

но проведенную классификацию и обесшламливание материала, в процессе обогащения на концентрационном столе происходит частичное разрушение рудных агрегатов различного состава, что приводит к засорению выделяемых продуктов.

В тяжелую фракцию извлекаются крупные свободные зерна магнетита и гематита, а также рудные агрегаты существенно гётитового состава, что определяет частичное разубоживание концентрата, содержание $Fe_{общ}$ в котором не превышает 51 %.

В промпродукте концентрируются агрегаты каолинит-гётитового состава, содержащие незначительное количество магнетита и гематита.

Хвосты в основном представлены агрегатами, в которых количественно преобладают слоистые силикаты (каолинит, шамозит, нонтронит) и гидрогётит. В хвостах концентрируется и значительное количество тонких частиц гётита размером менее 0,003 мм, образующихся при разрушении глинисто-железистых и железоглинистых агрегатов и определяющих потери железа.

По магнитной схеме был получен концентрат, содержащий 58,96 % $Fe_{общ}$, 2,21 % Cr и 0,48 % Ni при выходе 22,68 %; извлечение составило 32,81, 45,09 и 21,67 % соответственно.

Невысокие показатели обусловлены тесным сростанием минералов, резко различных по удельной магнитной восприимчивости. Отмечаются слабомагнитные «механические» агрегаты с гётитом и сильномагнитные сростки с магнетитом. Эти особенности руды обусло-

вили развернутую схему магнитного обогащения с использованием слабых и сильных магнитных полей. Однако основные потери $Fe_{общ}$ (65,3 %), Cr (54,37 %) и Ni (75,44 %) связаны с немагнитной фракцией, что обусловлено максимальным накоплением в этой фракции гётита крупностью $-0,044+0$ мм, обладающего низкой удельной магнитной восприимчивостью.

Из вышеизложенного следует, что минералогические особенности комплексной охристой железной руды Серовского месторождения не позволяют достичь приемлемого раскрытия рудных минералов в продуктах обогащения и селективно выделить их в самостоятельные продукты. В то же время морфоструктурные особенности руды являются благоприятными для переработки металлургическими методами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вторушин А.В., Егорова Н.А. Вещественный состав и происхождение хромистых железных руд Серовского района // Тр. Свердловского горного ин-та. — 1961. — Вып. 38. — С. 67–93.
2. Сорокин Е.М., Иванова М.В., Астахова Ю.М. Минералогические особенности охристой железной руды Серовского месторождения, влияющие на технологические свойства и обогатимость / Новое в познании процессов рудообразования: Материалы 4-й Рос. молодеж. школы с междунар. участием. — М.: ИГЕМ РАН, 2014. — С. 263–264.

© Коллектив авторов, 2015

Иванова Маргарита Валерьевна // margo_898989@mail.ru
Астахова Юлия Михайловна // astachova_j@mail.ru
Сорокин Егор Максимович // egorgeohim@ya.ru
Броницкая Елена Сергеевна // vims@df.ru
Ожогина Елена Германовна // vims-ozhogina@mail.ru

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 556.3

Атрощенко Ф.Г. (ОАО «ВНИМИ»), Лобанов В.В. (Якут-нипроалмаз), Соколов В.Д. (Горный университет)

РЕЗЕРВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ МОЩНОЙ ТОЛЩИ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД

Якутская алмазоносная провинция расположена преимущественно в регионах развития мощной толщи многолетнемерзлых пород (ММП), т.е. там, где пресные воды находятся или в твердом состоянии, или в жидком виде в малых реках и озерах. Поэтому водоснабжение предприятий ОАО «АЛРОСА» и населенных пунктов питьевой водой осуществляется в основном из водохранилищ, сооруженных на протекающих здесь реках. Однако в силу природных условий существует проблема, связанная с тем, что запланированного объема пресных вод в водохранилищах стало катастрофически не хватать из-за резкого увеличения объемов фильтрационных утечек через таликовые зоны. В статье обосновывается решение данной проблемы на примере Иреляхского водохранилища. **Ключевые слова:** алмазоносная провинция, многолетнемерзлые породы, водохранилище, подземные воды, гидротехнические сооружения, водоснабжение.

Atroshchenko F.G. (VNIMI), Lobanov V.V. (Yakutniiproalmaz), Sokolov V.D. (Mining University)

RESERVE WATER SUPPLY SOURCES IN THE FORMATION AREAS OF THICK PERMAFROST ROCKS

Yakutsk diamantiferous province developed by AK ALROSA enterprises is located mainly in the areas of thick permafrost zone, in other words where fresh groundwater are either in solid state or in liquid state within small rivers and lakes. Consequently, the company's enterprises and inhabited localities are supplied with potable water mainly from water storage reservoirs constructed on the rivers. However, at present time the planned amount of fresh water within storage reservoirs is insufficient drastically due to a sharp increase in leakage through subgelisol zones. And this problem is not caused by hydraulic engineers but technical solutions applied and justified by existing natural conditions in which these hydraulic facilities were located. **Key words:** diamantiferous province, permafrost rocks, water storage reservoir, underground waters, hydraulic facilities, water supply.

Водохранилище на р. Ирелях расположено в среднем ее течении, в 3 км западнее г. Мирный Республики Саха (Якутия). Основная плотина водохранилища — каменно-земляная, с ядром из суглинка. По проекту плотина мерзлая, фактически — таломерзлая. Центральная

Таблица 1

Данные о провалах бурового инструмента при бурении скважин на плотине в 2003 г.

Интервал, м	Число провалов	Доля провалов от общего числа, %	Суммарная мощность, м	Доля суммарной мощности провалов, %
4–7	9	22,5	9	14,4
10–20	9	22,5	16,5	26,4
20–30	20	50	31	49,6
30–37	2	5	6	9,6
Итого	40	100	62,5	100

часть тела плотины выполнена из суглинка в виде ядра с «зубом», прорезающим четвертичные отложения и заглубленным в коренные породы. Ширина сооружения ныне колеблется в пределах 80–250 м, длина — 320 м, максимальная высота — 20 м; абсолютная отметка гребня — 295,7 м.

С целью промораживания тела и основания плотины в ней создано сезонно-действующее охлаждающее устройство (СОУ), в конструкцию которого входят 190 термоколонок.

В основании плотины залегает терригенно-карбонатная толща кембрийского возраста, представленная переслаиванием мергелей, известняков и доломитов. Преобладание известняков и доломитов характерно для правого борта долины, мергелей — для левого. В правом борту наблюдается субгоризонтальное залегание пород, в левом — дислоцированное. Породы трещиноватые, коэффициент трещинной пустотности достигает 4 %. Наиболее распространенными являются трещины напластования, ширина которых изменяется от первых миллиметров до 2–3 см и более. Повсеместно прослеживаются диагенетические трещины, обычно перпендикулярные к трещинам напластования, имеющие длину до 15 м и ширину 5–10 см. Трещины, как правило, заполнены льдом; льдистость достигает 43 %. В разрушенных до дресвы и сильно элювиированных породах образуется линзовидная и брекчиевидная криогенная текстура [2, 4, 5]. Естественно, что при растеплении данных пород возникают пустоты значительных размеров, которые могут сопровождаться провалами, в частности провалами бурового инструмента в процессе изысканий института «Якутнипроалмаз» (табл. 1). Судя по тенденции изменения количества и суммарной мощности провалов, развитие карстовых процессов на глубинах ниже 30 м еще не завершено, т.е. их интенсивность в дальнейшем будет расти. То же можно сказать и о развитии данных процессов в примыканиях плотины к бортам долины: таликовые

зоны будут здесь расти как в плане, так и на глубину, увеличивая область фильтрационных утечек из водохранилища.

Об этом свидетельствуют и результаты проведенной здесь комплексной геофизической съемки: деградация мерзлоты продолжается в основании и примыканиях основной плотины. В частности, по данным изысканий отмечено следующее:

1) мощность талика увеличивалась от верховьев к створу плотины от 14,5 м (на расстоянии 7,5 км от плотины) до 42,5 м (в 100 м от плотины);

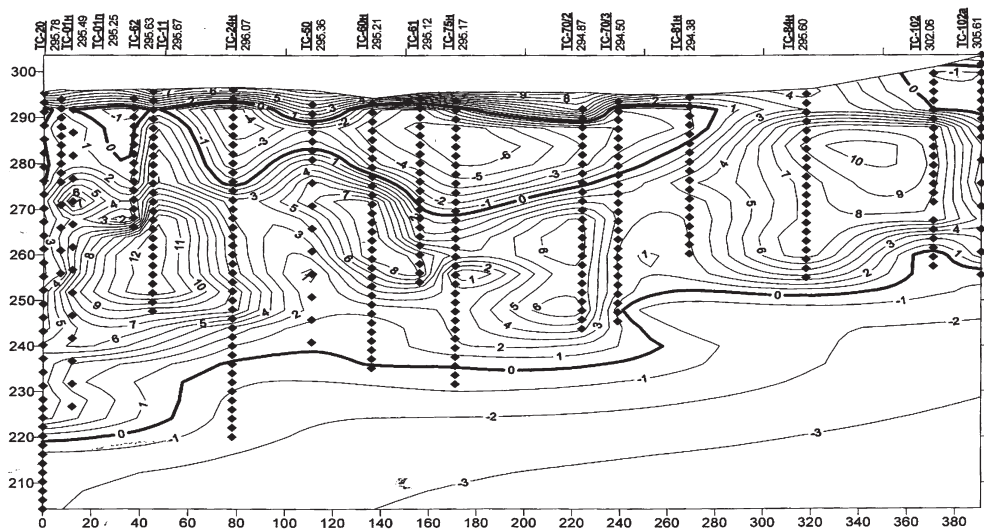
2) фильтрационные потоки развиваются в обход мерзлого тела дамбы по растепленным рыхлым отложениям и коренным трещиноватым породам основания и примыканий плотины;

3) наибольшая глубина растепления породного массива (и соответственно возникновение фильтрации) наблюдается у левого борта плотины в районе водосбросного канала — более 70 м (подошва талика отмечается на отм. +220 м — см. рисунок); в правом примыкании плотины мощность талика достигает 40–50 м (подошва его фиксируется на отм. +(230–240) м);

4) режимные наблюдения за изменением фронта развития талых пород в пределах плотины показали, что растепление пород по оси плотины от береговой линии водохранилища в правом примыкании составляет около 100 м, а в левом — более 160 м;

5) максимальные скорости фильтрации подземных вод (до 4 км/ч) фиксируются на правобережном примыкании плотины по трещиноватым известнякам и доломитам; по глубине скорости фильтрационных потоков уменьшаются с 250 м/ч на отн. отм. 12,5 м до 90 м/ч на отм. 40 м.

Отметим, что при зафиксированных скоростях фильтрации вод в талике попытки ведения тампонажных работ для ликвидации утечек накопленных в водохранилище вод через развивающуюся талую зону под плотиной оказались не эффективными даже при применении специальных гелевых быстросхватывающихся составов. Отсутствие в геологическом разрезе слоев с



Гидроузел на р. Ирелях. Температурный продольный профиль (разрез I-I, вид со стороны верхнего бьефа, 20 июля 2007 г.; построен по данным отдела изысканий института «Якутнипроалмаз»)

низкой проницаемостью, а также невозможность одно-моментного формирования противофильтрационного экрана по всему профилю талой зоны вдоль плотины создавало предпосылки для развития талика вширь и вглубь коренных пород. Не эффективным было и перекрытие наиболее проницаемых донных участков вблизи плотины за счет отсыпок и укладки пленки.

Полный объем речных вод, накопленных в водохранилище, делится на полезный и «мертвый» объемы. «Мертвый» объем — это придонный слой воды, который нецелесообразно забирать как по техническим причинам, так и по санитарно-гигиеническим нормам. Полезный объем водохранилища (V_n) заведомо создается таким, чтобы обеспечить расходы на водоснабжение — V_v (с учетом роста числа жителей конкретного населенного пункта и мощности предприятия в период эксплуатации месторождения) и некоторые потери воды V_u за счет утечек через таликовые зоны, образующиеся со временем в основаниях плотин. Расходование полезного объема водохранилища можно записать в виде следующей несложной балансовой зависимости:

$$V_n = V_v + V_u - V_{nn}, \quad (1)$$

где V_{nn} — объем подпитки водохранилища из внешних источников, который в теплый период значительно превышает расходы на водоснабжение и фильтрационные утечки, поэтому часть вод из водохранилища приходится искусственно сбрасывать.

По мере образования таликовых зон в верховьях водохранилища некоторый объем подпитки полезного объема из внешних источников сохраняется и в зимнее время. Следовательно, при равенстве объемов подпитки и фильтрационных утечек полезного объема водохранилища всегда должно хватать на техническое и питьевое водоснабжение (возможность ошибки в прогнозных оценках роста мощностей предприятий и жителей данного населенного пункта мы не рассматриваем). Но обычно прогноз роста водопотребления составляется на 25–50 лет. Этот период времени принимается во внимание и при расчетах размеров зоны растепления коренных пород под основанием плотины и в ее бортах, т.е. решается тепловая задача при некоторых осредненных теплофизических параметрах коренных пород за принятый расчетный период. В связи с тем что сроки эксплуатации водохранилищ практически всегда оказываются больше прогнозных, а на участках заложения плотин исследуемого региона есть слабые с точки зрения противофильтрационной защищенности места, что приводит к развитию таликовых зон, соответственно и к непрогнозируемому увеличению фильтрационных утечек, запроектированный баланс притока поверхностного стока в водохранилище и потребления воды нарушается.

Важным фактором, провоцирующим развитие таликовых зон в районе плотин водохранилищ, являются конструкции сброса избытка паводковых или ливневых вод. Эти воды сбрасываются через бетонный водосброс, сооружаемый в верхнем бьефе плотины, в ее правом или левом примыканиях к коренным породам. В результате бетонный «кожух» канала (в отличие от

всей плотины) и подстилающие его породы подвергаются механическому и тепловому воздействию потока паводковых вод (как фронтальному, со стороны водохранилища, так и площадному) на всем протяжении водосбросного канала — от верхнего бьефа плотины до его хвостовой части.

Под действием указанных факторов через 3–4 года с момента ввода в эксплуатацию водохранилища под дном водосброса образуется водопроводящая таликовая зона. В течение нескольких лет по мере увеличения мощности талика, охватывающего хорошо проводящие карбонатные слои, происходит постепенное увеличение фильтрационных потерь, что сопровождается освобождением водопроводящих трещин от ледового и грунтового заполнителя. С этого момента начинается более быстрое развитие талика вглубь и вширь под основанием плотины с одновременным и закономерным увеличением фильтрационных потерь, объем которых становится большим, чем объем подпитки водохранилища в зимнее время из внешних источников. В результате полезный объем водохранилища начинает срабатываться за более короткий срок, чем это было рассчитано на время зимней межени — декабрь—апрель каждого года. Вследствие этого гидротехнические службы ГОКов ОАО «АЛРОСА» (далее — Компания) вынуждены решать задачу по перехвату части фильтрационных утечек в нижнем бьефе плотин и возвращению их обратно в водохранилище. Отсюда зависимость (1) может быть записана в следующем виде:

$$V_n = V_v + V_u - V_{vn} - V_{nn}, \quad (2)$$

где $V_u = V_{bn} + V_{vn}$; V_{bn} — безвозвратная часть фильтрационных утечек и V_{vn} — объем возвращаемых потерь.

Отметим, что перекачка части утечек обратно в водохранилище еще более ухудшает и без того низкое качество вод в данных водоемах. По данным гидрохимического опробования вода водохранилища оценивается как умеренно загрязненная: по концентрации железа (общего) она не соответствует рыбохозяйственным ПДК в течение всего года, а по БПК, СПАВ, аммонии и нитратам — в весенний период (май—июнь). С площади водосбора участка перекачки в водохранилище поступают воды, загрязненные взвесями, фенолами, нитратами, нефтепродуктами и тяжелыми металлами, смываемыми с дачных участков, дорог, складов ГСМ, стоянок автотранспорта и других источников загрязнения поверхностных вод, развитых здесь. Кроме того, необходимость ведения ремонта плотин, связанного с выполнением больших объемов земляных работ и закладки тампонажных (преимущественно цементно-глинистых) растворов в таликовые зоны, вынуждает Компанию уже несколько лет нести высокие непроизводительные затраты без существенного изменения ситуации. Необходимо сразу же заметить, что принимаемые меры имеют временный характер, так как без восстановления мерзлотных свойств в талике под основанием плотин и на участках их примыканий работы подобного типа могут привести лишь к кратковременному снижению фильтрационных утечек. Продолжающаяся фильтрация вод по талым зонам, образовавшимся

ся в ложе водохранилищ и ММП, вызывает дальнейшее растепление мерзлых пород ниже и шире области влияния тампонажа. Создание же СОУ на больших глубинах связано со значительными капитальными и эксплуатационными затратами. При этом для эффективной эксплуатации СОУ обязательным является снижение скоростей фильтрации в зоне заморозки до значений, близких к нулевым. К примеру, при проходке шахтных стволов притоки к ним не должны превышать 8 м³/ч (объемы фильтрационных утечек через таликовые зоны ныне превышают 3000 м³/ч).

Тем не менее, эксплуатация водохранилищ продолжается, так как других источников питьевых вод здесь пока не найдено.

Выбор и обоснование альтернативного источника водоснабжения. Сложившаяся ситуация на водохранилищах Компании может быть существенно улучшена, если в самый холодный период (с января по апрель) вести комбинированный водоотбор из водохранилища и из образовавшегося талика или вообще отказаться от организации водозабора непосредственно из водохранилища. В этом случае при организации скважинного водозабора инфильтрационного типа вся емкость водохранилищ (полезная емкость и «мертвый» объем) в той или иной степени может использоваться для водоснабжения. И, в принципе, можно не беспокоиться о том, что плотины фильтруют воду, если они не потеряют свою устойчивость. Однако прежде чем начинать строить водозаборное сооружение для хозяйственно-питьевого водоснабжения за счет таликовых вод, необходимо теми или иными способами оценить емкостные запасы талика, требуемые для обеспечения нужных объемов водопотребления в зимнее время. Для этого были проанализированы данные режимных наблюдений за колебаниями уровня в Иреляхском водохранилище и расходами обратной перекачки вод в период с ноября 2001 г. по май 2002 г. (табл. 2). Нетрудно заметить, что (при существующем состоянии плотины) для обеспечения города водой необходимо было вести непрерывные работы по перекачке почти 6 млн. м³ фильтрационных «проскоков» обратно в водохранилище.

Согласно данным, приведенным в табл. 2, фактические потери полезной емкости водохранилища V_z меньше объема вод, отбираемых на водоснабжение, т.е.

имеется подпитка полезной емкости из внешних источников. Тогда балансовое уравнение (2) для наглядности можно переписать в следующем виде:

$$V_z = V_v + V_u - V_{vn} - V_{nn} \text{ или } V_v - V_z = V_{nn} - V_{bn}. \quad (3)$$

Как видим, в зависимости (3) имеется два неизвестных — объемы подпитки V_{nn} и безвозвратных потерь V_{bn} . В соответствии с фактическими данными и структурой формулы (3), $V_{nn} - V_{bn} > 0$, а $V_{bn} \geq 0$. При этом в настоящее время в зимний период фильтрационные потери уже превышают величину подпитки.

Учитывая принятые ограничения, подбором можно найти минимальные величины общих фильтрационных потерь водохранилища на каждый расчетный момент времени (табл. 2), при котором они выполняются. В частности, данный подбор осуществляется по следующей зависимости для общих объемов фильтрационных утечек V_u :

$$V_u = Q t = A t I, \quad (4)$$

где Q — расход утечек при определенном градиенте фильтрации; t — расчетный промежуток времени; A — параметр, характеризующий размеры и фильтрационные свойства талой зоны (предполагаем, что в принятом расчетном периоде коэффициент фильтрации талой зоны в основании плотины и ее размеры были практически постоянными); I — среднее значение градиента фильтрации на расчетный период времени.

Следовательно, в соответствии с данными табл. 2 и предполагая, что безвозвратная часть фильтрационных утечек практически равна нулю, суммарные фильтрационные утечки при максимально заполненном водохранилище (отм. +293,65 м) составят порядка 2000 м³/сут. Найденные по зависимости (4) значения безвозвратных потерь и объемов подпитки с учетом сведений об изменении емкости водохранилища во времени (см. табл. 2) приведены в табл. 3.

По данным миграционных экспериментов, проведенных в районе плотины, определена действительная скорость миграции — 5000 м/сут [2]. Поэтому при градиенте фильтрации 0,06 и трещиноватости массива порядка 0,001 средневзвешенный коэффициент фильтрации талика в основании плотины будет равным ~80 м/сут. Однако если учесть, что по данным термо-

метрических наблюдений средняя мощность талика на расчетный период не превышала 40 м, то при длине таликовой зоны по оси плотины около 450 м коэффициент фильтрации в случае проскока в 2000 м³/ч составит ~40 м/сут. Тем не менее, последовательный подбор возможных значений фильтрационных утечек показал, что минимальный начальный расход утечек из Иреляхского водохранилища оказался равным 3500 м³/ч,

Таблица 2

Данные наблюдений за колебаниями уровня в Иреляхском водохранилище и расходами обратной перекачки

Потери уровня воды в водохранилище, м (абс. отм.)	Фактические объемы потерь V_z , м³	Объем вод на водоснабжение города V_v , м³	Объем возврата V_{vn} , м³	Текущий градиент I	Расчетный период t , сут	Месяц года
292,72–292,4	1 168 500	1 500 000	1 320 000	0,0574	30	XI
292,42–292,0	1 458 000	1 550 000	1 076 000	0,0558	31	XII
292,0–291,5	1 397 500	1 550 000	1 094 300	0,0538	31	I
291,5–291,05	1 285 700	1 400 000	957 700	0,0517	28	II
291,05–290,5	1 437 250	1 550 000	715 650	0,0494	31	III
290,5–290,0	1 341 600	1 500 000	600 000	0,0471	30	IV
Итого	8 288 500	9 050 000	5 925 100			

Таблица 3
Расчетные значения фильтрационных утечек вод из Иреляхского водохранилища

Месяц года	$\Delta V^*, \text{ м}^3$	$Q_{\text{нач}} = 2000 \text{ м}^3/\text{ч} (A = 800\,000)$			$Q_{\text{нач}} = 3500 \text{ м}^3/\text{ч} (A = 1\,400\,000)$		
		$Vu, \text{ м}^3$	$Vbn, \text{ м}^3$	$Vnn, \text{ м}^3$	$Vu, \text{ м}^3$	$Vbn, \text{ м}^3$	$Vnn, \text{ м}^3$
XI	988 500	1 377 600	57 600	389 100	2 410 800	1 090 800	1 422 300
XII	984 000	1 383 840	307 840	399 840	2 421 720	1 345 720	1 437 320
I	941 800	1 334 240	239 940	392 440	2 334 920	1 240 620	1 393 120
II	861 400	1 158 080	200 380	256 680	2 026 640	1 068 940	1 165 240
III	602 900	1 225 120	509 470	622 220	2 143 960	1 428 310	1 541 060
IV	441 600	1 130 400	530 400	688 800	1 978 200	1 378 200	1 536 600
Итого					13 316 240		8 495 640

* $\Delta V = Vz + Vnn - Vv$ — изменение емкости водохранилища во времени.

что наиболее соответствует опытным данным оценок коэффициента фильтрации талика ($K = 78 \text{ м/сут}$).

Полученные расчетные значения фильтрационных утечек и объемов подпитки за рассматриваемый период (при $Q_{\text{нач}} = 3500 \text{ м}^3/\text{ч}$) в процессе эксплуатации водохранилища (табл. 3) подтверждены и данными моделирования. Таликовая зона на модели представлялась в виде полосы с изменяющимися мощностью и шириной в зависимости от конфигурации водохранилища, на расстоянии 3,5 км от плотины вверх и 500 м ниже по потоку. На модели на площади водохранилища с учетом заиленности его ложа задавалась граница 3-го рода. Дебит откачки принимался равным объемам возврата фильтрационных утечек в водохранилище на каждый расчетный период.

При таких условиях коэффициент фильтрации талика не превысил 95 м/сут. Следовательно, принятая в аналитических расчетах средневзвешенная мощность талика должна быть равной 35 м.

Проведенный подбор показывает, что при начальных объемах фильтрационных утечек ($Q_{\text{нач}} = 3500 \text{ м}^3/\text{ч}$) утечки на уровне «мертвого» объема не превысят 2400 м³/ч. А это значит, что вод только «мертвого» объема водохранилища (более 13 млн. м³) без учета гравитационных запасов таликовой зоны хватит для целей водоснабжения (2100 м³/ч) города и предприятий в течение критического (декабрь—апрель) периода.

В теплое же время года при предлагаемой системе организации водоснабжения можно будет поддерживать такой уровень воды в водохранилище (ниже отм. +289,4 м), при котором максимальные утечки составят менее 500 м³/ч, т.е. создать наиболее благоприятные условия для ремонта плотины водохранилища. Вопрос только в том, как организовать скважинный водозабор, чтобы перехватывать не-

обходимый объем утечек, достаточный для нужд водоснабжения. При комбинированном способе водоснабжения (при водоотборе в 1000 м³/ч из водохранилища и 1100 м³/ч из талика) в зимнее время предлагается построить систему лучевых водозаборов на левом борту водохранилища.

В состав одного лучевого водозабора [1] будет входить колодец глубиной 20 м, из которого в талике под дном

водохранилища пробуриваются, как минимум, три наклонные эксплуатационные скважины длиной около 200 м. Предполагается, что дебит насосной установки из колодца составит 300–400 м³/ч. При таких условиях для обеспечения водопотребления из таликовой зоны порядка 1100–1200 м³/ч потребуется соорудить три колодца и пробурить девять скважин. Однако для уточнения фильтрационных свойств таликовой зоны и оценки допустимого дебита насосной установки из колодца необходимо провести опытно-фильтрационные опробования, по результатам которых уточнится и оптимальное число эксплуатационных скважин в колодце, и общее число колодцев.

Существующие затраты Компании для поддержания плотины Иреляхского гидроузла в рабочем состоянии подразделяются на капитальные, эксплуатационные и научно-исследовательские. В капитальные затраты входит стоимость работ по ремонту плотины. Эти затраты идут на производство земляных работ по пригрузке таликовых зон в ложе водохранилища, на бурение тампонажных скважин на всю мощность таликовой

Таблица 4
Экономические показатели затрат на строительство водозабора из подземных вод талика и ремонт плотины

Вид работ	Общий объем	Стоимость ед. объема работ, руб.	Общая стоимость, тыс. руб.
<i>Затраты на ремонт плотины без учета ремонта СОУ</i>			
Создание противофильтрационного экрана в ложе водохранилища	125 000 м ²	110,34	13 792,50
Бурение тампонажных скважин (Ø 112 мм, L = 50 м)	1000 м	3007	3007,00
Закачка тампонажного раствора	100 м ³	7364	736,40
Обратная перекачка фильтрационных утечек в водохранилище	6·10 ⁶ м ³	0,63	3765,20
Итого			21 301,1
<i>Затраты на изыскания и сооружение лучевого водозабора</i>			
Сооружение колодца (20×6×6 м)	2160 м ³	2350,00	5076,00
Бурение 9 скважин лучевого водозабора (L = 200 м)	1800 м	3007	5412,00
Прокачка скважин	9 бр.-смен	2500	22,50
Опытная кустовая откачка	1	21 600	21,60
Итого			10 532,10

Примечание. Расчет затрат проведен по сборнику базовых цен на изыскания и проектирование.

зоны, приготовление тампонажных растворов, переустройство СОУ и оплату электроэнергии, расходуемой при проведении этих работ.

Эксплуатационные затраты формируются из платы за электроэнергию, расходуемую при перекачке фильтрационных утечек обратно в водохранилище, трат на ремонт насосного оборудования и оплату труда работников участка по обратной перекачке вод фильтрационных утечек.

Расходы на научно-исследовательские работы складываются преимущественно из затрат на бурение скважин под новые виды тампонажа и на различные виды съемок, включающих бурение режимных термометрических скважин, необходимых для определения границ распространения талой зоны во времени, и ряд других мелких работ.

Основные затраты при проведении гидрогеологических исследований, направленных на создание водозабора из таликовой зоны, связаны с проведением изысканий по уточнению оценки эксплуатационных запасов подруслового талика и сооружение лучевого водозабора.

Годовые затраты на ремонт плотины без учета переустройства СОУ в 2,2 раза превышают расходы на проведение изысканий и сооружение водозабора. По экспертным оценкам затраты на переустройство СОУ более чем в 2 раза превышают затраты на ремонтные работы плотины, приведенные в табл. 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атрощенко Ф.Г. Обобщение данных опытно-миграционных опробований в породах криолитозоны на объектах АК «АЛРОСА» // Геоэкология. — 2014. — № 4. — С. 317–328.
2. Атрощенко Ф.Г. Оценка гидрогеологических условий подземной разработки месторождения трубки Удачная // Геоэкология. — 2012. — № 5. — С. 414–421.
3. Бочеввер Ф.М., Лапшин А.Н., Орадовская О.П. Проектирование водозаборов подземных вод. — М.: Стройиздат, 1976.
4. Дроздов А.В., Иост Н.А., Лобанов В.В. Криогидрогеология алмазных месторождений Западной Якутии. — Иркутск: Изд-во ИГТУ, 2008.
5. Мироненко В.А., Румынин В.Г. Проблемы гидрогеоэкологии. Т. 1. — М.: МГТУ, 1998.

© Атрощенко Ф.Г., Лобанов В.В., Соколов В.Д., 2015

Атрощенко Федор Григорьевич // fatroschenko@mail.ru
Лобанов Виктор Владимирович // Lobanovvv@alrosa.ru
Соколов Василий Дмитриевич // shabanova79@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ И ЭКОНОМИКА

УДК 553.494'311(470.5):550.34.01+549+622

Селиванов Д.А., Быстров И.Г. (ФГУП «ВИМС»)

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЧКАНАРСКОЙ ГРУППЫ

В рамках комплексной геолого-экономической оценки месторождений Качканарской группы с учетом современных теоретических и практических достижений аналитических и математических методов изучения выполнена работа по оптимизации методики эксплуатационной разведки и изучению минералого-технологических свойств руд месторождений. Оба направления исследований актуальны и имеют практическую значимость. Применение результатов работ повысит экономический эффект при разработке Собственно-Качканарского месторождения.
Ключевые слова: комплексная оценка месторождений Качканарской группы, эксплуатационная разведка, минералого-технологическая оценка, сравнительный анализ, повышение эффективности освоения месторождения.

Selivanov D.A., Bystrov I.G. (VIMS)

THE RESULTS OF GEOLOGICAL AND ECONOMIC EVALUATION OF DEPOSITS KACHKANARSKY GROUPS

As part of a comprehensive geological and economic evaluation of deposits Kachkanarskaya group with current theoretical and practical achievements of analytical and mathematical methods for the study, performed the work on optimization techniques operational exploration and study of the mineralogical and technological properties of ore deposits. Both lines of re-

search are relevant and have practical significance. Application of the results of the economic effect will increase in developing their own Kachkanarsky field. Key words: comprehensive assessment of deposits Kachkanarskaya group operational intelligence, mineralogical and technological assessment, comparative analysis, improving the efficiency of field development.

Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского (ФГУП «ВИМС») является ведущей организацией в области рудной геологии, изучения минерально-сырьевой базы и научно-методического обеспечения работ по прогнозу, поискам и оценке месторождений урана, дефицитных видов черных, легирующих, цветных и редких металлов, а также в области разработки и совершенствования аналитических методов исследования минерального сырья, технологий его обогащения и переработки.

Успешное решение задач, стоящих перед институтом по проблеме развития минерально-сырьевой базы страны, определяется тем, что в основу всей системы организации работ Н.М. Федоровским был положен комплексный подход к решению научно-производственных задач. Н.М. Федоровский образно описывал сущность своего метода так: «Для того чтобы определить промышленную ценность какого-либо месторождения мало еще его разведать, мало установить запасы. Сама по себе мощность месторождения не определяет еще ни его ценности, ни его пригодности к промышленной переработке. Чтобы установить такую его пригодность, надо одновременно изучить качественные его показатели, как с точки зрения физико-