

Использование природно-техногенных несквозных таликов в качестве резервных источников водоснабжения (на примере участка долины реки Сытыкан, Республика Саха (Якутия))

©2022 А. М. Янников[✉] ¹, Н. М. Брычаев^{1,2}

¹Институт «Якутнипроалмаз» АК АЛРОСА (ПАО), ул. Ленина, 39, 678174, Мирный, Республика Саха (Якутия), Российская Федерация

²Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, 394018, Воронеж, Российская Федерация

Аннотация

Введение: Вопрос организации питьевого водоснабжения является приоритетной задачей, требующей должного научно-методического сопровождения и проведения соответствующих изысканий. Особое внимание данной проблеме уделяется в случаях использования для этих целей поверхностных вод, т.е. речных водозаборов. Подобные источники воды в меньшей степени защищены от техногенного загрязнения и негативных климатических факторов. Уникальные криогидрогеологические условия Западной Якутии на заре промышленного освоения коренных месторождений алмазов предопределили источники не только питьевого, но и технического водоснабжения. На реках строились плотины и формировались питьевые водохранилища. В настоящий момент главным и единственным источником водоснабжения города Удачный и Удачинского ГОКа является водохранилище на р. Сытыкан. Происходящие в настоящее время климатические изменения, а именно участившиеся засухи, требуют проработки использования альтернативных источников водоснабжения. В данной статье рассматриваются перспективы использования сформировавшегося в процессе эксплуатации питьевого водохранилища несквозного талика.

Методика: Определение гидрогеологических характеристик проводилось в процессе проведения комплекса полевых работ, выполненных в 2021–2022 гг. и включающих в себя: обследование гидротехнических сооружений (ГТС), анализ геофизических работ, гидрохимическое опробование, опытное бурение с определением фильтрационных параметров. При анализе полученных результатов широко использовались методы, используемые при изучении гидродинамики и гидравлики водонасыщенных сред в условиях неустановившегося и квазистационарного режимов. Теоретические исследования сводились к аналитическому решению задач по определению влияния выделенных природных и техногенных факторов на режим и интенсивность излива пластовых вод.

Результаты и обсуждение: Причиной формирования природно-техногенного талика под водохранилищем р. Сытыкан явилась совокупность нескольких факторов: геологическое и структурно-тектоническое строение долины р. Сытыкан, гидрогенное растепление пород от накопленных в водохранилище вод. Опытное бурение и последующие опытно-фильтрационные работы подтвердили высокие дебиты таликового водоносного горизонта. Областью обеспеченного питания (зоной инфильтрации) закономерно выступает непосредственно водохранилище. Предполагаемые линейные размеры данной зоны достигают 700–900 м по направлению потока, до 400 м в борт и до 100 м в глубину. Зона разгрузки представлена многочисленными выходами пресных вод в виде контактно-эрозийных родников. На момент наблюдений длина фронта оценивалась ~ 800 м, а сум-



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

✉ Янников Алексей Михайлович, e-mail: yannikov90@mail.ru

марный расход источников ~ в 9000 м³/час. Усреднённый химический (анионо-катионный) состав воды в самом водохранилище и в точках выхода обходной фильтрации подтвердил подходящее для целей водоснабжения качество воды.

Заключение: Проведенные работы позволили обосновать возможность применения таликовых вод для водоснабжения города Удачный, и рассматривать несквозной талик как резервный источник в случае падения уровня в водохранилище и исчерпания полезного объёма водохранилища. В качестве основной рекомендации, предлагаемой к реализации, является управляемое водоотведение и перехват пресных вод в зоне интенсивного водообмена.

Ключевые слова: Далдынское кимберлитовое поле, трубка «Удачная», река Сытыкан, альтернативные источники водоснабжения, несквозные талики.

Для цитирования: Янников А. М., Брычаев Н. М. Использование природно-техногенных несквозных таликов в качестве резервных источников водоснабжения (на примере реки Сытыкан, Республика Саха (Якутия)) // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология*. 2022. № 4. С. 118–126. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2022/4/118-126>

Введение

Река Сытыкан – правый приток р. Далдын бассейна р. Лена [1]. Водоохранилище на реке обеспечивает хозяйственно-питьевое водоснабжение г. Удачный, а также производственные нужды алмазодобывающих предприятий Удачинского ГОКа. Строительство водохранилищ на реке Сытыкан было выполнено по проекту институтов «Якутнипроалмаз» и «ВНИИ-промзолото» в 1972–1974 гг. Заполнение водохранилища и последующее введение в эксплуатацию произошло 26 сентября 1976 г [2]. Емкость водохранилища составляет 34.1 млн м³, площадь – 6.18 млн м², высота ограждающей плотины – 23.2 м, длина плотины – 600 м [3]. В настоящее время водохранилище является единственным источником водоснабжения г. Удачный и Удачинского ГОКа, осуществляющего отработку месторождений Далдынского (трубки Зарница, Удачная) и Верхнемунского кимберлитовых полей (трубки Комсомольская-Магнитная, Заполярная, Деймос). Из-за существенного влияния изменений климата, а именно аномальных засух и уменьшения паводкового стока, появляется риск уменьшения полезного объёма водохранилища, что потребует уменьшения водопотребления и сопряжённых огра-

ничений. Поэтому в рамках статьи рассматривается возможность использования сформировавшегося под водохранилищем р. Сытыкан несквозного подруслового талика в качестве резервного источника водоснабжения.

Характеристика объекта изучения

Строительство водохранилища на р. Сытыкан привело к существенному изменению криогидрогеологических условий, связанных, прежде всего, с многократным увеличением гидрогенного растепления пород из-за техногенного воздействия посредством регулирования гидрологического режима и создания круглогодично непромерзаемого водоёма в долине реки (Рис. 1).

Створ плотины находится в 6.7 км от устья реки. Местность в окрестностях водохранилища имеет холмисто-грядовый рельеф с абсолютными отметками 303.0–432.5 м. Долина р. Сытыкан в районе гидроузла имеет асимметричный характер: правый берег более крутой (уклоны 0.2–0.25), левый – относительно пологий (уклоны 0.04–0.05). Отметка уровня воды 317.7 м, отметка русла в створе плотины 298.8 м, средняя отметка гребня плотины 321.8 м [3].



Рис. 1. Водоохранилище на р. Сытыкан.
[Fig. 1. Reservoir on the Sytykan river.]

В геологическом строении территории принимают участие терригенно-карбонатные породы моркокинской свиты верхнего кембрия, перекрытые четвертичными отложениями [4–6].

Породы верхнего кембрия, залегающие в основании плотины, водосброса и слагающие борта долины реки, представлены тонким переслаиванием известняков, доломитов, доломитизированных известняков, мергелей, известковистых песчаников, мощность отдельных слоев которых изменяется от нескольких сантиметров до 2 м, в среднем составляя 10–25 см. Цвет пород зеленоватый, желтовато-серый, красно-бурый. Отмечается резкая фациальная изменчивость и невыдержанность всех литологических типов пород. Наиболее часто наблюдается фациальный переход мергелей в глины и замещение полускальных разновидностей известняка и мергеля скальными породами. Смена фаций происходит на малых площадях, что ведет к частой смене инженерно-геологических условий по латерали. Залегание пород в основном горизонтальное или слабонаклонное с падением слоев в юго-западном направлении под углом 15°. Полускальные терригенно-карбонатные породы отличаются сильной трещиноватостью и льдистостью. Особенно это характерно для мергелей, наиболее сильно подверженных процессам выветривания. Менее выветрелые породы – известковистые песчаники, доломитизированные известняки, известняки, большей частью скальные, умеренно трещиноватые. Горизонтальные трещины напластования, пересекаясь с вертикальными трещинами, дают в этих породах характерную плитчатую отдельность.

Четвертичные отложения представлены двумя генетическими типами: делювиальными образованиями и аллювием р. Сытыкан.

Делювиальные отложения, перекрывающие коренные породы на склонах, представлены суглинками и глинами со щебнем и плитчатыми обломками карбонатных пород. Их мощность на левобережном склоне реки изменяется от 2.0 до 5.8 м, на правобережном (в зоне канала) – от 1.1 м до 2.7 м. Делювиальные суглинки и глины фациально замещают друг друга. Цвет отложений красно-бурый или зеленоватосерый. Содержат до 30–35 % обломков щебня терригенно-карбонатных пород.

Аллювиальные отложения, залегающие на коренных породах верхнего кембрия, слагают русло, пойму и первую надпойменную террасу на левом берегу реки. Породы представлены песчано-гравийно-галечными отложениями мощностью от 1.3 м до 5 м. Содержание грубообломочного материала составляет в среднем 20–25 %. Галька и гравий хорошо окатаны, размер их в среднем составляет соответственно 3–5 см и 0.5–1.0 см.

Присутствие выполненных льдом систем трещин послужило ключевым фактором для развития природно-техногенного талика в пределах изучаемого объекта.

Методика исследований

В рамках проводимых исследований были выполнены следующие виды работ:

1. Рекогносцировочные посещения объекта исследований, обследование гидротехнических сооружений (ГТС);

2. Проанализированы геофизические работы, проведенные за 10 последних лет. Выполнена корреляция осуществленных исследований, выявлены закономерности изменения гидродинамического режима подстилающих пород;

3. Проанализированы результаты гидрохимического опробования. Балансовым методом рассчитано потенциальное растворение карбонатных пород в бортовых примыканиях;

4. Выполнено гидродинамическое и физико-математическое моделирование процесса фильтрации вод через береговые примыкания;

5. Проведено бурение 7 опытных скважин с выполнением поинтервальных откачек и последующим определением основных фильтрационных характеристик.

При анализе полученных результатов широко использовались методы, используемые при исследовании гидродинамики и гидравлики водонасыщенных сред в условиях неустановившегося и квазистационарного режимов. В ходе решения поставленных задач использовались общепринятые методики проведения гидрогеологических, геофизических, газовых и других исследований [7, 8].

Лабораторные работы по химическому анализу подземных вод, растворённых и свободных пластовых газов, выполнялись в институте Якутнипроалмаз с использованием количественных и полуколичественных методов.

Теоретические исследования сводились к аналитическому решению задач по определению влияния выделенных природных и техногенных факторов на режим и интенсивность излива природных рассолов. Использовались методы сопоставления, корреляции, временного, планового и комбинированного прослеживания, статистического анализа. Оценка фильтрационных свойств выделенных коллекторов и определение гидродинамических параметров осуществлялись графоаналитическими и гидродинамическими методами.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных работ был выделен объект исследований – природно-техногенный талик, определены источники его формирования и питания, выделены зоны фильтрации и разгрузки. Причиной формирования талика явилась совокупность факторов:

– долина р. Сытыкан сложена карбонатными породами, имеющими достаточно высокую обнажённость в интервалах затопления;

– системы разнонаправленных трещин, наблюдаемые в кембрийских известняках при неизменённом

состоянии, были выполнены жильным льдом, льдистость пород достигала 10 %;

– гидрогенное растепление пород от накопленных в водохранилище вод привело к деградации жильного льда, а направление трещин, а также разломно-блоковое строение бортов водохранилища способствовало формированию природно-техногенного талика в наблюдаемом виде.

Совокупность упомянутых выше факторов, а также существенная неоднородность первоначальных фильтрационных характеристик массива привели к формированию левобережной и правобереж-

ной зон обходной фильтрации, приуроченных к природно-техногенному талику. Наиболее интенсивной в настоящее время является правобережная фильтрация, обеспечивающая до 90 % питания талика водами из водохранилища, поэтому рассмотрим ее более подробно (Рис. 2). Талик на рисунках 2 и 3 представлен 3 зонами: разгрузки, фильтрации и массопереноса. Под зоной массопереноса, в данном случае, понимается зона фильтрации без видимых выходов вод на дневную поверхность, где происходит насыщение вод с изменением их минерализации (Табл. 1).

Табл. 1. Химический состав вод водохранилища р. Сытыкан
[Table 1. Chemical composition of the water in the Sytykan river]

№ п/п	Показатель [Index]	Ед. измерения [Units]	Водохранилище [Reservoir]	Зона обходной фильтрации [Bypass Filtration Zone]
1	Калий (K ⁺) [Potassium (K ⁺)]	мг/л	1.88	8.35
2	Натрий (Na ⁺) [Sodium (Na ⁺)]	мг/л	3.42	16.26
3	Кальций (Ca ⁺) [Calcium (Ca ⁺)]	мг/л	46.57	91.44
4	Магний (Mg ⁺) [Magnesium (Mg ⁺)]	мг/л	22.91	41.07
5	Гидрокарбонаты (HCO ₃ ⁻) [Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)]	мг/л	196.43	226.0
6	Сульфаты (SO ₄ ⁻) [Sulphates (SO ₄ ⁻)]	мг/л	31.57	51.33
7	Хлориды (Cl ⁻) [Chlorides (Cl ⁻)]	мг/л	7.49	25.04
8	Минерализация [Mineralization]	мг/л	281.24	427.17

Областью обеспеченного питания (зоной инфильтрации) закономерно выступает непосредственно водохранилище. Предполагаемая зона инфильтрации в пределах правого берега составляет не менее 1 км. Причём это относится к сформировавшейся объединённой зоне, так как проникновение воды происходит на всем береговом протяжении. При этом из-за отсутствия прямой взаимосвязи не происходит формирования неразрывного потока вод, который приводит к повсеместной деградации жильных льдов в пределах берегового примыкания и на глубину до 100 м.

Зона фильтрации обусловлена самим ГТС, а также техническими решениями, применявшимися на предыдущих этапах (частичная заморозка массива, укладка полимерной мембраны). Она сформировалась в пределах кембрийских известняков по системам субвертикальных трещин, субширотного и северо-западного простирания. Предполагаемые линейные размеры данной зоны (с учётом результатов комплекса наземной геофизики) достигают 700–900 м по направлению потока, до 400 м в борт и до 100 м в глубину. Необходимо отметить, что в настоящее время из приведенных линейных параметров физическое подтверждение получает только размеры рассматриваемой зоны по направлению потока, так как неодно-

кратно фиксировались участки интенсивной фильтрации, и контактно-эрозионная разгрузка пресных вод в нижнем бьефе. Глубина распространения вод в разрезе и в плане (в сторону берега водохранилища) должны быть изучены дополнительно при помощи бурения. На данном этапе можно говорить о том, что сформированная зона активной фильтрации соотносится с рельефом и напорным фронтом от водохранилища и не должна превышать 20–25 м в глубину.

Зона разгрузки представлена многочисленными выходами пресных вод в виде контактно-эрозионных родников. На момент наблюдений (2021 г.) длина фронта оценивалась в ~ 800 м, а суммарный расход источников в ~ 9000 м³/час. Причём во временном разрезе наблюдается увеличение, как и фронта разгрузки, так и суммарного расхода (например, по результатам исследований 2010 г. фронт не превышал 500 м, а суммарный расход составлял до 7100 м³/час).

Необходимо отметить, что на формирование природно-техногенного талика непосредственное влияние оказало структурно-тектоническое строение территории [9]. Корреляция зафиксированных ранее разрывных нарушений, а также отмеченных в результате визуального обследования систем открытых субвертикальных трещин представлена на рис. 3.

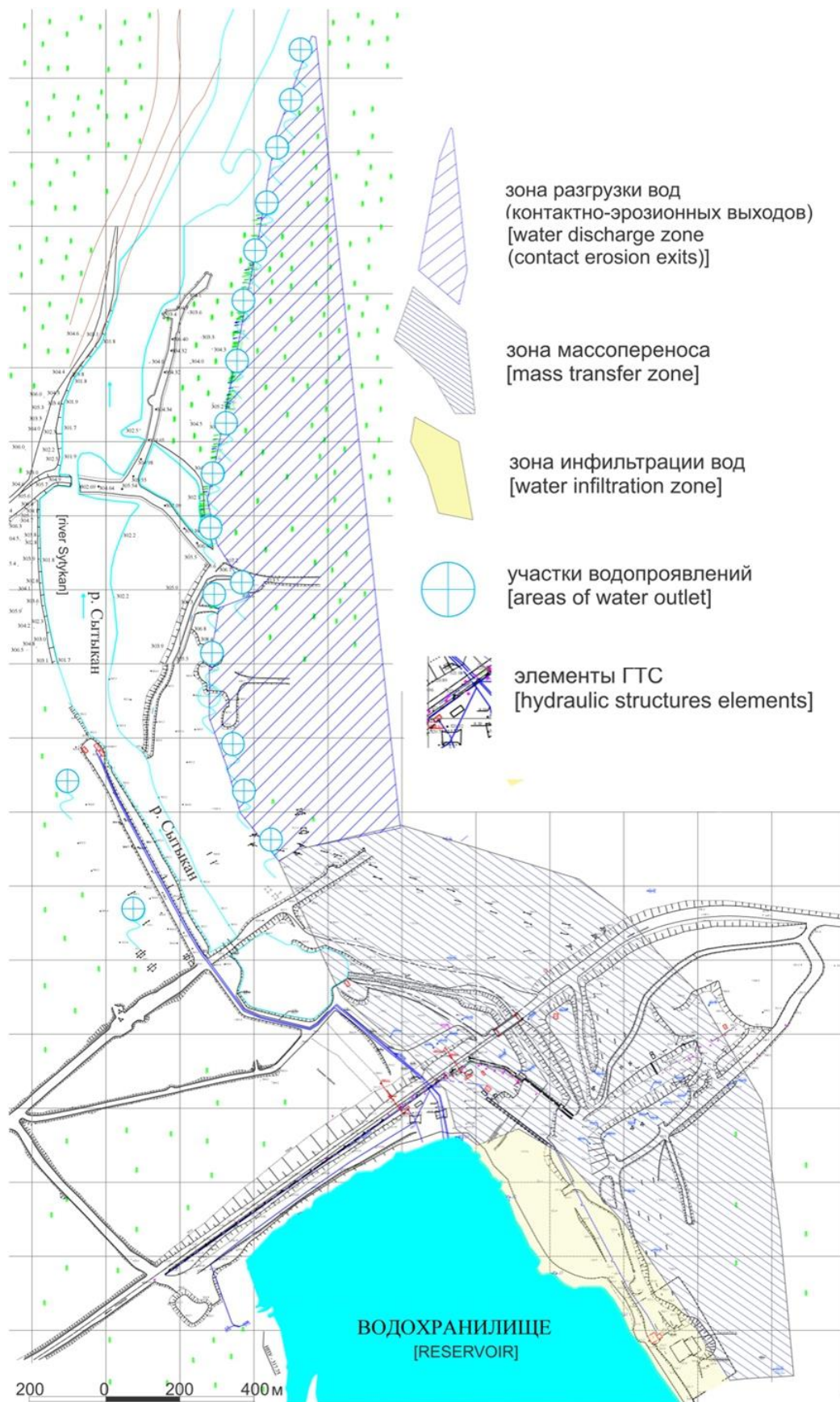


Рис. 2. Гидрогеологическая схема правобережного природно-техногенного талика под водохранилищем р. Сытыкан.
[Fig. 2. Hydrogeological scheme of the right-bank natural-man-made talik under the reservoir on the Sytykan river]

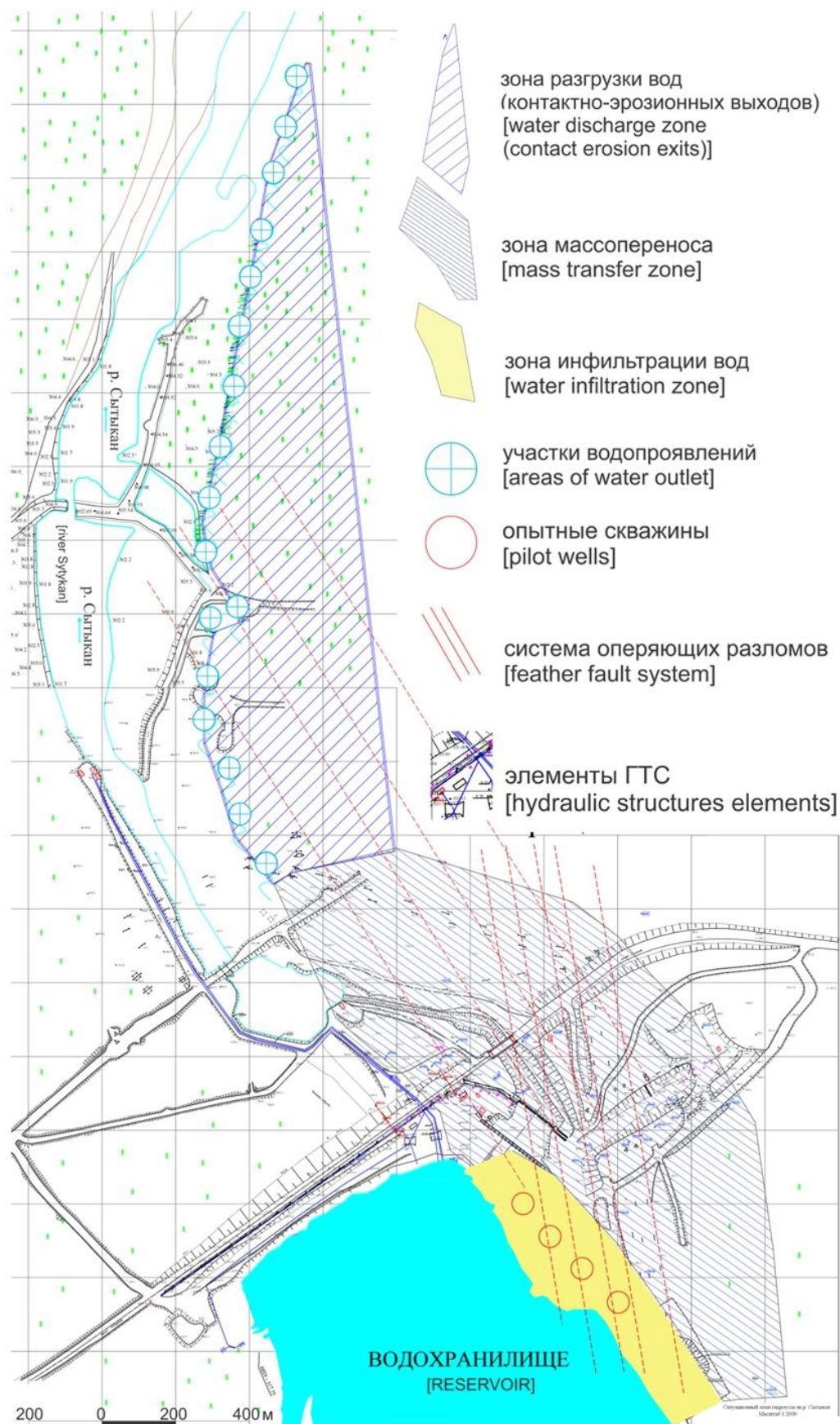


Рис. 3. Корреляция выделенных зон талика и разрывных нарушений под водохранилищем р. Сытыкан.
[Fig. 3. Correlation of the distinguished talik zones and faults under the reservoir on the Sytykan river]

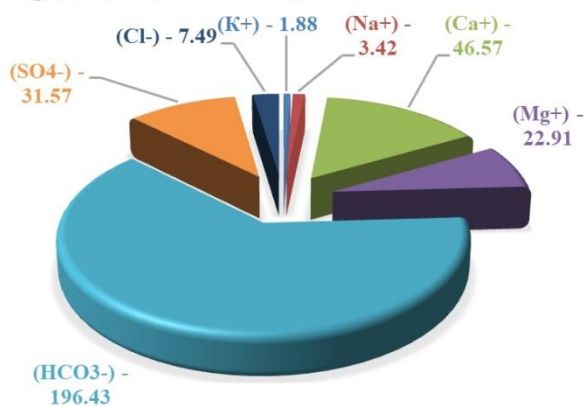
Выявленные изменения свидетельствуют о продолжающемся развитии природно-техногенного талика, связанном с увеличивающейся зоной питания из-за продолжающейся интенсификации фильтрации, и как следствии вовлечении дополнительных трещин и

блоков кембрийских известняков.

Усреднённый химический (анионо-катионный) состав воды в самом водохранилище и в точках выхода обходной фильтрации приведен в таблице 1 и на рис. 4.

ВОДОХРАНИЛИЩЕ
[WATER RESERVOIR]

Минерализация [Mineralization] 281.24 мг/л



ВОДЫ ТАЛИКА В ЗОНЕ РАЗГРУЗКИ
[TALIK WATERS IN THE UNLOADING AREA]

Минерализация [Mineralization] 427.17 мг/л

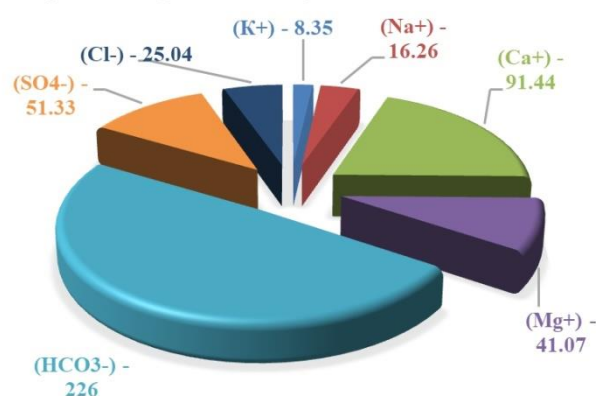


Рис. 4. Усредненные результаты химического анализа состава вод в водохранилище р. Сытыкан и в зоне обходной фильтрации. [Fig. 4. Averaged results of the chemical analysis of the water composition in the reservoir on the Sytykan river and the bypass filtration zone.]

Опытное бурение 7 скважин, расположенных в пределах выделенных зон природно-техногенного талика, и последующие опытно-фильтрационные работы подтвердили высокие дебиты таликового водоносного горизонта. В интервале активного водообмена до 30 м от дневной поверхности были получены высокие коэффициенты водопроницаемости от 500 до 2500 м²/сут. Глубина распространения пресных таликовых вод по результатам бурения составила от 25 до 50 м от дневной поверхности. Средняя мощность водоносного горизонта ~ 30 м.

Для оценки возможности использования данных вод для водоснабжения выполнена оценка запасов методами гидродинамики по формуле Тейса с использованием расчётных гидрогеологических параметров [10, 11]:

$$S_p = \frac{0.183Q}{KM} \left(\lg \frac{2.25 * a * t}{r^2} \right), \text{ где}$$

S_p – расчётное понижение, Q – заданный дебит скважины, KM (Т) – коэффициент проводимости пласта, равный 1200 м²/сут, a – коэффициент урвнеспроводности (пьезопроводности), равный 0.2*10⁵ м²/сут, t – время формирования депрессионной воронки равно 200 сут.

Проведен расчёт при дебите линейного водозабора 10 000 м³/сут [12]:

$$S_p = \frac{0.183 * 10000}{1200} * \lg \frac{2.25 * 20000 * 200}{0.01}$$

$$S_p = 1.53 * 8.95 = 13.7 \text{ м}$$

Полученная величина не превышает допустимого понижения, составляющего 15 м, что подтверждает возможность использования рассматриваемого водоносного горизонта для целей водоснабжения.

Выводы

Выполненные исследования и последующие расчёты позволяют рассматривать несквозной талик р. Сытыкан, как резервный источник водоснабжения, т.к. он обладает не только водами подходящего качества, но и требуемым ресурсным потенциалом, подтверждённым опытно-фильтрационными работами.

Исходя из выше сказанного, в качестве основной рекомендации, предлагаемой к реализации, является управляемое водоотведение и перехват пресных вод в зоне интенсивного водообмена. Организация указанных процессов осуществима с помощью линейного водозабора, состоящего из ряда эксплуатационных скважин в зоне инфильтрации (в верхнем бьефе), а также (или) разрезной канавы глубиной 15-20 м, расположенной в нижнем бьефе водохранилища [13].

Выявленные закономерности формирования природно-техногенных таликов будут учитываться при будущем строительстве ГТС в зоне сплошного распространения многолетнемёрзлых пород и для предотвращения негативного техногенного воздействия на криолитосферу.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный водный реестр России. Федеральное агентство водных ресурсов Российской Федерации (Росводресурсы). [Электронный ресурс]: URL: <http://verum.wiki/index.php?item=gvr:1148068> (дата обращения: 01.10.2022)
2. Гидрогеология СССР. Том XX. Якутская АССР. М.: Недра, 1970. 384 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Том 17. Ленско-Индигирский район. Выпуск 4. Бассейн р. Лены от устья р. Алдан до устья р. Виллой и бассейн р. Виллой. Под ред. А. С. Шароглазова. Л.: Гидрометеоздат, 1964. 127 с.
4. Колганов В. Ф., Акишев А. Н., Дроздов А. В. Горно-геологические особенности коренных месторождений алмазов Якутии. Мирный, Мирнинская типография, 2013. 568 с.
5. Дроздов А. В., Иост Н. А., Лобанов В. В. Криогидрогеология алмазных месторождений Западной Якутии. Иркутск: Изд-во ИГТУ, 2008. 507 с.
6. Климовский И.В., Готовцев С.П. Криолитозона Якутской алмазодобывающей провинции. Новосибирск: Наука, 1994. 167 с.
7. Климентов П. П., Кононов В. М. Методика гидрогеологических исследований. М.: Высшая школа, 1978. 408 с.
8. Полевые методы гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических, инженерно-геофизических и эколого-геологических исследований. Ред. Богословский В.А., Гордеева Г.И., Гриневский С.О., Королев В.А. М.: Изд-во МГУ, 2000. 352 с.
9. Янников А.М. Гидрогеология Мирнинского кимберлитового поля (республика Саха (Якутия)). Под общ. ред. А.В. Толстова. Мирный: АЛРОСА, 2021. 238 с.
10. Изыскания и оценка запасов промышленных подземных вод: Методическое пособие. М.: Недра, 1971. 244 с.
11. Плотников Н. И. Поиски и разведка пресных подземных вод. М.: Недра, 1985. 368 с.
12. Антонов В. В. Поиски и разведка подземных вод. СПб.: Изд-во СПГГИ(ТУ), 2006. 100 с.
13. Yurkevich N., Fadeeva I., Bortnikova S., Shevko E., Yannikov A. Modeling the process of thawing of tailings dam base soils by technological waters // *Applied Sciences (Switzerland)*. 2021. Vol. 11. No 23. 11089. DOI: 10.3390/app112311089

UDC 556.334

ISSN 1609-0691

DOI: <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2022/4/118-126>

Received: 03.10.2022

Accepted: 01.12.2022

Published online: 29.12.2022

Using natural and man-made blind taliks as backup sources of water supply (a case study of a section of the Sytykan river valley, Republic of Sakha (Yakutia))

©2022 A. M. Yannikov^{✉ 1}, N. M. Brychaev^{1,2}

¹*Institute Yakutniproalmaz ALROSA PJSC, 39 Lenina ul., 678174, Mirny, Republic of Sakha (Yakutia), Russian Federation*

²*Voronezh State University, 1 Universitetskaya pl., 394018, Voronezh, Russian Federation*

Abstract

Introduction: Drinking water supply management is a priority task that requires proper scientific and methodological support and appropriate research. Even more attention is paid to this problem when surface waters, i.e. river intakes, are used for this purpose. Such water sources are less protected from technogenic pollution and negative climatic factors. The unique cryohydrogeological conditions of Western Yakutia at the dawn of the industrial development of the primary diamond deposits predetermined the sources of both drinking water and technical water supply. Dams were built on the rivers and drinking water reservoirs were formed. Now, the main and only source of water supply for the town of Udachny and Udachninsky GOK is the water reservoir on the Sytykan river. Current climate changes, namely more frequent droughts, require searching for alternative sources of water supply. This article discusses the prospects for using a blind talik which has formed during the operation of the drinking water reservoir.

Methods: Hydrogeological characteristics were determined as part of a comprehensive field work performed in 2021–2022, including: a survey of hydraulic facilities (HF), an analysis of geophysical operations, hydrochemical testing, and trial boring to determine filtration parameters. The analysis of the obtained results involved methods used to study hydrodynamics and hydraulics of water-inundated media under the conditions of unstable and quasi-stationary states. Theoretical studies included analytical solution of problems to determine the in-



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

✉ Alexei M. Yannikov, e-mail: yannikov90@mail.ru

fluence of isolated natural and technogenic factors on the regime and intensity of reservoir water outflow.

Results and discussion: The natural-technogenic talik under the reservoir of the Sytykan river formed as a result of a combination of factors: the geological and structural-tectonic structure of the Sytykan river valley, hydrogenous thawing of rocks due to water accumulated in the reservoir. Trial boring and subsequent groundwater inflow tests confirmed the high flow rates of the talik aquifer. The reservoir naturally acted as a collecting area (invaded zone). The assumed linear dimensions of this zone reached 700–900 m streamwise, up to 400 m to the side, and up to 100 m in depth. The unloading area included numerous fresh water discharges in the form of contact-erosive springs. At the time of observations, the length of the unloading area was estimated at ~ 800 m and the total flow rate was ~ 9,000 m³/h. The average chemical (anionic-cationic) composition of water in the reservoir and at the bypass filtration emergence points confirmed that the water quality was suitable for water supply purposes.

Conclusions: The conducted work allowed substantiating the possibility of using talik water for the water supply of the town of Udachny and to consider the blind talik as a backup source in the event of a drop in the water level in the reservoir and the depletion of its live storage. The main proposed recommendation is to enable controlled water disposal and interception of fresh water in the zone of intensive water exchange.

Keywords: Daldyn kimberlite field, Udachnaya pipe, Sytykan river, alternative sources of water supply, blind taliks.

For citation: Yannikov A. M., Brychaev N. M. Using natural and man-made blind taliks as backup sources of water supply (a case study of a section of the Sytykan river valley, Republic of Sakha (Yakutia)). *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya – Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 2022, no. 4, pp. 118–126. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2022/4/118-126>

Conflict of interests: The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

REFERENCES

1. Gosudarstvennyi vodnyi reestr Rossii. Federal'noe agentstvo vodnykh resursov Rossiiskoi Federatsii (Rosvodresursy) [State Water Register of Russia. Federal Agency for Water Resources of the Russian Federation (Rosvodresursy)]. Available at: <http://verum.wiki/index.php?item=gvr:1148068> (accessed 01.10.2022) (In Russ)
2. *Gidrogeologiya SSSR* [Hydrogeology of the USSR]. V.XX. Yakut ASSR. Moscow, Nedra publ., 1970, 384 p. (In Russ)
3. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR: Gidrologicheskaya izuchennost'. Tom 17. Lensko-Indigirskii raion. Vypusk 4. Bassein r. Leny ot ust'ya r. Aldan do ust'ya r. Vilyui i bassein r. Vilyui* [Surface water resources of the USSR: Hydrological knowledge. Volume 17. Lensko-Indigirsky district. Issue 4. Basin of the river. Lena from the mouth of the river. Aldan to the mouth of the river. Vilyui and the river basin. Vilyuy.]. Ed. A. S. Sharoglazova. Leningrad, Gidrometeoizdat publ., 1964, 127 p. (In Russ)
4. Kolganov V. F., Akishev A. V., Drozdov A. N. *Gornogeologicheskie osobennosti korennykh mestorozhdenii almazov Yakutii* [Mining and geological features of indigenous diamond deposits in Yakutia]. Mirny, Mirny printing house, 2013, 568 p. (In Russ)
5. Drozdov A. V., Iost N. A., Lobanov V. V. *Kriogidrogeologiya almaznykh mestorozhdeniy Zapadnoy Yakutii* [Cryohydrogeology of diamond deposits in Western Yakutia]. Irkutsk, IGTU publ., 2008, 507 p. (In Russ)
6. Klimovskiy I. V., Gotovtsev S. P. *Kriolitizona Yakutskoy almazonosnoy provintsii* [Cryolithozone of the Yakut diamond-bearing province]. Novosibirsk, Nauka publ., 1994, 167 p. (In Russ)
7. Klimentov P. P., Kononov V. M. *Metodika gidrogeologicheskikh issledovaniy* [Methods of hydrogeological research]. Moscow, Vysshaya shkola publ., 1978, 408 p. (In Russ)
8. *Polevye metody gidrogeologicheskikh, inzhenerno-geologicheskikh, geokriologicheskikh, inzhenerno-geofizicheskikh i ekologo-geologicheskikh issledovaniy* [Field methods of hydrogeological, engineering-geological, geocryological, engineering-geophysical and ecological-geological studies.]. Moscow, MGU publ., 2000, 352 p. (In Russ)
9. Yannikov A. M. *Gidrogeologiya Mirninskogo kimberlitovogo polya (respublika Sakha (Yakutiya))* [Hydrogeology of the Mirny kimberlite field (Republic of Sakha (Yakutia))]. In Sharoglazova A. S. (ed.). Ed. A. V. Tolstov. Mirny, ALROSA publ., 2021, 238 p. (In Russ)
10. *Izyskaniya i otsenka zapasov promyshlennykh podzemnykh vod (metodicheskoe posobie)* [Research and evaluation of industrial underground water reserves (methodological guide)]. Moscow, Nedra publ., 1971, 244 p. (In Russ)
11. Plotnikov N. I. *Poiski i razvedka presnykh podzemnykh vod* [Search and exploration of fresh underground waters]. Moscow, Nedra publ., 1985, 368 p. (In Russ)
12. Antonov V. V. *Poiski i razvedka podzemnykh vod* [Searches and exploration of underground waters]. Saint-Petersburg, SPGGI(TU) publ., 2006, 100 p. (In Russ)
13. Yurkevich N., Fadeeva I., Bortnikova S., Shevko E., Yannikov A. Modeling the process of thawing of tailings dam base soils by technological waters. *Applied Sciences (Switzerland)*, 2021, vol. 11, no. 23, 11089. DOI: [10.3390/app112311089](https://doi.org/10.3390/app112311089)

Янников Алексей Михайлович – к. г.-м. н., Заместитель директора по НИР Институт «Якутнипроалмаз», АК «АЛРОСА» ПАО, Мирный, Республика Саха-Якутия, РФ, e-mail: yannikov90@mail.ru; ORCID <http://orcid.org/0000-0002-2169-123X>

Брычаев Никита Михайлович – инженер 2 кат, Институт «Якутнипроалмаз», АК «АЛРОСА» ПАО, Мирный, республика Саха-Якутия, РФ, магистр, ВГУ, Воронеж, РФ, e-mail: mummy228@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1054-4744>

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Aleksey M. Yannikov – PhD in Geol.-Min., Deputy Director for Research Institute "Yakutniproalmaz", "ALROSA" PJSC, Mirny, Republic of Sakha-Yakutia, RF, e-mail: yannikov90@mail.ru, ORCID <http://orcid.org/0000-0002-2169-123X>

Nikita M. Brychaev - engineer 2nd cat., Institute "Yakutniproalmaz", "ALROSA" PJSC, Mirny, Republic of Sakha-Yakutia, RF, Master, VSU, Voronezh, RF, e-mail: mummy228@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1054-4744>

All authors have read and approved the final manuscript.