

Погрешность наших расчётов составляет 10,2%, т.к. при исследовании были использованы бесплатные спутниковые снимки с разрешениями 60, 30 (Landsat 1-8) и 10 (Sentinel) метров.

**Заключение.** Таким образом, проведённый анализ ледников показал, что ледники с площадью более 10 км<sup>2</sup> тают медленнее, чем ледники с площадью 0,100-0,200 км<sup>2</sup>.

Установлено, что ледники южного склона Рушанского хребта тают быстрее, чем ледники северного склона Шахдаринского хребта.

В бассейне р. Гунт (по данным 2018 года) насчитываются 1030 ледников и встречаются все типы ледников, но преобладают склоновые и долинные ледники.

В результате исследований выявлено, что языковая часть ледника №777, в период с 1977 по 2018 гг., отступила на 206 км, а отступление ледника Сафедоб составила 1 км.

#### Список использованной литературы

1. Каталог Ледников СССР. Том 14. Средняя Азия, часть 15. Бассейн реки Гунт. – Гидрометеоздат, 1979.
2. Долгушин Л.Д., Осипова Г.Б. Природа Мира. Ледники. – Москва: Мысль 1989.- с. 120-121.
3. Каюмов А. Третье национальное сообщение Республики Таджикистан по рамочной конвенции ООН об изменении климата. Душанбе: 2014.
4. Глазырин Г.Е. Влияние площади и ориентации ледников на их сокращение при изменении климата. – Материалы гляциологических исследований, 2007, №103, с. 118-122.
5. Ананичева М.Д., Капустин Г.А. Оценка изменений ледников гор Бырранга по космическим снимкам и Каталогу ледников СССР. – Лёд и Снег, 2010, №3 (111). с. 19-26.

УДК 626/627+629.039.58

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИАПАЗОНА ИЗМЕНЕНИЯ СТЕПЕНИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ОСНОВАНИИ ПЛОТИНЫ РОГУНСКОЙ ГЭС

*Давлатшоев С.К.<sup>1</sup>, Фазилов В.А.<sup>1</sup>, Рахимов Б.Н.<sup>2</sup>, Сафаров М.М.<sup>2</sup>*

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ<sup>1</sup>  
Таджикский технический университет им. ак. М.С. Осими<sup>2</sup>*

**Аннотация.** При возведении плотины Рогунской ГЭС особое внимание надо уделить обеспечению защиты породы основания от размыва и растворения. Детальное изучение свойств грунтов основания и принятие мер по их закреплению, уменьшению градиентов напора соответствующими противифльтрационными устройствами может полностью исключить развитие растворения соли и выщелачивания гипса, следовательно, и опасность разрушения плотины. В связи с этим, требуются надежные методы для ведения мониторинга, позволяющие своевременно оценить эффективность противифльтрационных мероприятий и сохранность солевого пласта. В статье приводятся исследования по изучению диапазона изменения степени минерализации подземных вод в зоне оголовка солевого пласта, для подготовки требований по созданию кондуктометрического прибора.

**Ключевые слова:** плотина, карст, растворимые породы, солевой пласт, минерализация, пьезометрическая сеть, резистивиметрия, гидрогеохимия, фильтрация, модель минерализации.

**Abstract.** During the construction of the Rogun HPP dam, special attention should be paid to ensuring the protection of the foundation rocks from erosion and dissolution. A detailed study

*of the properties of the foundation soils and taking measures for their consolidation, reduction of pressure gradients with appropriate impervious devices can completely exclude the development of salt dissolution and leaching of gypsum, hence, the danger of dam destruction. In this regard, reliable monitoring methods are required, allowing timely assessment of the effectiveness of anti-filtration measures and the safety of the salt layer. The article provides research to study the range of changes in the extent of groundwater mineralization in the area of the head of a salt layer; to prepare a requirement for the creation of a conductometric instrument.*

**Key words:** dam, karst, soluble rocks, salt layer, mineralization, piezometric network, resistivity measurement, hydro-geochemistry, filtration, mineralization model.

К настоящему времени накоплен огромный опыт и успешно ведётся строительство плотин с карстующимися карбонатными породами в основании плотин. Уникальной является Рогунская плотина, в основании которой залегает каменная соль [1-3]. Анализ литературных данных по более, чем 30 плотинам, содержащим в основании гипс, показывает, что возникающие проблемы не всегда находили удовлетворительное решение. В зарубежной практике известны случаи катастроф, аварий, отказа от строительства при обнаружении в разрезах основания плотины отложения гипса.

Безопасность эксплуатации плотин на растворимых породах во многом определяют обоснованный выбор мероприятий по защите пород от растворения, контроль за их работой, а также организация наблюдений за развитием физико – химических процессов в основании плотины [4].

Проектом Рогунской ГЭС предусмотрено, что при возведении перемычки и переключения расхода реки Вахш по строительным туннелям могут сформироваться фильтрационные потоки вдоль солевого пласта. Учитывая пространственное положение и мощность солевого пласта в основании будущей плотины, в качестве сугубо временного мероприятия, до готовности основного комплекса защиты солевого пласта, было предложено создание специальной временной солевой завесы (ВСЗ).

Принцип работы такой завесы заключается в том, что вдоль солевого пласта, с обеих сторон, на длине защищаемого участка основания перемычки устраиваются солевые скважины, с подачей в них строго до-

зированного концентрированного рассола. Постоянное возмещение бытового солевого пласта в основании перемычки, создает устойчивую гидрогеохимическую среду и способствует сохранности солевого пласта.

Временная солевая завеса в виде двух рядов нагнетательных скважин выполнена вдоль левобережной части пласта соли. Рабочая часть скважин солевой завесы имеет диаметр 93 мм и длину 15 м. Шаг между скважинами 6 м. Скважины заполнены песчаным материалом, внутри которого проходит подающая рассол перфорированная труба.

Рассол с содержанием 280 – 310 г/л для подачи в скважины солевой завесы готовится на растворном узле из привозной соли и, перейдя через систему фильтров и отстойников, поступает на распределительный узел, откуда самотеком по системе трубопроводов подводится к нагнетательным скважинам.

Основные требования к временной солевой завесе проектом были предусмотрены:

- нагнетаемый рассол должен иметь концентрацию не менее 250 г/л NaCl, 3-5 г/л CaSO<sub>4</sub>, содержание извести не более 3 г/л, крупность нерастворимых частиц не более 25 мм;

- система солевых скважин должна обеспечить образование шлейфа рассола вокруг солевого пласта с поддержанием в породном массиве концентрации не ниже естественных уровней.

В процессе эксплуатации сооружений временной солевой завесы контролировались следующие параметры:

- химический состав, концентрация, содержание взвеси и крупность нераствори-

мых частиц в приготовливаемом и закачиваемом в скважины рассоле;

- количество рассола, поглощаемого скважинами (приемистость скважин);
- уровни минерализации и химсостав подземных вод, формирующихся с обеих сторон солевого пласта;
- коррозионная стойкость материалов, применяемых в сооружениях солевой завесы.

Работа системы подачи рассола контролируется ежедневными измерениями поглощающей способности скважин, которое производится на входе в рассолоподающий трубопровод. Кроме того, на узле распределения рассола ежедневно фиксируется количество рассола, поданное в систему временной солевой завесы. Такой контроль требует новые методы и приборы позволяющие контроль в реальном масштабе времени.

С целью создания прибора кондуктометрического измерения для наблюдения за гидрогеохимическим режимом основания плотины на растворимых породах, необходимо исследовать диапазоны изменения температурного поля [5] и степени минерализации подземных минерализованных вод по стволу скважины [6], определить минимальное, максимальное значение названных параметров и подготовить техническое требование к разработке метода и прибора кондуктометрического измерения [7, 8].

Результаты наблюдений за поглощающей способностью скважин временной солевой завесы представлены в таблице 1.

Суммарный расход рассола по обеим сторонам Ионахшского разлома подтверждает ранее установленную повышенную проницаемость пород всячего бока по сравнению с лежащим [9].

Поглощающая способность породы всячего крыла по отношению к породом лежащего крыла в 1,5 – 1,7 раза выше.

Пьезометрическая наблюдательная сеть на участке временной солевой завесы (300 м) была представлена 12 – ю створами по 1 или 3 пьезометра в каждом. Расстояния меж-

ду створами принято в пределах 17 – 30 м; расстояния между пьезометрами в створе не превышает 5 м. Общее количество пьезометров, задействованных в исследованиях 28.

Целью и задачами специальных гидрогеохимических исследований в зоне пласта соли является оперативный контроль гидрогеохимического режима: уточнение модели распределения минерализации подземных вод на участке солевого пласта (изучение движения подземных фильтрационных потоков); изучение влияния техногенных воздействий на изменение подземных минерализованных вод; наблюдения за изменением поглощающей способности рассолоподающих скважин солевого экрана позволяющий изучать эффективность солезакщитных мероприятий.

Для изучения изменения минерализации в зоне оголовка солевого пласта был выбран метод резистивиметрии, который является наиболее эффективным и технологичным геофизическим методом. Он обладает высокой информативностью и возможностью изучения обводненной части пьезометрической скважины. Резистивиметрия основана на выявлении гидрохимических аномалий, обусловленных сосредоточенными потоками фильтрующихся русловых вод, направленных в обходные строительные туннели.

Резистивиметрические исследования в скважинах пьезометрической сети выполнялись с помощью переносной аппаратуры, специальным трехэлектродным резистивиметром РСМ - 36. Отличительной особенностью данного резистивиметра является его широкий диапазон измеряемых удельных электрических сопротивлений электролитов от ультрапресных до рассолов.

Особенность методики проведения полевых работ заключалась в строгом соблюдении очередности выполнения выбранных методов. В первую очередь, с целью минимального искажения температурного поля, при спуске прибора в скважину, выполнялась термометрия с точечной регистрацией. Затем выполнялась резистивиметрия по той

Таблица 1.

## Изменения расхода рассола в рассолоподающих трубках

Второе полугодие 1990 г.			Второе полугодие 1991 г.		
Дата измерения	Лежачий бок	Висячий бок	Дата измерения	Лежачий бок	Висячий бок
04.07.90	25.27	53.73	06.06.91	17.76	31.31
11.07.90	13.38	46.72	13.06.91	14.63	40.39
18.07.90	10.30	16.93	18.06.91	14.82	33.70
25.07.90	21.06	35.25	27.06.91	22.02	30.30
08.08.90	20.18	36.55	03.07.91	18.43	50.23
07.09.90	26.98	23.99	12.07.91	16.89	48.92
20.09.90	25.66	33.39	17.07.91	17.90	48.88
22.09.90	26.21	48.30	23.07.91	13.84	39.46
27.09.90	30.22	50.98	29.07.91	22.25	51.56
03.10.90	21.61	40.75	07.08.91	32.37	53.56
10.10.90	23.45	37.85	14.08.91	28.67	34.81
17.10.90	27.58	36.19	21.08.91	26.82	46.66
26.10.90	28.14	37.92	28.08.91	17.61	30.86
31.10.90	30.91	39.87	04.09.91	16.52	34.46
			11.09.91	21.57	36.96
			18.09.91	18.86	25.69
			25.09.91	55.80	33.87
			02.10.91	21.23	23.18
			23.10.91	21.45	32.82
			11.11.91	20.45	29.64
Сум. Q	332.95	537.82	Сум. Q	439.89	757.71

же схеме, но только в обводненном интервале пьезометров. В основном методика резистивиметрических исследований в скважинах носила традиционный характер и не отличалась от широко используемой в Институте Гидропроект.

Было произведено 10 циклов резистивиметрических исследований по 11 створам (№№ 1, 2, 3, 4, 4а, 5, 6, 6а, 7, 8, 9). При обработке материалов было выявлено, что по некоторым пьезометрам не велись регулярные наблюдения. Причинами являются камнепад на левобережном склоне, непогода и технические неполадки.

Обработка материалов произведена по следующим пьезометрам: цикл 5, 7, 10 – по 15 пьезометрам, цикл 6, 11, 12, 13 – по 12 пьезометрам, цикл 8, 9 – по 16 пьезометрам и цикл 14 – по 14 пьезометрам.

Для анализа временных изменений минерализации подземных вод в районе солевого пласта были исследованы изменения минерализации с глубиной по каждому из 28 - ми пьезометров с указанием даты и номера цикла. Несмотря на вариации абсолютных значений, характер изменения минерализации с глубиной в целом сохраняется с начала и до конца исследований.

В результате проведенных исследований по определению предела изменения степени минерализации в пьезометрических скважинах выявлено: минимальное значение минерализации равной 6.2 г/л обнаружено в П-29 8 цикле ( $S_{\text{мин}} = 6.2$  г/л), а максимальное значение минерализации равное 370.5 г/л в П-19бв 10 цикле ( $S_{\text{макс}} = 370.5$  г/л).



Таким образом предел изменения степени минерализации во всех выше приведенных циклах следующее:

$$C_{\text{мин}} = 6.2 \text{ г/л}, C_{\text{макс}} = 370.5 \text{ г/л}.$$

Начиная с 5 цикла (август 1990 г.), начинается плавное увеличение минерализации до января 1991 г., когда она достигает 241,9 г/л, затем происходит спад до 184,1 г/л (июнь 1991 г.), на протяжении 11, 12, 13 циклов (март, май, июнь 1991 г.) и в 14 цикле (июль) происходит понижение до 122,2 г/л. Режимный характер работы стали носить с 5-го цикла, средняя минерализация по этому циклу была 156 г/л.

Для того, чтобы иметь представление об изменении минерализации подземных вод по глубине в зоне залегания солевого пласта рассмотрим результаты измерения 5-го и 9-го циклов. Эти циклы являются аномальными и характеризуются самыми низкими значениями минерализации ( $C_{\text{ср}}$  (цикл 5) = 167,1 г/л,  $C_{\text{ср}}$  (цикл 14) = 122,2 г/л,) и самым высоким значением минерализации ( $C_{\text{ср}}$  (цикл 9) = 241,9 г/л.), отмеченными за весь период исследований.

Для оценки распространения солевого облака вокруг пласта соли были построены модели минерализации подземных вод по двум аномальным циклам (рис. 1 и 2). Цикл 9 (январь 1991) охватывает период времени

, когда минерализация подземных вод отличается максимальными значениями ( $C_{\text{ср}} = 241,9 \text{ г/л}$ ) и цикл 14 (июль 1991) - минимальными  $C_{\text{ср}} = 122,2 \text{ г/л}$ .

Модель минерализации представляет собой условный разрез, сформированный путем совмещения в некоторую заданную плоскость 12 створов. Началом координат совмещения служит точка пересечения оси оголовка соли и кровли солевого пласта.

Модель минерализации подземных вод, построенная таким образом, отражает все детальные особенности распределения солевого облака на участке солевой завесы.

Область высоких значений минерализации ( $C > 300 \text{ г/л}$ ), существующая около солевого пласта (цикл 9) не имеет четкого контура. В висячем боку, примерно на глубине 10 м от кровли солевого пласта контур зоны «разъеден» менее минерализованными водами, фильтрующийся по трещинам напластования сверху вниз.

Зона пониженных значений минерализации (лежащий бок Ионахшского разлома) имеет довольно причудливые очертания с большим количеством локальных участков, характеризующихся экстремальными значениями минерализации на общем фоне  $C = 200 \text{ г/л}$ .

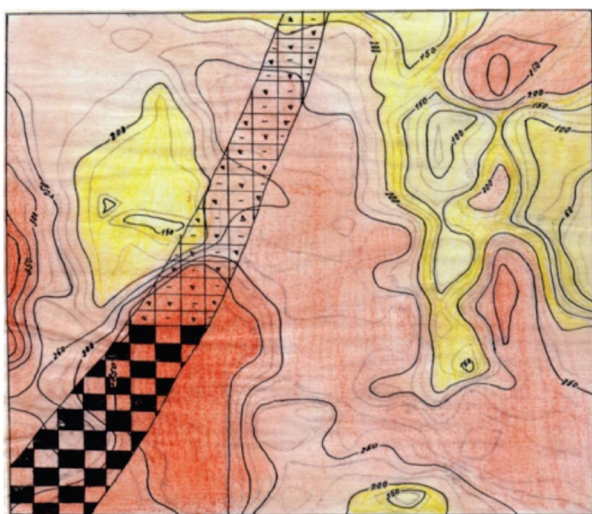


Рис. 1. Модель минерализации подземных вод на участке солевой завесы Рогунской ГЭС (Масштаб 1:200). Цикл 9, 11 - 13 января 1991 г.



Рис. 2. Модель минерализации подземных вод на участке солевой завесы Рогунской ГЭС (Масштаб 1:200). Цикл 14, 25 - 27 июля 1991 г.

В цикле 14 зона пониженных значений минерализации несколько сужает свои очертания, опускается ниже на 1,6 м, по сравнению с 9 циклом и приближается к высокоминерализованному околопластовому ореолу.

Помимо движения фильтрующихся вод сверху вниз по трещинам напластования пород солевой завесы, отмечаются фильтрационные явления в зоне оголовка пласта соли в интервале глубин между пригрузочной бетонной плитой и цементационной завесой.

### Выводы

1. Результаты наблюдений за поглощающей способностью скважин временной солевой завесы показали, что суммарный расход рассола по обеим сторонам Ионахшского разлома подтверждает повышенную проницаемость пород висячего бока по сравнению с лежащим на 1,5 – 1,7 раз.
2. Построенная модель минерализации подземных вод на участке солевой завесы показывает, что вдоль разлома и солевого пласта существует фильтрационный поток.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гарелина С.А., Сафаров М.М., Давлатшоев С.К. Система мониторинга и защиты солевого пласта основания плотины Рогунской ГЭС. В сборнике: Общественные проблемы инженерной подготовки кадров МЧС РФ. Сборник трудов секции №16 XXIX Международной научно-практической конференции. 2019. С.19-23.
2. Гарелина С.А., Давлатшоев С.К., Сафаров М.М. Кондуктометр для контроля гидрогеохимического режима в основании плотины. В сборнике: Общественные проблемы инженерной подготовки кадров МЧС РФ. Сборник трудов XXVIII Международной научно-практической конференции. 2018. С.23-26.
3. Давлатшоев С.К., Кобулиев З.В., Сафаров

М.М. Кондуктометрический способ и устройства для мониторинга гидрогеохимического режима в основании плотины на легкорастворимых породах. В сборнике: Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ. Сборник трудов V Международной научно-технической конференции. 2019. С.270-282.

4. Давлатшоев С.К., Кобулиев З.В., Сафаров М.М. Измерения диапазон изменения температурного поля во времени в основании плотины Рогунской ГЭС. В сборнике: Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ. Сборник трудов V Международной научно-технической конференции. 2019. С.293-301.
5. Давлатшоев С.К., Кобулиев З.В., Сафаров М.М. Измерения диапазон изменения степени минерализации подземных вод в основании плотины Рогунской ГЭС. В сборнике: Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ. Сборник трудов V Международной научно-технической конференции. 2019. С.302-309.
6. Давлатшоев С.К., Сафаров М.М. Кондуктометрический способ и аппаратура измерения уровня минерализации в пьезометрических сетях. Вестник технологического университета, Казань, №18, Т. 20, 2017. С. 45-52.
7. Давлатшоев С.К., Сафаров М.М., Леонидова Н.В. исследование водопроницаемости породы в участке солевого пласта в основании плотины Рогунской ГЭС. Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. Душанбе, №1, 2008. С.58-64.
8. Сафаров М.М., Кобулиев З.В., Давлатшоев С.К. Способ и устройства для гидрогеохимического мониторинга основании плотины на водорастворимых породах. В сборнике: Вопросы физической и кол-

лоидной химии. Материалы IV Международной конференции, посвященной памяти докторов химических наук, профессоров Хамида Мухсиновича Якубова и Зухуриддина Нуриддиновича Юсуфова. 2019. С.348-353.

9. Сафаров М.М., Давлатшоев С.К., Исследование концентрации подземных вод

экспресс – кондуктометрическим методом. В сборнике: энергосбережение и эффективность в технических системах. Материалы V Международной научно – технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. 2018. С. 362 – 362.

УДК 619:001.1639.3 (575.3)

## СОЗДАНИЕ РИСОРЫБНЫХ ХОЗЯЙСТВ В РЕШЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ СТРАНЫ

**Кариева Ф.А., Боев Р.Д.**

*Зав. Лабораторией «Экологии и устойчивого развития» ИВПГиЭ НАНТ,  
зав. научно-образовательного сектора ИВПГиЭ НАНТ  
Тел: (+992 37) 2222321; E-mail: karaeva-27@mail.ru, boev1961@bk.ru*

*В статье приводятся методы выращивания рыбы в рисовых полях. Определены характеристики совместного выращивания риса и рыбы, а так же использование рисовых полей, после уборки урожая под выращивание рыб. Дана характеристика и применение в нашей республике мирового опыта в этом направлении.*

**Ключевые слова:** рис, рисовое поле, рыба, карп, белый амур, личинки, мальки, подрощенные мальки, рыбоводство, водоёмы.

*The article provides methods of growing fish in rice fields. The characteristics of the joint cultivation of rice and fish, as well as the use of rice fields for fish farming after harvesting are determined. The characteristic and application of world experience in our country in this direction is given.*

**Keywords:** rice, rice field, fish, carp, grass carp, larvae, fry, bred fry, fish farming, ponds.

*Дар мақола усулҳои парвариши моҳӣ дар майдонҳои шоли оварда шудааст. Хусусиятҳои парвариши муштараки шоли ва моҳӣ, инчунин истифодаи майдонҳои шоли баъд аз ҷамъоварии ҳосил дар хоҷагии моҳипарварӣ муайян карда шудаанд. Тавсиф ва истифодаи таҷрибаи ҷаҳонӣ дар ин самт дар ҷумҳурии мо оварда шудааст.*

**Калидвожаҳо:** шоли, майдони шоли, моҳӣ, мохичаҳо, кирминамоҳича, хоҷагии моҳипарварӣ, ҳавз.

Рис является важной продовольственной культурой, биологические особенности которого позволяют использовать поля под его выращивание и для разведения рыбы. Рисорыбные хозяйства широко распространены во всех странах, которые выращивают рис. Рисовые поля представляют собой хорошо спланированные участки земли (чеки), окруженные земляным валиком и залитые

водой на глубину 0,15-0,30 м. Вода поступает через сеть водоснабжающих каналов и удаляется в сбросные каналы.

Организация комплексного рисорыбного хозяйства очень выгодна. Рыба в поисках пищи разрыхляет грунт, разбивает биологическую пленку на поверхности воды, уничтожает личинки рисового комара, который является основным вредителем этого злака,