

Дар ин ҷо қайд намудан зарур аст, ки айни ҳол минтақаҳои қаданиҳои ангиштдори Тоҷикистон нобаробар ва умуман номукамал омӯхта шудаанд. Дар баробари ин, таркиби химиявии захираҳои ангишти Тоҷикистон таҳқиқ нагардидаанд.

Ангишт ин маҳсулоти табиӣ мебошад, ки дорои имкониятҳои фаровон аст. Паҳншавии таносуби қаданиҳои фойданоки сӯзанда дар зери замин гуногунанд: ангишт ва вараксангҳо 95,8%-ро ташкил мекунад, торф -3,4%, нафт 0,7% ва гази табиӣ 0,1%.

Таҳлилҳои оморӣ нишон дод, ки ҳоло манбаъҳои нафту газ дар ҷаҳон хеле кам шудааст. Камшавии якмароми сӯзишвории моеъ ҳосил кардани онро ҷиддан аз ангишт талаб мекунад. Мисоли дар мавқеи давлати баррасӣ шудани ин мушкилот дар Ҷумҳурии Африқои Ҷанубӣ мебошад, ки қисми зиёди эҳтиёҷоти худро нисбати сӯзишвории моеъ бо ҳосилкунии он аз ангишт, қонеъ мекунад [5].

Ҳоло дар ҷандин мамлакатҳои ҷаҳон, аз он ҷумла дар Ҷумҳурии Африқои Ҷанубӣ, Иёлоти Муттаҳидаи Амрико, Британияи Кабир, Лаҳистон, Олмон, Япония, Ҷумҳурии Мардумии Чин, Россия ва ғайра, ба равандҳои коркарди аз ҷиати иқтисодӣ фойдаовари маводҳои сӯзишворию молиданӣ ва кимиёвӣ технологӣ аз ангишт, машғуланд, ки ин равандҳо натиҷаҳои самарабахш дода истодаанд.

Таҳқиқотҳои бо роҳбарии А.О. Решёто дар Институти илмӣ-таҳқиқотии химиявии ангишти Федератсияи Россия гузаронидашудаи антрацити Назар-Айлоқ, имконияти истифода бурдани онҳоро барои ҳосил намудани карбиди калсий, электродҳо барои саноати алюминий ва дигар маснуотҳои ангиштию графитӣ исбот намудаанд [6-9].

Усулҳои асосии истеҳсоли саноатии карбоҳидрогенҳои ароматӣ, коксонидани (пиролиз) ангиштсанг мебошад. Дар натиҷа дар муҳити беҳаво тафсонидани ангиштсанг, моддаҳои органикӣ таркиби он ба табилоҷоти кимиёвӣ дучор шуда, ҷор маҳсулоти асосӣ: кокс, зифти ангиштсанг (бензол, ҳомологон бензол, фенол, ҳомологон фенол), маҳлули оби аммиак (аммиак. сулфат аммоний, фенол) ва гази коксӣ (ҳидроген, метан, аммиак, бензол, толуол, сулфати аммоний этилен) ба даст меояд.

Дар рушди технологияи истеҳсоли мавод ва маҳсулот дар асоси ангишт олимони тоҷик низ саҳми назаррас доранд. Олимони Институти химияи Академияи миллии илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон дар зери роҳбарии профессор З.А. Румянсева, ҷанбаҳои физикию химиявии технологияи истеҳсоли коксро дар асоси ангишти Фон-Яғноб омӯхта, имконияти аз он истеҳсол намудани коксро барои корхонаҳои металлургӣ, истеҳсоли электродҳо барои электролизёрҳо ва дигар маводу маҳсулотҳои химиявиро коркард намуданд. Таҳқиқотҳои минбаъдаи олимони тоҷик муайян намуд, ки дар таркиби ангиштсанги қони Фон-Яғноб миқдори зиёди моддаҳои органикӣ, хусусан

карбохидрогенҳои ароматӣ бензол, фенол, толуол, нафталин, пиридин, карбазол ва ғайра дида мешаванд.

Яке аз самтҳои муҳимми технологияи коркарди ангишт, ин истехсол намудани кислотаҳои гуминӣ дар асоси онҳо мебошад. Ин гурӯҳи моддаҳо дар асл ранги зарди сиёхчатоб доранд ва дар натиҷаи таҷзияи моддаҳои органикӣ зимни таъсири микроорганизмҳо, ферментҳо дар зери замин ба амал меоянд, ки дар натиҷа моддаҳои табиӣ калонмолекула ба моддаҳои хурдмолекула табдил меёбанд.

Таҳлилҳо нишон доданд, ки кислотаҳои гуминӣ ба худ структураи хос надоранд. Ин пайвастиҳои табиӣ шакли бисёрструктуриро доранд. Кислотаҳои гуминӣ дар таркиби худ якҷанд гурӯҳҳои функционалиро доранд. Мавҷудияти гурӯҳҳои функционали - COOH, -OH, -CO ва порчаҳои ароматӣ дар молекулаи кислотаҳои гуминӣ боиси он мегардад, ки ба реаксияҳои ионӣ, донору-акцепторӣ ва гидрофобӣ иштироки фаъолона намоянд.

Кислотаҳои гуминӣ метавонанд бо иони металлҳо ва баъзе моддаҳои органикӣ пайвастиҳои комплексиرو ҳосил кунанд. Тавсифи хосиятҳои химиявии гурӯҳҳои функционали кислотаҳои гуминӣ дар ҷадвали 1 пешниҳод гардидааст.

Ҷадвали 1. Тавсифи хосиятҳои химиявии кислотаҳои гуминӣ аз рӯи гурӯҳҳои функционалӣ

Table 1. Description of chemical properties of humic compounds according to functional groups

Гурӯҳҳои функционалӣ	Намуди таъсирона
COOH	мубодилаи ионӣ
CA - OH	комплекс ҳосил намудан
>C = O	оксид-барқароршавӣ
C ₆ H ₆	донору - акцепторӣ
CH _n	таъсири гидрофобӣ

Пас аз омӯзиш ва таҳлили сохт ва хосиятҳои химиявии кислотаҳои гуминӣ миқдори ин кислотаҳо дар таркиби баъзе ангиштҳои кишварамон таҳқиқ карда шуд. Барои коркарди технологияи муфиди истехсол намудани кислотаҳои гуминӣ дар асоси захираҳои ангишти Тоҷикистон ба ҳайси ашёи хоми истехсоли намунаҳои ангишти Ҳақими Шӯроб, Назар-Айлоқ, Фон-Яғноб, Зиддӣ, Сайёд, Санги Танг ва Куртегин интихоб карда шуд.

Дар рафти иҷрои таҳлилҳои эксперименталӣ, технологияи муфиди ҳосил намудани кислотаҳои гуминӣ карда шуд, ки он дар расми 1 пешниҳод шудааст.

Чи тавре аз технологияи коркардшуда, ки дар расми 1 пешниҳод гардидааст, пеш аз экстраксия намудан, намунаи ангишти интихобшуда то андозаи 0,1-0,3 мм тавассути истифодаи осиеби хурди лабораторӣ хока карда мешавад, ки ин андоза барои ҷудо намудани компонентҳои таркиби ангишт қулай мебошад.

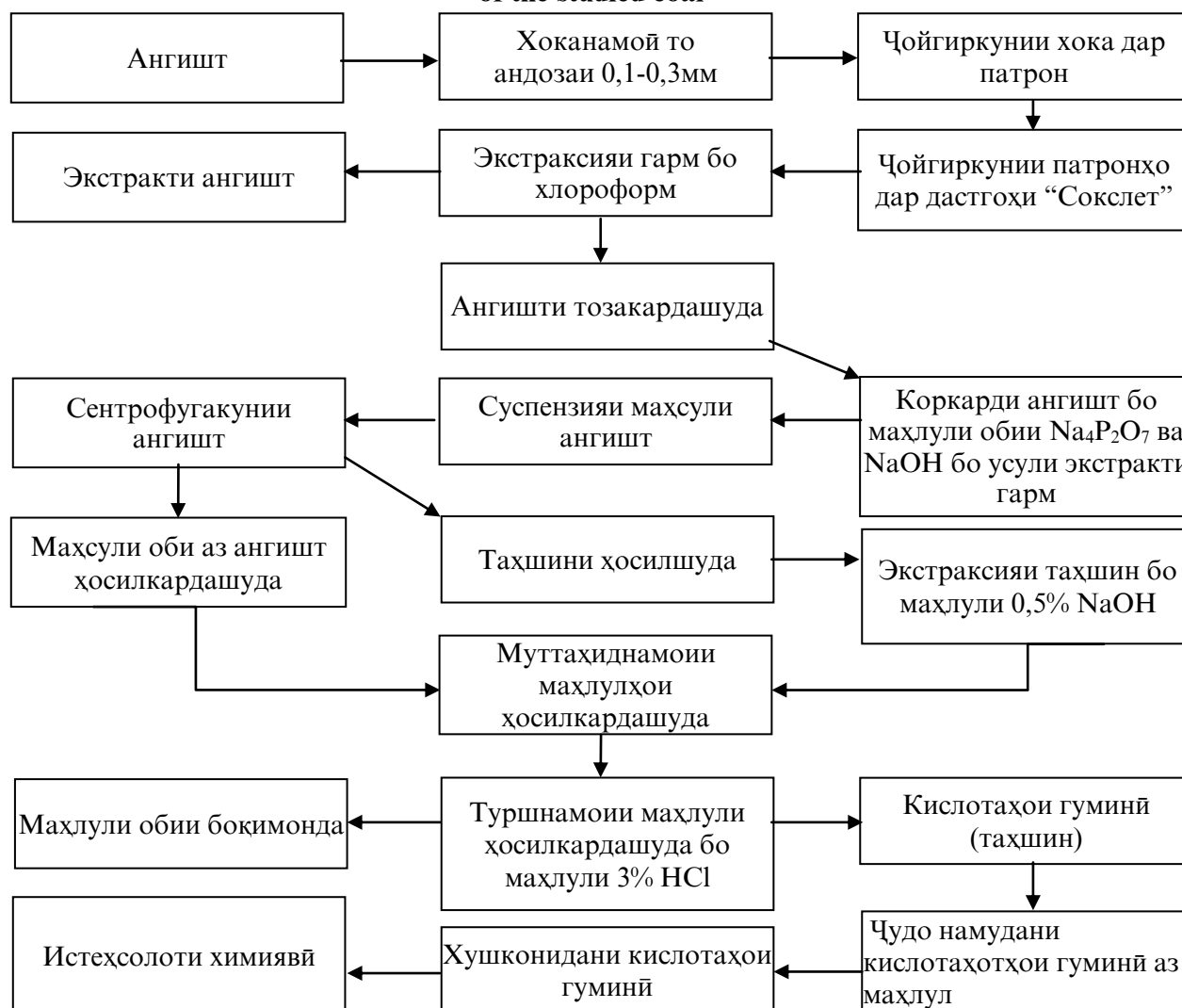
Ҳангоми татбиқи амали ёфтани ин технологияи коркардшуда, метавон аз осиебҳои калони лаборатории саққогӣ истифода намуд.

Яке аз афзалиятҳои технологияи коркардгардида нисбат ба ҳаммонандҳои (аналогҳои) худ дар он мебошад, ки пеш аз коркард бо маҳлулҳои ишқори натрий (NaOH) ва пирофосфати натрий (Na₄P₂O₇) ашёи хоми истехсоли дар дастгоҳи Соклет, ки он бо хунуккунаки баргарданда мучаҳазонида шудааст, экстраксия карда мешавад. Дар ин технология ба сифати экстрагент бензини навъи АУ- 96 интихоб карда шудааст. Сабоби интихоби ин ҳалкунанда ба ҳайси экстрагент дар он мебошад, ки дарёфти он чандон мушкул набуда, нисбат ба ҳалкунандаҳои органикӣ аз қабилҳои хлороформ, этилатсетат, бензол, ҳексан, ҳептан ва ғайра нархи арзонтар дорад.

Дар ин ҷо қайд намудан ба маврид аст, ки истифодаи бензин ҳамчун экстрагент дароӣ аз таркиби намунаи ангишти хокагардида ҷудо намудани зифти ангишт, пайвастиҳои фенолӣ ва карбохидрогенҳо мусоидат менамояд. Ин коркарди технологӣ аз ҳисоби камшавии миқдори пайвастиҳои ҳалшуда ба зиёдшавии ҳиссаи массаи кислотаҳои гуминӣ таркиби ангишт мусоидат менамояд.

Расми 1. Техника ва технологияи муайян намудани миқдори кислотаҳои гуминии таркиби ангиштҳои таҳқиқшаванда

Figure 1. Technique and technology for determining the amount of humic acids in the composition of the studied coal



Таҳлилҳои гузаронидашудаи эксперименталӣ нишон доданд, ки кислотаҳои гуминии таркиби ангиштҳои таҳқиқшаванда дар об ҳалнашаванда мебошанд, вале намакҳои натригии онҳо дар об хуб ҳал мегарданд. Ин хосиятро ба инобат гирифта, дар технологияи коркардгардида хокаи ангишт пас аз экстраксияи гарм бо маҳлулҳои ишқори натрий (NaOH) ва пирофосфати натрий (Na₄P₂O₇) коркард мегардад. Чунин коркарди технологӣ ба он мусоидат менамояд, ки кислотаҳои гуминӣ ба намакҳои натригии худ табдил ёбанд.

Бо мақсади аз шакли намак ба ҳолати озод гузаштани кислотаҳои гуминӣ, маҳлули намакҳои натригии ин кислотаҳо тавассути истифодаи аз маҳлули 3% HCl турш карда мешавад, ки дар натиҷа муайян намудем, ки ин кислотаҳои гуминӣ таҳшин мегарданд.

Ҳамин тариқ, дар рафти пажӯҳиш ва таҳқиқоти эксперименталии технологияи нав ва муфиди ҳосил намудани кислотаҳои гуминӣ дар асоси ангишти конҳои Ҳакимӣ, Шӯроб, Фон-Яғноб, Назар – Айлоқ, Зиддӣ, Куртегин, Сайёд ва Санги танг коркард гардид. Муайян карда шуд, ки технологияи коркардшуда аз ҳамонандҳои худ аз рӯи маҳсулноки ва сифати маҳсулоти истеҳсолшаванда афзалият дошта, аз лиҳози экологӣ самарабахш ба ҳисоб меравад, зеро ба сифати ашёи хом захираҳои ангишти ватанӣ истифода карда мешавад.

АДАБИЁТ

1. Корнюк Л.А. Алкооксильные производные гуминовых веществ: синтез, строение сорбционных свойства диссерт. на соискание. учен. степени кандидат. хим. наук. -Москва, -2008. -177 с.
2. Орлов Д.С. Свойство и функции гуминовых веществ В сб: Гуминовые вещества в биосфере. -М.: Наука, 1993. -298 с.
3. Rachid M.A. Geochemistry of marine humic compounds. Springer - Verlag, -Oxford, -1985. -243p.
4. Crespilho F.N., Zucolotto V., Siqueira J.R., et.al. Immobilization of humic acid in nanostructured layer-by-layer films for sensing applications. Environ. Sci. -Technol. -2005. -№39. -P. 5385-5389.
5. Prado A.G.S., Miranda B.S. Interaction of indigo carmine dye with silica modified with humic acids at solid/liquid interface. Surf. Sci. -2003. -V. 542. -P. 276-282.
6. Касаточкин В.И., Ларина И.К., Егорова О.И., Общие черты строения и свойства гуминовых веществ торфа и ископаемых углей. Журн. приклад. химии. -М.: -1965. -Т. 38. -С. 86-89.
7. Кононова М.М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. -М.: -1963. - 350 с.
8. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. - М.: -1990. – 231 с.
9. Морозов А.Я., Самойлова Е.М. О методах математического моделирования динамики гумуса. Почвоведение. -1993. -№ 6. -С.111-116.

ТЕХНОЛОГИЯИ ҲОСИЛ НАМУДАНИ КИСЛОТАҲОИ ГУМИНӢ ДАР АСОСИ АНГИШТИ КОНҲОИ ҲАКИМИ, ШӢРОБ, ФОН-ЯҒНОБ, НАЗАР – АЙЛОҚ, ЗИДДӢ, КУРТЕГИН, САЙӢД ВА САНГИ ТАНГ

Ангишт яке аз канданиҳои фойданок мебошад, ки дорои арзиши энергетикӣ буда, нисбат ба захираҳои манбаҳои дигари энергияи сӯзишворӣ хеле зиёдтаранд. Захираҳои умумии ангишт дар ҷаҳон зиёда аз - 14,81 триллион тонна арзёбӣ гардидааст. Яке аз самтҳои афзалиятноки истеҳсоли моддаҳои органикӣ дар асоси ангишт, ин ҷудо намудани кислотаҳои гуминӣ дар асоси ангишт мебошад, зеро ин пайвастиҳо татбиқи васеи амалии худро доранд. Истифодаи захираҳои ангишти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар истеҳсоли кислотаҳои гуминӣ метавонанд ба ҳадафи стратегии миллии саноатикунонии кишвар саҳми назаррасӣ худро гузоранд. Аз ин лиҳоз, мавзӯи коркарди технологияҳои муфиди истеҳсоли кислотаҳои гуминӣ дар асоси баъзе захираҳои ангишти Ҷумҳурии Тоҷикистон, мавзӯи саривақтӣ, муҳим ва мубрам барои илм ва истеҳсолоти ватанӣ ба ҳисоб меравад.

Калидвожаҳо: ангишт, кислотаҳои гуминӣ, Ҳакими, Шӯроб, Назар-Айлоқ, Фон-Ягноб, Зиддӣ, Сайёд, Санги Танг, Куртегин, дастгоҳи Сокслет, экстраксия.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА ОСНОВЕ УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХАКИМИ, ШУРОБ, ФОН-ЯГНОБ, НАЗАР-АЙЛАК, ЗИДДИ, КУРТЕГИН, САЙОД И САНГИ ТАНГ

Уголь относится к числу одного из полезных ископаемых, которое имеет энергетическую ценность, значительно превышающую, чем другие источники топливной энергии. Общие запасы угля в мире оцениваются более чем в 14,81 триллион тонн. Одним из приоритетных направлений производства органических веществ на основе угля, является выделение гуминовых кислот на основе угля, поскольку эти соединения имеют широкое практическое применение. Использование угольных ресурсов Республики Таджикистан в производстве гуминовых кислот может внести существенный вклад в достижение национальной стратегической цели индустриализации страны. Поэтому, разработка эффективных технологий производства гуминовых кислот на основе некоторых угольных ресурсов Республики Таджикистан является актуальной, для отечественной науки и производства.

Ключевые слова: уголь, гуминовые кислоты, Ҳакими, Шӯроб, Назар-Айлоқ, Фон – Ягноб, Зиддӣ, Сайёд, Санги Танг, Куртегин, аппарат Сокслетта, экстракция.

TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF HUMIC ACIDS BASED ON COALS FROM THE HAKIMI, SHUROB, FON-YAGNOB, NAZAR-AILAK, ZIDDI, KURTEGIN, SAYOD AND SANGI TANG DEPOSITS

Coal is one of the minerals that has an energy value that is significantly higher than other sources of fuel energy. The total reserves of coal in the world are estimated at more than 14.81 trillion tons. One of the priority areas for the production of organic substances based on coal is the isolation of humic acids based on coal, since these compounds have wide practical applications. The use of coal resources of the Republic of Tajikistan in the production of humic acids can make a significant contribution to achieving the national strategic goal of industrialization of the country. Therefore, the development of effective technologies for the

production of humic acids based on some coal resources of the Republic of Tajikistan is relevant for domestic science and production.

Keywords: coal, humic acids, Hakimi, Shurob, Nazar-Ailok, Fon – Yagnob, Ziddi, Sayyod, Sangi Tang, Kurtegin, Soxhlett apparatus, extraction.

Маълумот дар бораи муаллифон: *Иброҳимзода Дилшод Эмом* – Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, доктори илмҳои кимиё, профессори кафедраи коркарди энергиябарандаҳо ва хизматрасонии нафту газ. **Суроға:** 734042, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, кӯчаи академикҳо Рачабовҳо, 10. Телефон: **(+992) 905-22-44-75**. E-mail: **nasredinova87_87@mail.ru**

Назарова Хуморбӣ Давламадовна - Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абуалӣ ибни Сино, номзади илмҳои кимиё, дотсенти кафедраи химияи фарматсефтӣ ва захршиносӣ. **Суроға:** 734003, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 139. Телефон: **(+992) 905-22-44-75**. E-mail: **nasredinova87_87@mail.ru**

Эмомов Баҳром Файзулоевич – Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, унвонҷӯй. **Суроға:** 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 33. Телефон: **(+992) 918-84-60-70**. E-mail: **Poshokulzoda91@mail.ru**

Сведения об авторах: *Ибрагимзаде Дилшод Эмом* – Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, доктор химических наук, профессор кафедры переработки энергоносителей и нефтегазового сервиса. **Адрес:** 734042, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект академиков Раджабовых, 10. Телефон: **(+992) 905-22-44-75**. E-mail: **nasredinova87_87@mail.ru**

Назарова Хуморбӣ Давламадовна – Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибн Сино, кандидат химических наук, доцент кафедры фармацевтической химии и токсикологии. **Адрес:** 734003, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект академиков Раджабовых, 10. Телефон: **(+992) 905-22-44-75**. E-mail: **nasredinova87_87@mail.ru**.

Эмомов Баҳром Файзулоевич – Институт водных проблем гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана, соискатель. **Адрес:** 734003, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 33. Телефон: **(+992) 918-84-60-70**. E-mail: **Poshokulzoda91@mail.ru**

Information about the authors: *Ibrahimzade Dilshod Emom* – Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi, Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Energy Processing and Oil and Gas Services. **Address:** 734042, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Rajabov Avenue, 10. Phone: **(+992) 905-22-44-75**. E-mail: **nasredinova87_87@mail.ru**

Nazarova Khumorbi Davlamadovna – Tajik State Medical University named after Abuali ibn Sino, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Toxicology. **Address:** 734003, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Academician Rajabov Avenue, 10. Phone: **(+992) 905-22-44-75**. E-mail: **nasredinova87_87@mail.ru**

Emomov Bakhrom Fayzuloevich – Institute of Water Problems of Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, applicant. **Address:** 734003, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 33. Phone: **(+992) 918-84-60-70**. E-mail: **Poshokulzoda91@mail.ru**

UDC:

STUDYING AND INTRODUCING VARIOUS DATA WEIGHTING METHODS

Pejman Jafari
Tajik National University

Mathematics Symbols

The following mathematical symbols are used to abbreviate the relevant formulas in this article.

\wedge = Up to \cdot = and $\| \|$ = norm \blacktriangledown = when \wedge = Power

Introduction. Data weighting is a crucial aspect of data analysis that involves assigning appropriate weights to individual data points based on their relative importance. It helps in addressing data inconsistencies or biases, resulting in more accurate and reliable analyses. This introduction will provide an overview of why data weighting is necessary, the different kinds of data weighting methods, the process of selecting suitable methods, as well as specifically focusing on two types of data weighting methods; *linear* and *fuzzy* methods. First we want to see why we need to weight the data. In many real-world scenarios, datasets often contain variations in the quality, representativeness, or reliability of the collected information. These variations can introduce biases and distortions in the final results of analyses. Data weighting aims to alleviate these issues by assigning higher or lower weights to different kind of data, thereby emphasizing or de-emphasizing their impact on the overall analysis. By aligning the weights with the significance of each data point, weighting ensures a more accurate representation of the underlying patterns and relationships within the data. Selecting the most appropriate data weighting method depends on several factors, including the characteristics of the dataset, the research objectives, and the available resources. The decision-making process requires careful consideration of the strengths and limitations of each weighting method, as well as the compatibility of the selected method with the specific analysis requirements. Two of the main data weighting methods considered in this article, are the *Linear* weighting method and the *Fuzzy* weighting method.

Linear data weighting methods involve assigning weights in a linear manner, meaning that the weights are either proportional or inversely proportional to specific characteristics of the data. Common linear data weighting methods include simple random weighting, equal probability weighting, and distance-based weighting. These methods are relatively straightforward to implement and interpret, making them widely used in various domains. Also, Fuzzy data weighting methods, on the other hand, introduce a level of uncertainty by allowing for partial membership or gradation of weights. These methods leverage fuzzy logic principles to handle imprecise or ambiguous data. Fuzzy data weighting approaches include fuzzy sets, fuzzy evaluation, and fuzzy inference systems. These methods provide flexibility in capturing subjective judgments and handling complex, uncertain datasets.

Any way, using these two methods has advantages and limitations like any other methods. Using fuzzy data weighting methods offers several advantages. Firstly, they allow for incorporating imprecision and vagueness that often arise in real-world situations. Fuzzy methods also facilitate the integration of expert knowledge by providing a framework to represent and reason with subjective judgments. Additionally, fuzzy weighting methods can handle nonlinear relationships and complex interactions between variables effectively.

However, it is essential to acknowledge some limitations of fuzzy data weighting. Implementing fuzzy methods might require specialized expertise in fuzzy logic and mathematics. Furthermore, the interpretation of results from fuzzy weighting approaches may not always be intuitive or easily understandable to non-experts. Care should also be which to avoid from data weighting extra as this could lead to unreliable or biased outcomes. In conclusion, data weighting methods are crucial for ensuring the accuracy and reliability of data analysts. While linear methods offer simplicity and ease of implementation, fuzzy methods provide more flexibility in capturing

uncertainties and incorporating expert judgment. By understanding the advantages, limitations, and selection process of these methods, researchers and analysts can make informed decisions to appropriately weighting the data and obtain more meaningful insights. The selection of a suitable method depends on several factors, including the nature of the data, the research question, and the available resources.

The Main Data weighting Division

Data weighting is a statistical technique used to assign different weights or importance to different data groups based on specific criteria. One common field where data weighting is employed is in market research surveys. During data analysis, it is essential to ensure that the sample accurately represents the target population. However, it is common for survey samples to deviate from the intended population due to various reasons such as non-response bias, under or oversampling of certain groups, or unequal probabilities of selection. There are various data weighting methods in the field of importance to different *data groups* [1]. Some of the commonly used methods include *decision-making* [2], *statistics* [3], and *data analysis* [4] to assign weights or importance to different data groups. Here are some decision-making, statistics, and data analysis weighting methods;

Decision making

1. ***Equal weighting***: This is the simplest method where all data points are given equal weight age. Every factor or criterion is considered equally important in the decision-making process.

2. ***Subjective weighting***: In this method, experts or decision-makers assign weights to each data point based on their subjective judgment or understanding of the problem. This can be done using their experience, domain knowledge, or intuition.

3. ***Analytic Hierarchy Process (AHP)***: AHP is a structured decision-making approach that helps in prioritizing and weighting different criteria and alternatives. It involves breaking down complex decisions into a hierarchy of criteria and sub-criteria, and then comparing and assigning weights through pair wise comparisons.

4. ***Analytic Network Process (ANP)***: ANP is an extension of AHP that considers interdependencies and feedback among criteria and alternatives. It allows decision-makers to model complex decision problems with interrelated factors and determine their relative importance.

5. ***Data-driven weighting***: In this method, weights are derived from the data itself. Statistical techniques such as regression analysis, factor analysis, or principal component analysis can be used to identify the relative importance of different variables based on their impact on the outcome or dependent variable.

6. ***Delphi method***: The Delphi method is a structured communication process involving a panel of experts. These experts provide their individual opinions and rankings, which are then aggregated and refined through multiple iterations. The final weights are determined based on the consensus of the expert panel.

7. ***Multi-Criteria Decision Making (MCDM)***: MCDM techniques, such as TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution), PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation), and ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality), are used to evaluate and weight multiple criteria simultaneously based on pair wise comparisons and mathematical models.

Statistics

1. ***Stratified Sampling***: It involves dividing the population into homogeneous subgroups or strata and then randomly selecting samples from each stratum.

2. ***Cluster Sampling***: This method involves dividing the population into clusters, selecting a few clusters, and then conducting a census or sampling within the selected clusters.

3. ***Weighted Sampling***: Here, each unit in the population is assigned a weight that represents its relative importance, significance, or contribution to the overall analysis. Units with higher weights are given more influence in the analysis.

4. **Ratio Estimation:** This method assigns weights to population units based on known auxiliary variables. The weights are often determined by the relationship between the auxiliary variable and the target variable.

5. **Calibration Weighting:** This method adjusts the weights assigned to each unit in a sample to align the sample's aggregated characteristics with known population values for the same characteristics.

6. **Propensity Score Weighting:** This method is used in observational studies to adjust for potential selection biases by assigning weights based on the probability of treatment assignment.

7. **Synthetic Weighting:** This method combines multiple data sources or surveys by weighting them based on their relative quality or reliability.

Data analysis

1. **Cluster Sampling:** This method involves dividing the population into clusters or groups, for example, based on geographic regions. Then, a random sample of clusters is selected, and all observations within these clusters are included in the analysis. Weighting is done to adjust for differences in cluster sizes.

2. **Inverse Probability Weighting:** This method is used to adjust for non response or missing data. It assigns weights to the respondents based on the probability of their response. Those with a higher probability of responding are given lower weights, and vice versa.

3. **Inverse of Variance weighting method:** In this method, each data point is assigned a weight that is inversely proportional to its variance. Data points with lower variance are given higher weights, indicating higher reliability.

4. **Calibration Weighting:** This method is used when sample data needs to be adjusted to reflect known population parameters. The weights are assigned to adjust the sample estimates and align them with the population parameters.

5. **Probability weighting method:** This method assigns weights based on the probability of occurrence of each data point. Data points with higher probabilities are given higher weights.

6. **Bayesian weighting method:** This method assigns weights to data points based on Bayesian probability theory. It considers prior beliefs and updates them based on the available data to assign weights.

7. **Entropy-based weighting method:** This method assigns weights based on the entropy or information content of each data point. Data points with higher uncertainty or more information content are assigned higher weights, indicating their importance.

These are just some of the commonly used data weighting methods. The choice of method depends on the specific aims of the study, the type of data, and the potential sources of bias or discrepancies present in the data.

Data Group Weighting

Analytic Hierarchy Process (AHP), Analytic Network Process (ANP), Choquet integral, Data Envelopment Analysis (DEA), Data-driven, Dempster-Shafer Theory-based, Electre (Elimination Choice Translating Reality), Entropy, Expert judgment, Fuzzy set-based, Genetic Algorithm-based, Grey relational analysis, Grey System Theory-based, Hierarchical Bayesian Model-based, Particle Swarm Optimization-based, Principal Component Analysis (PCA), Promethean (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations), Proportional, Rank-order Centrality (ROC), Regression-based, Sensitivity Analysis-based, Shannon's entropy, TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), Weighted average model (WAM), Weighted geometric mean model (WGMM), Weighted multiplicative exponential model (WMEM), Weighted product model (WPM), Weighted sum model (WSM).

Here is a list of 18 famous methods for calculating the weight of **data group**. However, here are some additional methods that can be used;

1. **Median value** of the data in each group

Median value of the data in each group: Suppose we have four groups of data with values {3, 5, 7}, {4, 6, 8}, {2, 4, 6}, and {1, 3, 5}. The median value for each group would be 5, 6, 4, and 3 respectively.

2. **Mode value** of the data in each group

Range of the data in each group: If a group has values {10, 12, 15, 20}, the range would be $20 - 10 = 10$.

3. **Range** of the data in each group

Coefficient of variation of the data in each group: If a group has values {25, 30, 35, 40}, the mean is 32.5 and the standard deviation is approximately 6.45. Therefore, the coefficient of variation would be $(6.45 / 32.5) * 100 = 19.85\%$.

4. **Inter quartile range** of the data in each group

Weighted mean of the data in each group: Suppose we have four groups of data with values {3, 5, 7}, {4, 6, 8}, {2, 4, 6}, and {1, 3, 5}, and weights of 0.1, 0.2, 0.3, and 0.4 respectively. The weighted mean for each group would be $(0.1 * (3+5+7) / 3) + (0.2 * (4+6+8) / 3) + (0.3 * (2+4+6) / 3) + (0.4 * (1+3+5) / 3) = 3.9$.

5. **Coefficient of variation** of the data in each group

Principal component analysis (PCA) to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple groups of variables, PCA can be used to identify which groups are most strongly correlated and therefore have the greatest impact on the overall variance.

6. **Weighted mean** of the data in each group

Factor analysis to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple groups of variables, factor analysis can be used to identify which groups are most strongly associated with a particular factor or set of factors.

7. **Weighted standard deviation** of the data in each group

Discriminate analysis to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple groups of variables, discriminate analysis can be used to identify which groups are most strongly associated with a particular outcome or group membership.

8. **Factor analysis** to determine the weight of each group

Regression analysis to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple groups of variables, regression analysis can be used to identify which groups are most strongly associated with the dependent variable.

9. **Discriminate analysis** to determine the weight of each group

Correlation analysis to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple groups of variables, correlation analysis can be used to identify which groups are most strongly associated with the outcome variable.

10. **Cluster analysis** to determine the weight of each group

ANOVA (Analysis of Variance) to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple groups of variables, ANOVA can be used to identify which groups have significantly different means and therefore have a significant impact on the overall variance.

11. **Correlation analysis** to determine the weight of each group

Multidimensional scaling to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple groups of variables, multidimensional scaling can be used to identify which groups are most similar or dissimilar to each other.

12. **Time series analysis** to determine the weight of each group

Canonical correlation analysis to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple groups of variables, canonical correlation analysis can be used to identify which groups are most strongly associated with a particular set of variables.

13. **Exponential smoothing** to determine the weight of each group

Independent component analysis to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple groups of variables, independent component analysis can be used to identify which groups are most independent from each other.

14. **Moving average** to determine the weight of each group

Support vector machine to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple groups of variables, support vector machine can be used to identify which groups are most important for classification or prediction.

15. *Autoregressive integrated moving average* (ARIMA)

Random forest to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple groups of variables, random forest can be used to identify which groups are most important for classification or prediction.

16. *Artificial neural networks* (ANN) to determine the weight of each group

K-means clustering to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple groups of variables, k-means clustering can be used to identify which groups are most similar or dissimilar to each other.

17. *Support vector machines* (SVM) to determine the weight of each group

Fuzzy clustering to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple groups of variables, fuzzy clustering can be used to identify which groups are most similar or dissimilar to each other, with some degree of uncertainty.

18. *Random forests* to determine the weight of each group

Latent class analysis to determine the weight of each group: If we have a dataset with multiple categorical variables, latent class analysis can be used to identify which groups are most strongly associated with a particular outcome or group membership, while taking into account the possibility of unobserved subgroups.

Mathematics methods

Mathematical weighting methods involve assigning numerical values to each data point based on a mathematical formula. These weights can be determined using various techniques such as statistical analysis, machine learning algorithms, or expert judgment. The purpose of weighting is to give more importance or relevance to certain data points over others in a given analysis or mode. According to the need to homogenize the data and divide the data in the same way by weighting the data, various methods have also been created, including data weighting such as *Mathematics* methods. Due to the heavy use of weighting in mathematical methods, some of these methods are described follow along with examples [5].

-Pythagorean Theorem: $a^2 + b^2 = c^2$

Suppose we have a right-angled triangle with a base of length 3 units and a height of length 4 units. We can use the Pythagorean Theorem to find the length of the hypotenuse. According to the Pythagorean Theorem, the sum of the squares of the two shorter sides (the base and height) is equal to the square of the hypotenuse.

$$\text{Base}^2 + \text{Height}^2 = \text{Hypotenuse}^2 = 3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25$$

To find the length of the hypotenuse, we take the square root of both sides:

$$\sqrt{25} = \sqrt{\text{Hypotenuse}^2} \rightarrow 5 = \text{Hypotenuse}$$

Therefore, the length of the hypotenuse in this triangle is 5 units.

-Quadratic formula: $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

Here's an example of using the quadratic formula to solve a quadratic equation. Let's say we have the quadratic equation: $2x^2 + 5x - 3 = 0$

To solve for x, we can use the quadratic formula, which is;

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

In our equation, $a = 2$, $b = 5$, and $c = -3$.

Plugging these values into the quadratic formula, we get;

$$x = \frac{-5 \pm \sqrt{(5)^2 - 4*2*(-3)}}{2*2} = \frac{-5 \pm \sqrt{(25 + 24)}}{4} = \frac{-5 \pm \sqrt{49}}{4} = \frac{-5 \pm 7}{4}$$

This gives us two possible solutions:

$$X_1 = \frac{-5 + 7}{4} = \frac{2}{4} = 0.5, X_2 = \frac{-5 - 7}{4} = \frac{-12}{4} = -3$$

Therefore, the solutions to the quadratic equation $2x^2 + 5x - 3 = 0$ are $x = 0.5$ and $x = -3$.

-Distance formula: $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$

Let's say we have two points in a two-dimensional coordinate system; Point **A** at coordinates (3, 5) and Point **B** at coordinates (7, 9). To find the distance between these two points using the distance formula, we can use the following steps;

Step 1: Identify the coordinates of Point A and Point B;

Point A: (3, 5), Point B: (7, 9)

Step 2: Apply the distance formula;

$$\text{Distance} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Step 3: Plug in the coordinates into the formula;

$$\text{Distance} = \sqrt{(7 - 3)^2 + (9 - 5)^2}$$

Step 4: Simplify and calculate;

$$\text{Distance} = \sqrt{42 + 42} = \sqrt{16 + 16} = \sqrt{32} \approx 5.66$$

Therefore, the distance between Point A (3, 5) and Point B (7, 9) is approximately 5.66 units.

-Slope-intercept: form of a line $\rightarrow y = mx + b$

Where,

- y is the dependent variable (usually representing the output or the "y-coordinate" in a coordinate system),

- x is the independent variable (usually representing the input or the "x-coordinate" in a coordinate system),

- m is the slope of the line,

- b is the y-intercept (the value of y when $x = 0$).

For example, let's say we have the equation; $y = 2x + 3$

In this equation, the slope (m) is 2, and the y-intercept (b) is 3. With this information, we can interpret the equation as follows;

- The slope of 2 means that for every one unit increase in x , y will increase by 2 units.

- The y-intercept of 3 means that the line intersects the y-axis at the point (0, 3).

We can use this equation to plot points on the coordinate plane or to find the value of y for a given value of x . If we want to find the value of y when $x = 4$; $y = 2(4) + 3 = 8 + 3 = 11$,

When $x = 4$, $y = 11$.

You can use the slope-intercept form of a linear equation to analyze and solve various problems involving lines.

-Midpoint formula: $(x, y) = ((x_1 + x_2)/2, (y_1 + y_2)/2)$

The midpoint formula is used to find the coordinates of the midpoint between two points in a coordinate plane. The formula for finding the midpoint between two points (x_1, y_1) and (x_2, y_2) is;

$$\text{Midpoint} = ((x_1 + x_2)/2, (y_1 + y_2)/2)$$

Let's say we want to find the midpoint between the points (2, 4) and (-2, 8). Using the midpoint formula, we can plug in the coordinates:

$$\text{Midpoint} = ((2 + (-2))/2, (4 + 8)/2) = (0/2, 12/2) = (0, 6)$$

So, the midpoint between the points (2, 4) and (-2, 8) is (0, 6).

You can use the midpoint formula to find the center point between any two given points in a coordinate plane.

-Perimeter of a rectangle: $P = \text{coordinate}$

The perimeter of a rectangle is the total distance around the outside of the rectangle. It can be calculated using the formula;

$$\text{Perimeter} = 2(\text{length} + \text{width})$$

Let's say we have a rectangle with a length of 6 units and a width of 4 units. We can use the formula to find its perimeter;

$$\text{Perimeter} = 2(6 + 4) = 2(10) = 20$$

So, the perimeter of the rectangle is 20 units. Area of a triangle: $A = 0.5bh$

-Volume of a sphere: $V = (4/3) * \pi * r^3$

The volume of a sphere can be calculated using the formula;

$$\text{Volume} = (4/3) * \pi * r^3$$

Where, π is a mathematical constant approximately equal to 3.14159, and r is the radius of the sphere. Let's say we have a sphere with a radius of 5 units. We can use the formula to find its volume;

$$\text{Volume} = (4/3) * 3.14159 * 5^3 = (4/3) * 3.14159 * 125 = 523.5988$$

So, the volume of the sphere is approximately 523.5988 cubic units.

-Binomial theorem: $(a + b)^n = C(n, 0) (a^n) + C(n, 1) (a^{(n-1)}) b + C(n, 2) (a^{(n-2)}) b^2 + \dots + C(n, r) (a^{(n-r)}) b^r + \dots + C(n, n) b^n$

The binomial theorem is a formula that allows us to expand a binomial raised to a positive integer power. The formula is given by;

$$(x + y)^n = C(n, 0) * x^n * y^0 + C(n, 1) * x^{(n-1)} * y^1 + C(n, 2) * x^{(n-2)} * y^2 + \dots + C(n, n-1) * x^1 * y^{(n-1)} + C(n, n) * x^0 * y^n$$

Where, $C(n, r)$ represents the binomial coefficient, which is the number of ways to choose r items from a set of n items. Let's say we want to expand $(a + b)^4$ using the binomial theorem. Using the formula, we can expand it as;

$$(a + b)^4 = C(4, 0) * a^4 * b^0 + C(4, 1) * a^3 * b^1 + C(4, 2) * a^2 * b^2 + C(4, 3) * a^1 * b^3 + C(4, 4) * a^0 * b^4$$

Simplifying each term, we get;

$$(a + b)^4 = 1 * a^4 * 1 + 4 * a^3 * b + 6 * a^2 * b^2 + 4 * a * b^3 + 1 * 1 * b^4$$

This further simplifies to;

$$(a + b)^4 = a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4$$

So, the expansion of $(a + b)^4$ using the binomial theorem is $a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4$.

-Definite integral: $\int (a \wedge b) f(x) dx = F(b) - F(a)$, where $F(x)$ is the anti-derivative of $f(x)$.

Here is an example of a definite integral;

Consider the function $f(x) = 2x + 3$.

We want to find the definite integral of this function from; $x = 1$ to $x = 5$. The definite integral of $f(x)$ from $a - b$, denoted as $\int [a, b] f(x) dx$, represents the area under the curve of the function $f(x)$ between the limits $a \wedge b$. In this case, we want to find $\int [1, 5] (2x + 3) dx$.

To find the definite integral, we first need to find the anti-derivative of the function. The anti-derivative of $2x + 3$ is $x^2 + 3x$.

Now, we can evaluate the definite integral using the Fundamental Theorem of Calculus;

$$\int [1, 5] (2x + 3) dx = [x^2 + 3x] \text{ evaluated from } 1 \wedge 5 \\ = (5^2 + 3(5)) - (1^2 + 3(1)) = (25 + 15) - (1 + 3) = 40 - 4 = 36.$$

Therefore, the definite integral of $2x + 3$ from $x = 1$ to $x = 5$ is 36.

-Fuzzy Data Group Weighting

Here are some commonly used *fuzzy modes* for data weight calculation.

1. Triangular Fuzzy Mode: This mode assigns weights to data based on a triangular membership function. The data points closer to the peak of the triangular function are given higher weights, while those further away from the peak are assigned lower weights [6].

- Membership Function: $f(x) = \left\{ \begin{array}{l} ((x - a) / (b - a)), \text{ if } a \leq x \leq b \\ ((d - x) / (d - c)), \text{ if } c \leq x \leq d \\ \{0, \text{ otherwise} \end{array} \right.$

- Weight Calculation: $w(x) = f(x)$

Example; let's say we have a dataset of temperatures ranging from 0 to 100 degrees Celsius. We define the triangular fuzzy mode with parameters $a = 20$, $b = 40$, $c = 60$, and $d = 80$.

For a given temperature $x = 35$, the membership function calculation would be $f(x) = ((x - 20) / (40 - 20)) = 0.75$.

- The weight calculation would be $w(x) = f(x) = 0.75$

2. Trapezoidal Fuzzy Mode: Similar to the triangular mode, this mode uses a trapezoidal membership function to assign weights. It allows for a broader range of data points to be given higher weights, resulting in a smoother distribution of weights [7].

- Membership Function: $f(x) = \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ if } b \leq x \leq c \\ ((x - a) / (b - a)), \text{ if } a \leq x \leq b \\ ((d - x) / (d - c)), \text{ if } c \leq x \leq d \\ \{0, \text{ otherwise} \end{array} \right.$

- Weight Calculation: $w(x) = f(x)$

Example; suppose we have a dataset of ages ranging from 0 to 100. We define the trapezoidal fuzzy mode with parameters $a = 20$, $b = 40$, $c = 60$, and $d = 80$.

For an age $x = 45$, the membership function calculation would be $f(x) = ((45 - 20) / (40 - 20)) = 0.625$.

- The weight calculation would be $w(x) = f(x) = 0.625$

3. Gaussian Fuzzy Mode: In this mode, weights are calculated using a Gaussian membership function. Data points closer to the mean of the Gaussian curve are assigned higher weights, while those further away have lower weights. This mode is useful when there is a need to emphasize data points around the mean [8].

- Membership Function: $f(x) = e^{-(x - \mu)^2 / (2\sigma^2)}$

- Weight Calculation: $w(x) = f(x)$

Example; Consider a dataset of exam scores, where the mean score is $\mu = 75$ and the standard deviation is $\sigma = 10$.

For a student's score $x = 80$, the membership function calculation would be $f(x) = e^{-((80 - 75)^2) / (2 * 10^2)} = 0.135$.

- The weight calculation would be $w(x) = f(x) = 0.135$

4. Bell-Shaped Fuzzy Mode: This mode uses a bell-shaped membership function to assign weights. The weight distribution resembles a bell curve, with data points closer to the peak of the curve having higher weights. This mode is useful when there is a need to focus on a specific range of data [9].

- Membership Function: $f(x) = 1 / (1 + ((x - \mu) / \sigma)^{2v})$

- Weight Calculation: $w(x) = f(x)$

Example; let's consider a dataset of heights, where the mean height is $\mu = 170$ and the standard deviation is $\sigma = 5$. We define the bell fuzzy mode with parameter $v = 2$.

For a person's height $x = 175$, the membership function calculation would be $f(x) = 1 / (1 + ((175 - 170) / 5)^2) = 0.784$.

- The weight calculation would be $w(x) = f(x) = 0.784$

5. Exponential Fuzzy Mode: In this mode, weights are calculated using an exponential membership function. Data points closer to the base of the exponential curve have lower weights, while those closer to the top have higher weights. This mode can be useful when there is a need to assign exponentially decreasing or increasing importance to data points [10].

- Membership Function: $f(x) = e^{(-\lambda |x - \mu|)}$

- Weight Calculation: $w(x) = f(x)$

Example; suppose we have a dataset of distances, where the reference distance is $\mu = 10$ and the decay rate is $\lambda = 0.05$.

For a distance $x = 15$, the membership function calculation would be $f(x) = e^{(-0.05 * |15 - 10|)} = 0.673$.

- The weight calculation would be $w(x) = f(x) = 0.673$

6. Piecewise Linear Fuzzy Mode: This mode divides the data range into multiple segments and assigns different weights to each segment based on linear interpolation. Each segment represents a different level of importance or relevance, allowing for a more granular distribution of weights. This mode is commonly used when there is a need to prioritize certain data ranges differently [11].

- Membership Function: $f(x) = \{(x - a) / (b - a), \text{ if } a \leq x \leq b$

$\{(d - x) / (d - c), \text{ if } c \leq x \leq d$

$\{0, \text{ otherwise}$

- Weight Calculation: $w(x) = f(x)$

Example; consider a dataset of prices, where the price range is \$0 to \$100. We define the piecewise linear fuzzy mode with parameters $a = 20$, $b = 40$, $c = 60$, and $d = 80$.

For a price $x = 55$, the membership function calculation would be,

$f(x) = ((55 - 40) / (60 - 40)) = 0.75$.

- The weight calculation would be $w(x) = f(x) = 0.75$

7. Linguistic Fuzzy Mode: This mode assigns weights based on linguistic terms or descriptors. For example, instead of using numerical values, weights can be expressed using qualitative terms such

as "low," "medium," or "high." These linguistic terms are then mapped to fuzzy membership functions to determine the appropriate weights. This mode is useful when there is a preference for qualitative weighting rather than numerical values [12].

- Membership Function: $f(x)$ = fuzzy membership function based on qualitative terms

- Weight Calculation: $w(x) = f(x)$

Example; let's say we want to evaluate a dataset of customer satisfaction levels. We can use linguistic terms like "Poor", "Fair", "Good", and "Excellent" as membership functions based on certain criteria.

For a customer satisfaction rating $x = \text{"Good"}$, the membership function calculation and weight calculation would be determined based on the specific linguistic definition.

8. Interval Fuzzy Mode: In this mode, weights are assigned based on predetermined intervals or ranges. For each interval, a specific weight value is assigned, which is then used to calculate the weight for each data point falling within that interval. This mode is helpful when there is prior knowledge about the significance of different data ranges [13].

- Membership Function: $f(x) = \{1, \text{ if } x \text{ falls within a predetermined interval}$
 $\{0, \text{ otherwise}$

- Weight Calculation: $w(x) = f(x)$

Example; suppose we have a dataset of vehicle speeds, and a predetermined interval for safe driving speeds is 40 to 60 km/h.

For a vehicle speed $x = 50 \text{ km/h}$, the membership function calculation would be $f(x) = 1$. Since the speed falls within the safe interval, it is assigned full weight.

- The weight calculation would be $w(x) = f(x) = 1$

9. Weight Decay Fuzzy Mode: This mode assigns weights based on a decay function, which gradually reduces the importance of data points based on their distance from a reference point. The decay function can follow various patterns, such as linear, exponential, or logarithmic, depending on the desired rate of weight decay. This mode is often used when there is a need to emphasize recent or more relevant data [14].

- Membership Function: $f(x)$ = decay function based on distance from a reference point

- Weight Calculation: $w(x) = f(x)$

Example; consider a dataset of points in a two-dimensional space, and a reference point at coordinates (0, 0). We define a weight decay function based on the distance from the reference point.

For a point $x = (3, 4)$, the membership function calculation would be $f(x)$ = decay function based on the distance from (0, 0).

- The weight calculation would be $w(x) = f(x)$

These formulas provide the mathematical basis for implementing each of the 9 fuzzy mode weight calculation methods. You can use these formulas to apply the appropriate method based on your specific needs and dataset.

Heuristic data weighting method

Consider a heuristic data weighting method that involves the following steps:

1. Identify the variables that are most relevant to the analysis and rank them based on their importance: $x_1 > x_2 > \dots > x_n$.

2. Assign weights to each variable based on their ranking, with higher weights given to more important variables (for a lot of data, classified them and assume sum of class as a data):

$$w_{ij} = \left[\frac{|\text{value}_{ij} - \min_{ij}|}{|\max_{ij} - \min_{ij}|} \right] / w_{j\max}$$

3. Normalize the weights so that they add up to 1, ensuring that the overall weighting is balanced.

$$\|w_j\| = w_{ij} / \sum_1^n w_{ij}$$

4. Apply the weights to the data points or observations, multiplying each value by its corresponding weight. $w_j x_i = w_1 x_{1i}, w_2 x_{2i}, \dots, w_n x_{ni}$

General formula for this heuristic method shown as below;

$$\|w_j\| = \frac{[value_{ij} - \min_{ij}] / [\max_{ij} - \min_{ij}]}{\sum_{i=1}^n w_{ij}} / w_{j\max}$$

This heuristic method is not necessarily the best approach for all situations and may require adjustments based on the specific requirements of the analysis. It is important to carefully consider the variables and their relative importance before assigning weights and to validate the results to ensure that they are accurate and reliable.

Example

If we have three data points (21, 19, 32), (47, 53, 69), and (74, 63, 59), the weighted averages would be:

1. Identify the variables; (19, 21, 32), (47, 53, 69), (59, 63, 74)
2. Assign weights; (0.000, 0.005, 0.031), (0.000, 0.004, 0.014), (0.000, 0.004, 0.014)
3. Normalize the weights; (0.000, 0.133, 0.867), (0.000, 0.214, 0.786), (0.000, 0.211, 0.789)
4. Apply the weights; (0.000, 2.800, 27.733), (0.000, 11.357, 54.214), (0.000, 13.263, 58.421)

Heuristic fuzzy method

Yes, it is possible to design a heuristic fuzzy data weighting method. In such a method, fuzzy logic principles are utilized to assign weights to the data based on their relative importance. The weights are determined by considering various factors, such as the significance of the data, the degree of uncertainty or imprecision associated with it, and the decision-maker's subjective preferences. Here is a general outline of how a heuristic fuzzy data weighting method can be developed with a simple example.

1. Identify the criteria: Determine the criteria or attributes that need to be weighted. These criteria should be relevant to the decision-making problem. For example;

- Person 1: Height = 160 cm, Weight = 60 kg
- Person 2: Height = 170 cm, Weight = 70 kg
- Person 3: Height = 180 cm, Weight = 80 kg

2. Define linguistic variables: Create linguistic variables to represent the relative importance of the criteria. These variables can be defined using fuzzy sets, such as "low," "medium," and "high" importance. For example;

- Suppose that importance value of 2 to height and 1 to weight.
- Person 1: Height = 320, (Short) Weight = 60, (Low)
- Person 2: Height = 340, (Medium) Weight = 70, (Medium)
- Person 3: Height = 360, (Long) Weight = 80, (High)

3. Establish fuzzy rules: Develop a set of fuzzy rules that capture the relationships between the linguistic variables and the criteria. These rules can be based on expert knowledge or derived from historical data. For example;

- Normalized importance value for height = $2 / (2 + 1) = 2/3 = 66.5$
- Normalized importance value for weight = $1 / (2 + 1) = 1/3 = 33.5$

4. Construct membership functions: Design membership functions that describe the degree of membership of each criterion to its corresponding linguistic variable. These functions can be triangular, trapezoidal, or Gaussian, depending on the shape of the membership distribution.

Rules:
$$\begin{matrix} \mu_x * 66.5 & \text{if} & 320 \leq x \leq 360 & \mu_x * 33.5 & \text{if} & 60 \leq x \leq 80 \\ \mu_x = 0 & \text{if} & 320 > x > 360 & \mu_x = 0 & \text{if} & 60 > x > 80 \end{matrix}$$

5. Calculate fuzzy weights: Apply the fuzzy rules and membership functions to calculate the fuzzy weights for each criterion. This involves aggregating the linguistic variables and considering their degrees of membership.

$$\begin{array}{l} \text{Person1 : Height} = 320, \text{Weight} = 60 \\ \text{Person2 : Height} = 340, \text{Weight} = 70 \\ \text{Person1 : Height} = 360, \text{Weight} = 80 \end{array} \quad \text{IO} \quad \begin{array}{l} \text{Person1 : Height} = 21280, \text{Weight} = 2010 \\ \text{Person2 : Height} = 22610, \text{Weight} = 2345 \\ \text{Person1 : Height} = 23940, \text{Weight} = 2680 \end{array}$$

6. Defuzzify the weights: Convert the fuzzy weights into crisp weights using defuzzification techniques, such as *centroid* or weighted average.

To Defuzzify the fuzzy numbers (21280, 22610, 23940) and (2010, 2345, 2680), we first need to represent them as fuzzy sets. Let's assume that these fuzzy numbers have triangular membership functions, where the peak of each triangle corresponds to the crisp value and the width of the triangle represents the degree of fuzziness. We can represent these fuzzy numbers as follows:

Height;

- Fuzzy number 21280: membership function is a triangle with base points;

$$(20000, 0), (21280, 1), (22560, 0).$$

- Fuzzy number 22610: membership function is a triangle with base points;

$$(21320, 0), (22610, 1), (23900, 0).$$

- Fuzzy number 23940: membership function is a triangle with base points;

$$(22680, 0), (23940, 1), (25200, 0).$$

Weight;

- Fuzzy number 2010: membership function is a triangle with base points;

$$(1900, 0), (2010, 1), (2120, 0).$$

- Fuzzy number 2345: membership function is a triangle with base points;

$$(2210, 0), (2345, 1), (2480, 0).$$

- Fuzzy number 2680: membership function is a triangle with base points;

$$(2550, 0), (2680, 1), (2810, 0).$$

To calculate the centroid of these fuzzy sets, we first need to find their areas. The area of a triangular fuzzy set can be calculated as half of the product of its base width and height. Using this formula, we can calculate the areas of the three fuzzy sets as follows:

Height;

$$\text{- Area of fuzzy number 21280} = (22560 - 20000) * 1 * 0.5 = 1280$$

$$\text{- Area of fuzzy number 22610} = (23900 - 21320) * 1 * 0.5 = 1345$$

$$\text{- Area of fuzzy number 23940} = (25200 - 22680) * 1 * 0.5 = 1280$$

Weight;

$$\text{- Area of fuzzy number 2010} = (2120 - 1900) * 1 * 0.5 = 110$$

$$\text{- Area of fuzzy number 2345} = (2480 - 2210) * 1 * 0.5 = 137.5$$

$$\text{- Area of fuzzy number 2680} = (2810 - 2550) * 1 * 0.5 = 130$$

Next, we need to find the center of gravity of each fuzzy set. The center of gravity is the point at which the total area on one side of the point equals the total area on the other side. For a triangular fuzzy set, the center of gravity can be calculated as:

$$C = (a + b + c) / 3$$

Where, *a*, *b*, and *c* are the base points of the triangle. Using this formula, we can find the centers of gravity of the three fuzzy sets as follows:

Height;

- Center of gravity of fuzzy number 21280 = $(20000 + 21280 + 22560) / 3 = 21280$
- Center of gravity of fuzzy number 22610 = $(21320 + 22610 + 23900) / 3 = 22610$
- Center of gravity of fuzzy number 23940 = $(22680 + 23940 + 25200) / 3 = 23940$

Weight;

- Center of gravity of fuzzy number 2010 = $(1900 + 2010 + 2120) / 3 = 2010$
- Center of gravity of fuzzy number 2345 = $(2210 + 2345 + 2480) / 3 = 2345$
- Center of gravity of fuzzy number 2680 = $(2550 + 2680 + 2810) / 3 = 2680$

Finally, we can calculate the crisp value of the fuzzy numbers by taking the weighted average of their centers of gravity, where the weights are the areas of the fuzzy sets. Using this formula, we can Defuzzify the fuzzy numbers as follows:

Height;

Crisp value = $(\text{Area of fuzzy number 21280} * \text{Center of gravity of fuzzy number 21280} + \text{Area of fuzzy number 22610} * \text{Center of gravity of fuzzy number 22610} + \text{Area of fuzzy number 23940} * \text{Center of gravity of fuzzy number 23940}) / (\text{Area of fuzzy number 21280} + \text{Area of fuzzy number 22610} + \text{Area of fuzzy number 23940})$

Weight;

Crisp value = $(\text{Area of fuzzy number 2010} * \text{Center of gravity of fuzzy number 2010} + \text{Area of fuzzy number 2345} * \text{Center of gravity of fuzzy number 2345} + \text{Area of fuzzy number 2680} * \text{Center of gravity of fuzzy number 2680}) / (\text{Area of fuzzy number 2010} + \text{Area of fuzzy number 2345} + \text{Area of fuzzy number 2680})$

Plugging in the values we calculated earlier;

Height;

Crisp value = $(1280 * 21280 + 1345 * 22610 + 1280 * 23940) / (1280 + 1345 + 1280) = 22577.6$

Weight;

Crisp value = $(110 * 2010 + 137.5 * 2345 + 130 * 2680) / (110 + 137.5 + 130) = 2398.6$

Therefore, the Defuzzified value of the fuzzy numbers 21280, 22610, and 23940 using the centroid method is approximately 22577.6 and fuzzy numbers 2010, 2345, and 2680 using the centroid method is approximately 2398.6.

This article ends by mentioning the types of debt weighting methods, specially linear and fuzzy weighting methods which this article prepared two simple heuristic methods for them. Most of the calculations are related to defuzzifying data weights. It is suggested that researchers present simpler mathematical methods for defuzzifying data weights in future researches.

Conclusion. In this article, the author has explained the significance of data weighting methods in decision making across various fields. The article has emphasized the importance of data weighting methods in decision making across different fields. The author has explained that data weighting allows decision makers to prioritize certain factors over others, which can lead to more accurate and effective decisions. The statistical and mathematical methods provide a comprehensive and accurate approach to analyzing data, while linear and fuzzy programming methods are particularly useful in complex decision making scenarios.

The overall application of data weighting is crucial in enabling decision makers to make informed choices based on objective and reliable data. This leads to better outcomes and increased efficiency in the decision makings alike. The article also discussed the different types of data weighting methods, including statistical and mathematical techniques, linear programming, and fuzzy programming. The author noted that each method has its strengths and weaknesses and should be chosen based on the specific decision-making scenario or research hypotheses.

Further more, the author focused on fuzzy data weighting, highlighting its effectiveness in dealing with imprecise or uncertain data. The author well as has explored the benefits of fuzzy data weighting which are particularly useful in dealing with imprecise or uncertain data.

Author has proposed a *heuristic Linear and fuzzy data weighting method* that from expertise vision, to calculate weights to variables, based on their importance and relevance to the decision-making process. The proposed heuristic fuzzy data weighting method uses mathematic methods to assign weights to variables based on their importance and relevance for the decision-makers or users.

Looking ahead, for the later articles it has been better to studying on advanced techniques in weighting of data such as learning algorithms theory and artificial intelligence. Additionally, ethical considerations in weighting of data and how biases can affect decision-making should also be explored.

REFERENCES

1. Biemer, P., ET. All. International Handbook of Survey Methodology. 2012. – Pp. 317-341.
2. Odu, G. Weighting Methods for Multi-Criteria Decision Making// Journal of Applied Science and Environmental Management/. 2019. 23 (8). – Pp. 1449-1457.
3. Tonidandel, S., ET. All. Determining the Statistical Significance of relative Weights. Psychological Methods. 2009. 14(4). – P. 387,
4. Kalton, G. ET. All. Weighting Methods// Journal of Official Statistics/ 2003. 19 (2). – P. 81.
5. Mavrotas, G. Effective implementation of the e-Constraint method in Multi-Objective Mathematical Programming Problems. Applied Mathematics and Computation. 2009. 213 (2). – Pp. 455-465.
6. Lotfi-Zadeh, A. Fuzzy Sets// Information and Control/ 1965. Vol. 8, No.3. – Pp.338-353.
7. Dubois, D., ET. All. Fuzzy Sets and Systems-Theory and Applications// Academic Press/ 1980.
8. Jones, A., ET. All. Fuzzy Sets Theory and Applications//Springer Science & Business Media/ 1968.
9. Klir, G. J., ET. All. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications// Prentice Hall/ 1995.
10. Klir, G. J., ET. All. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications//Possibility Theory versus Probably Theory/ 1995. 32 (2). – Pp. 207-208,
11. Bojadziev, G., ET. All. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Applications// World Scientific/ 1995.
12. Buckley, J. J., ET. All. An Introduction to Fuzzy Logic and Fuzzy Set// Springer Science & Business Media/ 2002.
13. Mendel J. M. A New Method for Representing and Manipulating Type-2 Fuzzy Sets// IEEE, Transactions on Fuzzy Systems/ 2000.Vol. 8, No. 2. – Pp.197-202.
14. George J., ET. All. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications// Prentice Hall/ 1995.

ОМЎЗИШ ВА ҚОРЎ НАМУДАНИ УСУЛҲОИ ГУНОГУНИ ВАЗНКУНИИ МАЪЛУМОТ

Ин мақола усулҳои гуногуни вазнбандии маълумотро дар ҷаҳор усули асосӣ, аз қабилӣ қабули қарор, омор, таҳлили маълумот, гурӯҳҳои маълумот баррасӣ мекунад. Инчунин, усулҳои математикӣ, аз қабилӣ теоремаи Пифагор, формулаи квадратӣ, формулаи масофа, нишебии буридан, формулаи нуқтаи миёна, периметри росткунҷа, ҳаҷми кура, теоремаи биномӣ, интегралӣ муайян нишон дода шудааст. Сипас усули норавшан ва зергурӯҳҳои он, аз қабилӣ номуайянии секунҷа, трапесия, гауссӣ, занги зангула ва номуайянии порчаи хаттӣ ва вазн баррасӣ карда

шудааст. Дар охир ду усули инноватсионии ҳалли $\|w_j\| = \left\{ \left[\frac{(value_y - \min_y)}{(\max_y - \min_y)} \right]^{w_{j,max}} \right\} / \sum_1^n w_{i,j}$ масъалаҳои вазнбандии маълумот бо роҳи хаттӣ бо формулаҳои зерин: инчунин бо намунаҳо вазн кардани маълумот бо усули номуайян оварда шудааст. Умуман, ин мақола бо зикри намунаҳои усулҳои вазни қарз, махсусан усулҳои вазнкунии хаттӣ ва номуайян, ки ин мақола ду усули одӣ эвристикиро барои онҳо омода кардааст, ба итмом мерасад. Аксарияти ҳисобҳо бо номуайян кардани вазнҳои додаҳо алоқаманданд.

Калидвожаҳо: вазни гурӯҳҳои маълумот, вазнгирии қарорҳо, вазнкунии омор, вазнкунии таҳлили додаҳо, вазнкунии математика, вазни барномасозии хаттӣ ва вазни норавшан.

ИЗУЧЕНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ВЗВЕШИВАНИЯ ДАННЫХ

В этой статье рассматриваются и представлены различные методы взвешивания данных по четырем основным методам: принятие решений, статистика, анализ данных и группы данных. Далее представлены математические методы, такие как теорема Пифагора, квадратичная формула, формула расстояния, наклон-пересечение, формула средней точки, периметр прямоугольника, объем сферы, биномиальная теорема, определенный интеграл. Затем рассматриваются и вводятся нечеткий метод и его подмножества, такие как треугольное нечеткое, трапециевидное нечеткое, гауссовское нечеткое, колоколообразное нечеткое, экспоненциальное нечеткое и кусочно-линейное нечеткое, лингвистическое нечеткое, интервальное нечеткое, нечеткое с распадом веса. В конце концов, есть два инновационных метода $\|w_j\| = \left\{ \left[\frac{(value_y - \min_y)}{(\max_y - \min_y)} \right]^{w_{j,max}} \right\} / \sum_1^n w_{i,j}$

решения проблем линейного взвешивания данных с помощью этой формулы: а также взвешивание данных нечетким способом были представлены с примерами. Как правило, эта статья заканчивается упоминанием типов методов взвешивания долга, особенно линейных и нечетких методов взвешивания, для которых в этой статье подготовлены два простых эвристических метода. Большая часть вычислений связана с дефаззификацией весов данных.

Ключевые слова: Вес групп данных, вес для принятия решений, вес для статистики, взвешивание для анализа данных, взвешивание по математике, взвешивание по линейному программированию и нечеткое взвешивание.

STUDYING AND INTRODUCING VARIOUS DATA WEIGHTING METHODS

This article examines and introduces different methods of weighting data under the four main methods as decision-making, statistics, data analysis, data groups. In the following, mathematical methods are introduced, such as Pythagorean Theorem, Quadratic formula, Distance formula, Slope-intercept, Midpoint formula, Perimeter of a rectangle, Volume of a sphere, Binomial theorem, Definite integral. Then the Fuzzy method and its subsets are reviewed and introduced such as Triangular Fuzzy, Trapezoidal Fuzzy, Gaussian Fuzzy, Bell-Shaped Fuzzy, Exponential Fuzzy, and Piecewise Linear Fuzzy, Linguistic Fuzzy, Interval Fuzzy, Weight Decay Fuzzy. In the end, two innovative methods for solving the problems of weighting the data in linear way with this formula: $\|w_j\| = \left\{ \frac{\{value_y - \min_y\} / \{max_y - \min_y\}}{\sum_1^n w_j} \right\}$ and also weighting the data in a Fuzzy way have been presented with examples. Generally, this article ends by mentioning the types of debt weighting methods, specially linear and fuzzy weighting methods which this article prepared two simple heuristic methods for them. Most of the calculations are related to defuzzifying data weights. It is suggested that researchers present simpler mathematical methods for defuzzifying data weights in future researches.

Keywords: data groups weight, decision-making weighting, statistics weighting, data analysis weighting, Mathematics weighting, linear programming weighting, and Fuzzy weighting.

Маълумот дар бораи муаллиф: *Пежмон Джафари* - Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, докторант. **Суроға:** 734025, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 17. Телефон: **(+992) 001016655**. E-mail: **jafaripejman3@gmail.com**

Сведения об авторе: *Пежман Джафари* - Таджикский национальный университет, докторант. **Адрес:** 734025, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 17. E-mail: **jafaripejman3@gmail.com**. Телефон: **(+992)001016655**

Information about the author: *Pejman Jafari* – Tajik National University, doctoral student. **Address:** 734025, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 17. Phone: **(+992)001016655**. E-mail: **jafaripejman3@gmail.com**

ГЕОЛОГИЯ

<i>Андамов Р.Ш., Ниёзов А.С., Шарифзода Ш.Р.</i> Хусусиятҳои сохтори геологии минтақаи сохтмони НБО «Роғун» ва бехатарии сейсмикии он.....	5
<i>Валиев Ш.Ф., Каримов М.Л.</i> Омилҳои асосии қонуниятҳои пайдоиши хавфҳои табиии болооби ҳавзаҳои дарёи Вахш.....	14
<i>Ғайратов М.Т., Оқилҷони С.</i> Захираҳои обӣ ҳамчун омилҳои бехатарӣ дар давлатҳои Осиёи Марказӣ.....	21
<i>Некрӯзи Ғуфрон, Сафари Нусратулло, Назаров Ҷ.О.</i> Баъзе чораҳои геозкологӣ оид ба барқарорсозии заминҳои таҳрибшудаи саноати кӯҳии майдонҳои маъданӣ.....	29
<i>Ниёзов А.С., Андамов Р.Ш., Шарифзода Ш.Р.</i> Равандҳои экзогеодинамикӣ ва таъсири эҳтимолии онҳо ба устувории минтақаи сохтмони НБО «Роғун».....	35
<i>Валиев Ш.Ф., Асомудинов У.У.</i> Шароити муҳандисӣ-геологии қитъаҳои иншооти асосии неругоҳи барқию оби Шӯроб.....	42

ТЕХНИКА

<i>Хасанов Н.М., Мехрубонов М.Х., Джуракулов М.Р.</i> Выбор конструкции обделки СТ-3 Рогунской ГЭС в зоне пересечения Ионахшского разлома.....	49
<i>Джаҳонгири А.</i> Техничко-экономическое обоснование линий электропередачи постоянного и переменного тока.....	59
<i>Холов Ф.Б., Мирзоалиев И.М., Имомов Н.Б., Гулов С.С.</i> Влияние режимов резания на производительность процесса центробежной абразивной обработки шариков на станке с направляющими пластинами.....	66
<i>Хасанов Н.М., Давронов Д.К., Хасанов М.Н.</i> Расположение геотехнических контрольно-измерительных приборов и системы мониторинга в СТ-4 Рогунской ГЭС.....	75
<i>Джаҳонгири А.</i> Сравнение эффективности передачи электроэнергии на примере ЛЭП постоянного и переменного тока.....	83
<i>Хуцаев П.С., Исмаиловзода Ҷ.И., Абдуганиев А.М., Ситамов М.С.</i> Омӯзиши хусусиятҳои масолеҳи гармимуҳофизи муосир.....	90
<i>Муродов А.А., Чураҳонзода Р.Ҷ., Назаров Ф.Х., Маҳмудзода Т.М.</i> Технологияи муфиди беҳгардонии сифати баъзе рағани растаниҳои ғизой.....	99
<i>Саидов М.Х., Ситамов М.С., Ҳасанов М.Н.</i> Таҳқиқоти конструксияҳои обгузаронанда бурришаш мудаввар аз таъсири қувваҳои зилзилавӣ.....	104
<i>Маҳмудзода Т.М.</i> Таҳлили сифатӣ ва микдорӣ алдегиди акролеин ҳангоми оксидкунии термикии рағанҳои таҳқиқшаванда.....	114
<i>Иброҳимзода Д.Э., Назарова Х.Д., Эмомов Б.Ф.</i> Технологияи ҳосил намудани кислотаҳои гуминӣ дар асоси ангишти конҳои Ҳакимӣ, Шӯроб, Фон-Яғноб, Назар – Айлоқ, Зиддӣ, Куртегин, Сайёд ва Санги танг.....	120
<i>Pejman Jafari.</i> Studying and introducing various data weighting methods.....	125

НАУКА И ИННОВАЦИЯ
Серия геологических и технических наук

Научный журнал «Наука и инновация. Серия геологических и технических наук» основан в 2014 г. Выходит 4 раз в год. Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), регулярно предоставляет в РИНЦ информацию в виде метаданных.
Полнотекстовая версия журнала доступна на сайте издания

НАУКА И ИННОВАЦИЯ
Серия геологических и технических наук

2024. №1.

Над номером работали:
Ответственный редактор: М.Ибодова
Редактор серии геологических и технических наук: Д.А.Назарова
Редактор русского языка: О.Ашмарин

Издательский центр
Таджикского национального университета
по изданию научного журнала
«Наука и инновация»:
734025, Республика Таджикистан, г.Душанбе, проспект Рудаки, 17.
Сайт журнала: <http://geo.vestnik-tnu.com>
E-mail: vestnik-tnu@mail.ru Тел.: (+992 37) 227-74-41

Отпечатано в типографии ТНУ
734025, г.Душанбе, ул.Айни, 32.
Формат 70x108/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Тираж 200 экз. Уч. изд. л. 17,5 усл. п.л. 17,5
Подписано в печать 12-03-2024 Заказ №2020/04-01