

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационное исследование Давлатшоева Саломата Каноатшоевича на тему: «Развитие теории и методов управления фильтрационным режимом в основаниях высоконапорных плотин», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.8. Гидротехническое строительство).

Актуальность темы исследования. Актуальность темы исследования. В Таджикистане 29 октября 2016 года состоялось перекрытие реки Вахш и началось строительство плотины Рогунской ГЭС - девятая каскада на реке Вахш. Первый гидроагрегат Рогунской ГЭС был введён в эксплуатацию 16 ноября 2018 года, а второй был запущен 9 сентября 2019 года.

Возведение Рогунской ГЭС позволит: значительно снизить скорость заполнения твердым стоком водохранилища Нурекской ГЭС; обеспечить регулирование стока на значительный период времени; отсрочит необходимость реконструкции системы пропуска паводков с учетом проблемы отложений наносов; позволит продлить срок эксплуатации Нурекской ГЭС на срок эксплуатации Рогунской ГЭС; позволит решить проблемы регулирования стока р. Вахш; обеспечить как общую безопасность ГТС, так и гидроэкологическую безопасность, а также отсрочить необходимость реконструкции системы пропуска паводков с учетом проблемы отложений наносов. При этом, Нурекская ГЭС будет работать в качестве контррегулятора, а Рогун – энергетическим компенсатором.

Особенностью состава строящихся гидротехнических сооружений **Рогунской ГЭС** является наличие строящейся высоконапорной каменно-набросной плотины высотой 335 м (при НПУ=1290м) из местных материалов, образующая Рогунское водохранилище полным объёмом 13,3 км³ и полезным объёмом 10,3 км³. Геологические условия зоны строительства Рогунской ГЭС характеризуются высокой сложностью: площадка находится в районе с активной сейсмичностью, сложным рельефом и наличием соляно-ангидритовой толщи. Участок сложен песчано-сланцевыми породами, требующие учета условий правого берега и детального изучения для обеспечения устойчивости и безопасности 335-метровой плотины

Рогунскую ГЭС планируется использовать в качестве комплексного гидроузла, в том числе для выработки электроэнергии, регулирования стока, снижения риска наводнений и смягчения засух, в условиях изменения климата.

Процесс строительства и эксплуатации высоконапорной грунтовой плотины сопровождается воздействием различных видов фильтрационных процессов. Наиболее часто причинами разрушения подобных плотин являются образование в основании или в теле плотины пути сосредоточенной фильтрации, сразу же после завершения возведения плотины и наполнения водохранилища, связанное с некачественным выполнением строительных работ или недоучета тех или других местных геологических условий и составляет 33% от общего количества аварий грунтовых плотин. Следует отметить, что пути сосредоточенной фильтрации в основании или тела плотины могут возникнуть также в процессе эксплуатации сооружения благодаря тем или иным деформациям земляных масс или же суффозии растворимых пород.

Реализация комплекса научных и практических исследований по управлению гидрогеохимическим, геотермическим и фильтрационными режимами в растворимых основаниях высоконапорных плотин, обеспечивающих безопасность гидротехнических сооружений и гидроэкологическую безопасность в целом, с разработкой и применением надёжных методов ведения мониторинга, способствующие дальнейшему развитию теории и методов

управления фильтрационным режимом в растворимых основаниях высоконапорных плотин является актуальной задачей.

Следует отметить, что главная задача проектирования системы мониторинга сооружения и разработки надёжных методов и приборов наблюдения состоит в том, что обнаружить пути сосредоточенной фильтрации на самом начальном этапе зарождения и разработать инженерные мероприятия по ликвидации этих путей, тем самым обеспечить безопасности гидротехнического сооружения.

Автор диссертационной работы справедливо отмечает, что исследование процесса формирования фильтрационных потоков в основании гидротехнических сооружений, должно сопровождаться фундаментальными исследованиями на предмет влияния гидростатического давления (действующего напора верхнего бьефа) на гидрогеохимический режим вокруг солевого пласта и взаимодействию фильтрационных вод из водохранилища с подземными водами и соленосными породами основания. Особое внимание должно уделяться применению современных средств наблюдения за физико-химическим процессом растворения, выносом продуктов растворения и образования карста, приводящие к образованию путей сосредоточенной фильтрации в основании высоконапорной плотины.

Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует положениям пунктов 1, 9 и 11 паспорта научной специальности 2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.8. Гидротехническое строительство): п. 1 «Разработка теории, методов расчетного обоснования, проектирования и строительства плотин из грунтовых материалов; совершенствование геотехнических, динамических и фильтрационных исследований грунтовых водоподпорных сооружений, их откосов, оснований береговых примыканий и склонов, научное обоснование перспективных направлений ремонта, реконструкции и эксплуатации земляных плотин»; п. 9 «Разработка методов оценки влияния гидротехнического строительства на прилегающие территории, создание новых методов расчётов и проектирования сооружений инженерной защиты»; п. 11 «Эксплуатационная надёжность 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 2.1.8. Гидротехническое строительство.

Степень изученности научной темы. Соискатель свои исследования реализовал с учетом положений трудов С.Д. Воронкевича, А.Н. Адамовича, Л.И. Малышева, Г.В. Зернова, В.П. Недриги, И.А. Парабучева, Л.А. Молокова, Н.Г. Трупака, Б.А. Ржаницина, В.И. Сергеева, В.Е. Соколовича, А. Холсби, К. Карона, А. Камбефора, а также других исследователей, внесших значимый вклад в создание высокоплотных противофильтрационных завес, анализу и оценке а также расчёту их параметров связанных с инженерно – геологическими условиями посвящены. В работе особо отмечен вклад академика В.П. Вернадского в систематизацию подземных вод по химическим свойствам и составам, особенностям их развития и выявлением гидрогеохимических закономерностей, ученые О. А. Алекин, М. Е. Альтовский, М. Г. Валяшко, А. П. Виноградов, В. П. Зверев, С. Р. Крайнов, А. М. Овчинников, К. Е. Питьева, В. С. Самарин, В. М. Швец, Г. А. Максимович и др. внесли вклад в развитии научных знаний в области гидрогеохимических исследований.

Существенный вклад в развитие теории фильтрационных процессов в основании и теле плотин и обеспечение безопасности гидротехнических сооружений внесли также учёные В.С. Рассказов, Н.А. Анискин, В.А. Волосухин, Д.В. Козлов, Г.В. Орехов, А.С. Бестужева, М.П. Саинов, В.В. Малаханов, М.Р. Бакиев и др. также ученые Таджикистана С.Х. Негматуллаева, М.С. Саидова, М. Таджибекова, Х.О. Арифова, А.Р. Фазылова, П.А. Ясунова и др.

Современная действительность требует дальнейшего изучения проблем связанные с развитием теории сосредоточенной фильтрации в основании плотин; разработкой управляемых противосуффозионных устройств для защиты солевого пласта; оптимальной техноло-

гии уплотнительной цементации тела противодиффузионной завесы; разработкой современных методов и технических средств исследований и др.

Степень научной новизны результатов диссертации и положения, выносимые на защиту.

Научная новизна (научные результаты) диссертационных исследований заключается в следующем:

- получили дальнейшее развитие теория и методы управления фильтрационным режимом в растворимых основаниях высоконапорных плотин. Сформулированы концептуальные основы совершенствования методов ведения системы мониторинга, с разработкой критериального показателя для оперативной оценки эффективности противодиффузионных и противосуффозионных мероприятий и формирования мероприятий по обеспечению безопасности основания плотины;

- впервые создана математическая модель оптимального поиска путей сосредоточенной фильтрации, разработан высокочувствительный двухканальный геотермометр-тепломер с высокой точностью для исследуемого объекта;

- впервые разработана математическая модель трансформаторного кондуктометра, метод и прибор для измерения удельной электропроводности подземных минерализованных вод в широком диапазоне концентрации водных растворов;

- экспериментально установлено ранее неизвестное, физическое явление - возникновение геотепловой завесы и изменения расположения геотепловой завесы по вертикали для исследуемого объекта. Выявлена причина аномального прогрева приповерхностной части земной коры, в зоне исследуемого объекта, с разработкой метода и системы двухуровневого контроля изменения теплового режима;

- впервые на основе теории тепломассопереноса, разработан метод определения коэффициента фильтрации и пути сосредоточенной фильтрации в основании плотины, с учетом изменения теплового состояния земли;

- установлено ранее неизвестное физическое явление - возникновение гидронапорно - осмотической завесы между менее и сильноминерализованными подземными водами, связанное с повышением гидростатического давления, на основании которого, впервые разработано управляемое противосуффозионное устройство по защите оголовка солевого пласта в основании плотины.

Соискателем на защиту вынесены следующие **научные положения**:

- концептуальные основы совершенствования методов ведения мониторинга, с разработкой критериального показателя для оперативной оценки эффективности противодиффузионных и противосуффозионных мероприятий и формирования технических и технологических мер по обеспечению безопасности основания плотины. Развитие теории и методов управления фильтрационным режимом в растворимых основаниях высоконапорных плотин.

- математическая модель оптимального поиска путей сосредоточенной фильтрации. Конструкция высокочувствительного двухканального геотермометр-тепломера с высокой точностью.

- математическая модель трансформаторного кондуктометра, метод и аппаратура для измерения удельной электропроводности подземных минерализованных вод в широком диапазоне концентрации водных растворов.

- экспериментально установленное ранее неизвестное физическое явление - возникновение геотепловой завесы и изменения расположения геотепловой завесы по вертикали для исследуемого объекта.

- метод определения коэффициента фильтрации и пути сосредоточенной фильтрации в основании плотины с применением теории тепломассопереноса.

- результаты исследований изменения гидрогеохимического режима вокруг солевого пласта в основании плотины Рогунской ГЭС, позволившие установить ранее неизвестное физическое явление - возникновение гидронапорно-осмотической завесы между менее и сильноминерализованными подземными водами, связанное с повышением гидростати-

ческого давления и разработанное управляемое противосуффозионное устройство по защите оголовка солевого пласта в основании плотины.

Научная и практическая значимость диссертации заключается в разработке высокочувствительного двухканального геотермометр-тепломера с точностью $0,001^{\circ}\text{C}$, рекомендуемый для оптимального поиска участков зарождения путей сосредоточенной фильтрации и определения коэффициента фильтрации с применением теории тепломассопереноса; разработке, на базе современных микропроцессорных систем с улучшенными характеристиками индуктивного кондуктометра, рекомендуемый для измерения электрической проводимости подземных минерализованных вод в диапазоне от 0,2 до 600 мСм/см с погрешностью $\pm 0,1\text{ мСм/см}$, при концентрации в диапазоне от 0,2 до 300 г/л с точностью $\pm 0,1\text{ г/л}$; установлении (экспериментально) ранее неизвестного, для исследуемого объекта, физического явления - возникновение геотепловой завесы и изменения расположения геотепловой завесы по вертикали, рекомендуемый использовать при определении сужения зоны аккумуляции солнечной энергии (приповерхностная часть земной коры) и её прогреву как индикатора избыточного тепла в земной коре; методике определения коэффициента фильтрации с применением теории тепломассопереноса, рекомендована для определения изменения фильтрационной характеристики основания плотины и зону зарождения путей сосредоточенной фильтрации; установлении неизвестного ранее физического явление опреснения и отжатия подземных минерализованных вод, для исследуемого объекта, а также неизвестной ранее физической закономерности повышении глубины опреснения подземных минерализованных вод и рекомендуемые использовать для принятия адекватного технического решения, как на этапе возведения, так и в период эксплуатации сооружения; разработке управляемых противосуффозионных устройств по всей длине защищаемого участка солевого пласта в основании плотины применимые для прижатия минерализованны вод к солевому пласту, защищающие пласт соли от растворения пресными водами.

Следует отметить, что автором впервые разработана математическая модель трансформаторного кондуктометра, также впервые на основе теории тепломассопереноса, соискатель разработал метод определения коэффициента фильтрации в основании плотины, с учетом изменения теплового состояния Земли.

Немаловажное значение имеет также результаты исследования по установление причин аномального распределения солевого облака вокруг солевого пласта в основании плотины Рогунской ГЭС и разработанная управляемая противосуффозионного устройства по защите солевого пласта в основании плотины, имеют огромное теоретико-практическое значение.

Объём и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, рекомендаций, списка литературы, включающего 302 библиографических ссылок изложен на 325 стр., из них 250 стр. основного текста, включающий 41 таблицу и иллюстрированный 103 рисунками. Приведены также 6 приложений на 42 страницах.

Во **введение** диссертации (стр. 8-20) автором приведены актуальность темы исследования, степень научной разработанности изучаемой проблемы, цель и задачи исследования, её научная новизна, положение выносимые на защиту, научно-практическая ценность работы и вклад автора в исследуемую проблему.

Первая глава диссертации (стр. 21-60) посвящена изложению результатов анализа водно-ресурсного потенциала (ледники, реки, озера, водохранилища и подземные воды) играющего важнейшую роль в обеспечение устойчивого развития Таджикистана; специфике гидротехнического строительства, в частности на территории бассейна реки Вахш; обоснования выбора объекта исследований; оценки геологического строения района строительства высоконапорной плотины Рогунской ГЭС; особенностей тектонических характеристик (разломы: Ионахпский, Гулизинданский №35) зон объекта исследования; состояния солевого пласта основания плотины и её физико-механические характеристики; обзора, анализа и оценки противофильтрационных завес на практике и особенностей формирования подземных вод в зоне объекта исследований.

Во второй главе диссертации (стр. 61-94) рассмотрены принципы организации инженерного мониторинга, методы натуральных (полевые) измерений и наблюдений; методика и технология исследования изменения состава подземных вод классическими методами и приборами резистивиметрии и термометрией; геотермические исследования пьезометрических скважин; базовые принципы, методика и технология отбора проб из скважины; область применения и технические особенности зонда-кондуктометра NELT для измерения уровня минерализации в скважинах и пространственно-временное изменение гидрогеохимического режима вокруг солевого пласта; область применения метода сейсмоакустического каротажа скважин для определения качества уплотнение противofильтрационной завесы и прижимное устройство для сейсмических датчиков к стенке скважины. Также рассмотрены и обоснованы возможности применения современных технологий изучения изменения состава подземных вод (гидрогеохимический режим), геотермической обстановки и фильтрационного режима.

Установлено, что при повышении уровня воды в водохранилище происходит увеличение фильтрационных потоков в основании плотины. Пресная вода в зависимости от действующего напора (гидростатического давления) проникая по имеющимся трещинам, достигая высокоминерализованных вод, защищающие пласт соли, изменяет концентрацию подземных минерализованных вод по глубине. Далее под действием фильтрационных потоков отжатая часть минерализованных вод переносится дальше от солевого пласта, ведущая к изменению гидрогеохимического режима в основании плотины.

Следует отметить, что в системе мониторинга решаются задачи как узкой детализации, так и задачи, требующие принятия «глобальных» решений, меняющих целые звенья в системе защиты основания. В связи с этим, автор отмечает, что система мониторинга должна быть всесторонней, унифицированной и гибкой, удовлетворяющая потребности всех уровней системы управления.

Концептуальными задачами, решаемые в процессе мониторинга, соискатель считает следующее: контроль за гидрогеохимическим режимом в основании плотины и геотермического и фильтрационного режима в основании плотины; организация наблюдений за работой системы защиты основания; выявление причин отключений от заданного режима; оценка наблюдаемых отклонений в основании во время строительства, эксплуатации и управлении техногенными процессами; прогноз развития возникающих ситуаций и выбор оптимального варианта, исключая отрицательные последствия нарушений заданного режима.

Автором, для оперативного контроля, разработана принципиальная схема архитектуры системы мониторинга геотермического и гидрогеохимического режима в основании плотины Рогунской ГЭС.

В этой главе рассмотрены конструктивные особенности и принцип работы разработанного автором кондуктометра NELT предназначенного для измерения изменения степени минерализации подземных вод за пластом соли.

В третьей главе диссертации, соискателем освещены теоретические и практические аспекты создания специального измерителя тепловых потоков (термометра - тепломера), основанного на теории тепломассопереноса, используемого для выявления пути сосредоточенной фильтрации в основании высоконапорной плотины; результаты проведенных анализов диапазона изменения распределения температурного поля в пьезометрической сети основания плотины Рогунской ГЭС; процесс создания тепломера и её испытание в пьезометрических сетях.

На основе полученных результатов натуральных исследований в пьезометрической сети основания плотины Рогунской ГЭС, автором выявлено, что факторами влияющие на изменения распределения температуры являются: асинхронный съём информации по стволу пьезометрических скважин (от пьезометра к пьезометру по времени); особенность горного массива связанного с теплофизическими характеристиками горных пород, трещиноватостью и фильтрационной характеристикой массива; нагрев горных пород солнечным излучением; гидравлический режим реки Вахш; водовоздушное течение реки Вахш.

Полученные данные позволили соискателю установить, что фильтрующаяся вода в основании высоконапорной плотины, приводит к возникновению процесса теплопереноса из окружающей породы.

В данной главе приведена конструкция и принцип работы разработанного автором термометр-тепломера и что немаловажно, изложен метод оптимального поиска путей сосредоточенной фильтрации, испытанные в левобережной пьезометрической сети основания плотины Рогунской ГЭС.

На наш взгляд, автором разработан уникальный прибор, изготовленный и испытанный в реальных натуральных условиях. При этом, следует отметить, что благодаря особой конструкции зонда удастся избежать влияния зондирования на установившийся температурный режим скважины в процессе сканирования и обеспечивающая при этом, малую постоянную времени термодатчиков в сочетании с механической защищенностью. Следует отметить также дифференциальную чувствительность прибора позволяющий уверенно обнаруживать перепады (градиент) температур в водной среде. Преимуществом рекомендуемого прибора, является измерение температуры в любой исследуемой точке, который позволяет создать необходимые условия сканирования всей скважины, или организацию наблюдений процессов фильтрации подземных вод на любой выбранной глубине и оперативно реагировать на появление пути сосредоточенной фильтрации угрожающий безопасности основания сооружений.

В четвертой главе диссертации Давлатшоевым С.К. рассмотрены теоретические и практические основы совершенствования измерительных приборов, в частности осуществлена разработка, изготовление и реализованы, в реальном масштабе времени, испытания уникального кондуктометра Кальмар для оперативного мониторинга гидрогеохимического режима основания высоконапорной плотины Рогунской ГЭС.

Следует особо отметить значимость разработки автором, математической модели трансформаторного кондуктометра Кальмар и ее метрологических характеристик прямого измерения; полученных результатов анализа и оценки изменения диапазона степени минерализации подземных вод, а также методов и технологии разработки и создания кондуктометра.

Как известно, безопасность эксплуатации высоконапорных плотин на растворимых породах во многом зависит от обоснованного выбора мероприятий по защите пород от растворения высокоплотной противofильтрационной завесы и систематического контроль за их работой, а также организации наблюдений за развитием физико-химических процессов непосредственно в основании плотины. Режимные фильтрационные, гидродинамические и гидрогеохимические наблюдения в реальном масштабе времени позволяют проследить техногенные изменения в основании плотины, тем самым обеспечивается безопасная эксплуатацию не только плотины, но также всего комплекса гидротехнических сооружений.

В четвертой главе также приведены структурная схема и принцип работы разработанного автором кондуктометра «Кальмар» и её конструктивные особенности и процесс автоматизации обработки материала. На наш взгляд, утверждение автора о том, что одним из решений данной задачи является применение кондуктометрического способа измерения и автоматизация процесс обработки материала, является обоснованным и целесообразным.

Таким образом, вывод о том, что разработка кондуктометрического метода и прибора для ведения режимного наблюдения за изменением гидрогеохимического режима в основании плотины в реальном масштабе времени и на её основе разработки автоматизированной системы гидрогеохимического мониторинга по выявлению признаки угроза безопасности сооружения и прогнозирования чрезвычайных ситуаций является актуальной

В пятой главы диссертации соискателем представлены результаты исследований и особо отмечается о необходимости использования теоретических и практических основ использования фактора изменения геотермического режима основания плотины для разработки интеллектуального метода определения коэффициента фильтрации в основании

высоконапорной плотины и образование путей сосредоточенной фильтрации на начальном этапе их зарождения.

Следует также отметить, что в данной главе акцентировано внимание на результаты исследования теоретических и практических основ выявления изменения гидрогеохимической особенностей в основании высоконапорной плотины Рогунской ГЭС на основе результатов анализа и оценки гидрогеохимических условий в зоне залегания пласта соли и изменения гидрогеохимического режима вокруг солевого пласта в зависимости от изменения уровня воды в реке Вахш.

Автором обоснован тезис о том, что несмотря на существующие теории, методики, расчёты и инструментальные способы определения коэффициента и скорости фильтрации (закон Дарси, методы налива и откачек, метод тепловой волны, индикаторные методы, инструментальные методы закачка воды под давлением (тест Люжона) и установки пьезометрических датчиков в основании плотины) развитие теории фильтрации в основаниях плотины представляет большой практический интерес при решении инженерных задач в области гидротехники.

Соискатель изучая тепловое поле в пьезометрической сети в основании плотины Рогунской ГЭС выявил причину изменения распределения температуры в приповерхностной части земной коры, к которым, в частности, отнесены: нагрев солнечным излучением и фильтрационными потоками воды влияющая на стабильность теплового поля в основании плотины. При этом, отмечено, что при возведении высоконапорной плотины влияние солнечного излучения на изменения теплового поля в её основании исключается. Таким образом, единственным фактором, влияющий на тепловое поля основания является фильтрация воды, что позволило соискателю осуществить правильный выбор направления исследований в области развития теории фильтрации в основаниях высоконапорной плотины на основе теории тепломассопереноса.

Автор на основе своих исследований подтверждает тезис о том, что массоперенос в основаниях плотины сопровождается теплопереносом. При этом, чем больше скорость фильтрация воды (массоперенос) тем больше теплоперенос.

Разработанный соискателем интеллектуальный метод определения коэффициента фильтрации и пути сосредоточенной фильтрации основана на периодическом измерении изменения распределения температуры в створе наблюдения описываемое эмпирическими уравнениями состояния температурного поля за единицу времени, позволяющий повысить точности измерения.

В этой же главе диссертант приводит результаты исследования по гидрогеохимическим особенностям, в частности о присутствии высокоминерализованной воды в виде полосы (барражный эффект) образовавшиеся по обеим сторонам солевого пласта и горизонтальная граница между менее и сильноминерализованными водами на уровне оголовка соли, считалось аномальным явлением, возникновению которого фактически не было объяснений.

Для защиты солевого пласта от растворения проектом Рогунской ГЭС предусмотрено постоянная схема гидравлических (подача воды под напором в гидравлических скважинах) и солевых (подача насыщенного рассола под напором в солевых скважинах) завес. На этапе опробование временной солевой завесы в левобережной части основания плотины первой очереди результаты показали поднятие уровня сильноминерализованных вод. Но как отмечает автор, системе были характерны недостатки заключающиеся в забивании фильтров в системе солепровода для осветления солевого раствора, осаждении соли в стенках трубы солепровода, забивание пьезометров в оголовке соли.

Соискателем Давлатшоевым С.К. в этой главе представлен обоснованный научно-практический вывод об этом аномальном явлении и определены причины неэффективности при работе временной солевой завесы, что стало основой для выявления нового неизвестного физического явления, для исследуемого объекта. В частности соискателем сделан вывод о том, что при повышении гидростатического давления в верхней части сильноминерализованных вод происходит **опреснения** минерализованных вод, а в нижней ча-

сти повышается **осмотическое** давление (повышается степени минерализации). В обратном случае (понижение гидростатического давления) происходит отжатие минерализованных вод. При неизменном состоянии гидростатического давления появляется равновесное состояние между менее и сильноминерализованными водами (граница), которое соискатель называет его гидронапорно-осмотической завесой.

Шестая глава диссертации посвящена результатам теоретических и практических основ анализа и оценки эффективности и надёжности эксплуатации временной солевой завесы на левобережной части солевого пласта основании плотины Рогунской ГЭС; разработке управляемого противосуффозионного устройства за оголовком солевого пласта позволяющий опреснению минерализованных вод в районе противофильтрационной завесе и отжатие минерализованных вод в зоне оголовка пласта соли; разработке способа перфорации разлома №35 (коэффициент фильтрации равна нулю) дренажными штольнями для управляемого перехвата обходных фильтрационных потоков; основных принципов оценки качества укрепительной цементации вмещающего массива песчаников в опытном участке трансформаторного помещения Рогунской ГЭС.

В этой главе представлены результаты опыта эксплуатации системы временной солевой завесы на левобережной части солевого пласта, в основании плотины первой очереди Рогунской ГЭС. В частности, изучение эффективности комплекса солезакщитных мероприятий проводилось на основе анализа данных натуральных наблюдений за уровнем и минерализацией грунтовых вод в зоне работы солевого экрана, а также анализа результатов натуральных наблюдений за изменением поглощающей способности рассолоподающих скважин солевого экрана.

Соискателем при эксплуатации временной солевой завесы были решены следующие задачи: уточнена модель распределения минерализации подземных вод на участке солевого пласта; изучено влияние техногенных воздействий на изменение подземных минерализованных вод; изучена эффективность солезакщитных мероприятий осуществленное на основе результатов наблюдений за изменением поглощающей способности рассолоподающих скважин солевого экрана.

Анализ и оценка результатов исследований позволили соискателю выявить факт того, что заложенное в проекте Рогунской ГЭС системы защиты солевого пласта состоящих из солевых и гидравлических завес на всю длину защищаемого участка, при эксплуатации временной солевой защиты, опробованное на начальном левобережном участке солевого пласта создающий устойчивую гидрохимическую среду показала свою неэффективность и ненадёжность. Основанием для такого вывода явилось то, что предложенный проект является трудозатратным, ненадёжным, а трубопроводы гидравлической и солевой завесы находящейся под высоким давлением представляет собой источник риска жизни техническому персоналу во время эксплуатации.

Соискатель с учетом полученных результатов и обоснованных выводов в диссертационной работе предлагает способ и устройства для управления гидрогеохимического режима за солевым пластом. Предложенный вариант позволяет создать градиент давления между оголовком солевого пласта и противофильтрационной завесе, путём перехвата пресных фильтрационных потоков в зоне оголовка солевого пласта, позволяющий опреснять минерализованные воды в районе противофильтрационной завесы и отжать минерализованные воды в зон заднего граня солевого пласта, что способствует поднятию минерализованных вод к оголовку пласта соли и этим обеспечивается изоляция пласта соли от агрессивных действий пресных вод.

Следует особо отметить, что во избежание формирования сосредоточения обходных фильтрационных вод вдоль разлома №35, соискателем предложено перфорировать разлом дренажными штольнями и организовать управляемый перехват фильтрационных вод требуемого объёма, основанное на анализе проекта Рогунской ГЭС в котором за ядром основной плотины по обеим бортам поднимается разлом №35 с нулевым коэффициентом фильтрации, мешающий нормальному формированию обходных фильтрационных

потоков и как следствие сосредоточенная фильтрация может формироваться вдоль самого разлома.

Оценка результатов геофизических исследований в опытных участках помещения трансформаторов позволили Давлатшоеву С.К. установить закономерности отрицательно-го эффекта укрепительной цементации сохранных горных пород с высокими первоначальными продольными скоростями, связанных с высоким давлением существующей технологии цементации, в результате которого происходит раскрытие мелких трещин и проявление эффекта локальных гидроразрывов (ухудшение плотности горных пород).

Давлатшоевым С.К в диссертации представлено следующее заключение:

1. Внесен вклад в дальнейшее развитие теории и методов управления фильтрационным режимом в растворимых основаниях высоконапорных плотин. Сформулированы концептуальные основы совершенствования методов ведения мониторинга, с разработкой **критериального показателя для оперативной оценки эффективности противотрационных и противосуффозионных мероприятий** и формирования мероприятий по обеспечению безопасности основания плотины.

2. Впервые создана математическая модель для оптимального поиска участков зарождения путей сосредоточенной фильтрации и определения коэффициента фильтрации с применением теории тепломассопереноса, разработан высокочувствительный **двухканальный геотермометр-тепломер** с высокой точностью для исследуемого объекта.

3. Разработана **математическая модель трансформаторного кондуктометра**, кондуктометрический метод и аппаратура измерения электрической проводимости подземных, минерализованных вод в пьезометрической сети в диапазоне от 0,2 до 300 г/л. с функциями автоматизированной калибровки без применения сложного оборудования.

4. Экспериментально установлено ранее неизвестное физическое явление возникновения геотепловой завесы разделяющая земную кору на зону аккумуляции солнечной энергии (приповерхностная часть земной коры) и зону аккумуляции теплового потока, идущего из недр Земли, определяемая интенсивностью солнечного излучения, скоростью и объёмом потока воды в русле, скоростью наземного ветра, средней теплопроводностью пород земной коры, теплоёмкостью подземных вод и встречным тепловым потоком от ядра Земли. Установлено явление аномального прогрева приповерхностной части земной коры, связанное с уменьшением объёма зоны аккумуляции солнечной энергии при приближении геотепловой завесы к поверхности Земли, которое является одним из основных факторов приводящий к деградации ледников, испарения воды, возникновения засухи и увеличения площади лесных пожаров.

5. Разработан метод и система двухуровневого контроля изменения теплового режима земной коры, с использованием измерения температуры в приповерхностной части земной коры до геотепловой завесы и глубже за геотепловой завесой. Предложено эмпирическое уравнение состояния теплового поля, позволяющее косвенно определить изменение распределения температуры по глубине земной коры, а также способствующее исследовать дневной и летний нагрев приповерхностной части земной коры солнечным излучением и ночную зимнюю теплоотдачу в атмосферу, для составления годового баланса теплонакопления в земной коре и теплоотдачу в атмосферу.

6. На основе теории тепломассопереноса, разработан метод определения коэффициента фильтрации в основании плотины, с учетом изменения теплового состояния земли. Разработанный метод и полученная формула коэффициента фильтрации (аналог закона Дарси) позволяет определять скорость фильтрации, в основании плотины на скальных трещиноватых породах, с движением фильтрующейся воды принимающее турбулентный характер.

7. Установлено неизвестное ранее физическое явление **опреснения** возникающее при повышении величины гидростатического давления над осмотическим давлением минерализованных вод и **отжатия** при повышении осмотического давления над гидростатическим давлением. Выявлено ранее неизвестное физическое явление возникновения гидронапорно-осмотической завесы между менее и сильноминерализованными водами воз-

никающее при достижении равновесного состояния между гидростатическим и осмотическим давлением, при котором массоперенос молекулы воды в обоих направлениях прекращается.

8. Предложенный способ и устройство сифонного перехвата пресных фильтрационных потоков, и сброс их в нижний бьеф сооружения, позволяет управлять и обеспечивать неравномерное давление фильтрационных вод между скважинами пробуренные в сторону оголовка соли и противофильтрационной завесой на всю длину защищаемого участка и прижатия минерализованных вод к телу солевого пласта, уменьшая при этом растворение и суффозию оголовка солевого пласта.

Публикация результатов исследования по теме диссертации.

Основное содержание диссертации отражено в 82 печатных работах, в том числе 29 - в рецензируемых журналах из перечня ВАК при Президенте РФ и ВАК РФ, 8 малых патентах Республики Таджикистан и 4 патентах Евроазиатской патентной организации, а также в 36 статьях, опубликованных в сборниках международных, республиканских научных конференций и в 5 монографиях. 16 работ написаны и опубликованы автором единолично.

Автореферат диссертации соответствует требованиям Порядка присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267.

Замечания по диссертационной работе

1. Требуется пояснения отсутствие в диссертации схемы расположения для термометрических измерителей (стр. 68, глава 2). Тогда как схема расположения кондуктометрических измерителей за пластом соли из солевой штольни на концептуальном уровне в диссертации приведена (Рисунок 2.3).

2. В таблице 3.8 приведены основные технические характеристики термометра. База, расстояние между температурными датчиками принята равной 180 мм. Повышается ли точность прибора при увеличении расстояния между датчиками?

3. В чем заключается связь (Глава 5, стр. 172) «Изменения климата являются следствием нарушения режима теплообмена между всеми природными системами» и «Механизм нарушения теплообмена». В диссертации на этот счет пояснения отсутствуют.

4. Какова картина распределения температуры в пьезометрической скважине на определенном расстоянии от русла реки Вахш?

Автором в диссертации на рисунке 5.1 приведены только графики распределения температуры в пьезометрической скважине П-31 находящаяся рядом с руслом реки Вахш.

5. Следует обосновать выбор шага между первой группой датчиков температуры принята переменным - от 1 до 5 метров (Глава 5, рисунок 5.3).

6. В чем заключается различие между конструктивными и технологическими особенностями временной солевой завесы и постоянной схемы защиты солевого пласта утверждённые проектом?

7. Многие проектировщики и эксперты утверждали, что большое гидростатическое давления замедляет или исключает растворение солевого пласта. Результаты Ваших исследований подтверждают или исключают эти утверждения?

8. В диссертации не приведены конструктивные особенности предложенной автором системы защиты солевого пласта (Глава 6, стр. 228, рисунок 6.4). В частности какова глубина скважин и шаг между ними?

9. В чем заключается вклад результатов диссертационных исследований по обеспечению устойчивости и безопасности плотины и гидротехнического комплекса сооружений Рогунской ГЭС?

10. Текст диссертации и автореферата сопровождается отдельными грамматическими и стилистическими ошибками.

Отмеченные незначительные упущения ни в коей мере не снижают качество и положительную научную оценку данной диссертации и не оказывают отрицательного влияния на ее научный уровень.

Диссертация Давлатшоева С.К. представляет собой законченное научное исследование, содержащий глубокое научное исследование и является научно-квалификационной работой, с логичностью построения и доведения результатов исследований до практической реализации.

Содержание диссертации соответствует определённым областям паспорта специальности **2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.8. Гидротехническое строительство)**.

Разработанные автором теоретические предпосылки, а также устройство, признанное изобретением, востребованы соответствующими структурами в области использования, охраны водных ресурсов.

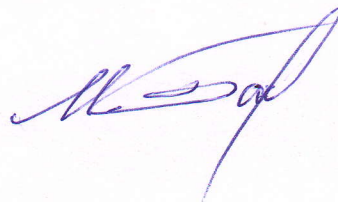
Основные научные результаты диссертационной работы Давлатшоева С.К. опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Оформление диссертации и автореферат соответствует требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

Диссертация Давлатшоева Саломата Каноатшоевича на тему: *«Развитие теории и методов управления фильтрационным режимом в основаниях высоконапорных плотин»*, представленная на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.1. Геология, геодезия, гидрология, строительство, архитектура (2.1.8. Гидротехническое строительство), выполнена на высоком научно-методическом уровне, соответствует требованиям п. 31, 33, 34 и 35 Порядка присуждения учёных степеней, утверждённом постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267, а ее автор заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент:

д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки
Республики Каракалпакистан, заведующий кафедрой
«Гидротехнические сооружения и инженерные конструкции» Национального
исследовательского университета
«Ташкентский институт инженеров
ирригации и механизации сельского
хозяйства» (НИУ «ТИИМСХ»)



Бакиев М.Р.

26 05 2026 г.

Адрес: индекс100000, Республика Узбекистан,
Город Ташкент, Мирзо-Улугбекский район,
Улица массив Ирригатор д.1, кв.28
Тел.:(+992)933877700
E-mail:bakiev1947@rambler.ru

Подпись Бакиева М.Р. заверяю:
Начальник ОК.....



Файзуллаев Р.

Адрес: индекс100000, Республика Узбекистан,
Город Ташкент, Мирзо-Улугбекский район,
Улица Кары-Ниезий, зд. 39
Тел.:(+992)712371949
E-mail:admin@tiiame.uz

26 05 2026 г.