

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
НАУК ТАДЖИКИСТАНА**

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии

УДК 627.842.7:551.432 + 624.042.7 (282.255.123.11)

На правах рукописи



ХОЛОВ Фазлиддин Аббосович

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ГРАВИТАЦИОННЫХ, ТЕКТОНИЧЕСКИХ
И СЕЙСМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ НА НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КРЕПИ
ПОДХОДНОГО ТОННЕЛЯ САСТ-5 РОГУНСКОЙ ГЭС**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.23.00 – Строительство и архитектура
(05.23.07 - Гидротехническое строительство)

Душанбе - 2025

Диссертация выполнена в лаборатории «Гидротехнические сооружения» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана

Научный руководитель: доктор технических наук, и.о. профессор
Хасанзода Нурали Мамед

**Официальные
оппоненты:**

Валиев Шариф Файзуллоевич – доктор
геолого-минералогических наук, профессор
главный научный сотрудник лаборатории оценки
сейсмического опасности ИГССС НАНТ

Обидджони Шахобиддини Куватзода
кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры
гидротехническое строительство и
общетехнические дисциплины Института
энергетики Таджикистана


Ведущая организация: Таджикский аграрный университет
имени Ш. Шохтемур

Защита состоится **05 февраля 2026 года в 10:00** часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-059 при Институте водных проблем, гидроэнергетики и экологии национальной академии наук Таджикистана по адресу: 734042, г.Душанбе, ул. Бофанда, 5/2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана и на сайте www.imoge.tj

Автореферат разослан «05» января 2026 года.

**Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук**



Шаймурадов Ф.И.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертации. В Послании Президента Республики Таджикистан, уважаемого Эмомали Рахмона об основных направлениях внутренней и внешней политики нашей родины от 28.12.2024 сказано, что начиная с мая 2027 года за счет производства электроэнергии на Рогунской гидроэлектростанции и цикла гидроэлектростанций на реке Вахш дефицит электроэнергии в стране будет полностью устранен, и Таджикистан добьётся абсолютной энергетической независимости.

Для достижения этих целей в нашей стране возросли объёмы строительства гидротехнических сооружений, возводимых на реке Вахш и обладающими большой мощностью. В этом направлении возведение Рогунской ГЭС является не только важным направлением, но и одним из основных и востребованных проектов в нашей республике.

Гидротехнические объекты Рогунской ГЭС являются основной и главной частью, которая способствует как экономическому, так и социальному развитию нашей республики.

Таким образом, изложенное позволяет сделать вывод, что вопросы проектирования и строительства гидротехнических, водоотводных и водосбросных тоннелей обретают важную и исключительную значимость при возведении этих объектов в высокогорных условиях, т.к. являются основными частями объектов. Следует отметить, что Рогунская ГЭС на сегодняшний день представляет собой стратегический объект, функция которого заключается в обеспечении энергетического направления, как по экономическому, так и по социальному развитию республики Таджикистан.

В горно-геологических условиях республики Таджикистан строительство гидроэлектростанций большой мощности и больших объёмов водохранилищ требуют воздвигать плотины большой высоты, а также тоннели и подземные водоводы с большим сечением, которые воспринимают сильное воздействие давления напора, приводящее к увеличению нагрузок, предающихся на основные сооружения или их стены. С другой стороны, известно, что очень часто места строительства располагаются в сложных инженерно-геологических условиях, требующих значительное количество инженерно-геологических исследований. Цель этих изысканий заключается в определении всех необходимых физических и механических характеристик крупнообломочных и скальных пород и изучения их поведения при воздействии нагрузок и при влиянии водной среды одновременно. Наряду с этим во время строительства гидротехнических сооружений в горной местности разрабатывают ряд инженерных мероприятий, целью которых является укрепление и уплотнение скальных пород, которые залегают в зоне, окружающей выработки.

Актуальность представленной работы заключается в претворении полученных результатов работы исследований, проведенных современными методами и способами с использованием современных технологий по составлению геологического картирования исследуемого гидротехнического тоннеля, использование методов моделирования компьютерными технологиями, достижения хороших результатов.

Результаты анализа геологических условий гидротехнического тоннеля САСТ-5 Рогунской ГЭС дали возможность исследовать их влияние на напряженно-деформированное состояние массива грунта, что дало возможность обосновать выбор трассы, установить место и выбрать оптимальный вариант способа его строительства.

Степень изученности данной тематики. В процессе работы над концепцией достройки Рогунской ГЭС были проанализированы все доступные материалы изысканий предыдущих лет, хранящиеся в архивах ОАО «Институт Гидропроект», ОАО «Рогунская ГЭС», ЦСГНЭО. Кроме того, для получения дополнительной информации, актуализации и пополнения данных долгосрочных исследований в 2009 году по программам и рекомендациям, разработанным в ОАО «Институт гидропроект», были выполнены дополнительные исследования. Следует отметить, что исследованиям по возведению тоннелей в сложных горно геологических условиях посвящены труды Экклестона Д., Мехинрада А., Гешмепура А., Солеймани М., Аскари М., Регли М., Гадоева Олим., Кабилова Ш., Мухаммадризо Зангане и др. В настоящее время, что данная тематика впервые отражена в диссертационной работе соискателя Холова Ф.А.

Связь темы диссертации с приоритетными направлениями развития науки, техники и технологии в республике.

Исследования, послужившие основой диссертационной работы, связаны с научной тематикой Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ; «Стратегией Республики Таджикистан в области науки и технологий на 2016-2020 годы» (раздел «Строительство и стройиндустрия»); «Программой реформы водного сектора Таджикистана на период 2016-2025 годы» (Постановление Правительства Республики Таджикистан от 30 декабря 2015 года, №791); и проблемой «Стройпрогресс-2030», по разделу «Строительство подземных гидротехнических сооружений» в разработке которых соискатель также принимал участие: (научно-исследовательская работа).

Общая характеристика исследования

Детальные исследования для проектирования подходного тоннеля заключаются в проведении исследований работы крепи и материалов в различных инженерно-геологических условиях, а также для возведения временной крепи на основании коэффициента поддержки земляных работ (ESR). Анализ интерпретации геотехнических данных, физико-механических параметров горных пород, оценке геотехнических параметров и прочности природного массива или рекомендации и заключения по инженерно-геологическим и горно-механическим исследованиям и проектированию выемки и крепи подходного тоннеля САСТ-5 на правом берегу Рогунской ГЭС. Результаты исследований параметров неповрежденной породы и основных несплошностей и оценки состояния горного массива дают возможность использовать системы инженерной классификации горного массива для определения основных систем временной крепи, которые будут использованы во время проходки подходного тоннеля САСТ-5 в различных горных массивах. После этого представляются расчеты моделирования процесса земляных работ вместе с проектированием системы временной

крепи с использованием численного моделирования, применяемого для ожидаемых механизмов разрушения, которые будут преобладать во время земляных работ.

Для численного анализа горные массивы вокруг подходного тоннеля САСТ-5 моделировались как упругопластический материал, у которого в пластическом режиме прочностные параметры уменьшаются. Кроме того, в методе численного проектирования моделируются процессы выемки грунта и первичной породы, а также проверяются ожидаемые условия дополнительной крепи для достижения экономичных, безопасных и стабильных решений.

Целью диссертационной работы является выявление воздействия гравитационных и тектонических усилий на напряженно-деформированное состояние гидротехнического тоннеля САСТ-5 от влияния сейсмических усилий и рекомендации систем скальной крепи, обеспечивающих устойчивость сооружения.

Задачи исследования:

1. Исследование теоретическими методами воздействия гравитационных, тектонических и сейсмических сил на напряженно-деформированное состояние в различных горных массивах в период проходки гидротехнического тоннеля САСТ-5.

2. Определение физико-механических параметров горных пород, залегающих на территории проектируемого гидротехнического тоннеля САСТ-5.

3. Моделирование процессов, протекающих при проведении проходческих работ, определение глубины сильнотрещиноватой зоны вокруг гидротехнического тоннеля и расчёт несущей способности временной крепи.

4. Исследование и изучение свойств сохранных пород и вмещающего массива, залегающих за пределами сильнотрещиноватой зоны проектируемого гидротехнического тоннеля САСТ-5 Рогунской ГЭС.

Объектом диссертационного исследования является подходной гидротехнический тоннель САСТ-5 Рогунской ГЭС.

Предметом исследования является воздействие инженерно-геологических условий на напряженно-деформированное состояние подходного тоннеля и возможные деформации при воздействии сейсмических сил.

Гипотеза исследования заключается в том, что гравитационные, тектонические и сейсмические усилия в совокупности существенно изменяют напряженно-деформированное состояние крепи подходного тоннеля САСТ-5 Рогунской ГЭС, вызывая локальные концентрации напряжений и деформаций, что может снижать её устойчивость и требовать конструктивного усиления.

Исследования проводились в период с 2021 по 2025 год на объекте Рогунской ГЭС, в частности на гидротехническом тоннеле САСТ-5, и были направлены на анализ напряженно-деформированного состояния крепи в условиях воздействия гравитационных, тектонических и сейсмических факторов.

Теоретической основой исследований является изучение инженерно-геологических условий Рогунской ГЭС с целью исследования их влияния на напряженно-деформированное состояние подходного тоннеля САСТ-5.

Информационная база диссертации включает технический отчет Рогунской ГЭС (1978), технический проект подземного комплекса Рогунской ГЭС (1980), технический проект НБО Рогунской ГЭС на реке Вахш (Ташкент, 1978), а также отчет о сопровождении инженерно-геологических работ при строительстве объектов Рогунской ГЭС (2011) и требования к проектированию.

Научная новизна исследований диссертационной работы включает в себя:

- исследование геологических факторов, таких как Ионахшской разлом, литологические и геотехнические параметры горных пород, воздействующих на физико-механические параметры массива пород, залегающих вокруг гидротехнического тоннеля САСТ-5 Рогунской ГЭС;

- численное моделирование напряженно-деформированного состояния гидротехнического тоннеля и разработка рекомендаций типов скальной крепи при проходке тоннеля САСТ-5 в различных горных массивах с использованием анкерных болтов;

- устойчивость гидротехнического тоннеля и несущей способности типов скальной крепи при воздействии сейсмических усилий интенсивностью от 8 до 9 баллов;

- рекомендации по выбору типов скальной крепи с использованием анкерных болтов и торкретбетона толщиной 10см для различных частей гидротехнического тоннеля САСТ-5 Рогунской ГЭС.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Геологические и геотехнические факторы, влияющие на физико-механические параметры сохранных пород, залегающих вокруг гидротехнического тоннеля САСТ-5 Рогунской ГЭС.

2. Рекомендации типов скальной крепи на основе численного моделирования напряженно-деформированного состояния гидротехнического тоннеля при проходке с использованием анкерных болтов и торкретбетоном толщиной 10 см.

3. Анализ устойчивости гидротехнического тоннеля САСТ-5 и несущей способности типов скальной крепи при сейсмических усилиях 8-9 баллов.

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в решении задач, связанных с инженерно-геологическим картированием тоннелей, расположенных в непосредственной близости исследуемого тоннеля САСТ-5; в выборе способа проведения укрепительных работ; в подборе модели для расчета крепи тоннеля; в обосновании расчетной крепи тоннеля САСТ-5.

Практическая значимость работы заключается в:

- в обеспечении защиты крепи тоннеля от разрушений при землетрясениях и возможности их дальнейшей эксплуатации при минимальных дополнительных затратах и времени на ремонт (*Акт внедрения*);

- при составлении комплексной целевой программы по достижению мирового технического уровня в транспортном строительстве на 2019-2021 годы и на период до 2030 года, а также по проблеме «Стройпрогресс-2030», по разделу «Строительство подземных гидротехнических сооружений»;

- результаты исследований могут быть применены в учебном процессе в высших учебных заведениях и университетах, при чтении лекций и на практических занятиях, а также при проведении лабораторных и полевых работ для студентов по специальным курсам «Гидротехнические сооружения», «Шахтное и подземное строительство», «Основы горного дела», «Технология буровзрывных способов», «Механика горных пород и горное давление», «Специальные способы строительства подземных сооружений», Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими для студентов по специальностям – «Шахтное и подземное строительство» и «Строительство и эксплуатация гидроэлектростанций» и другие.

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается идентичностью результатов расчета моделирования по предлагаемой автором методике с результатами проведенных экспериментов и данными других исследователей, а также использованием натурных и теоретических исследований, современных методов физико-механических параметров горных пород, с использованием современного оборудования и приборов для испытания разработки подходного тоннеля Рогунской ГЭС.

Соответствие специальности и названия темы паспорту специальности и содержанию диссертации.

Диссертация соответствует положениям пунктов 3, 11 паспорта научной специальности 05.23.00 – Строительство и архитектура (05.23.07 - Гидротехническое строительство).

3. Разработка новых направлений прогнозирования напряженно-деформированного состояния напорных и безнапорных гидротехнических сооружений; совершенствование методов определения различных видов нагрузок на сооружения речных гидроузлов, здания и машинные залы гидроэлектростанций; обоснование путей повышения надежности и долговечности конструкций воднотранспортных сооружений.

11. Эксплуатационная надежность гидротехнических сооружений, разработка новых критериев их безопасности, новые системы контроля и наблюдений за сооружениями, совершенствование методов технической диагностики и мониторинга водных систем и объектов.

Название темы диссертации соответствует паспорту специальности 05.23.07 - Гидротехническое строительство

Личный вклад соискателя ученой степени в исследование: Автором сформулированы цель и задачи исследований, намечены пути их теоретического и экспериментального решения; уточнены расчетные геотехнические параметры массива горных пород напряженно-деформированного состояния тоннеля под действием сейсмической нагрузки с определением основных параметров проходки подходного тоннеля.

Апробация результатов. Основные положения работы и полученные результаты были доложены и обсуждены на: МНПК: «Архитектурное

образование и архитектура Таджикистана” 60 лет развития и совершенствования. ТТУ (г. Душанбе, 2022 г); МНПК «Образование и наука: вызовы IV промышленной революции», посвященной 80-летию академика А. Куатбекова. Университет дружбы народов имени академика А. Куатбекова. (г. Шымкент, республика Казахстан, 2022 г.); МНТК. Джизакский политехнический институт. «Инновационные решения технических, инженерно-технологических задач производства» (Республика Узбекистан, 2022 г); РНПК «Перспектива развития производства строительных материалов в Республике Таджикистан» ТТУ (г. Душанбе, 2023 г); МНПК, «Водные ресурсы, инновация, ресурсо - и энергосбережение», 6-7 октября 2023 года, г. Душанбе, Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана.

Публикации.

Основные результаты исследований по теме диссертации изложены в 13 работах, в том числе в 6 статьях из перечня ведущих рецензируемых научных журналов ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

Наличие документов, подтверждающих применение научных исследований в производстве либо возможность их применения.

Акт о внедрении научных результатов в производстве, утвержденный начальником технического отдела ОАО «ТГЭМ» Гадоевым О.Х.

По результатам исследований получен 1 малый патент Республики Таджикистан № TJ 1417 от 22 ноября 2022 года.

Изобретение относится к области подземного строительства, а именно к устройствам возведения подземных сооружений различного назначения, преимущественно к строительству водопропускных сооружений и подземных переходов.

Сооружение содержит фундамент, боковые стенки с установленными на них арками перекрытия и грунтовую засыпку, на которую уложена дорожная одежда. Боковые стенки с арками перекрытия выполнены сборными или монолитными в зависимости от степени косогорности. В сопряженных частях боковых стенок и арок вставлены прокладки из фторопласта. Для предотвращения сдвига при сейсмическом воздействии в фундаменте выполнен поперечный "зуб", упирающийся в грунт основания.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, списка литературы и заключения. Общий объём работы включает 139 страниц, 84 рисунков, 27 таблиц, приложения, список использованной литературы - 125 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТОННЕЛЕЙ РОГУНСКОЙ ГЭС

Во введении и общей характеристике работы дается актуальность, цель и задачи работы, новизна, теоретическая и практическая результатов работы, а также вклад автора.

В первой главе сделан инженерный анализ условия строительных тоннелей и инженерно-геологическая характеристика массива горных пород

Рогунской ГЭС.

Согласно карте СР-64, построенной на основе материалов ОАО "Институт Гидропроект", Института сейсмологии и сейсмостойкого строительства Академии Наук Республики Таджикистан (ИССС АН РТ - ранее ТИССС) и Геофизической службы РАН (г. Обнинск), описываемая территория является сейсмогенной (карта ОСР-64) рисунок 1.

По величине удельного водопоглощения выделены 4 инженерно-геологические зоны, в которых значения удельного водопоглощения разнятся в целом на порядок: I – зона сильного выветривания и разгрузки, II – зона выветривания и разгрузки, III – зона разгрузки, IV – зона практически неизменных пород.

По характеру проявления экзогенных процессов, в результате проведенных работ территорию расположения основных сооружений Рогунской ГЭС, а также примыкающие склоны и долины наиболее крупных притоков, состояние которых способно повлиять на условия строительства, можно разделить на следующие участки:

I. Высокие крутые склоны левого борта долины р. Вахш, ориентированные вдоль простирания основных складчатых структур. Примерно от устья сая Обиджушон до верхнего строительного моста;

II. Обрывистые склоны по обоим берегам реки, ориентированные вкрест простирания основных структур, на участке от пересечения Вахша Ионахшским разломом до поворота Вахша под прямым углом в направлении на юго-запад;

III. Правобережные склоны долины Вахша, сложенные породами Кирбичской синклинали от разлома № 367 до Ионахшского (участок верховой перемычки).

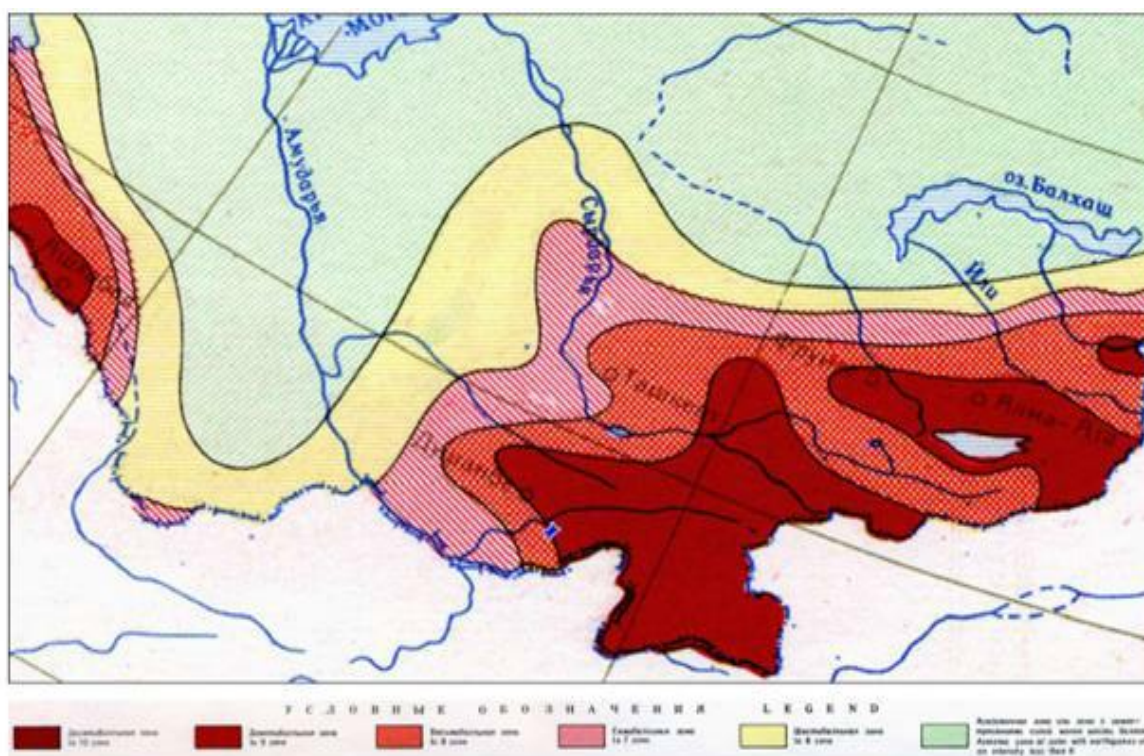


Рисунок 1. - Фрагмент карты ОСР-64

Глава 2. ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА И МЕСТА СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБЪЕКТА

Во второй главе представлено подробное описание, проектируемого объекта гидротехнического тоннеля САСТ-5 Рогунской ГЭС и место строительства объекта.

Подходной гидротехнический тоннель САСТ-5 предназначен для подключения верхнего бьефа СТ-5 на ПК01+00, при этом отметка лотка САСТ-5 составляет 1121,25 м на стыке с тоннелем ТМ5-А и 1150,77 м над уровнем моря, где она будет соединена с СТ-5.

САСТ-5 по протяженности составляет 372,41 м, поднимается вверх от соединения с тоннелем ТМ5-А к концу с уклоном 8,16% и характеризуется типовым поперечным сечением высотой 6,60 м и шириной 9,80м. Основные геометрические данные этого тоннеля приведены в таблице 1

Таблица 1- Основные геометрические данные САСТ-5

Геометрические данные тоннеля САСТ-5	Значение
Длина	≈372м
Отметка лотка на Ch. 00 + 00м	≈1121,25м н.у.м.
Отметка лотка на Ch. 03 + 64,35м	≈1150,77м н.у.м.
Высота	6,60 м
Ширина	9,80м

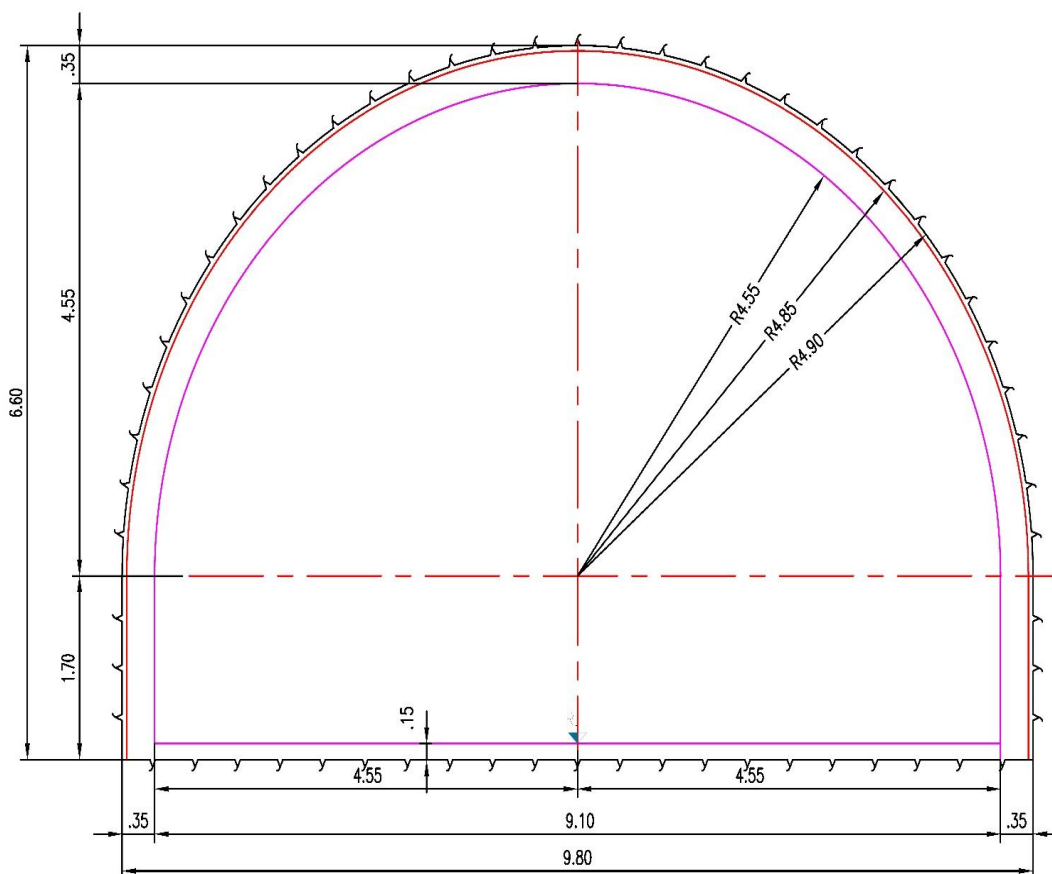


Рисунок 2: Типовое поперечное сечение САСТ-5

Задача исследования заключается в проведении работы, выполненных анализов или рекомендации и заключения по инженерно-геологическим и горно-механическим исследованиям и проектированию выемки и крепи гидротехнического тоннеля САСТ-5 Рогунской ГЭС по расположению на правом берегу.

Гидротехнический тоннель САСТ-5 по протяженности составляет 372,41 м, поднимается вверх от соединения с тоннелем ТМ5-А к концу с уклоном 8,16% и характеризуется типовым поперечным сечением высотой 6,60м и шириной 9,80м. Основные геометрические данные этого тоннеля приведены в таблице 1.

План гидротехнического тоннеля САСТ-5 представлен на рисунке 3, а продольный профиль приведён на рисунке 4. Типовой поперечный разрез тоннеля САСТ-5 представлен на рисунке 2.

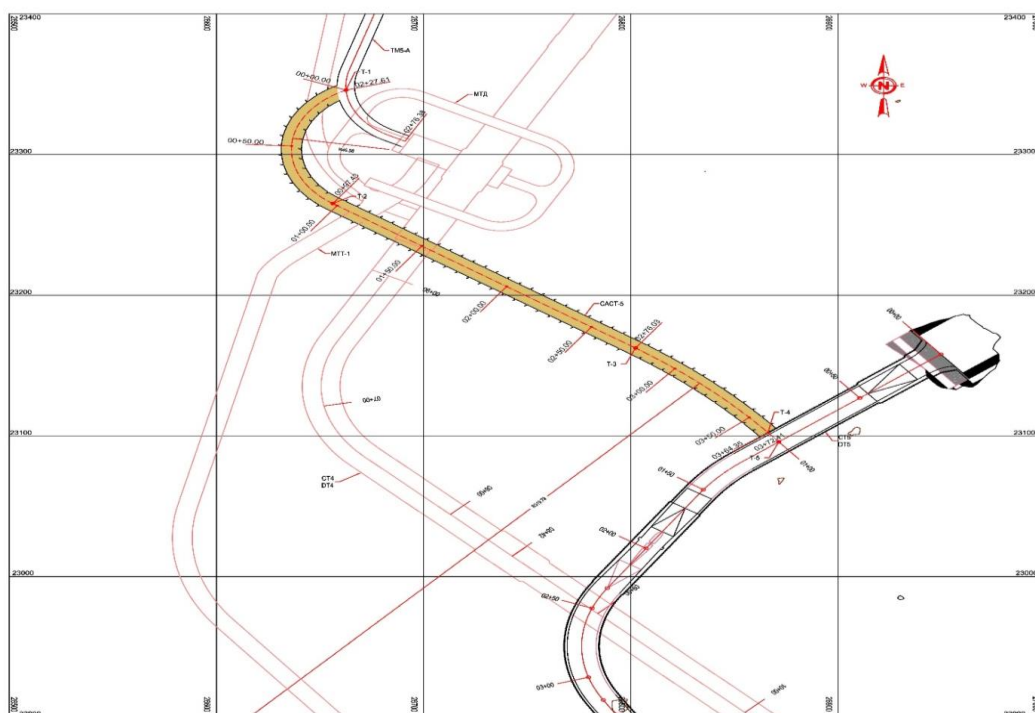


Рисунок 3. План подходного гидротехнического тоннеля САСТ-5

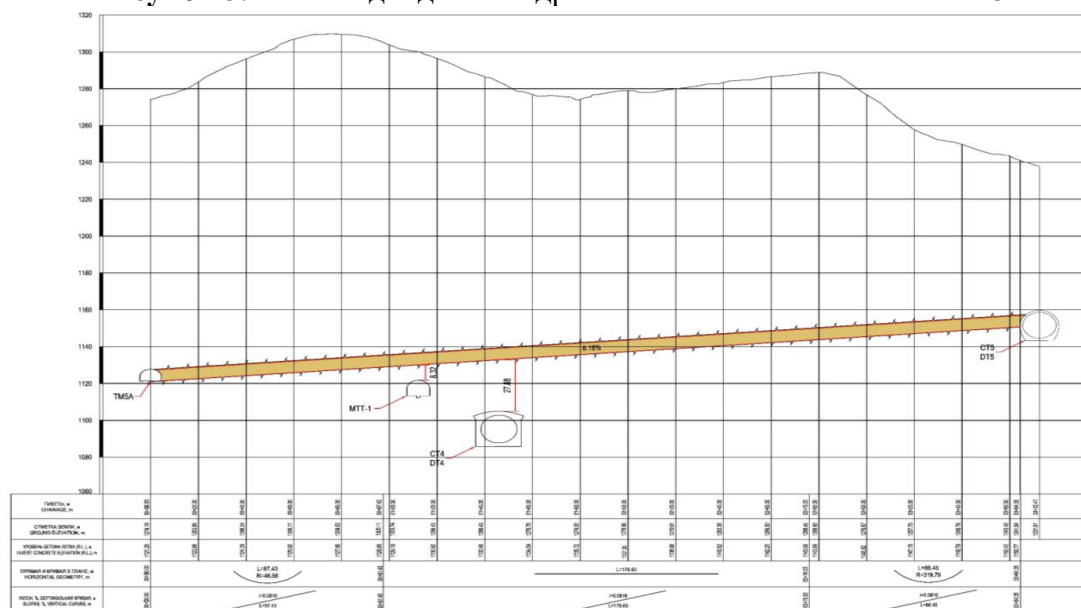


Рисунок 4. Продольный разрез гидротехнического тоннеля САСТ-5

Инженерно-литологический план и профиль гидротехнического тоннеля САСТ-5, а также физико-механические свойства ненарушенного массива породы, окружающей подходного гидротехнического проектируемого тоннеля, были изучены с использованием литологических и геотехнических данных объекта. Следует отметить, что основной вывод этих исследований заключается в том, что массив породы окружающего проектируемого тоннеля составляет некачественная горная порода.

Геологический план подходного гидротехнического тоннеля САСТ-5 приведён на рисунке 5, а ее геологический продольный профиль представлен на рисунке 6.



Рисунок 5. Геологический план подходного гидротехнического тоннеля САСТ-5

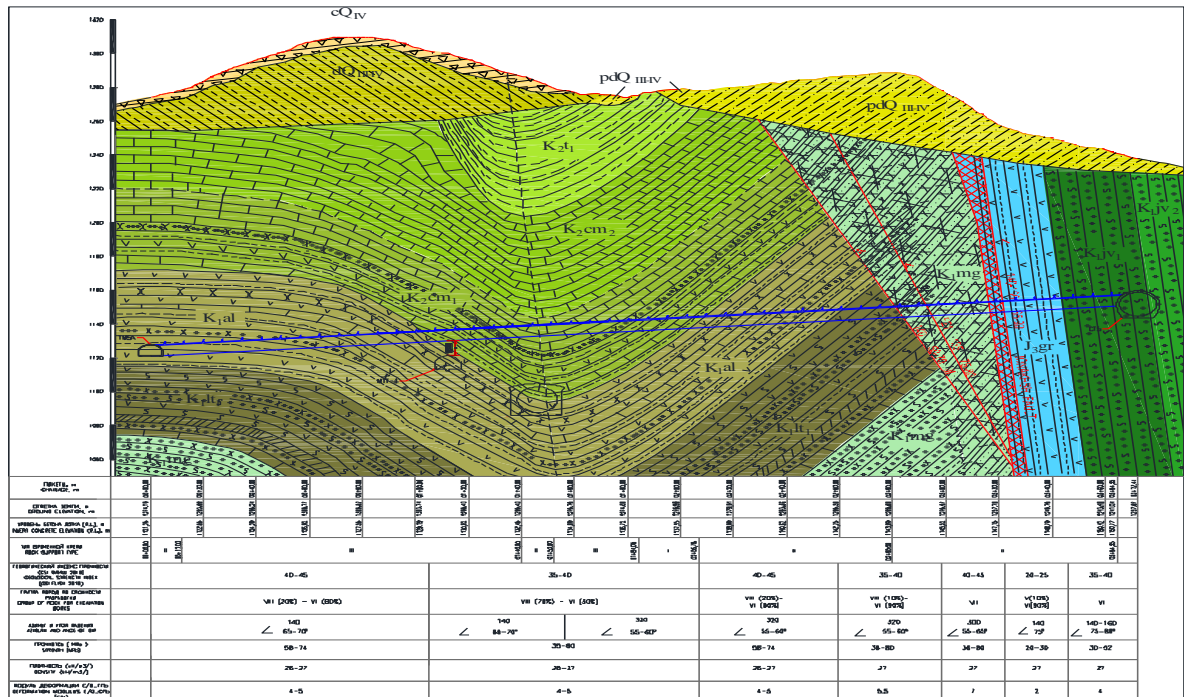
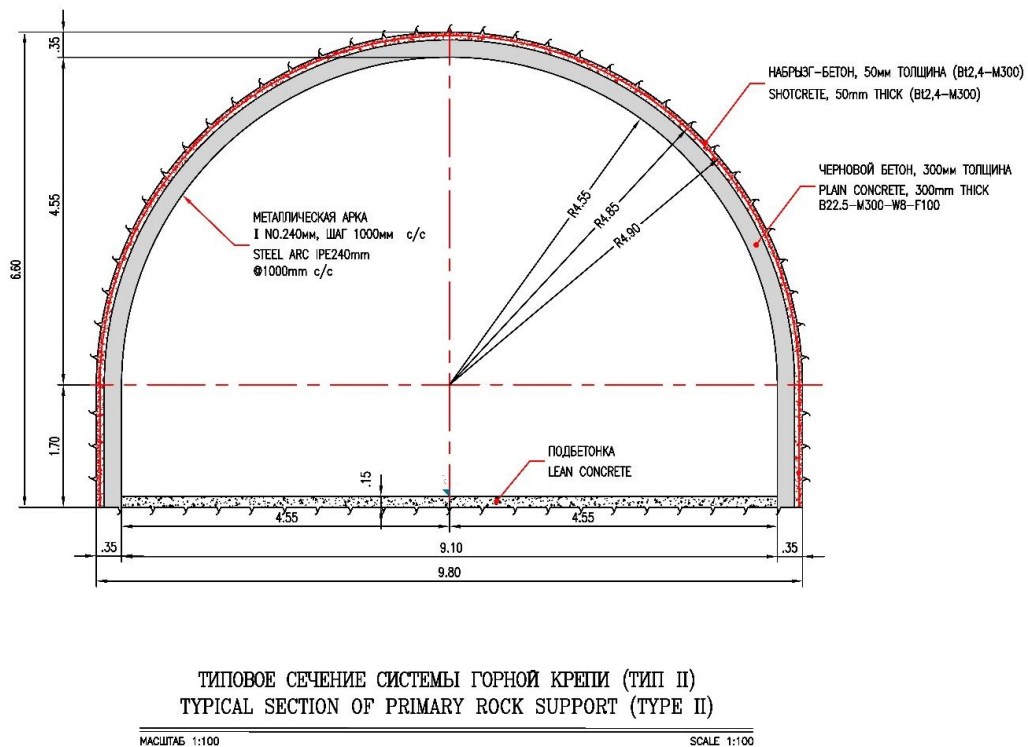
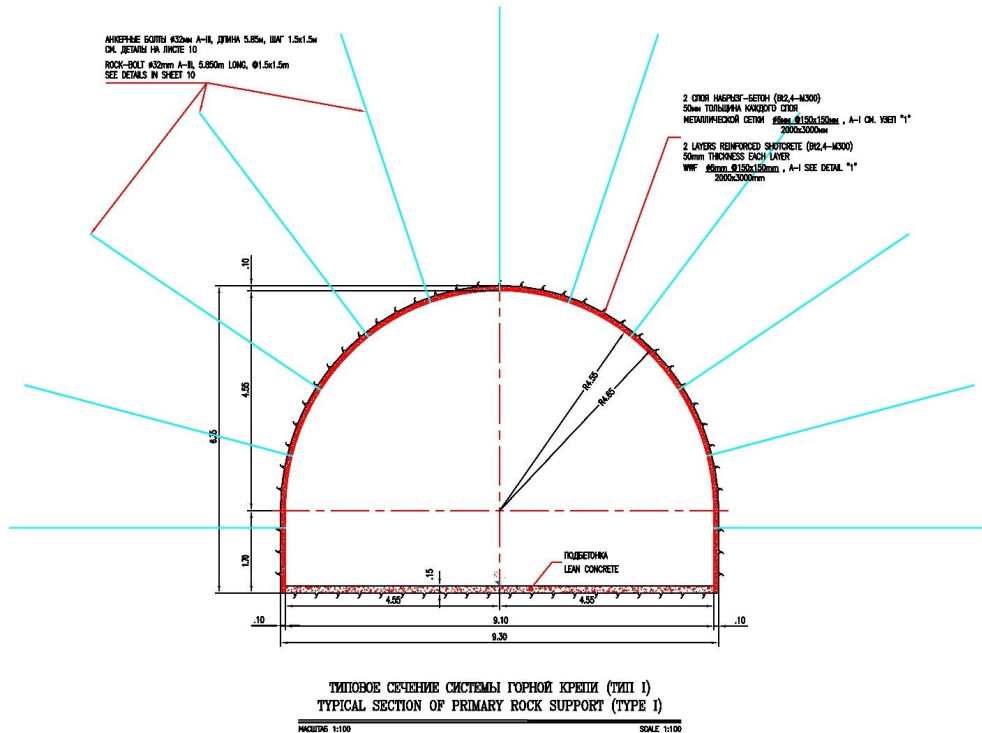


Рисунок 6. Геологический продольный разрез тоннеля САСТ-5

Крепь породы состоит из стальных ребер и обычного бетона на этапе земляных работ и временного срока службы.

Классы скальной крепи были определены на основе имеющейся геотехнической информации по тоннелю САСТ-5 и могут в некоторой степени отличаться от фактических спецификаций массива горных пород. Следовательно, этот класс скальной крепи должен быть окончательно определен на основе фактических условий горных пород, наблюдаемых и оцениваемых инженером-геотехником, работающим над проектом.



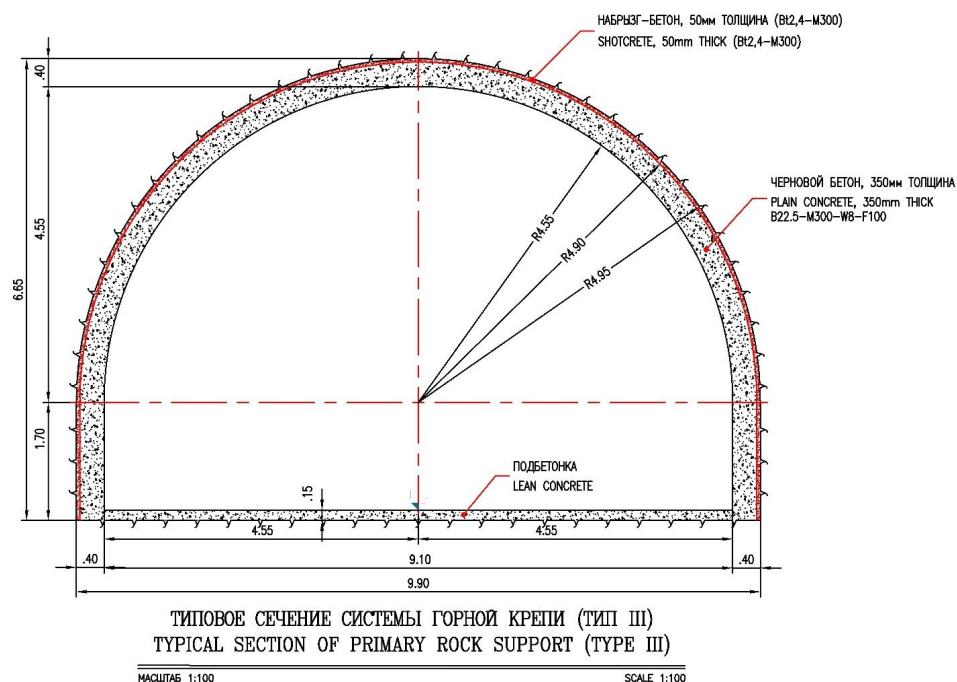


Рисунок 7: D образное сечение типа I - II – III

Глава 3. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР МЕТОДОВ ПРОХОДКИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ТОННЕЛЕЙ

Третья глава посвящена факторам, влияющим на выбор метода проходки гидротехнических тоннелей.

Следует отметить, что одним из наиболее эффективных способов укрепления грунтов в скальных породах при строительстве тоннелей в сложных геологических и гидрогеологических условиях является метод предварительной инъекции, который в последнее время получил за рубежом и у нас в республике довольно широкое применение. Этот метод представляет интерес и для строительства тоннелей в сложных горно-геологических условиях республики.

При исследовании напряжений в скале подземных сооружений Рогунской ГЭС применялись геофизические и геомеханические методы на одних и тех же участках массива. В качестве геофизических использовались методы сейсмического профилирования и просвечивания, сейсмического и ультразвукового каротажа, а в качестве геомеханических, в основном метод прессиометрии.

Расчетные характеристики свойств алевролитов и песчаников, залегающих на участке машинного зала и трансформаторного помещения, получены на основе обобщения результатов комплексных исследований. Эти характеристики как прочностные, так и деформационные при расчетах напряженно-деформированного состояния системы «подземные выработки-вмещающей массив» могут корректироваться с целью наилучшего соответствия результатов расчетов данным натурных наблюдений за смещением скального массива.

Таблица 2. Рекомендуемые расчетные характеристики пород и массив на участке подземного машинного зала Рогунской ГЭС

Породы	Зона массива	Свойства в образце			Свойства в массиве					
		ρ , г/см ³	R_c МПа	R_p МПа	E МПа	E_ϵ МПа	μ (б/р)	φ град	C МПа	$R_{p,\tau}$ МПа
Алевриты k_1ab_1	Зона разгрузки	2,70	35	3,5	3000	2300	0,33	37	0,5	0,3
	Относительно сохранный зона	2,72	50	5	5500	4000	0,28	45	1,2	0,8
Песчаник k_1ab_2	Зона разгрузки	2,62	70	6	5000	4100	0,3	42	1,0	0,6
	Относительно сохранный зона	2,64	90	8	9000	7800	0,22	55	2,0	1,0

В практике тоннелестроения предварительное укрепление пород в большинстве случаев осуществляют через скважины, пробуренные непосредственно из тоннеля. Из забоя тоннеля бурят опережающие скважины под небольшим углом к его оси (рисунок 8). В результате инъекции растворов под давлением происходит укрепление окружающих пород, а дальнейшая проходка тоннеля осуществляется в упрочненной породе.

В скальных горных породах применение способа контурного взрывания дает возможность избежать нарушений за пределами проектного контура, обеспечить возможность более крутых и устойчивых откосов уступок и выемки, уменьшить трудоемкость работ по основанию и откосам, а также уменьшить переборы и увеличить устойчивость законтурной толщи горных пород.

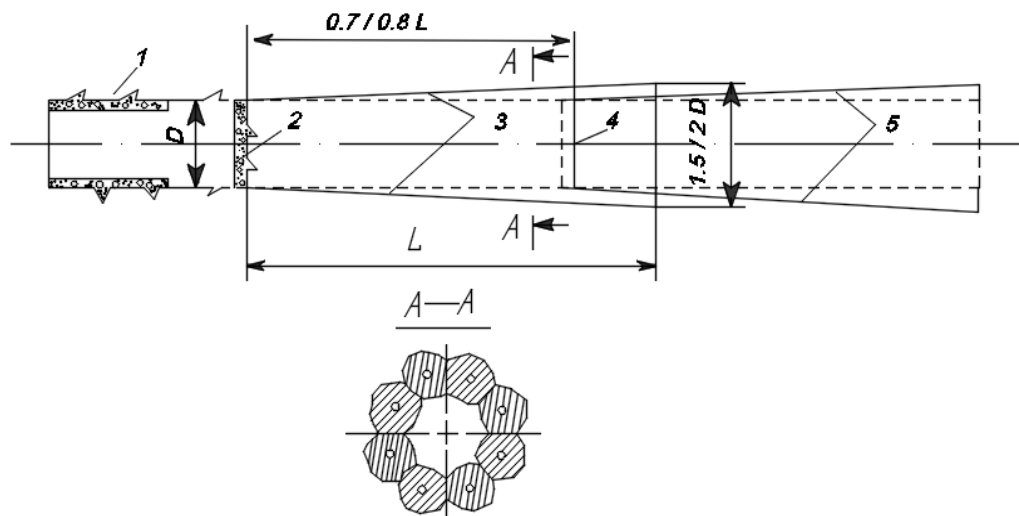


Рисунок 8. Схема опережающей инъекции

1 — бетонная обделка; 2 — бетонная стенка в забое; 3 — опережающие инъекционные скважины; 4 — положение следующего забоя; 5 — опережающие скважины следующего забоя.

Использование способа контурного взрывания при проходке подземных горных выработок обуславливает повышение технических требований к точности оконтуривания и качеству вновь образованной контурной поверхности, показатели которых (законтурные переборы и шероховатость поверхности выработанного пространства) определяются точностью исполнения проектного паспорта буровзрывных работ (БВР).

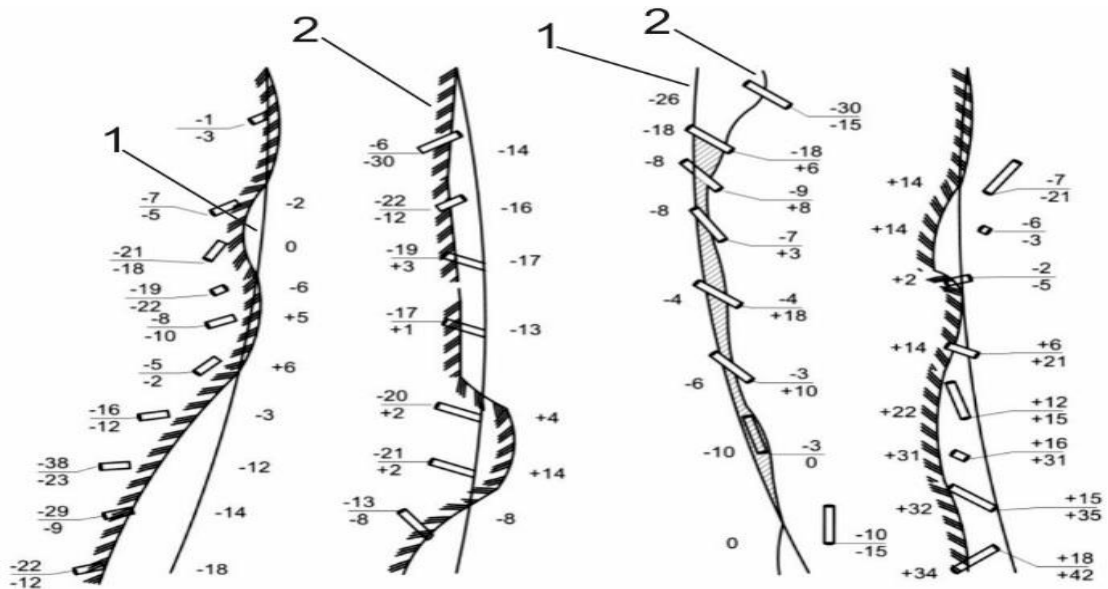


Рисунок 9. Результаты забойных измерений параметров контурных шпуров: 1 – линия проектного контура выработки, 2 – фактический контур, числитель – отклонения устья шпура, знаменатель – отклонение шпурового дна от линии проектного контура выработки

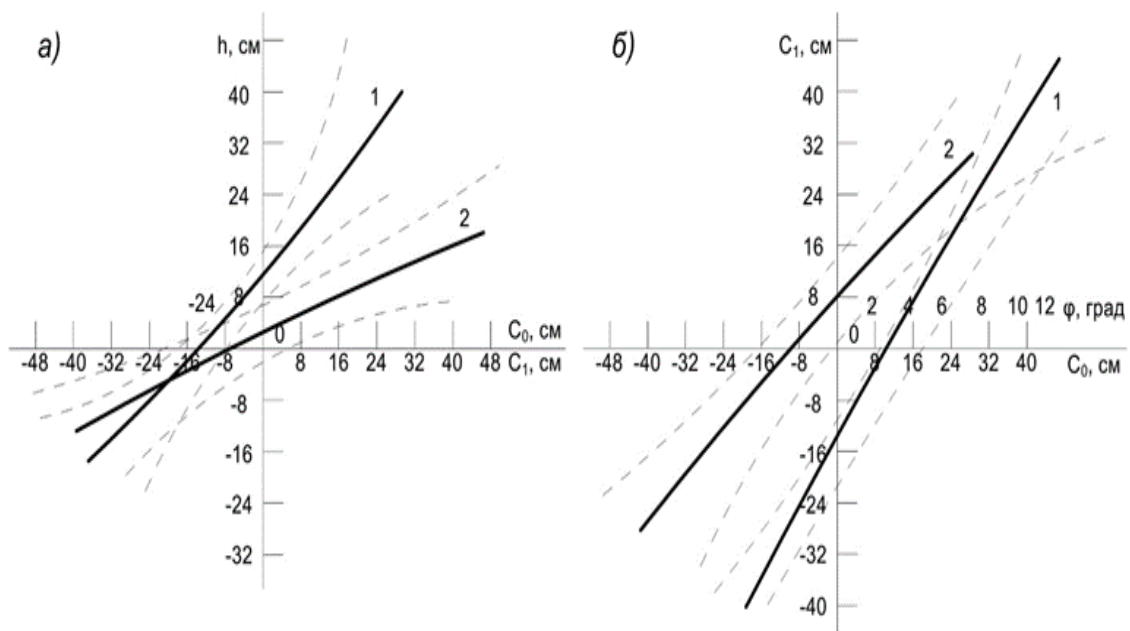


Рисунок 10. Изменение законтурных переборов h в зависимости от величины отклонения:

а) 1 – устья шпура C_0 , 2 – шпурового дна C_1 , от проектного контура выработки (а) и зависимость отклонений шпурового дна C_1 ; б) 1 – угла наклона контурных шпуров φ , 2 – величины отклонения устья шпура C_0 от проектного контура выработки (б). (сплошные –

линии регрессии, штриховые – границы доверительной зоны с вероятностью 0.99 для соответствующих линий регрессии).

ГЛАВА 4. РАСЧЕТ НДС ТОННЕЛЯ САСТ-5 МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ КОНСТРУКЦИИ КРЕПИ

Четвертая глава посвящена вопросам анализа и обобщения результатов расчета моделирования гидротехнического тоннеля САСТ-5 Рогунской гидроэлектростанции.

Для проектирования системы скальной крепи подходного тоннеля САСТ-5 на третьем этапе было реализовано численное моделирование подземной разработки для анализа напряжения после выемки грунта и установки системы скальной крепи. Чем более точные геологические и горно-механические параметры будут введены в качестве вводных данных в программу, тем надежней будут полученные результаты. Однако, выполнить точное моделирование грунтовых условий обычно очень сложно или даже невозможно, поэтому необходимо использовать некоторые упрощенные предположения при анализе.

При численном анализе тоннеля САСТ-5 учитывались следующие общие предположения и критерии:

- горные массивы представляют собой сплошную среду и ведут себя как упругопластический материал;
- условие плоской деформации действительно для 2D-анализа;
- к горным массивам применим критерий разрушения Хука и Брауна;
- внешние границы моделей рассматривались на расстоянии более трех диаметров тоннеля;
- неармированный торкретбетон толщиной 5 см, который необходимо выполнить перед установкой стальных ребер, предназначен для обеспечения безопасности и не учитывается в моделях КЭ;
- стальное ребро вместе с обычным бетоном моделируется как железобетон. Свойства обычного бетона С25/30 и стальных ребер IPE240 представлены в таблице 3.

Таблица 3. -Свойства двутавровой балки используемых в САСТ-5

Параметры	Значения/Описание
№ профиля	IPE 240
Глубина сечения	240 мм
Площадь	3910 мм ²
Момент инерции	38,9×10 ⁶ мм ⁴
Модуль упругости (Es)	210 000 МПа
Предел прочности	240 МПа
Марка стали	AIII
Масса	30,7 кг/м

Обычный бетон моделируется как неармированный бетон. Свойства обычного бетона С25/30 представлены в таблице 4.

Таблица 4. Свойства бетона для использования в САСТ-5

Параметры	Значения/Описание
	C25/30
Характеристическое значение прочности цилиндрического образца бетона на	$f_{ck} = 25$ МПа
Характеристическое значение прочности цилиндрического бетона на растяжение	$f_{ctk} = 3.1$ МПа
Модуль Юнга	23500МПа
коэффициент Пуассона	0,2
Единица измерения	24,5 кН/м ³

В качестве армированного торкретбетона моделируется армированный торкретбетон толщиной 10 см, 1 слой проволоочной сетки Ф6 мм и анкерные болты Ø32 мм L=5,85 м. Свойства армированного торкретбетона представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5.- Свойства торкретбетона для использования в САСТ-5

Параметры	Значения/Описание
	C25/30
Характеристическое значение прочности цилиндрического образца бетона на сжатие	$f_{ck} = 25$ МПа
Характеристическое значение прочности цилиндрического бетона на растяжение	$f_{ctk} = 3.1$ МПа
Модуль Юнга	23500МПа
коэффициент Пуассона	0,2
Единица измерения	24 кН/м ³

Таблица 6. -Свойства сетки, используемые в САСТ-5

Параметры	Значения/Описание
Диаметр и расстояние (мм)	6@150 ×150& 6@100 ×100
Модуль упругости (Es)	210 000 МПа
Предел прочности	240 МПа
Марка стали	AIII

Материалы выбираются на основе стандартов ASTM и ACI. Кроме того, использовалась информация, приведенная в отчетах TEAS и отчетах Stucky.

В процессе моделирования уточнено напряженно-деформированное состояние тоннеля, а также временной крепи горных пород для потенциально неустойчивых клиньев и рекомендуемые типы скальной крепи, которые можно использовать при проектировании гидротехнических сооружений.

Что касается геологических и геометрических условий вдоль тоннеля САСТ-5, то для анализа напряжений были рассмотрены четыре модели конечных элементов.

Модель создана для разреза 1 САСТ-5 от ПК 00+12 до ПК 01+10, где установлена система скальной крепи типа III, включающая

неармированный бетон. После проходки и установки скальной крепи для разреза 1 в этом участке модели размеры гидротехнического тоннеля САСТ-4 составляют 6,10м по высоте и 9,10м по ширине. Этот участок находится в геологических условиях верхнего позднего сеномана (K_{1a_1}), которые состоит из известняков, сланцев и красных горных пород. Также имеются толщи аргиллитов и гипсовые слои.

Вокруг проектируемого гидротехнического тоннеля модели горных массивов K_{1a_1} были смоделированы как упругопластические материалы. Следует отметить, что прочностные параметры в пластическом режиме начинают снижаться.

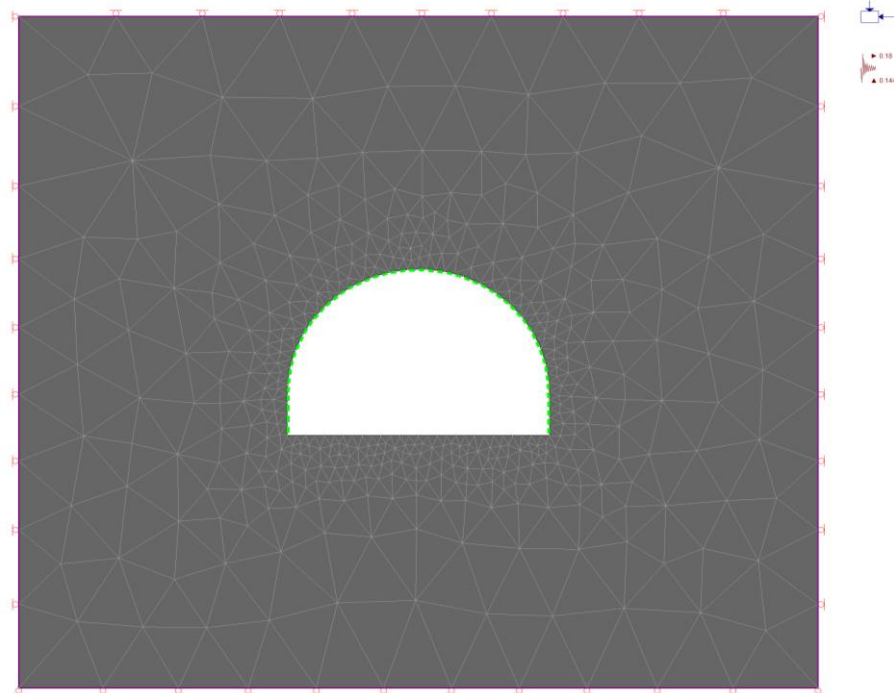


Рисунок 11: ТИП-IIIa Общий вид КЭ модели САСТ-5 на разрезе I (ПК 00+12~ ПК 01+10) на этапе 5

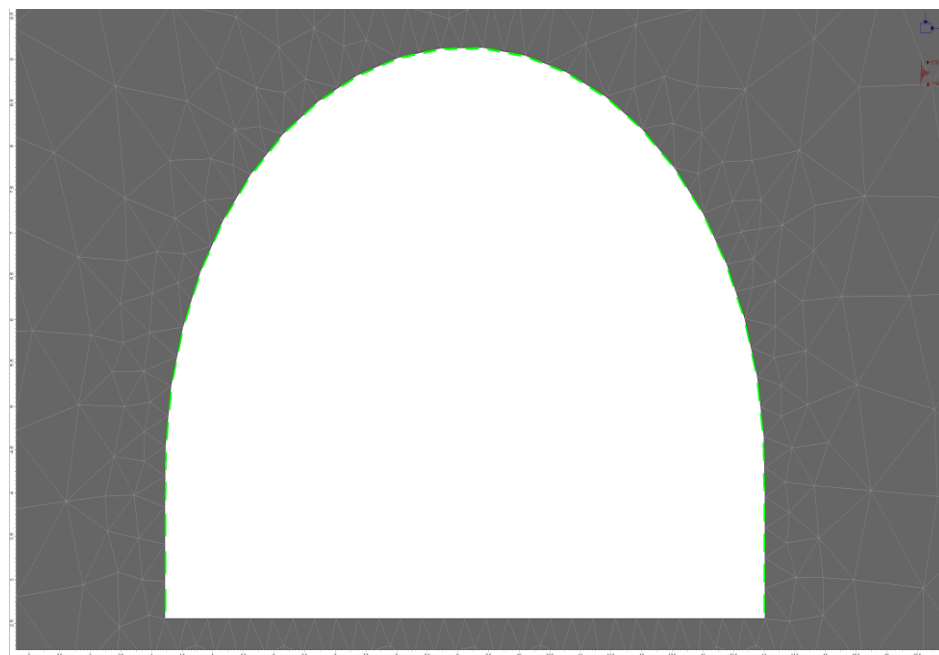


Рисунок 12: ТИП-IIIa Общий вид КЭ модели САСТ-5 на разрезе I (ПК 00+12~ ПК 01+10) на этапе 5

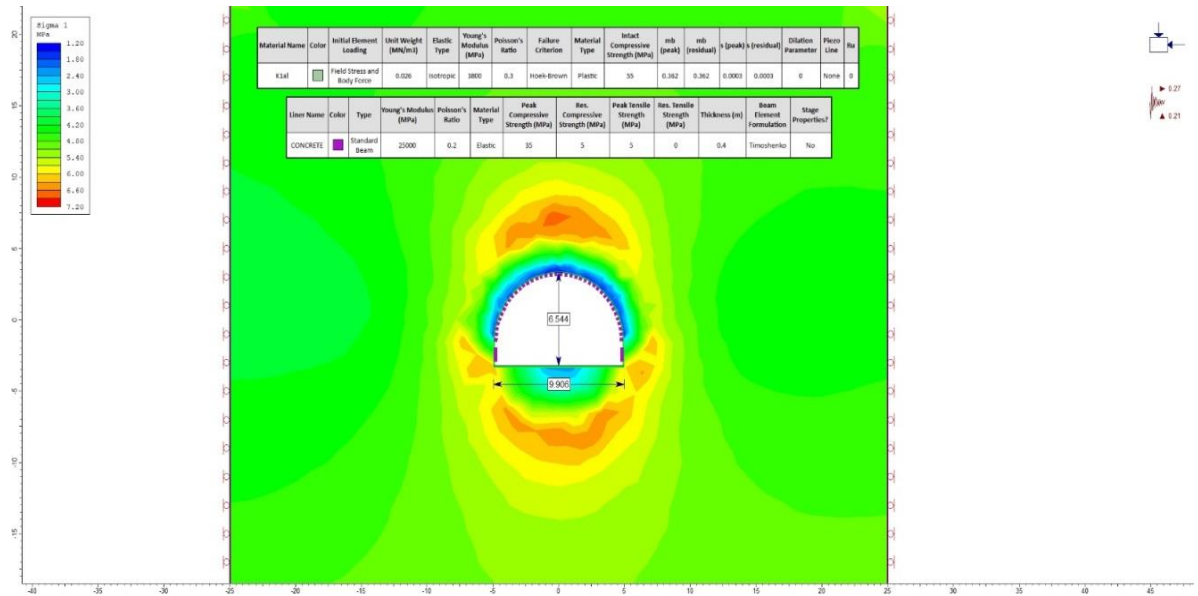


Рисунок 13: Коэффициент прочности и осевые усилия тоннеля САСТ-5 (неармированный бетон) в разрезе I на этапе 5

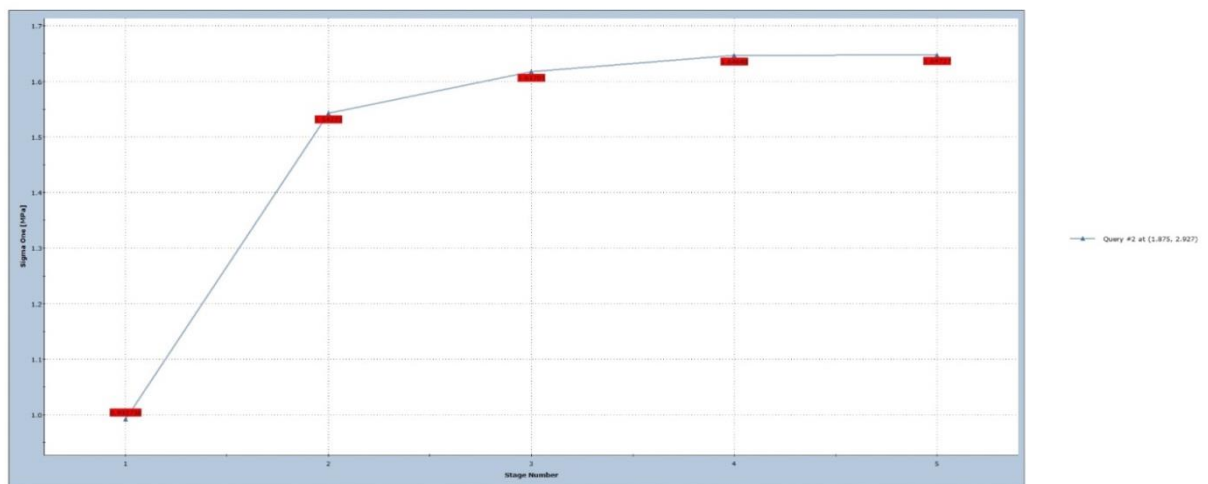


Рисунок 14: Sigma 1 и элементы текучести вокруг обделки (неармированный бетон) САСТ-5 в разрезе I на этапе 5

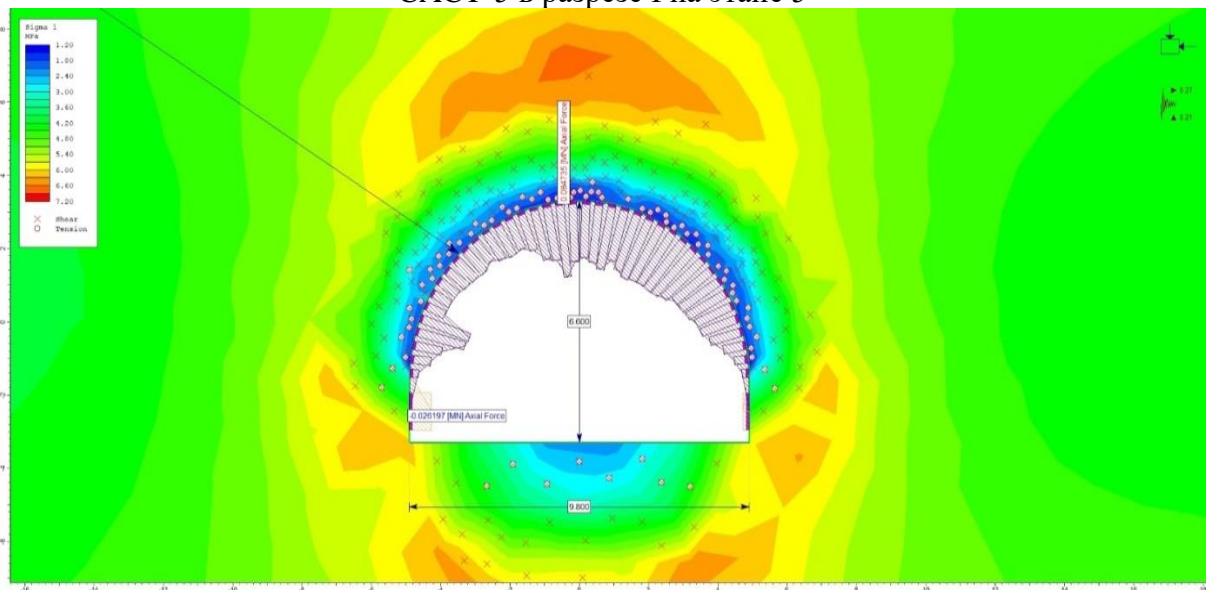


Рисунок 15: Осевая сила (неармированный бетон) САСТ-5 в разрезе I на этапе 5

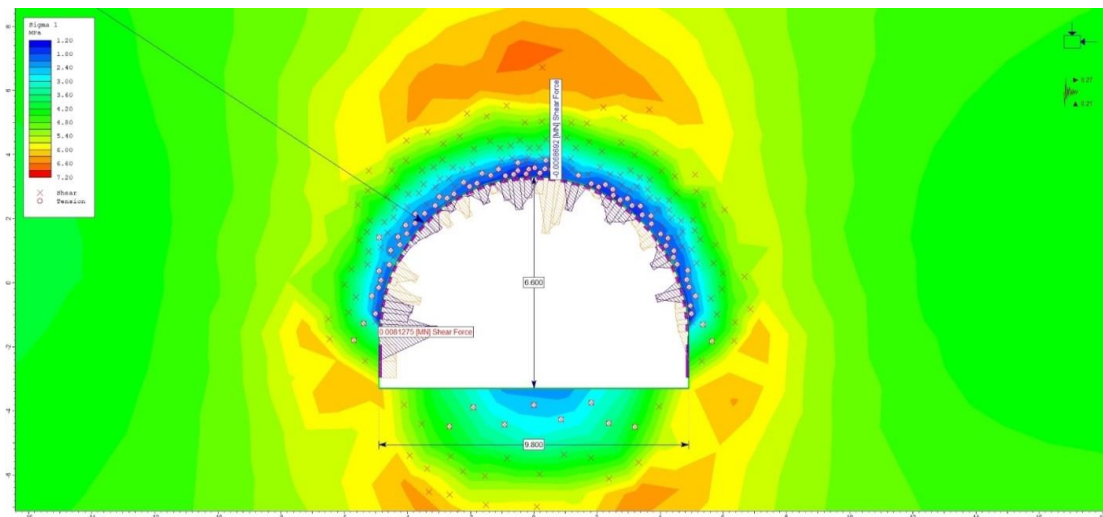


Рисунок 16: Сдвигающая сила (неармированный бетон) САСТ-5 в разрезе I на этапе 5

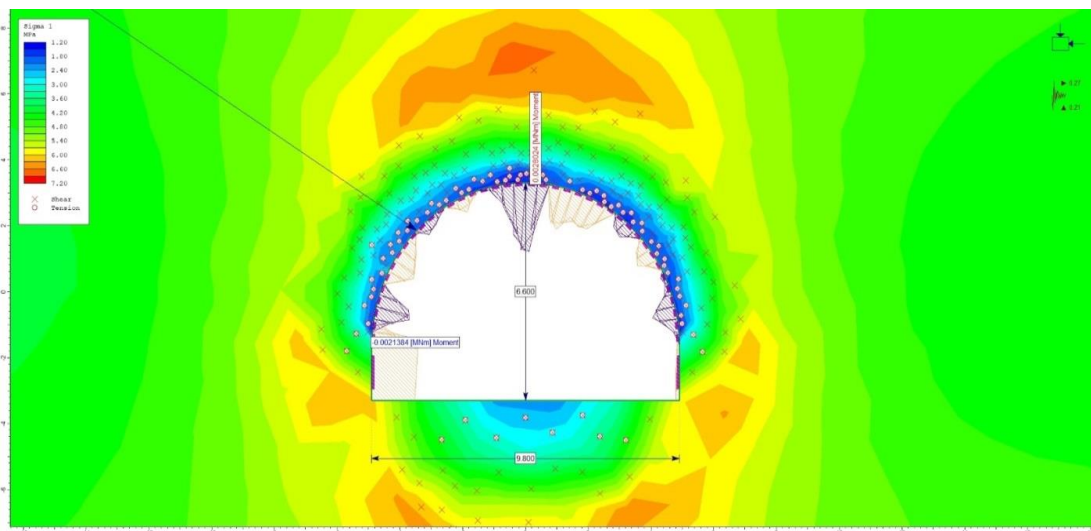
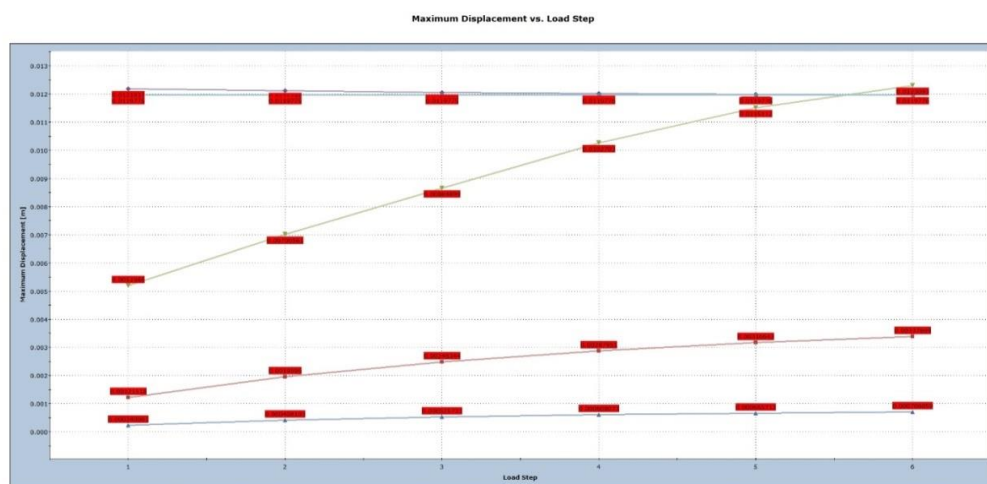


Рисунок 17: Момент (неармированный бетон) САСТ-5 в разрезе I на этапе 5



Рисунки 18: Смещение (неармированный бетон толщиной 35 см) САСТ-5 в разрезе I.

На рисунке 11 показан общий вид КЭ модели САСТ-5 в разрезе 1 при активизации сейсмической нагрузки на этапе 5 ($PGA_h = 0,18g$ и $PGA_v = 0,144g$). Увеличенный вид КЭ модели этого разреза на этапе 5 показан на рисунке 12. Также на рисунке 13 приведен коэффициент прочности и крепи обделки бетона безарматурой с толщиной 35см, на рисунке 14 показаны

Sigma 1 и элементы текучести вокруг тоннеля. Также на рисунке 15 показаны Sigma 3 и изгибающие моменты обделки, также можем отметить, что на рисунке 16 показаны общее смещение пород и сдвиг обделки в разрезе 1 на этапе 5, элементы текучести вокруг проектируемого тоннеля показаны на рисунке 17.

Несущая способность бетонной обделки представленного участка проходки показана на рисунке 18.

Результаты анализа напряжений показали, что конструкции крепи, разработанные для разреза 1, будут функционировать при различных статических нагрузках (этап 3). Также результаты псевдо-статического анализа этого участка показали, что при сейсмической нагрузке, эквивалентной 2/3 ОВЕ, устойчивость САСТ-5 на этом участке достигнута, и тоннель после такой нагрузки будет работоспособным.

Устойчивость скальных горных пород прямо зависит от трещиноватости (азимут и угол падения), в частности от пересечения систем трещин с напластованием массива грунтов.

При анализе данная программа комбинирует крупные систем трещин, которые предположительно могут образовать взаимное пересечение несплошностей, которые имеют малый запас прочности. По трассе тоннеля САСТ-5 разделен на 13 участков, которые характеризуются сходными структурно-литологическими условиями. При анализе структурных условий (в частности распространение трещин в массиве горных пород) комбинируются в основном трещины напластование с не более 2-мя системами трещин, при моделировании принято выбирать комбинации с минимальными запасами прочности.

В таблице 7 представлены рекомендуемые типы скальной крепи, которые состоят из различных литологических частей гидротехнического тоннеля САСТ-5 с учетом проходки тоннеля и фактического состояния Т-образного разветвления ТМ5-А.

Таблица 7. -**Описание типов скальной крепи, рекомендованных для САСТ-5**

Типы скальной крепи	Пикетаж	Ширина тоннеля после крепи	Торкрет-бетон	Стальная крепь	Простой неармированный бетон
I	1+84,06~ 2+06.78	9.10м	10 см	Сетка проволочная Ф6мм Анкер Ф32мм D=5,85 м	-
II	0+08.00~ 0+12.00 2+98,51 ~ 3+64,35	9.10м	5 см	ІРЕ240 мм, Шагом 1 м	С25/30, мин. толщина свод и стен 30 см.
III	0+12.00~ 1+84,06 2+06.78~ 2+98,51	9.10м	5 см	-	С25/30, мин толщина свод и стен 35 см.

Все анкера изготовлены из стали марки А-III (А400) диаметром 32 мм и полностью залиты путем инъецирования цементным раствором.

Для изменений сходимости в САСТ-5 предусмотрены несколько измерительных участков. Расположение геодезических знаков и подробные сведения о них будут определены на основании фактических геологических условий. Пикеты профилей для измерений сходимости не являются фиксированными, их предполагается использовать в тех местах, где ожидаются деформации, которые необходимо контролировать. Для блочных и сильно блочных горных массивов ожидаемые деформации будут порядка нескольких миллиметров, и измерения сходимости могут дать результаты, непригодные для интерпретации.

В местах расположения слабых зон или нарушенных горных массивов предлагается система измерения сходимости из 5 геодезических точек. Для чрезвычайно слабых горных массивов, предполагается использовать 5-7 геодезических точек. В любом случае, точки замера сходимости следует устанавливать сразу же после проходки, а измерения должны показывать, можно ли остановить деформацию за счет мер крепи породы. Если деформацию остановить невозможно, то следует рассмотреть дополнительные меры крепи породы согласно указаниям инженера-геотехника.

Заключение

Основные научные результаты диссертации:

1. Анализ устойчивости к гравитационным и сейсмическим воздействиям стабильности гидротехнического тоннеля САСТ-5 в проектировании скальной крепи был выполнен двумя различными методами: применение численного способа и метода клиньев [2-А, 3-А, 5-А, 11-А, 12-А].

2. Для контроля безопасности и устойчивости подземных работ, согласно новому австрийскому тоннельному методу (NATM), результаты исследований позволяют провести непрерывное наблюдение и мониторинг, которые являются неотъемлемой частью современного процесса и концепции подземных земляных работ [2-А, 4-А, 5-А, 8-А, 13-А, 14-А].

3. Результаты исследований показывают, что более эффективным является способ цементации с применением глинистоцементных растворов. Под большим давлением нагнетаются цементные растворы, которые проникая в более слабые толщи слоя, обжимают массив породы и обеспечивают водонепроницаемость [1-А, 4-А, 6-А, 9-А, 14-А].

4. Также выявлено, что при применении метода качественной цементации с промывкой трещин горных пород уменьшается значительно деформируемость массива, также повышается модуль деформации и до некоторой степени сопротивляемость сдвига [1-А, 4-А, 6-А, 8-А, 9-А, 10-А, 14-А].

5. Анализ и обработка инженерно-геологических условий по трассе тоннеля САСТ-5 Рогунской ГЭС позволили уточнить расчетную сейсмичность в зависимости от свойств грунтов выделить конкретные участки с пикетной привязкой от 7 до 9 бальной сейсмичностью [2-А, 8-А, 10-А, 13-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов:

1. Предложено инженерно-геологическое картирование, для инженерной классификации горных массивов вдоль гидротехнического тоннеля САСТ-5 Рогунской ГЭС.
2. Разработанный сборный вариант сейсмоустойчивых водопропускных конструкций в горных условиях на отметке больше двух тысяч метров, которые экономят до 20% строительных материалов.
3. При качественном выполнении цементации с промывкой трещин значительно уменьшается деформируемость массива, повышается модуль деформации и до некоторой степени сопротивляемость сдвигу.
4. Предлагаемый способ цементации рекомендуется для применения при строительстве гидротехнических тоннелей Рогунской ГЭС.

Список литературы

1. Рогунской ГЭС на реке Вахш. Подземный комплекс. Технический проект (гидропроект). Гидроспецпроект. -М.1980 г.
2. Негматуллаев С.Х. Карты эпицентров землетрясений Таджикистана за 2007-2015 гг. / С.Х. Негматуллаев // - Душанбе, 2015. - 196 с.
3. 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.
4. Stucky (2019) – Основание основной плотины -Геомеханические характеристики горных массивов. Отчет № 5430-4268 - S-0214-A-GL-B-GE-GT-012-A0.
5. Marchini S. Attraversamento di una zona di materiale limoso-argilloso sotto pressione in una fase del lavoro di costruzione del - l'impianto idroelettrico nel Mantaro in Peru. - «Nuovo Cantiere», 1975, № 3, - p. 36-40.
6. Ауэрбах В. М. Губенков Е.К и др. Проходка участка Гран-Сасского автодорожного туннеля в сложных гидрогеологических условиях // - «Транспортное строительство», № 1. – 1977г.
7. Журнал. Энергетическое строительство за рубежом. №6(95). М. Энергия. 1977. 45с.

Список опубликованных работ автора по теме диссертации

Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан

- [1-А]. **Холов Ф.А.** Укрепительная цементация оснований плотин в гидротехнических сооружениях / А.Дж. Ятимов, Н.М. Хасанов, А.Х. Холов, М.Н.Хасанов //Политехнический Вестник №1, ТТУ, 2023. -С.176-183.
- [2-А]. **Холов Ф.А.** Воздействие инженерно-геологических условий на напряженно-деформированное состояние подходного тоннеля П-5 Рогунской ГЭС /Ф.А. Холов // Вестник, ТНУ- Душанбе: ТНУ, Серия геологических и технических наук 2023. №2. –С.154-159
- [3-А]. **Холов Ф.А.** Анализ результатов исследований напряжений, проявляющихся вокруг подземных выработок / А.Дж. Ятимов, Н.М. Хасанов, А.Х. Холов, М.Н.Хасанов // Вестник, ТНУ- Душанбе: ТНУ, Серия

геологических и технических наук 2023. №1. –С.151-158

[4-А]. **Холов Ф.А.** Проходка гидротехнических сооружений с предварительным укреплением методом инъекции /Н.М.Хасанов, Ф.А.Холов, М.М.Зувайдов// Политехнический Вестник №3, ТТУ, 2022. -С.108-115

[5-А]. **Холов Ф.А.** Результаты натурных измерений статических анализов и их оценки при проходке гидротехнических сооружений /Н.М.Хасанов, Ф.А.Холов, А.М.Алимардонов // Политехнический Вестник №4(60), ТТУ, 2022. -С.112-120

[6-А]. **Холов Ф.А.** Способы проведения цементационных работ в гидротехническом строительстве / Н.М.Хасанов, Ф.А.Холов, С.А.Саидов // Вестник, ТНУ- Душанбе: ТНУ, Серия геологических и технических наук 2022. №3. –С. 85-93.

[7-А]. **Холов Ф.А.** Конструкция иншооти обгузаронанда /Н.М.Хасанов, Ф.А.Холов, М.Н.Хасанов// Нахуст патент № TJ 1417 от 25.08.2023 Конструкция иншооти обгузаронанда.

Публикации в материалах научных конференций и в других изданиях:

[8-А]. **Холов Ф.А.** Инженерно - геологические условия и их влияние на напряженно-деформированное состояние подходного САСТ-5 Рогунской ГЭС / Ф.А.Холов, М.Н.Хасанов // МНПК, «Водные ресурсы, инновация, ресурсо- и энергосбережения», 6-7 октября 2023 года, г.Душанбе, Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана. С.257-265.

[9-А]. **Холов Ф.А.** Улучшение свойств оснований плотин ГЭС с помощью цементации /Ф.А.Холов // Конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-амалии устодон, донишҷӯён, магистрантҳо ва аспирантону унвонҷӯён тахти унвони «Дурнамои тараққиёти истеҳсоли масолахҳои сохтмонӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон», 31-уми марти соли 2023, ДТТ. Душанбе. –С.241-245.

[10-А]. **Холов Ф.А.** Влияние геологических и гидрогеологических условий на выбор трассы тоннеля /Н.М.Хасанов, Ф.А.Холов, А.Т. Медеуов // Международной научно-практической конференции: «Образование и наука: вызовы IV промышленной революции», посвященной 80-летию академика А. Куатбекова. 13 мая. 2022 г. Университет дружбы народов имени академика А. Куатбекова. РК.

[11-А]. **Холов Ф.А.** Напряженное состояние грунтового массива в естественном залегании и при воздействии сейсмических нагрузок /Н.М. Хасанов, Ф.А. Холов, А.М. Алимардонов // МНТК. Джизакский политехнический институт. 28-29 октября 2022 г. РУ. «Инновационные решения технических, инженерно-технологических задач производства». – С.336-341.

[12-А]. **Холов Ф.А.** Влияние массовых сейсмических взрывов на устойчивость гидротехнических сооружений /Ф.А.Холов, М.А.Сулаймонова // МНПК: “Архитектурное образование и архитектура Таджикистана” 60 лет развития и совершенствования. ТТУ. 22 ноября. 2022. Душанбе. –С.248-252.

[13-А]. **Холов Ф.А.** Геологические факторы влияющих на устойчивость гидротехнических тоннелей /Ф.А.Холов, А.Дж. Ятимов, А.М.Алимардонов//

МНПК: “Архитектурное образование и архитектура Таджикистана” 60 лет развития и совершенствования. ТТУ. 22 ноября. 2022. Душанбе. –С.285-288.

[14-А]. **Холов Ф.А.** Опыт проведения цементационных работ в гидротехническом строительстве /Ф.А.Холов, А.Дж. Ятимов, С.А.Саидов// МНПК: “Архитектурное образование и архитектура Таджикистана” 60 лет развития и совершенствования. ТТУ. 2022. 22 ноября. Душанбе. –С.288-291.

АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология

УДК 627.842.7:551.432 + 624.042.7 (282.255.123.11)

Бо ҳуқуқи дастнавис



Холов Фазлиддин Аббосович

**ТАЪСИРИ ҚУВВАҲОИ ГРАВИТАТСИОНӢ, ТЕКТОНИКӢ ВА
СЕЙСМИКӢ БА ҲОЛАТИ ШИДДАТНОКӢ-ДЕФОРМАТСИОНИИ
ВАСЛШАВИИ НАҚБИ ЁРИРАСОНӢ САСТ-5-И НБО РОҒУН**

АВТОРЕФЕРАТИ

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмӣ
номзади илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси
05.23.00 – Сохтмон ва меъморӣ
(05.23.07 - Сохтмони гидротехникӣ)

Душанбе - 2025

Кор дар озмоишгоҳи «Иншооти гидротехникӣ»-и Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон иҷро шудааст.

Роҳбари илмӣ: доктори илмҳои техникӣ, и.в. профессор
Ҳасанзода Нуралӣ Мамед

Муқарризони расмӣ: **Валиев Шариф Файзуллоевич** - доктори илмҳои геология ва минералогӣ, профессор, сардори илмии лабораторияи баҳодиҳии хатари сейсмикии ИГС ба ЗТ ва САМИТ.

Обиджони Шаҳобиддин Қуватзода, номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсенти кафедраи сохтмони гидротехникӣ ва фанҳои умумитехникии Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон

Муассисаи пешбар: Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Шириншох Шохтемур

Ҳимояи рисолаи номзадӣ санаи **05 феввали соли 2026** дар ҷаласаи Шурои диссертатсионии 6Д.КОА-059 Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон дар суроғаи 734025, ш.Душанбе, кӯч. Бофанда, 5/2 баргузор мегардад.

Бо диссертатсия дар китобхонаи Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон ва дар сомонаи www.imoje.tj шинос шудан мумкин аст.

Автореферат санаи «05» январи соли 2026 тавзеъ шудааст.

Котиби илмӣ
Шурои диссертатсионии
6Д.КОА-059



Шаймурадов Ф.И.

МУҚАДДИМА

Мубрамии мавзуи таҳқиқот. Дар Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон мухтарам Эмомалӣ Раҳмон доир ба самтҳои асосии сиёсати дохиливу хориҷии мамлакат аз 28.12.2024 омадааст, ки моҳи майи соли 2027, аз ҳисоби истехсоли нерӯи барқ дар нерӯгоҳи барқи обии Роғун ва силсилаи нерӯгоҳҳои барқи обии дарёи Вахш норасоии нерӯи барқ дар кишвар пурра бартараф карда мешавад ва Тоҷикистон ба истиқлолияти мутлақии энергетикӣ ноил мегардад.

Барои ноил шудан ба ин мақсадҳо дар мамлакат ҳаҷми сохтмони иншооти гидротехникии дар дарёи Вахш сохташуда, ки дорои иқтидори зиёд мебошанд, афзуд. Дар ин самт бунёди НБО- Роғун на танҳо як соҳаи муҳим, балки яке аз лоиҳаҳои асосӣ ва серталаб дар ҷумҳурӣ мебошад.

Иншоотҳои гидротехникии НБО-Роғун қисми асосӣ ва муҳим буда ба рушди иқтисодӣ ва иҷтимоии ҷумҳурӣ мусоидат мекунанд.

Ҳамин тариқ, ба ҳулосае омадан мумкин аст, ки масъалаҳои лоиҳакашӣ ва сохтмони нақбҳои гидротехникии обпартоӣ ва обпағундорӣ ҳангоми бунёди ин иншоот дар шароити баландкуҳ аҳамияти муҳим ва истисноӣ пайдо мекунанд, зеро онҳо қисмҳои асосии иншоот мебошанд. Бояд қайд кард, ки НБО- Роғун имрӯз як объекти стратегӣ буда, вазифаи он таъмини самти энергетикӣ ҳам аз ҷиҳати рушди иқтисодӣ ва ҳам аз ҷиҳати иҷтимоии ҷумҳурии Тоҷикистон мебошад.

Дар шароити куҳию геологӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон сохтмонӣ нерӯгоҳҳои барқи обии дорои иқтидори калон ва ҳаҷми зиёди обанборҳо бунёди сарбандҳои баландро талаб менамояд, инчунин нақбҳо ва обкашҳои зерзаминии буришашон калон, ки таъсири фишори саҳтро қабул мекунанд ва боиси зиёд шудани бори ба иншооти асосӣ ё деворҳои онҳо додашуда мегардад. Аз тарафи дигар, маълум аст, ки бисёр вақт ҷойҳои сохтмон дар шароити мураккаби муҳандисӣ-геологӣ ҷойгир карда мешаванд, ки шумораи зиёди таҳқиқоти муҳандисӣ-геологиро талаб мекунанд. Мақсади ин ҷустуҷӯҳо муайян кардани ҳамаи хусусиятҳои зарурии физикӣ ва механикӣ чинсҳои калону саҳра ва омӯзиши рафтори онҳо ҳангоми таъсири вазн ва таъсири муҳити обӣ дар як вақт мебошад. Дар баробари ин, ҳангоми сохтмони иншооти гидротехникӣ дар минтақаи куҳӣ як қатор ҷорабиниҳои муҳандисӣ таҳия карда мешаванд, ки ҳадафи онҳо мустаҳкам ва зич кардани чинсҳои саҳра дар минтақаи атрофи коркард шаванда ҷойгиршуда мебошад.

Мубрамии кори пешниҳодшуда аз татбиқи натиҷаҳои таҳқиқоти бо методҳо ва усулҳои муосир гузаронидашуда бо истифода аз технологияҳои муосир оид ба таҳияи харитасозии геологӣ нақби гидротехникии таҳқиқшаванда, истифодаи усулҳои моделсозии технологияҳои компютерӣ, ба даст овардани натиҷаҳои хуб иборат аст.

Натиҷаҳои таҳлили шароити геологӣ нақбҳои гидротехникии САСТ-5-и НБО-и Роғун имконият доданд, ки таъсири онҳо ба ҳолати шиддатнокӣ-шаклтағйирии массаи хок омукта шуд, ки ин имкон дод, ки

интихоби коркарди нақб асоснок карда шавад, чой муқаррар карда шавад ва варианти оптималии усули сохтмони он интихоб карда шавад.

Дарачаи таҳқиқи мавзуи илмӣ. Дар рафти кор оид ба концепсияи ба итмом расонидани НБО Роғун тамоми маводи таҳқиқоти солҳои қаблӣ, ки дар бойгонии ҚСК «Институти Гидропроект», ҚСК «НБО Роғун», МХМГСЭ нигоҳ дошта мешаванд, мавриди таҳлил қарор гирифтанд. Зиёда аз ин, барои ба даст овардани маълумоти иловагӣ, навсозӣ ва пур кардани маълумот аз таҳқиқоти тӯлонӣ дар соли 2009, тибқи барномаҳо ва тавсияҳои аз ҷониби Гидропроект таҳияшуда таҳқиқоти иловагӣ гузаронида шуданд. Маврид ба зикр аст, ки корҳои Экклестон Д., Мехинрад А., Гешмепур А., Сулеймонӣ М., Аскарӣ М., Регли М., Гадоев Олим, Қобилов Ш., Муҳаммадризо Занганӣ ва дигарон ба таҳқиқи сохтмони нақбҳо дар шароити мураккаби кӯҳию геологӣ бахшида шудаанд. Айни замон, мавзуи мазкур бори нахуст дар кори диссертатсионии унвонҷӯ Холов Ф.А. инъикос ёфтааст.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо ва мавзуҳои илмӣ. Таҳқиқоте, ки асоси кори диссертатсионӣ гардидаанд, ба мавзуҳои илмии Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон марбутанд, ки дар таҳияи онҳо унвонҷӯ низ иштирок кардааст: «Арзёбии зарурати ноил гардидан ба Ҳадафҳои Рушди Ҳазорсола (ХРХ) дар Тоҷикистон (2018-2028)»; «Стратегияи Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соҳаи илм ва технология барои солҳои 2016-2020» (фасли «Сохтмон ва саноати сохтмон»); «Барномаи ислоҳоти соҳаи об дар Тоҷикистон барои солҳои 2016-2025».

Тавсифи умумии таҳқиқот

Таҳқиқоти муфасссали нақби лоиҳакашидашуда аз анҷом додани корҳо, таҳлилҳо ва ё тавсияҳо ва ҳулосаҳо оид ба таҳқиқоти муҳандисӣ-геологӣ ва кӯҳӣ-механикӣ ва тарҳрезии кандакорӣ ва кандани нақби ёрирасони САСТ-5 дар соҳили рости НБО-и Роғун иборат мебошанд. Пас аз таҳқиқи бузургҳои ҷинсҳои вайроннашуда, қитъаҳои асосии ғайрияхлӯхт ва арзёбии ҳолати массиви кӯҳҳо, системаҳои таснифоти муҳандисии массиви кӯҳҳо барои муайян кардани системаҳои асосии васлшавии муваққатии ҷинсҳои кӯҳӣ, ки дар вақти кофтани нақби ёрирасони САСТ-5 талаб карда мешаванд, дар массивҳои гуногуни кӯҳҳо истифода мешаванд. Пас аз он ҳисобҳои моделкунонии равандҳои кофтани замин дар якҷоягӣ бо лоиҳакашии васлшавии муваққатӣ бо истифода аз моделсозии ададӣ, ки барои механизмҳои вайроншавии интизорӣ, ки ҳангоми корҳои заминковӣ бартарӣ доранд, пешниҳод карда мешаванд.

Барои таҳлили ададӣ, массиви кӯҳҳои атрофи нақби ёрирасони САСТ-5 ҳамчун маводи чандирӣ-пластикӣ модел карда шуданд, ки бузургҳои мустақамии он дар ҳолати пластикӣ кам мешаванд. Илова бар ин, дар усули тарҳрезии ададӣ равандҳои кофтани грунт ва ҷинсҳои аввалия модел карда шуда, инчунин шартҳои пешбинишудаи васлшавии иловагӣ барои ноилшавӣ ба ҳалли иқтисодӣ, бехатарӣ ва устуворӣ тафтиш карда шуданд.

Мақсади кори диссертатсия таҳияи методологияи ҳисоб намудани ҳолати шиддатнокӣ-шаклтағйирии нақби ёрирасони (САСТ-5)-и НБО-и

Роғун зери таъсири қувваҳои сейсмикӣ ва тавсияҳо оид ба интихоби тарҳҳои ин иншоотҳо барои таъмини бехатарӣ мебошад.

Вазифаҳои таҳқиқот:

1. Таҳқиқоти усулҳои назариявии таъсири қувваҳои гравитасионӣ, тектоникӣ ва сейсмикӣ ба ҳолати шиддатнокӣ- шаклтағйирии гуногуни ҳангоми коркарди нақби гидротехникии САСТ-5.

2. Муайян намудани нишондиҳандаҳои физики-механикии чинсҳои кӯҳӣ дар ҳудуди нақби гидротехникии САСТ-5 тарҳрезӣшуда ҷойгиран.

3. Моделсозии равандҳои, ки ҳангоми корҳои нақбсозӣ ба амал меоянд, муайян кардани чуқурии минтақаи хеле шикастаи атрофи нақби гидротехникӣ ва ҳисоб кардани қобилияти борбардорӣ таъямоғи муваққатӣ.

4. Таҳқиқот ва омӯзиши ҳосиятҳои чинсҳои вайроннашуда ва массиви чинсҳои, ки берун аз нақби ёрирасони тарҳрезӣшавандаи САСТ-5-и НБО Роғун ҷойгиранд.

Объекти таҳқиқот - нақби ёрирасони гидротехникии САСТ-5-и НБО-и Роғун мебошад.

Предмети таҳқиқот таъсири шароитҳои муҳандисӣ геологӣ ба ҳолати шиддатнокӣ- шаклтағйирии нақби ёрирасон ва шаклтағйирии эҳтимоли зери таъсири қувваҳои сейсмикӣ мебошад.

Фарзияи таҳқиқот аз арзёбии қувваҳои ҷозибавӣ, тектоникӣ ва сейсмикӣ, ҳолати шиддат-шаклтағйирёбии қабати нақби обпартои САСТ-5 дар нерӯҳои барқӣ обии Роғунро ба таври назаррас тағйир медиҳанд, боиси концентратсияҳои шиддатнокӣ ва фурунишинӣ мегарданд, ки метавонанд устувории онро коҳиш диҳанд ва тақвияти сохториро талаб кунанд, иборат аст.

Таҳқиқоти мазкур давраи солҳои 2021 ва 2025 дар нерӯҳои барқӣ обии Роғун, бахусус дар нақби гидротехникии САСТ-5 гузаронида шуда, ба таҳлили ҳолати шиддатнокӣ-шаклтағйирёбии ҳолати устуворӣ таҳти таъсири омилҳои ҷозибавӣ, тектоникӣ ва сейсмикӣ нигаронида шудааст.

Асосҳои назариявии таҳқиқот омӯзиши шароити муҳандисӣ-геологӣ нерӯҳои барқӣ обии Роғун бо мақсади таҳқиқи таъсири онҳо ба ҳолати шиддатнокӣ-шаклтағйирёбии нақби гидротехникии САСТ-5 мебошад.

Сарчашмаҳои иттилоотии диссертатсия гузориши техникий нерӯҳои барқӣ обии Роғун (1978), тарҳи техникий маҷмааи зерзаминии нерӯҳои барқӣ обии Роғун (1980), тарҳи техникий сохтори геологӣ зерзаминии нерӯҳои барқӣ обии Роғун дар дарёи Вахш (Тошканд, 1978), инчунин гузориш дар бораи назорати корҳои муҳандисӣ-геологӣ ҳангоми сохтмони иншооти нерӯҳои барқӣ обии Роғун (2011) ва талаботи тарҳрезиро дар бар мегирад.

Нуктаҳои асосии ба ҳимоя пешниҳодшавандаи диссертатсия:

1. Омилҳои геологӣ геотехникие, ки ба ченакҳои физикии механикии чинсҳои муҳофизатшаванда, ки дар атрофи нақби гидротехникии САСТ-5-и НБО-и Роғун воқеъ гардидаанд, таъсир мерасонанд.

2. Тавсияҳо оид ба навъҳои таъҷиҳи сангӣ дар асоси моделсозии адабии ҳолати фишори шаклтағйирии нақби гидротехникӣ ҳангоми коркард бо истифода аз болтҳои лангар ва торкертбетон ғафсии 10 см.

3. Таҳлили устувории нақби гидротехникии САСТ-5 ва қобилияти борбардории навъҳои таъҷиҳи сангӣ дар зери қувваи сейсмикии 8-9 балл.

Навгониҳои илмӣ таҳқиқот кори диссертатсионӣ натиҷаҳои зеринро дар бар мегиранд:

- омилҳои геологие, ки ба вайроншавии устувории чинсҳои дар дохили нақби ёрирасони САСТ-5 НБО Роғун хобонидашуда, таъсир мерасонанд, муайян карда шуданд;

- моделсозии рақамии ҳолати шиддатнокӣ- шаклтағйирии нақби гидротехникӣ ва тавсияҳо оид ба навъҳои таъҷиҳи санг ҳангоми коркарди нақби САСТ-5 ва қаторкухҳои гуногун бо истифода аз лангарҳо;

- устувории нақби ёрирасон ҳангоми таъсири бори сейсмикии шиддатнокиаш 8-9 балл омӯхта шуд;

- тавсияҳо оид ба интиҳоби навъҳои таъҷиҳи санг бо истифода аз болтҳои лангар ва торкертбетон ғафсии 10 см барои қисмҳои гуногуни нақби гидротехникии САСТ-5-и НБО-и Роғун.

Аҳамияти назариявӣ кори диссертатсия дар ҳалли масъалаҳои вобаста ба харитасозии муҳандисию геологии нақбҳои, ки бевосита дар наздикии нақби тадқиқшавандаи САСТ-5 воқеъ гардидаанд; интиҳоби усули пешбурди корҳои мустаҳкамкунӣ; интиҳоби модел барои ҳисоб кардани васлкунии нақб; асоснокнамоии ҳисобҳои васлкунии нақби САСТ-5 ифода ёфтааст.

Аҳамияти амалӣ таҳқиқот аз инҳо иборат аст:

- дар таъмини ҳифзи иншоотҳои нақбӣ аз вайроншавӣ ҳангоми заминҷунбӣ ва имкони истифодаи минбаъдаи онҳо бо хароҷоти ками иловагӣ ва вақти таъмир;

- ҳангоми тартиб додани барномаи маҷмӯии мақсадноки ноилшавӣ ба дараҷаи ҷаҳонии техникии сохтмони нақлиёт барои солҳои 2019-2021 ва давраи то соли 2030 ва масъалаҳои «Стройпрогресс-2030», бахши «Сохтмони иншоотҳои гидротехникии зеризаминӣ»;

- натиҷаҳои таҳқиқотро дар ҷараёни таълим дар муассисаҳои таҳсилоти олӣ ва донишгоҳҳои, ки бакалавр ва магистрҳои соҳаҳои дахлдор тайёр мекунанд, ҳангоми хондани лексияҳо ва дарсҳои амалӣ, инчунин зимни гузаронидани корҳои озмоишӣ ва саҳроӣ барои донишҷӯён дар курсҳои махсус истифода бурдан мумкин аст: «Сохтмони кон ва зеризаминӣ», «Асосҳои корҳои кӯҳӣ», «Технологияи усулҳои пармакунӣ ва таркандан», «Механикаи чинсҳои кӯҳӣ ва фишори кӯҳҳо», «Усулҳои махсуси бунёди иншоотҳои зеризаминӣ»-и Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ барои донишҷӯёни ихтисосҳои «Сохтмони зеризаминӣ ва шахтаҳо» ва «Сохтмон ва истифодаи нерӯгоҳҳои барқи обӣ» ва ғайра.

Этимоднокии натиҷаҳои кори диссертатсионӣ бо ҳамбастагии натиҷаҳои ҳисобҳои конструксионӣ, бо усули пешниҳодкардаи муаллиф, бо натиҷаҳои таҷрибаҳо ва маълумоти дигар муҳаққиқон, инчунин истифодаи тадқиқоти таҷрибавию назариявӣ, усулҳои муосири

тадқиқоти физикӣ-механикӣ, истифодаи таҷҳизоту лавозимоти муосир чиҳати санҷиши татбиқи кори нақби ёрирасони НБО Роғун тасдиқ карда мешавад.

Мутобиқати ихтисос ва номи мавзӯ ба шиносномаи ихтисос ва мундариҷаи рисола.

Диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ 05.23.00 – сохтмон ва меъморӣ (05.23.07 – сохтмонӣ гидротехникӣ).

3. Таҳияи самти нави таҳлили шидатнокии шаклтағйирии ҳолати фишорнок ва бефишори иншооти гидротехникӣ; тақмили усулҳои муайян кардани намудҳои гуногунии боргузорӣ ба иншооти гиреҳои оби дарё, биноҳо ва толорҳои мошинҳои истигоҳҳои гидроэлектрикӣ; асоснок кардани роҳҳои баланд бардоштани эътимодноӣ ва дарозумрии конструксияҳои иншооти оби нақлиётӣ.

11. Эътимоднокии истифодаи иншооти гидротехникӣ, таҳияи меъёрҳои нав ва беҳатарии онҳо, системаҳои нави назорат ва мушоҳидаи иншоот, тақмили усулҳои таҳлили техникӣ ва мониторинги системаҳо ва объектҳои обӣ.

Номи мавзӯи диссертатсия ба шиносномаи ихтисос мувофиқат мекунад 05.23.07 Сохтмони гидротехникӣ

Саҳми шахсии муаллиф. Муаллиф мақсад ва вазифаҳои таҳқиқотро мураттаб намуда, роҳҳои назариявӣ таҷрибавӣ ҳал кардани онҳоро нишон додааст. Муаллиф методологияи ҳисоб намудани ҳолати шиддатнокии- шаклтағйирии иншоотҳоро зери таъсири фишори сейсмикӣ бо муайян кардани бузургҳои асосии нақби ёрирасон дақиқ намуда, инчунин ҳулосаҳои асосиро ба даст оварда ва мураттаб гардондааст.

Тавсиби натиҷаҳо. Муқаррароти асосии қор ва натиҷаҳои ба даст овардашуда дар КБИА «Таълимоти меъморӣ ва меъмории Тоҷикистон», 60 соли рушд ва тақмил, ДТТ (Душанбе, 2022); КБИА «Маориф ва илм: мушкилоти инқилоби IV саноатӣ», бахшида ба 80-солагии зодрӯзи академик А.Қуатбеков, Донишгоҳи дӯстии халқҳо ба номи академик А.Қуатбеков (Шимкент, Ҷумҳурии Қазоқистон, 2022); КБИА «Ҳалли инноватсионии масъалаҳои техникӣ, муҳандисӣ-технологии истеҳсолот», Донишкадаи полтехникии Қиззах (Ҷумҳурии Ўзбекистон, 2022); КҶИА «Дуромадҳои рушди истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон», ДТТ (Душанбе, 2023); КҶИА «Захираҳои об, инноватсия, захира ва энергиясарфанамоӣ», 6-7 октябри соли 2023, Душанбе, Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон маъруза ва муҳокима карда шуданд.

Интишорот. Натиҷаҳои асосии тадқиқот оид ба мавзӯи рисола дар 13 қор, аз ҷумла 6 мақола аз феҳристи маҷаллаҳои пешбари тақризшавандаи илмӣ Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шудаанд.

Мавҷудияти ҳуҷҷатҳое, ки истифодаи тадқиқоти илмиро дар истеҳсолот ё имконияти истифодаи онҳоро тасдиқ мекунанд.

Санади татбиқи натиҷаҳои илмӣ дар истеҳсолот аз ҷониби сардори шӯъбаи техникии ҶСК ТГЭМ НБО Роғун Ғадоев О. Х.

Аз рӯи натиҷаҳои тадқиқот 1 патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон № TJ 1417 аз 22 ноябри соли 2022 ба даст оварда шудааст.

Ихтироот ба соҳаи сохтмони зеризаминӣ тааллуқ дошта, ба бунёди иншооти зеризаминии таъиноташ гуногун пешбини гардида, асосан сохтмони иншооти обгузар ва гузаргоҳҳои зеризаминро беҳтар менамояд.

Иншоот дорои таҳкурсӣ, деворҳои канорӣ бо арқҳои пӯшонидашуда ва хокҳои рехта шуда иборат буда дар он масолеҳҳои сохтмони роҳи гузошта шудааст. Деворҳои канори бо арқҳои пӯшонидашудаи васлӣ ё яклухт вобаста ба дараҷаи кӯҳсор бунёд гардидаанд. Дар қисмҳои пайваستшудаи деворҳои канорӣ ва арқҳо чузъҳои фторопласт гузошта шудаанд. Барои пешгирии ҳаракат ҳангоми таъсири сейсмикӣ дар таҳкурсӣ дандони уфуқӣ сохта шудааст, ки ба хоки асос таъя мекунад.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Диссертатсия аз муқаддима, чор боб, рӯйхати адабиёт ва хулоса иборат аст. Ҳаҷми умумии қор 139 саҳифа, 84 расм, 27 ҷадвал, замима, рӯйхати адабиёти истифодагардида 125 номро дар бар мегирад.

МАЗМУНИ АСОСИИ ҚОР

Боби 1. ТАҲЛИЛИ ШАРОИТҲОИ МУҲАНДИСӢ-ГЕОЛОГИИ СОХТМОНИ НБО РОҒУН

Дар муқаддима аҳамияти мавзӯи таҳқиқот, ҳадаф ва вазифаи таҳқиқот асоснок карда шуда, навоҳари илмӣ ва арзиши амалии натиҷаҳои бадастомада мураттаб гардида, шарҳи илмӣ дода мешавад.

Дар боби якум таҳлили муҳандисии шароити нақбҳои сохтмонӣ ва тавсифоти муҳандисию геологии массиви чинсҳои кӯҳии НБО Роғун гузаронида шуд.

Тибқи харитаи СР-64, ки дар асоси таҳлилҳои Ҷамъияти саҳҳомии кушод «Институти Гидропроект», Институти сейсмология ва сохтмони ба зилзилатобоварии Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Хадамоти геофизикии Академияи илмҳои Руссия (ш.Обнинск) сохта шудааст, ҳудуди тавсифшуда сейсмогенӣ мебошад.

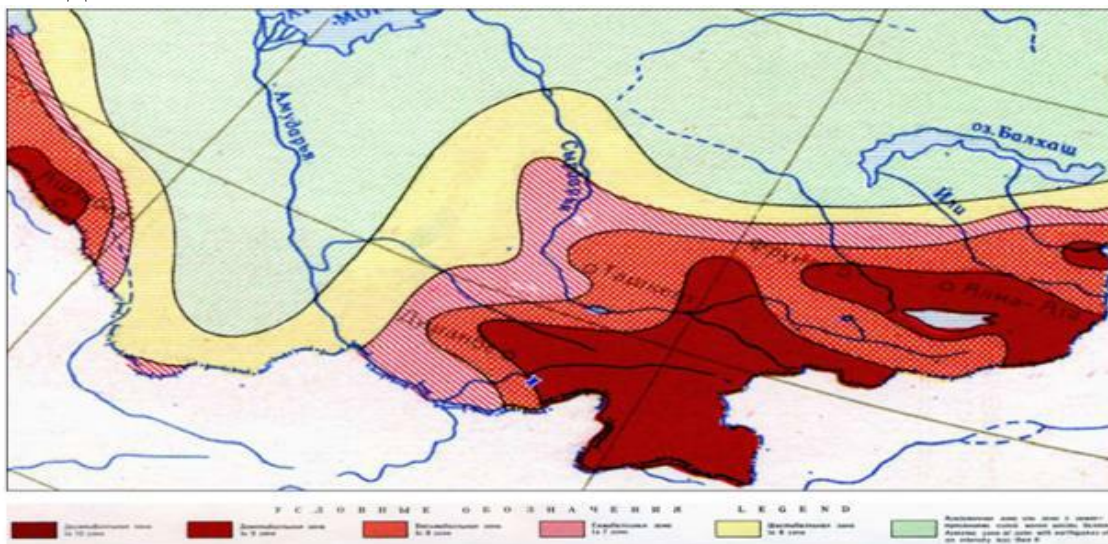
Дар асоси арзиши ҳоси об, 4 минтақаи муҳандисию геологӣ муайян карда шудааст, ки дар онҳо қиматҳои ҳоси ҷазби об бо тартиби бузургӣ фарқ мекунад: I – минтақаи обу ҳавоӣ саҳт ва борфарорӣ, II – минтақаи обу ҳаво ва борфарорӣ, III – минтақаи борфарорӣ, IV – минтақаи чинсҳои амалан бетағйирнаёфта.

Вобаста ба хусусияти пайдоишӣ протсессҳои экзогенӣ, дар натиҷаи қорҳои анҷомдода минтақаҳоеро, ки иншооти асосии нерӯгоҳи барқи обии Роғун ҷойгир шудаанд, инчунин нишебҳои ва водихои ҳамшафати шохобҳои қалонтаринро, ки ҳолати онҳо метавонад ба шароити сохтмон таъсир расонад, ба қисмҳои зерин тақсим қардан мумкин аст:

1. Нишебҳои баланди нишеби тарафи чапи водии Вахш, ки ба қадқади зарбаи иншоотҳои асосии қатшуда нигаронида шудаанд. Тахминан аз лаби сои Обиджушон ба қупруки болоии сохтмон;

2. Нишебиҳои нишеби дар ҳар ду соҳили даръё, ки ба суи зарбаи иншоотҳои асосӣ нигаронида шудаанд, дар минтақаи аз водии Вахш бо шикастапораи Ионахш то гардиши Вахш дар кунҷи рост ба ҷануби ғарб мебошад;

3. Нишебиҳои соҳили рости водии Вахш, ки аз ҷинсҳои синклинали Кирбич иборат аст аз ҷинсҳои кӯҳии шикастапораи №367 то Ионахш мебошад.



Расми 1. – Қисматҳои харитаи ОСР-64

Боби 2. ОМЌЗИШИ ШАРОИТҲОИ ГЕОЛОГИИ МИНТАҚА ВА МАВҚЕИ БУНЁДИ ОБЪЕКТИ ЛОИҲАВЌ

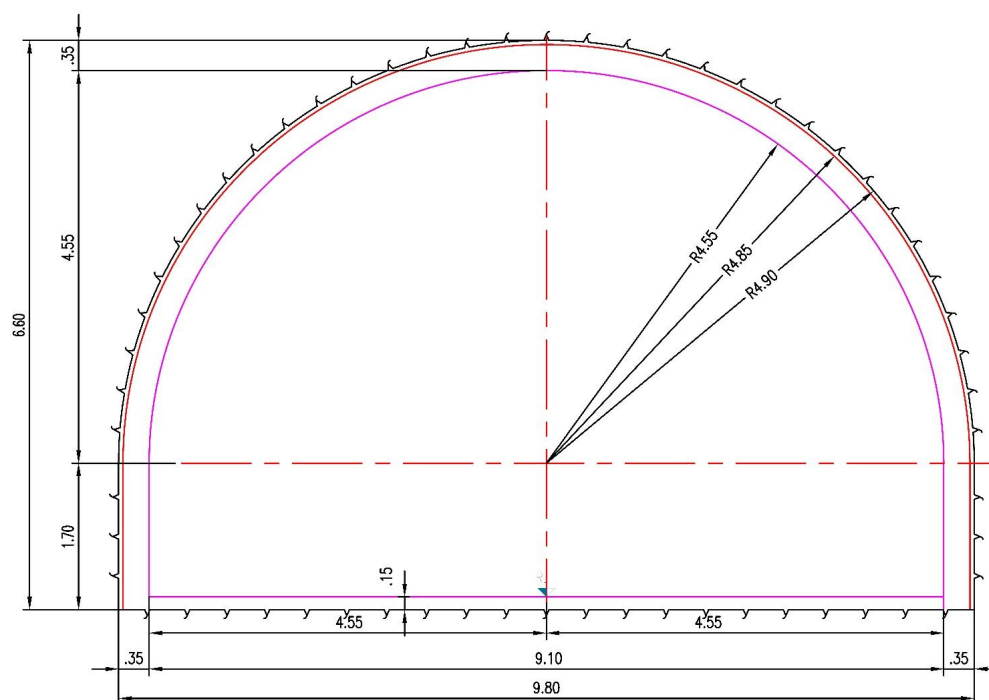
Боби дуюм масъалаҳои шароитҳои муҳандисию геологӣ ва гидрогеологӣ нақби ёрирасони САСТ-5-и НБО Роғунро дар бар мегирад.

Нақби ёрирасони САСТ-5 барои пайвасти кардани дарғоти болоии СТ-5 ба РК01+00 пешбинӣ шудааст, дар ҳоле ки баландии ноаи САСТ-5 дар васлшавӣ бо нақби ТМ5-А 1121,25 м ва аз сатҳи баҳр 1150,77 м, ки он бо СТ-5 пайвасти карда мешавад.

САСТ-5 бо дарозии 372,41 м, аз пайвастишавӣ бо нақби ТМ5-А то охир бо нишебии 8,16% боло мебарояд ва бо буриши маъмулии баландиаш 6,60 м ва бараш 9,80 м хос аст. Маълумоти асосии геометрии ин нақб дар ҷадвали 1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1 – Маълумоти асосии геометрии САСТ-5

Маълумотҳои геометрии нақби САСТ-5	Қимат
Дарозӣ	≈372м
Нишона дар Ch. 00 + 00м	≈1121,25м б.а.с.б.
Нишона дар Ch. 03 + 64,35м	≈1150,77м б.а.с.б.
Баландӣ	6,60 м
Паҳноӣ	9,80м

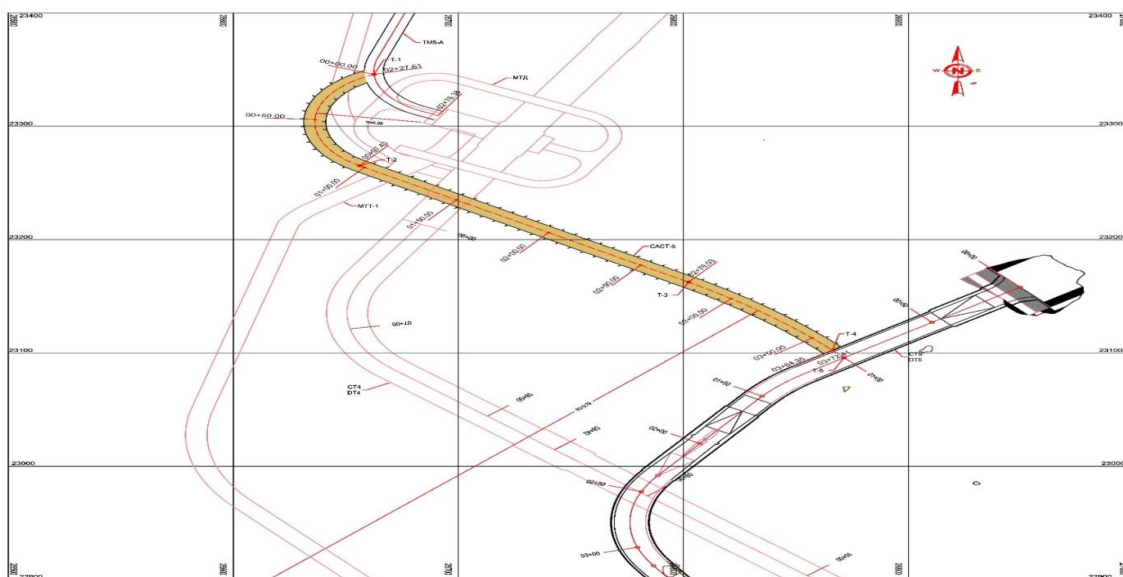


Расми 2. Намуди буриши кўндалангии САСТ-5

Ҳадафи таҳқиқот аз анҷом додани корҳо, таҳлилҳои анҷомдодашуда ё тавсияву хулосаҳо оид ба тадқиқоти геотехникӣ ва кўҳӣ-механикӣ ва тарҳрезии кофтан ва васлшавии САСТ-5 дар соҳили рости НБО Роғун мебошад.

Нақби гиротехникии САСТ-5 дарозияш 372,41 метр буда, аз пайваستшавӣ бо нақби ТМ5-А то охир бо нишебии 8,16% боло меравад ва бо буриши кундалангии баландиаш 6,60 м ва бараш 9,80 м хос аст. Маълумоти асосии геометрии ин нақб дар чадвали 1 оварда шудааст.

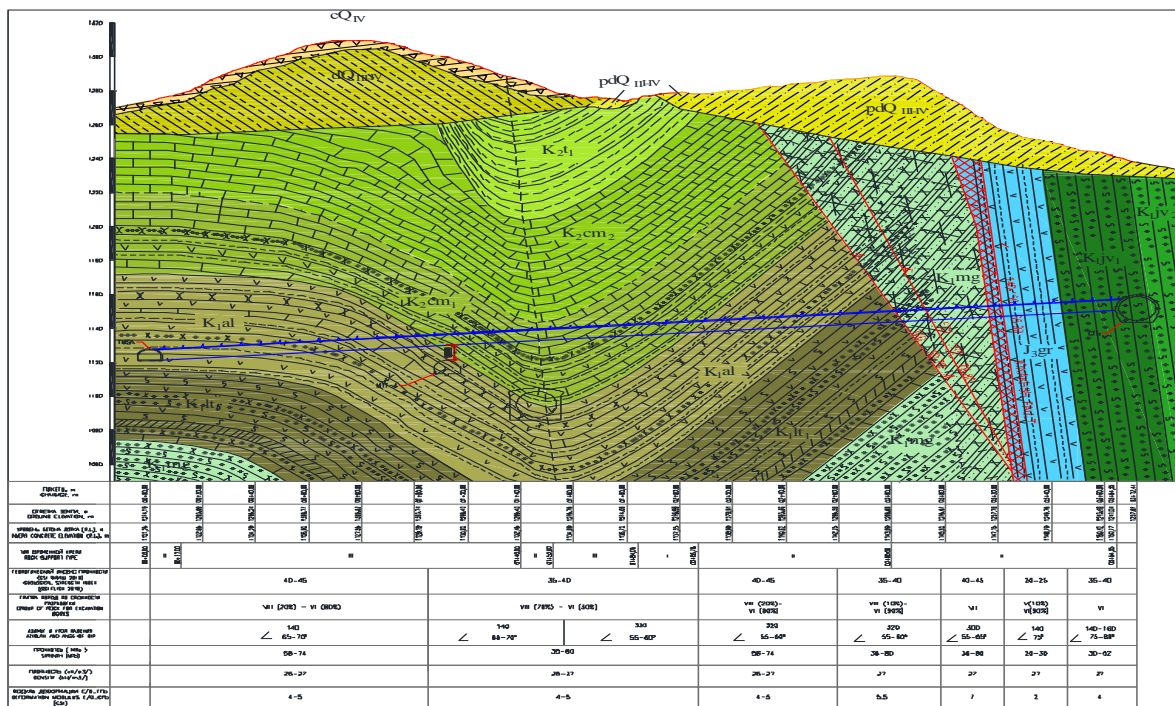
Тарҳи нақби гидротехникии САСТ-5 дар расми 3 нишон дода шудааст ва буриши дарозии нақб бошад дар расми 4 нишон дода шудааст. Буриши кундалангии нақби САСТ-5 дар расми 2 нишон дода шудааст.



Расми 3. Тарҳи нақби ёрирасонии гидротехникии САСТ-5

Тарҳи муҳандисию литологӣ ва профили нақби гидротехникийи САСТ-5, инчунин ҳосиятҳои физикию механикийи ҷинсҳои вайроннашудаи гирду атрофи нақби гидротехникийи таҳрезӣ бо истифода аз маълумотҳои литологи ва геотехникийи сохтмон омукта шуданд. Бояд гуфт, ки ҳулосаҳои асосии ин таҳқиқот аз он иборат аст, ки ғавсии ҷинсҳои нақби лоиҳакашии гирду атрофи сохтмони нақби гидротехникийи ҷинсҳои пастсифат мебошанд.

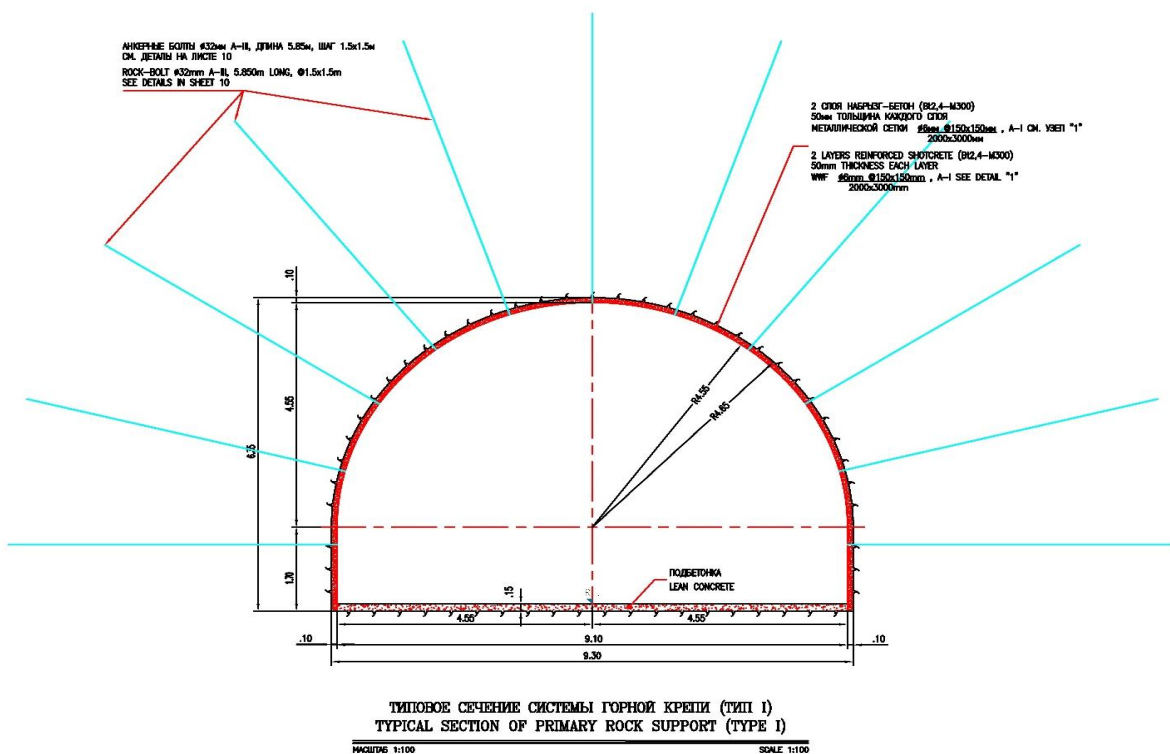
Расми 5. Тархи гелогии нақби гидротехникии ёрирасони САСТ-5

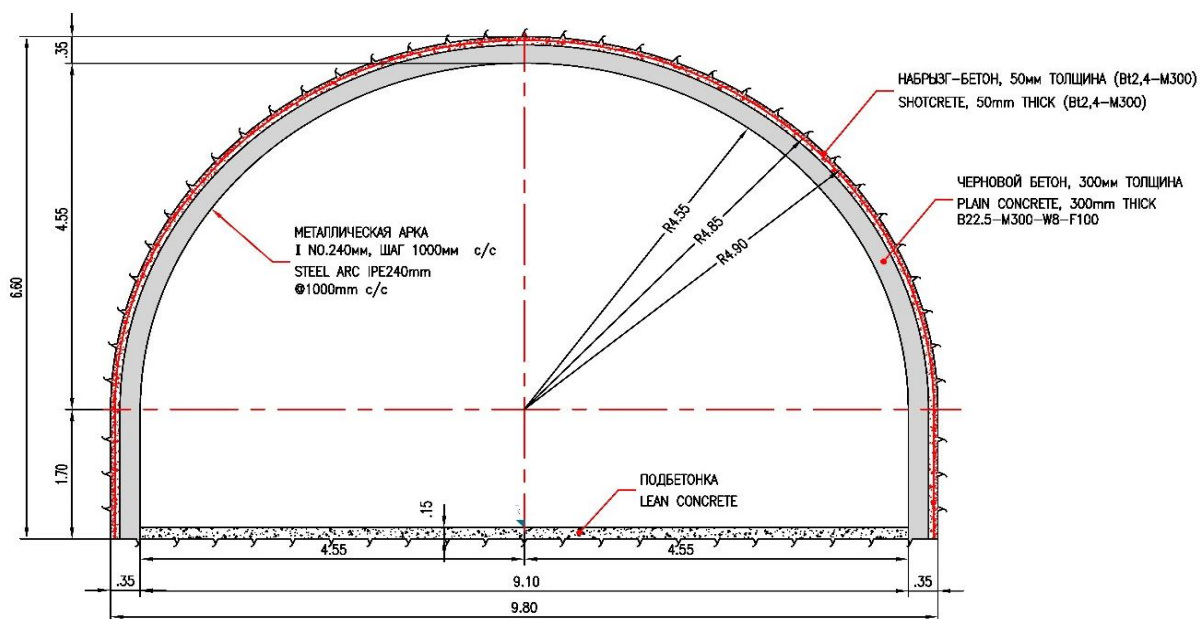


Расми 6. Тарҳи геологии дарозии нақб САСТ-5

Васлшавии чинсҳо аз серкирраҳои пӯлодӣ ва бетони муқаррарӣ дар марҳилаи кофтуков ва муҳлати хидмати муваққатӣ иборат аст.

Синфҳои васлишавии чинсҳо дар асоси маълумоти мавҷудай геотехникии нақби САСТ-5 муайян карда шудаанд ва метавонанд то андозае аз мушаххасоти воқеии массиви чинсҳои кӯҳӣ фарқ кунанд. Аз ин рӯ, ин синфи васлшавии санг бояд дар ниҳоят дар асоси шароити воқеии чинсҳо, ки аз ҷониби муҳандисию геотехникӣ дар лоиҳа кор мекунад, мушоҳида ва арзёбӣ карда шавад.

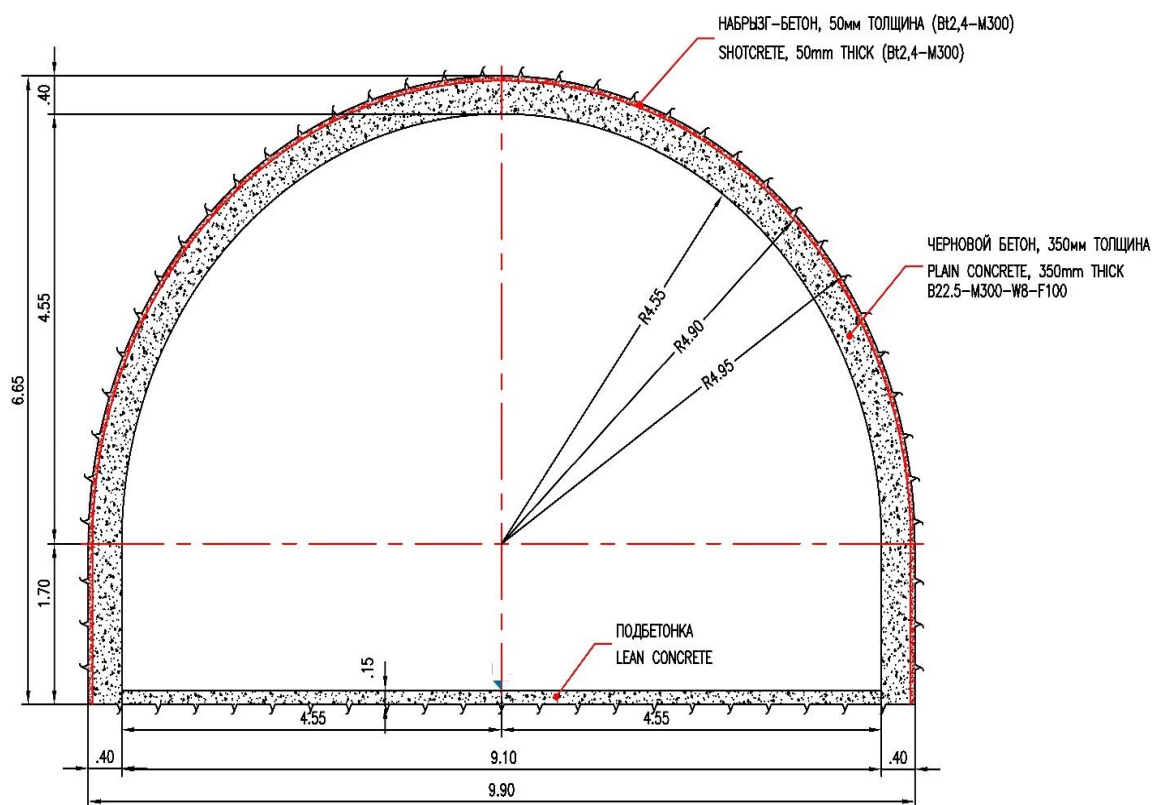




ТИПОВОЕ СЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ГОРНОЙ КРЕПИ (ТИП II)
TYPICAL SECTION OF PRIMARY ROCK SUPPORT (TYPE II)

МАСШТАБ 1:100

SCALE 1:100



ТИПОВОЕ СЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ГОРНОЙ КРЕПИ (ТИП III)
TYPICAL SECTION OF PRIMARY ROCK SUPPORT (TYPE III)

МАСШТАБ 1:100

SCALE 1:100

Расми 7: D-намуди қисмати навъи I - II - III

Боби 3. ОМИЛҲОЕ, КИ БА ИНТИХОБИ УСУЛҲОИ БУНЁДИ НАҚБҲОИ ГИДРОТЕХНИКӢ ТАЪСИР МЕРАСОНАНД

Боби сеюм ба усулҳои кандани нақбҳои гидравликӣ бахшида шудааст. Интиҳои равиши нақб ва мавқеи ҷойгиршавии ин ё он

иншооти алоҳидаи зеризаминӣ, муайян кардани сохторҳо ва усули сохтмони он ба шароити муҳандисии геологӣ вобаста аст.

Бояд зикр намуд, ки яке аз усулҳои самарабахши мустаҳкам кардани хок дар чинсҳои сангӣ ҳангоми сохтани нақбҳо дар шароитҳои душвори геологӣ гидрогеологӣ усули пешакии тазриқ мебошад, ки вақтҳои охир дар хориҷа хеле васеъ паҳн шудааст. Ин усул барои сохтмони нақбҳо дар шароитҳои душвори кӯҳию геологӣ ҷумҳурӣ низ мароқи калон дорад.

Дар чинсҳои сахравӣ иншоотҳои зеризаминии станцияи электрикии оби Роғун дар як участкаи массиви нақб усулҳои геофизикӣ ва геомеханикиро ба кор бурданд. Ба сифати усулҳои геофизикӣ усулҳои профилактикаи сейсмикӣ ва шаффоф, сабти сейсмикӣ ва ултрасадо ва ҳамчун геомеханикӣ асосан усули прессиометрӣ истифода мешуданд.

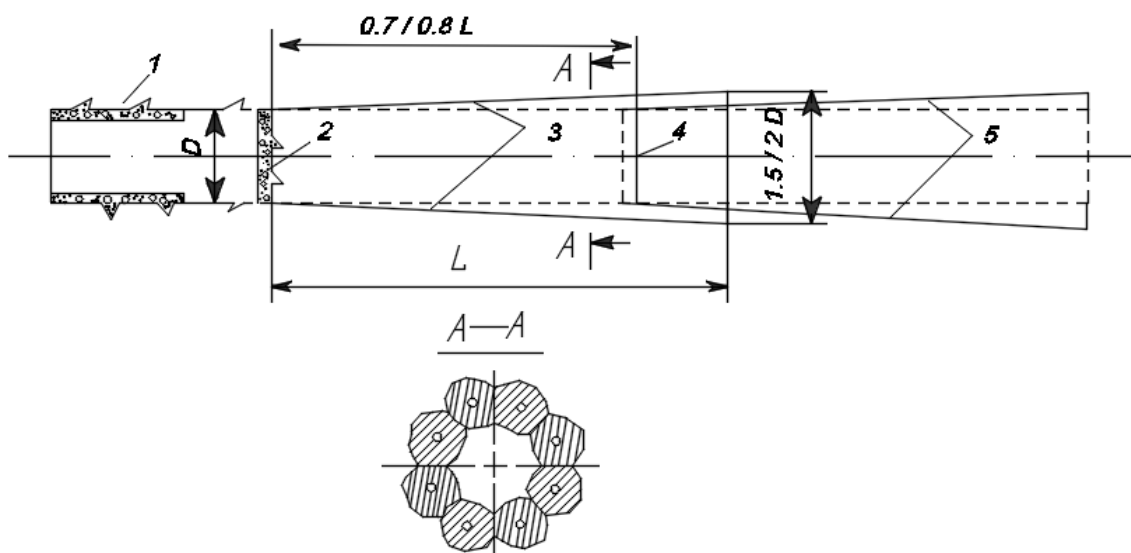
Хусусиятҳои ҳисобшудаи хосиятҳои алевролитҳо ва регсангҳо, ки дар майдони хучраи турбина ва хучраи трансформатор ҷойгиранд, дар асоси ҷамъбасти натиҷаҳои тадқиқоти комплексӣ ба даст оварда шудаанд. Ин хусусиятҳо (ҳам мустаҳкам ва ҳам деформасия) ҳангоми ҳисоб кардани ҳолати стресс-шаклтағйирии системаи «қорҳои зеризаминӣ, ки массиви»-ро ҷойгир мекунанд, барои беҳтар мувофиқ кардани натиҷаҳои ҳисобу китоб ба маълумотҳои мушоҳидаҳои сахроӣ оид ба ҷойгиршавии чинсҳои сахравӣ ислоҳ кардан мумкин аст.

Ҷадвали 2. Хусусиятҳои тавсияшудаи ҳисоббарории чинсҳо ва массив дар участкаи зали турбинаҳои зеризаминии станцияи электрикии оби Роғун

Чинсҳои кӯҳӣ	Минтақаи чинсҳои кӯҳӣ	Хусусиятҳо дар намуна			Хусусиятҳо дар массив					
		ρ , г/см ³	R_c МПа	R_p МПа	E МПа	E_c МПа	μ (б/р)	φ град	C МПа	$R_{p,t}$ МПа
Алевролитҳо k_1ab_1	Майдони борфарорӣ	2,70	35	3,5	3000	2300	0,33	37	0,5	0,3
	Нисбатан ба минтақаи муҳофизат и муштарак	2,72	50	5	5500	4000	0,28	45	1,2	0,8
Регӣ k_1ab_2	Майдони борфарорӣ	2,62	70	6	5000	4100	0,3	42	1,0	0,6
	Нисбатан ба минтақаи муҳофизат и муштарак	2,64	90	8	9000	7800	0,22	55	2,0	1,0

Дар амалияи нақбсозӣ пешакӣ мустаҳкам намудани чинсҳо дар аксар мавридҳо ба воситаи ҷохҳое, ки бевосита аз нақб парма карда мешаванд, гузаронда мешавад. Ҷохҳои пешбаранда аз рӯи нақб бо кунҷи андаке ба меҳи он парма карда мешаванд (расми 8). Дар натиҷаи дар зери фишор андохтани маҳлулҳо чинсҳои гирду атроф мустаҳкам шуда, дар чинсҳои мустаҳкамшуда нақбсозии минбаъда гузаронда мешавад.

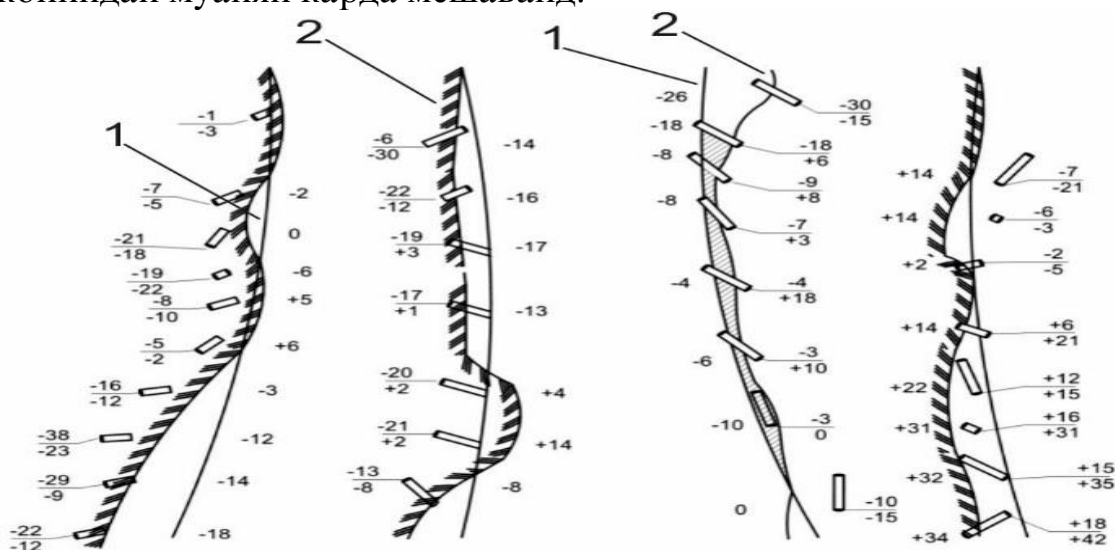
Дар чинсҳои саҳравӣ усули тарконидаи контурӣ имкон медиҳад, ки вайронкуниҳои берун аз контури лоиҳавиро пешгирӣ карда, инчунин имкони нишебӣро устувортари нишебӣҳо ва кофтаҳоро таъмин намуда, шиддатнокии меҳнаторо дар нишебии поя ва нишебӣҳо кам мекунад, инчунин изофакорино кам мекунад ва ба баланд бардоштани устувории массиви контур шурӯъ менамояд.



Расми 8. Нақшаи пешбарандаи тазриқ

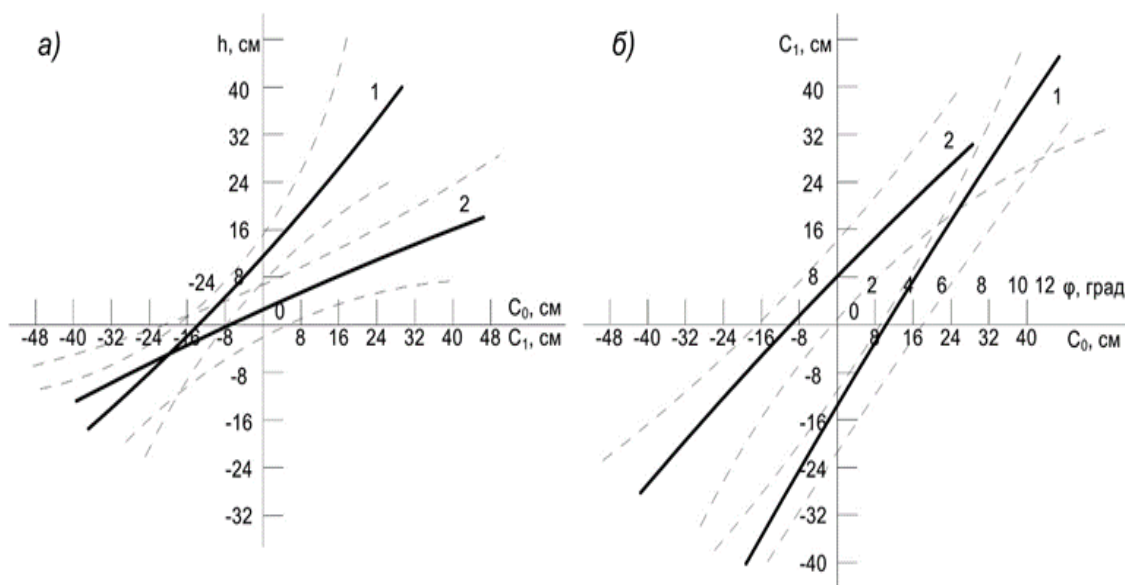
1 — қабати бетонӣ; 2 — девори бетонӣ дар рӯй ковиш; 3 — чоҳҳои мукаммали тазриқ; 4 — мавқеи ковиши оянда; 5 — чоҳҳои пешбарандаи ковиши оянда.

Истифодаи усули тарконидаи контурӣ ҳангоми кандани ковишҳои зерзаминӣ боиси зиёд шудани талаботи техникӣ оид ба дурустии контурсозӣ ва сифати сатҳи контури нафтаъсис мегардад, ки нишондодҳои он (таркишҳои контурӣ ва ноҳамвории сатҳи коргоҳ) аз рӯи дурустии иҷрои шиносномаи лоиҳаи корҳои пармакунию тарконидаи муайян карда мешаванд.



Расми 9. Натиҷаҳои ковишҳои чекунии бузургҳои контурҳои мурват:

1 – хатти контури лоиҳавии ковиш, 2 – контури воқеӣ, ҳисобкунак – қаврабии даҳони мурват, ҷойгир – аз хатти контури лоиҳавии ковиш берун рафтани умқи мурват



Расми 10. Тағир додани пардаҳои қонунӣ h вобаста ба андоза инхироф:

а) 1 – даҳони сӯрохи C_0 , 2 – поёни сӯрохи C_1 , аз контури конструктиви кор (а) ва вобастагии инхироф дар поёни сӯрохи C_1 ; б) 1 – кунчи тамоили сӯрохиҳои контурӣ φ , 2 – рақамҳои инхирофшавии даҳони сӯрохи C_0 аз контури лоиҳавии кор (б). (хатҳои регрессионии – сахт, хатҳои – сарҳади минтақаи эътимод бо эҳтимолияти 0,99 барои хатҳои регрессионии мувофиқ).

БОБИ 4. ҲИСОБ НАМУДАНИ НАҚБИ ЁРИРАСОНИ САСТ-5-и НБО РОҒУН БО ИСТИФОДАИ АМСИЛАСОЗИИ УНСУРҲОИ НИҲОЙ ВА ТАВСИЯҶО БАРОИ ИНТИХОБИ КОНСТРУКСИЯИ ВАСЛӢ

Боби чорум ба ҳисобҳо бо истифода аз моделсозии унсурҳои ниҳоии нақби ёрирасони САСТ-5-и НБО Роғун бахшида шудааст.

Барои тарҳрезии системаи такаҷоҳи саҳраҳо барои нақби гидротехникии САСТ-5, дар марҳилаи сеюм моделсозии ададии коркарди зеризаминӣ барои таҳлили шиддатнокӣ пас аз кофтуков ҷинсҳои кӯҳӣ ва насби системаи такаҷоҳи саҳраҳо иборат мебошад. Ченакҳои геологӣ ва кӯҳӣ-техникӣ ҳамчун маълумотҳои дохилӣ ба программа ҳар қадар дурусттар дохил карда шаванд, натиҷаҳои ба даст овардашуда ҳамон қадар эътимодноқ мешаванд. Бо вучуди ин, моделсозии дақиқи шароити хок одатан хеле душвор ва ҳатто ғайриимкон аст, бинобар ин дар таҳлил баъзе фарзияҳои соддакардашуда бояд истифода шаванд.

Дар таҳлили амсиласозии нақби САСТ-5 тахминҳо ва меъёрҳои зерини умумӣ ба назар гирифта шуданд:

- каторкуҳҳо муҳити пай дар пай буда, ҳамчун масолеҳи эластикӣ-пластикӣ рафтор мекунанд;
- ҳолати шиддати ҳавопаймо барои таҳлили 2D дуруст аст;
- меъёри нобудшавии Ҳук ва Браун ба каторкӯҳҳои кӯҳӣ татбиқ карда мешавад;
- сарҳадҳои берунии моделҳо дар масофаи зиёда аз се диаметри нақб ба назар гирифта шудаанд;
- гафси 5 см бетони арматурнашуда, ки бояд пеш аз васл кардани кабургаҳои пӯлодӣ гузошта шавад, барои таъмини бехатарӣ пешбинӣ

шудааст ва дар моделҳои унсурҳои ниҳой (УН) ба инобат гирифта намешавад;

- қабуриҳои оҳанӣ якҷоя бо бетони муқаррарӣ ҳамчун оҳану бетони моделсозӣ карда мешавад. Хусусиятҳои бетони оддии C25/30 ва пӯлоди IPE240 дар ҷадвали 3 оварда шудаанд.

Ҷадвали 3. –Хусусиятҳои балкаҳои двутаврӣ, ки дар нақби САСТ-5 истифода мешаванд

Ченакҳо	Ададҳо/Маълумот
№ профил	IPE 240
Чуқурии буриш	240 мм
Масоҳат	3910 мм ²
Моменти инертсия	38.9×10 ⁶ мм ⁴
Модули чандирӣ (Es)	210 000 МПа
Ҳадди устуворӣ	240 МПа
Маркаи флизӣ	АIII
Вазн	30,7 кг/м

Бетони оддӣ ҳамчун бетони армиронинакарда модел карда мешавад. Хусусиятҳои бетони оддии C25/30 дар ҷадвали 4 оварда шудаанд.

Ҷадвали 4. Хусусиятҳои бетон барои истифода дар нақби САСТ-5

Ченакҳо	Ададҳо/Маълумот
	C25/30
Маълумот оид ба устувории намунаи силиндрӣ бетон ҳангоми фишор овардан	$f_{ck} = 25$ МПа
Маълумот оид ба устувории намунаи силиндрӣ бетон ҳангоми ёзиш	$f_{ctk} = 3.1$ МПа
Модули Юнг	23500МПа
Зарифи Пуассон	0,2
Воҳиди ченак	24,5 кН/м ³

Ба сифати торкретбетони армироншуда моделсозии торкретбетони армироншуда ғавсиаш 10 см, 1 қабат сеткаи филизӣ диаметри 6 мм ва лангарҳо диаметри Ø32 мм L=5,85 м. Хусусиятҳои бетони торкретбетони армироншуда дар ҷадвалҳои 5 ва 6 оварда шудаанд.

Ҷадвали 5. – Хусусиятҳои торкретбетони армироншудаи истифодашаванда дар нақби гидротехникии САСТ-5

Ченакҳо	Ададҳо/Маълумот
	C25/30
Маълумот оид ба устувории намунаи силиндрӣ бетон ҳангоми фишор	$f_{ck} = 25$ МПа
Маълумот оид ба устувории намунаи силиндрӣ бетон ҳангоми ёзиш	$f_{ctk} = 3.1$ МПа
Модули Юнг	23500МПа
Зарифи Пуассон	0,2
Воҳиди ченак	24 кН/м ³

Ҷадвали 6. – Хусусиятҳои панчараҳое, ки дар нақби САСТ-5 истифода мешаванд

Ченакҳо	Ададҳо/Маълумот
Диаметр ва дарозӣ (мм)	6@150 ×150& 6@100 ×100
Модули устуворӣ (Es)	210 000 МПа
Ҳадди устуворӣ	240 МПа
Маркаи филизӣ	АIII

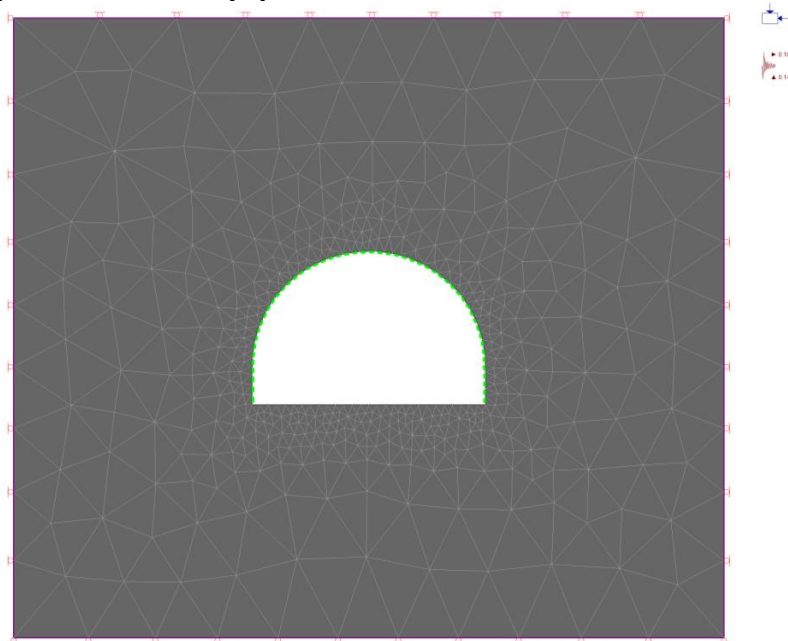
Маводҳо дар асоси стандартҳои ASTM ва ACI интихоб карда мешаванд. Илова бар ин, маълумоте, ки дар гузоришҳои TEAS ва гузоришҳои Stucky оварда шудаанд, истифода шудааст.

Дар раванди моделсозӣ ҳолати шиддатнокӣ-шаклтағйирии нақб, инчунин васлшавии муваққатии ҷинсҳои хоросанг барои потенциали ноустувор ва навіҳои тавсияшудаи таҷағҳои ҷинсҳо, ки дар лоиҳакашии иншоотҳои гидротехники истифода мешаванд, аниқ карда шуданд.

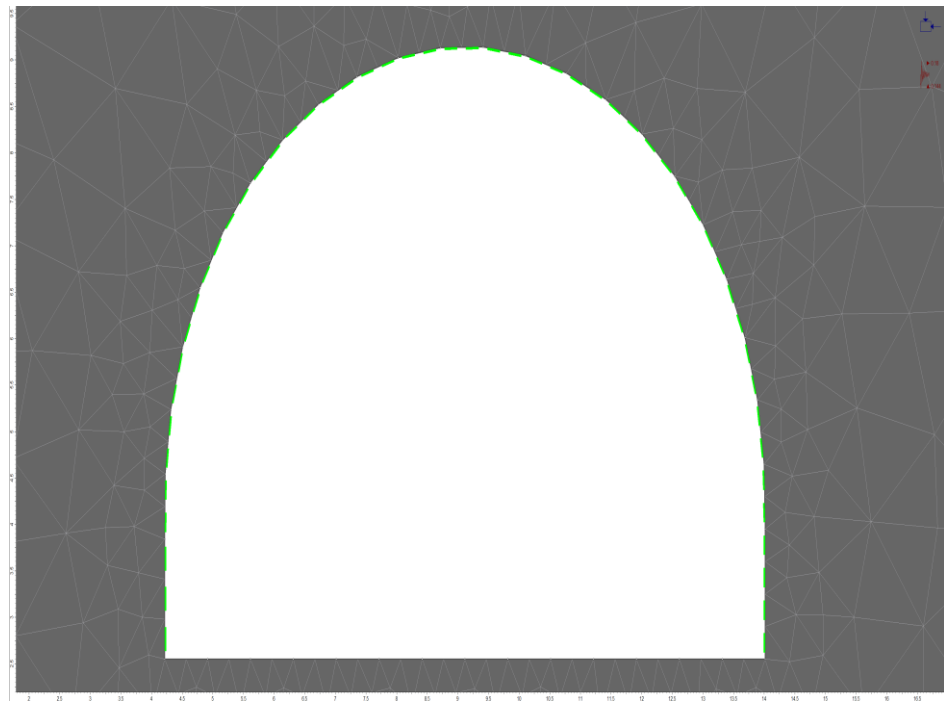
Дар робита ба шароитҳои геологӣ ва геометрии қад-қадӣ нақби САСТ-5, чор модели унсурҳои ниҳой барои таҳлили шиддатнокӣ баррасӣ карда шуданд.

Модел барои баҳши 1 САСТ-5 аз ПК 00+12 то ПК 01+10 сохта шудааст, ки дар он системаи васлшавии хоросанги навіи III, аз ҷумла бетони арматурнокардашуда насб шудааст. Андозаи нақби САСТ-5 дар ин модел пас аз кофтуков ва насби таҷағҳои хоросанги 6,10 м баландӣ ва 9,10 м паҳно доранд, дар воҳиди геологӣ охири сеномании болоӣ (K_{1a1}), ки аз оҳаксангҳои ивазшаванда, варақсангҳо ва ҷинсҳои сурх ва аргиллитҳо бо қабати гачӣ иборат аст, ҷойгир шудааст.

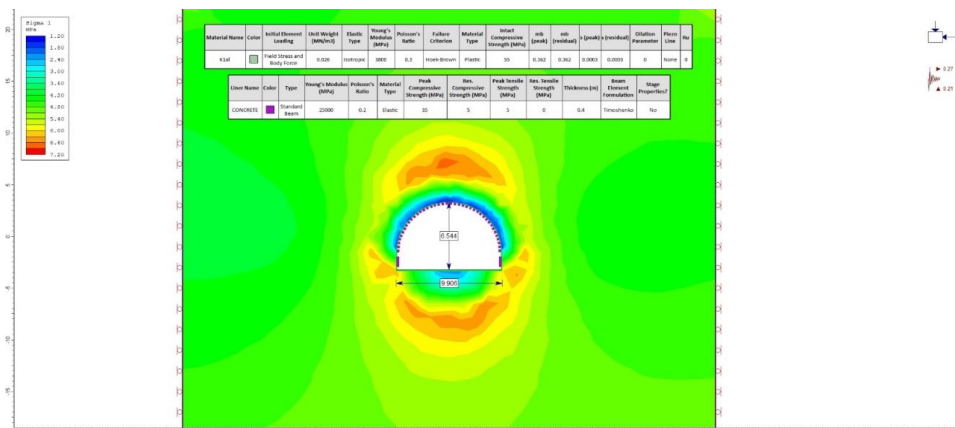
Дар ин таҳлили унсурҳои ниҳой УН, массивҳои кӯҳии K_{1a1} дар атрофи нақб ҳамчун маводи чандирӣ-пластикӣ модел карда шуданд, ки бузургҳои қувваташон дар речаи пластикӣ кам мешаванд.



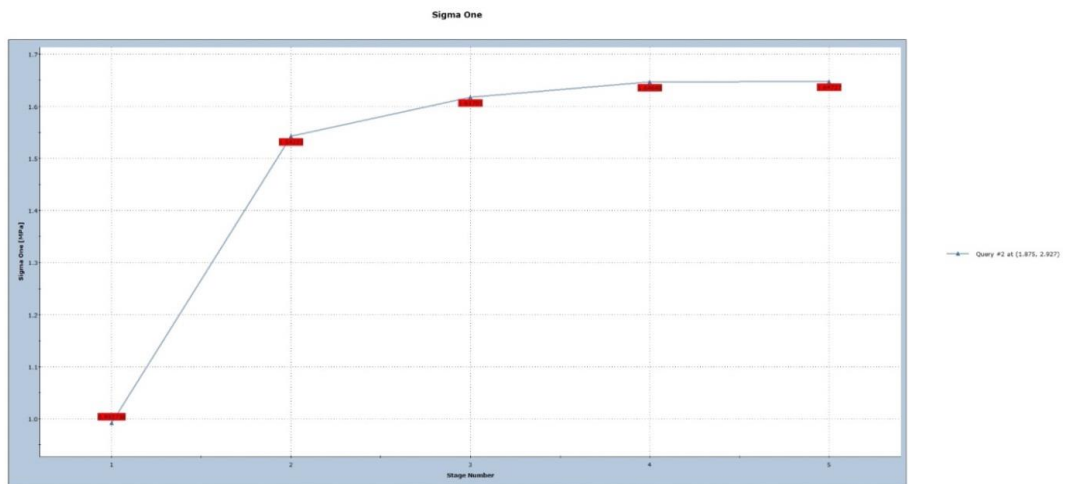
Расми 11: Намуди- IIIa Намуди умумии УН амсилаи САСТ-5 дар бурриши I (ПК 00+12~ ПК 01+10), дар марҳилаи 5



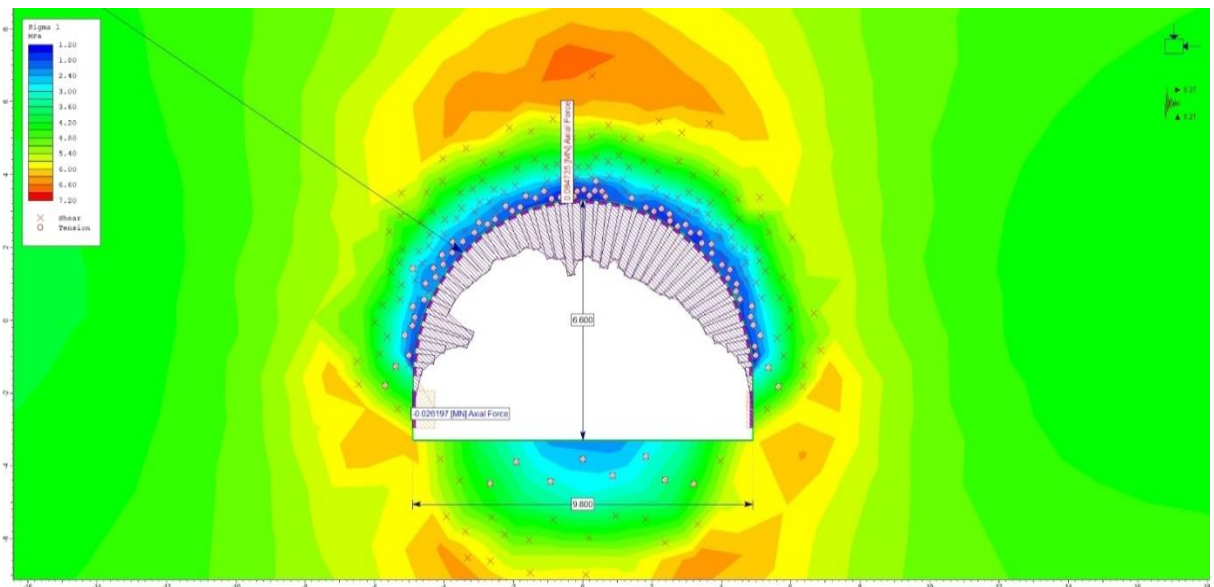
Расми 12: Намуди Ша Намуди умумии УН амсилаи САСТ-5 дар бурриши I (ПК 00+12~ ПК 01+10), дар марҳилаи 5



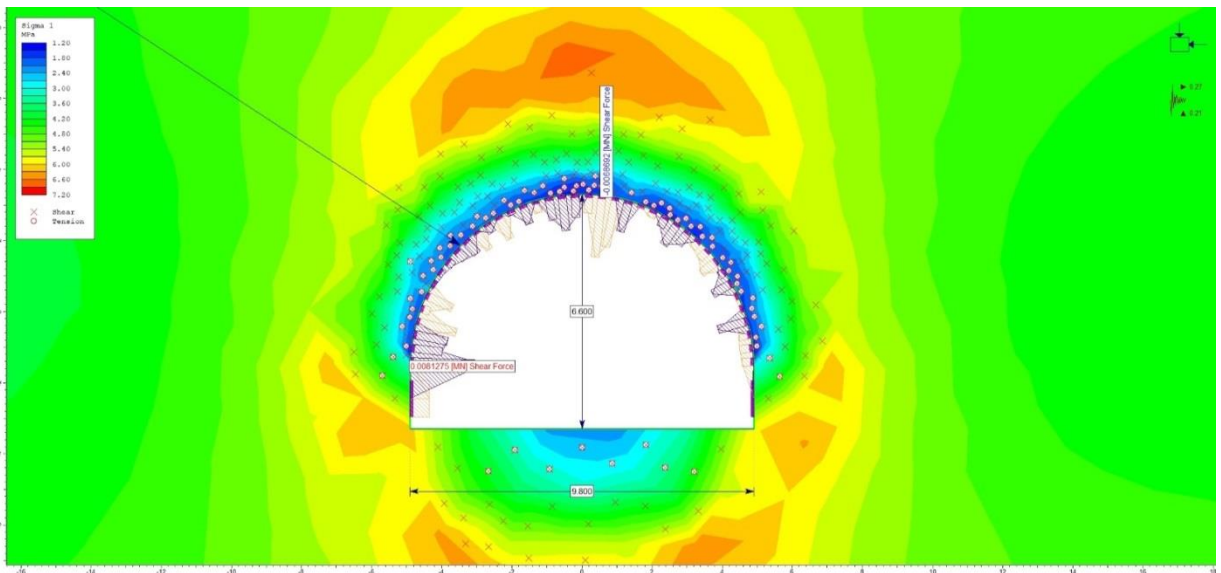
Расми 13: Зариби мустаҳкамӣ ва кашиши меҳварии САСТ-5 (бетони беарматур) дар бурриши I, дар марҳилаи 5



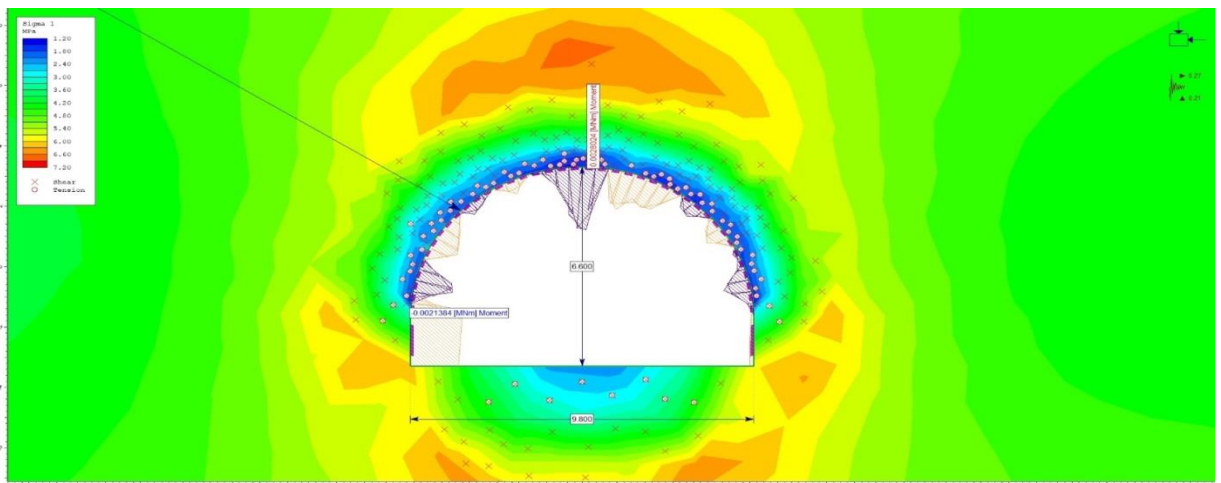
Расми 14: Sigma 1 ва унсурҳои часпакӣ дар атрофи ороиш (бетони беарматур) САСТ-5 дар бурриши I дар марҳилаи 5



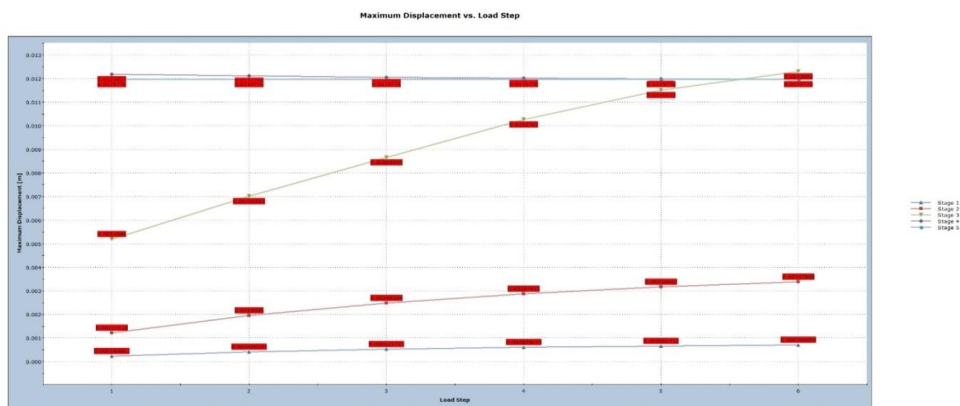
Расми 15: Қувваи меҳвари (бетони беарматур) САСТ-5 дар бурриши I, дар марҳилаи 5



Расми 16: Қувваи ларзиши (бетони беарматур) САСТ-5 дар бурриши I, дар марҳилаи 5



Расми 17: Лаҳзаи (бетони беарматур) САСТ-5 дар бурриши I, дар марҳилаи 5



Расми 18: Чойивазкунӣ (ғафсии оҳану бетони 35 см) САСТ-5 дар бурриши I

Дар расми 11 намуди умумии модели УН нақби САСТ-5 барои қисми 1, ҳангоми таъсири сейсикӣ дар марҳилаи 5 ($PGA_h = 0,18g$ ва $PGA_v = 0,144g$) ғаъол шудан, нишон дода шудааст. Намуди васеъшудаи модели КЭ-и ин бахш дар марҳилаи 5 (расми 12) нишон дода шудааст. Инчунин, дар расми 13 зариби устуворӣ ва қувваҳои меҳвари ороиш (ғафсии оҳану бетони – 35 см), дар расми 14 Sigma 1 ва унсурҳои ҳосилкунӣ дар атрофи нақб нишон дода шудаанд. Ҳамзамон, дар расми 15 Sigma 3 ва лаҳзаҳои ҳамкунии ороиш нишон дода шуда, дар расми 16 чойивазкунӣ ва буриши умумии пӯшишҳо дар қисмати 1 дар марҳилаи 5 ва дар расми 17 унсурҳои сайлониат дар атрофи нақб тасвир ёфтаанд.

Бояд қайд намуд, ки иқтидори борбардории ороиши бетони дар ин минтақа дар расми 18 низ оварда шудааст.

Натиҷаҳои таҳлили шиддатнокӣ нишон доданд, ки сохторҳои васлшавие, ки барои қисми 1 таҳия шудаанд, дар зери таъсири гуногуни статикӣ амал мекунанд (марҳилаи 3). Инчунин, натиҷаи таҳлили псевдостатикӣ ин қисм нишон дод, ки бо таъсири сейсикӣ муодили 2/3 ОВЕ устувории САСТ-5 дар ин қисм ба даст оварда шудааст ва нақб пас аз чунин таъсири ба қор мебарояд.

Устувории чинсҳои кӯҳӣ саҳра ба кафидан азимут ва кунчи афтидан, алалхусус ба буриши системаҳои тарқиш бо қабати ғафсии чинсҳои кӯҳӣ.

Ҳангоми таҳлили барномаи мазкур системаҳои калони тарқишхор, ки эҳтимолан бурришҳои ҳамдигарии мутақобилаи ғайрияклӯхтро ташкил медиҳанд ва захираи хурди мустаҳкамӣ доранд, муттаҳид мекунад. Равиши нақби САСТ-5 ба 13 қитъа тақсим карда шудааст, ки ба онҳо шароити якхелаи сохторӣ литологӣ хос мебошад. Ҳангоми таҳлили шароити сохторӣ (махсусан, паҳншавии тарқишҳо дар массиви чинсҳои кӯҳӣ), тарқишҳои қабатӣ асосан бо на бештар аз 2 системаи тарқишҳо якҷоя карда мешаванд, ки ҳангоми моделсозӣ, интиҳоби комбинатсияҳо бо ҳадди ақали бехатарӣ маъмул аст.

Дар ҷадвали 7 намудҳои тавсияшудаи васлшавии хоросангҳо, аз ҷумла унсурҳои асосии онҳо, барои қисмҳои гуногуни нақби САСТ-5 бо назардошти геометрияи воқеии нақб ва ҳолати воқеии шоҳи Т-намуди ТМ5-А пешниҳод карда шудааст.

Ҳама лангарҳо аз пӯлоди дараҷаи А-III (A400) бо диаметри 32 мм сохта шудаанд ва пурра бо махлули семент пур карда мешаванд.

**Ҷадвали 7. - Тавсифи намудҳои хоросангҳои васлкунандаи
барои САСТ-5 тавсияшаванда**

Навъи васлш авии сангӣ	Пикетҳо	Паҳноии нақб пас аз васлшавӣ	Панҷар аи бетонӣ	Васлшавии хоросангҳо	Бетони одии беарматур
I	1+84,06~ 2+06.78	9.10м	10 см	Панҷараи симин Ф6мм Анкер Ф32мм D=5,85 м	-
II	0+08.00~ 0+12.00 2+98,51 ~ 3+64,35	9.10м	5 см	ІРЕ240 мм, Фосила 1 м	С25/30, ғафсии минималии равоқ ва девор
III	0+12.00~ 1+84,06 2+06.78~ 2+98,51	9.10м	5 см	-	С25/30, ғафсии минималии равоқ ва девор

Барои тағир додани конвергенсия, нақби гидротехникии САСТ-5 якчанд қисмҳои ченкуниро пешниҳод мекунад. Ҷойгиршавии аломатҳои геодезӣ ва деталҳои онҳо дар асоси шароити воқеии геологӣ муайян карда мешаванд. Пикетҳои профили барои андозагирии конвергенсия собит нестанд ва дар ҷойҳои истифода мешаванд, ки фурунишиниҳо интизоранд ва бояд назорат карда шаванд. Барои массивҳои сангҳои блокӣ ва хеле блокнок, фурунишиниҳои пешбинишаванда ба миқдори чанд миллиметр хоҳанд буд ва ченкунии конвергенсия метавонад натиҷаҳои диҳад, ки барои тафсир номувофиқанд.

Дар минтақаҳои сусти каторкухҳои вайроншуда системаи ченкунии конвергенсия аз 5 нуктаи геодезӣ пешниҳод карда мешавад. Барои каторкухҳои ниҳоят сусти истифода бурдани 5-7 пункти геодезӣ тавсия карда мешавад. Дар ҳар сурат, нуқтаҳои ченкунии конвергенсия бояд фавран пас аз кофтуков таъсис дода шаванд ва ченакҳо бояд нишон диҳанд, ки оё фурунишиниро тавассути чораҳои дастгирии сангҳо қатъ кардан мумкин аст. Агар фурунишиниро боздоштан ғайриимкон бошад, мувофиқи дастури муҳандиси геотехникӣ чораҳои иловагӣ мустаҳкамкунии санг бояд баррасӣ карда шаванд.

ХУЛОСА

Натиҷаҳои асосии илмӣ диссертатсия:

1. Таҳлили устувории САСТ-5 бо истифода аз ду усули лоиҳакашии васлшавии хоросангҳо: усули ададӣ ва усули фонавӣ гузаронида шуд [2-М, 3-М, 5-М, 11-М, 12-М].

2. Натиҷаҳои мониторинг имкон доданд, ки беҳатарӣ ва устувории корҳои зеризаминӣ назорат карда шавад, тибқи усули нави австриягии нақбкани (НАТМ), назорат ва мониторинги муназзам қисми чудонашавандаи раванд ва концепсияи муносири корҳои зеризаминӣ мебошанд [2-М, 4-М, 5-М, 8-М, 13-М, 14-М].

3. Ҳангоми сементкунӣ истифода бурдани маҳлулҳои гилию сементӣ самарабахштар ба назар мерасад. Зимни зерҳои фишори баланд андохтани маҳлулҳои семент, он ба ғафсии сусттари зерқабатҳо даромада, чинсро фишурда, тобоварии обногузариро таъмин мекунад [1-М, 4-М, 6-М, 9-М, 14-М].

4. Санги сементӣ на танҳо нақши унсури обногузарро мебозад. Он обро аз массаи чинсҳои аллакай пуркардашуда фишурда, онро фишурда мегардонад ва пайвастуниро зиёд менамояд, ки ба туфайли ин чинсҳо низ обногузар ва мустаҳкамтар мешаванд [1-М, 4-М, 6-М, 8-М, 9-М, 10-М, 14-М].

5. Таҳлил ва кор карда баромадани шароити муҳандисию геологӣ қад-қад роҳи нақби САСТ-5-и НБО-и Роғун имкон дод, ки сейсмикии ҳисобшуда вобаста ба ҳосиятҳои ҳок аниқ карда шавад, минтақаҳои конкретие, ки бо зилзила аз 7 то 9 бал пайваст карда шудаанд, муайян карда шаванд [2-М, 8-М, 10-М, 13-М].

Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо:

1. Барои таснифоти муҳандисии массиви кӯҳҳои қад-қад нақби САСТ-5-и НБО Роғун харитакашии муҳандисӣ-геологӣ таҳия карда шудааст.

2. Варианти васлшавандаи конструкцияҳои обгузаранда ба зилзила тобовар дар шароити қухсор дар баландии зиёда аз ду ҳазор метр кор карда баромада шудааст, ки ин сарфаи масолеҳи бинокориро то 20 фоиз кам мекунад.

3. Ҳангоми сементкунӣ истифода бурдани маҳлулҳои гилию сементӣ самарабахштар ба назар мерасад. Зимни зерҳои фишори баланд андохтани маҳлулҳои семент, он ба ғафсии сусттари зерқабатҳо ворид шуда, чинсҳои фишурда мекунад.

4. Усули пешниҳодшудаи сементкунӣ барои истифода дар сохтмони нақбҳои гидротехникии НБО-и Роғун тавсия карда мешавад.

Адабиёт

1. Рогунской ГЭС на реке Вахш. Подземный комплекс. Технический проект (гидропроект). Гидроспецпроект. -М.1980 г.

2. Негматуллаев С.Х. Карты эпицентров землетрясений Таджикистана за 2007-2015 гг. / С.Х. Негматуллаев // - Душанбе, 2015. - 196 с.

3. 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.

4. Stucky (2019) – Основание основной плотины -Геомеханические характеристики горных массивов. Отчет № 5430-4268 - S-0214-A-GL-B-GE-GT-012-A0.

5. Marchini S. Attraversamento di una zona di materiale limoso-argilloso sotto pressione in una fase del lavoro di costruzione del - l'impianto idroelettrico nel Mantaro in Peru. - «Nuovo Cantiere», 1975, № 3, - p. 36-40.

6. Ауэрбах В. М. Губенков Е.К и др. Проходка участка Гран-Сасского автодорожного туннеля в сложных гидрогеологических условиях // - «Транспортное строительство», № 1. – 1977г.

7. Журнал. Энергетическое строительство за рубежом. №6(95). М. Энергия. 1977. 45с.

Фехристи корҳои ҷопшудаи муаллиф доир ба мавзӯи диссертатсия

Мақолаҳо дар маҷаллаҳои илмӣ тақризшаванда:

[1-А]. Холов Ф.А. Укрепительная цементация оснований плотин в гидротехнических сооружениях / А.Дж. Ятимов, Н.М. Хасанов, А.Х. Холов, М.Н.Хасанов // Политехнический Вестник №1, ТТУ, 2023. -С.176-183.

[2-А]. Холов Ф.А. Воздействие инженерно-геологических условий на напряженно-деформированное состояние подходного тоннеля П-5 Рогунской ГЭС /Ф.А. Холов // Вестник, ТНУ- Душанбе: ТНУ, Серия геологических и технических наук 2023. №2. - С.154-159

[3-А]. Холов Ф.А. Анализ результатов исследований напряжений, проявляющихся вокруг подземных выработок / А.Дж. Ятимов, Н.М. Хасанов, А.Х. Холов, М.Н.Хасанов // Вестник, ТНУ- Душанбе: ТНУ, Серия геологических и технических наук 2023. №1. - С.151-158

[4-А]. Холов Ф.А. Проходка гидротехнических сооружений с предварительным укреплением методом инъекции /Н.М.Хасанов, Ф.А.Холов, М.М.Зувайдов// Политехнический Вестник №3, ТТУ, 2022. - С.108-115

[5-А]. Холов Ф.А. Результаты натурных измерений статических анализов и их оценки при проходке гидротехнических сооружений / Н.М. Хасанов, Ф.А. Холов, А.М.Алимардонов // Политехнический Вестник №4(60), ТТУ, 2022. -С.112-120

[6-А]. Холов Ф.А. Способы проведения цементационных работ в гидротехническом строительстве / Н.М.Хасанов, Ф.А.Холов, С.А. Саидов // Вестник, ТНУ- Душанбе: ТНУ, Серия геологических и технических наук 2022. №3. –С. 85-93.

[7-А]. Холов Ф.А. Конструкцияи иншооти обгузаронанда /Н.М.Хасанов, Ф.А.Холов, М.Н.Хасанов// Нахуст патент № TJ 1417 от 25.08.2023 Конструкцияи иншооти обгузаронанда.

Интишорот дар маҷаллаҳои конференсияҳои илмӣ ва дигар нашрияҳо:

[8-А]. Холов Ф.А. Инженерно-геологические условия и их влияние на напряженно-деформированное состояние подходного САС-5 Рогунской ГЭС / Ф.А.Холов, М.Н.Хасанов // МНПК, «Водные ресурсы, инновация, ресурсо- и энергосбережения», 6-7 октября 2023 года, г.Душанбе, Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана. С.257-265.

[9-А]. Холов Ф.А. Улучшение свойств оснований плотин ГЭС с помощью цементации / Ф.А.Холов // Конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалии устодон, донишҷӯён, магистрантҳо ва аспирантонӣ унвонҷӯён таҳти унвони «Дурнамои тараққиёти истеҳсоли масолеҳҳои сохтмонӣ

дар Ҷумҳурии Тоҷикистон», 31-уми март соли 2023, ДТТ. Душанбе. – С.241-245.

[10-А]. **Холов Ф.А.** Влияние геологических и гидрогеологических условий на выбор трассы тоннеля / Н.М. Хасанов, Ф.А. Холов, А.Т. Медеуов // Международной научно-практической конференции: «Образование и наука: вызовы IV промышленной революции», посвященной 80-летию академика А. Куатбекова. 13 мая. 2022 г. Университет дружбы народов имени академика А. Куатбекова. РК.

[11-А]. **Холов Ф.А.** Напряженное состояние грунтового массива в естественном залегании и при воздействии сейсмических нагрузок / Н.М. Хасанов, Ф.А. Холов, А.М. Алимардонов // МНТК. Джизакском политехническом институт. 28-29 октября 2022 г. РУ. «Инновационные решения технических, инженерно-технологических задач производства». –С.336-341.

[12-А]. **Холов Ф.А.** Влияние массовых сейсмических взрывов на устойчивость гидротехнических сооружений / Ф.А. Холов, М.А. Сулаймонова // МНПК: «Архитектурное образование и архитектура Таджикистана» 60 лет развития и совершенствования. ТТУ. 22 ноября. 2022. Душанбе. –С.248-252.

[13-А]. **Холов Ф.А.** Геологические факторы влияющих на устойчивость гидротехнических тоннелей / Ф.А. Холов, А.Дж. Ятимов, А.М. Алимардонов // МНПК: «Архитектурное образование и архитектура Таджикистана» 60 лет развития и совершенствования. ТТУ. 22 ноября. 2022. Душанбе. –С.285-288.

[14-А]. **Холов Ф.А.** Опыт проведения цементационных работ в гидротехническом строительстве /Ф.А. Холов, А.Дж. Ятимов, С.А. Саидов // МНПК: «Архитектурное образование и архитектура Таджикистана» 60 лет развития и совершенствования. ТТУ. 2022. 22 ноября. Душанбе. - С.288-291.

Аннотатсия

ба автореферати диссертатсияи Холов Фазлиддин Аббосович дар мавзуй **«Таъсири қувваҳои гравитатсионӣ, тектоникӣ ва сейсмикӣ ба ҳолати шиддатнокӣ- шаклтағйирии васлшавии нақби ёрирасони САСТ-5-и НБО Роғун»**, барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои техникӣ аз рӯи ихтисоси **05.23.00 – Сохтмон ва меъморӣ (05.23.07 - Сохтмони гидротехникӣ)**

Калидвожаҳо: деформатсия, боришот, геология, ҳолати шиддатнокӣ-шаклтағйирии, массиви чинсҳои кӯҳӣ, тектоника, ҳамгаштҳо, васлкунандаҳо, нақби гидротехникӣ.

Объекти тадқиқоти диссертатсионӣ нақби ёрирасони гидротехникӣ САСТ-5-и НБО-и Роғун мебошад.

Мақсади тадқиқоти мазкур таҳияи ҳисоб намудани ҳолати шиддатнокӣ-шаклтағйирии нақби ёрирасони (САСТ-5)-и НБО-и Роғун зери таъсири қувваҳои сейсмикӣ ва тавсияҳо оид ба интиҳоби тарҳҳои иншоотҳо барои таъмини бехатарӣ мебошад.

Навоварии илмӣ тадқиқот:

- омилҳои геологие, ки ба вайроншавии устувории чинсҳои дар дохили нақби ёрирасони САСТ-5 НБО Роғун хобонидашуда, таъсир мерасонанд, муайян карда шуданд;

- моделсозии рақамии ҳолати шиддатнокӣ-шаклтағйирии нақби гидротехникӣ ва тавсияҳо оид навъҳои такъягоҳӣ санг ҳангоми коркарди нақби САСТ-5 ва қатаркуҳҳои гуногун бо истифода аз лангарҳо;

- устувории нақби ёрирасон ҳангоми таъсири бори сейсмикии шиддатнокиаш 8-9 балл омӯхта шуд;

- тавсияҳо оид ба интиҳоби навъҳои такъягоҳи санг бо истифода аз болтҳои лангар ва торкретбетон ғафсии 10 см барои қисмҳои гуногуни нақби гидротехникии САСТ-5-и НБО-и Роғун.

Усулҳои тадқиқот. Дар рисола усулҳои геологӣ, гидрогеологӣ, геодезӣ, экстензометрӣ, методҳои моделсозии адабии математикӣ ва геотехникӣ истифода шудаанд.

Аннотация

на автореферат диссертации Холова Фазлиддин Аббосовича на тему: **«Воздействие гравитационных, тектонических и сейсмических усилий на напряженно-деформированное состояние крепи подходного тоннеля САСТ-5 Рогунской ГЭС»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.23.00 – Строительство и архитектура (05.23.07 - Гидротехническое строительство)**

Ключевые слова: деформация, осадки, геология, напряженно-деформированное состояние, массив горных пород, тектоника, выемки, крепи, гидротехнический тоннель

Объектом диссертационного исследования является подходной гидротехнический тоннель САСТ-5 Рогунской ГЭС

Целью диссертационной работы является выявление воздействия гравитационных и тектонических усилий на напряженно-деформированное состояние гидротехнического тоннеля САСТ-5 от влияния сейсмических усилий и рекомендации система скальной крепи обеспечивающих устойчивость сооружения.

Научная новизна исследований диссертационной работы включает в себя следующие результаты:

- исследование геологических факторов, таких как Ионахшской разлом, литологические и геотехнические параметры горных пород, воздействующих на физико-механические параметры массива пород, залегающих вокруг гидротехнического тоннеля САСТ-5 Рогунской ГЭС;

- численное моделирование напряженно-деформированного состояния гидротехнического тоннеля и разработки рекомендаций типов скальной крепи при проходке тоннеля САСТ-5 в различных горных массивах с использованием анкерных болтов;

- устойчивость гидротехнического тоннеля и несущей способности типов скальной крепи при воздействии сейсмических усилий интенсивностью от 8 до 9 баллов;

- рекомендации по выбору типов скальной крепи с использованием анкерных болтов торкретбетоном толщиной 10см для различных частей гидротехнического тоннеля САСТ-5 Рогунской ГЭС.

Методы исследования в диссертации использованы методы, геологические и гидрогеологические методы, геодезические и экстензометрические методы, метод моделирование, математические и геотехнические методы.

Annotatlon

to the abstract of the dissertation of Kholov Fazliddin Abbosovich on the theme: "**Impact of gravitational, tectonic and seismic forces on the stress-strain state of the anchorage of the approach tunnel SAST-5 of Rogun HPP**", submitted for the degree of Candidate of Technical Sciences on the specialty **05.23.00 - Construction and architecture (05.23.07 - Hydraulic Engineering Construction)**

Key words: deformation, settlement, geology, stress-strain state, rock mass, tectonics, excavations, supports, hydro-technical tunnels

The purpose of the thesis work is to reveal the impact of gravitational and tectonic forces on the stress-strain state of the hydraulic tunnel SAST-5 from the influence of seismic forces and recommendations of the rock support system providing stability of the structure.

The scientific novelty of the research of the thesis work includes the following results:

- study of geological factors such as the Jonakhsh fault, lithological and geotechnical parameters of rocks affecting the physical and mechanical parameters of the rock mass lying around the hydro-technical tunnel SAST-5 of the Rogun HPP;

- numerical modeling of the stress-strain state of the hydraulic engineering tunnel and development of recommendations on the types of rock support during tunneling of the SAST-5 tunnel in different rock massifs using anchor bolts;

- stability of the hydraulic tunnel and bearing capacity of the rock support types under the influence of seismic forces with intensity from 8 to 9 points;

- recommendations on the selection of types of rock support with the use of anchor bolts with 10 cm thick shotcrete for different parts of the hydraulic tunnel SAST-5 of Rogun HPP.

Methods of research in the thesis used methods, geological and hydrogeological methods, geodetic and extensometric methods, modeling method, mathematical and geotechnical methods.