

3. Антропова, Л.В. Формы нахождения элементов в ореолах рассеяния рудных месторождений / Л.В. Антропова. — Л.: Недра, 1975. — С. 140.

4. Вешев, С.А. Геоэлектрoхимические технологии прогноза и поисков месторождений твердых полезных ископаемых и углеводородов / С.А. Вешев, Н.А. Ворошилов, С.Г. Алексеев // Разведка и охрана недр. — 2003. — № 4. — С. 38–43.

5. Ворошилов, Н.А. Геохимические поиски хромитовых месторождений в альпинотипных гипербазитах Урала / Н.А. Ворошилов, С.Г. Алексеев, М.Б. Штокаленко // Российский геофизический журнал. — 2014. — № 53–54. — С. 43–67.

6. Ворошилов, Н.А. Новый способ поисков месторождений полезных ископаемых на закрытых территориях / Н.А. Ворошилов, Л.Н. Ворошилова, С.А. Вешев, С.Г. Алексеев // Российский геофизический журнал. — 2002. — № 29–30. — С. 25–33.

7. Геологический словарь в трех томах. Издание третье, переработанное и дополненное. / Гл. редактор О.В. Петров. — СПб.: Издательство ВСЕГЕИ, 2010–2012.

8. Головин, А.А. Проблемы выявления, интерпретации и оценки рудогенных геохимических аномалий в сложных ландшафтно-геологических условиях / А.А. Головин, Л.А. Криночкин, Е.А. Чепкасова // Разведка и охрана недр. — 2013. — № 8. — С. 6–12.

9. Кременецкий, А.А. Разномасштабные геохимические работы: состояние и пути повышения эффективности прогноза и поисков твердых полезных ископаемых и углеводородного сырья / А.А. Кременецкий, А.Ф. Морозов, Е.А. Киселев // Разведка и охрана недр. — 2013. — № 8. — С. 3–6.

10. Милков, Г.В. Способ поисков полезных ископаемых. Авт. свид. СССР, № 894660. БИ № 48, 1981 / Г.В. Милков, В.Н. Виноградов, С.Г. Алексеев, А.С. Духанин.

11. Gwendy, E.M. Hall. Analytical perspective on trace elements species of interest in exploration / E.M. Gwendy Hall // In: Journal of Geochemical exploration. — 1998. — 61. — P. 1–19.

12. Putikov, O.F. Geoelectrochemistry and Stream Dispersion / O.F. Putikov, B. Wen. — Chapter 2 // In: Geochemical Remote Sensing of the Subsurface. Handbook of Exploration Geochemistry edited by M. Hale, Vol. 7. — Amsterdam, Elsevier, 2000. — P. 17–79.

© Ворошилов Н.А., Алексеев С.Г., Штокаленко М.Б., 2018

Ворошилов Николай Александрович // voroshilovnik@yandex.ru
Алексеев Сергей Георгиевич // sga49@mail.ru
Штокаленко Михаил Бранкович // mihkelshtokalenko@rambler.ru

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 556.32+551.311.231

Новиков В.П. (ФБУ «ТФГИ по УФО»), Копылов Д.В. (Уралнедра)

УТОЧНЕННАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБЪЕКТОВ УРАЛЬСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ

Основные представления о гидрогеологических условиях Уральской складчатой области (УСО) сформулированы в книге «Гидрогеология СССР. Т. XIV (Урал)», 1972 г. [5]. В последующий 45-летний период принципиально новых представлений о гидрогеологических условиях УСО не появилось. На основании анализа результатов исследований прошлых лет и вновь выполненных работ предложена уточненная природная гидрогеологическая модель объектов изучения в пределах УСО, что позволяет в современный период снижения достоверности мониторинговых наблюдений и экономии затрат на изучение гидрогеологических условий объектов исследований избежать грубых ошибок при подсчете эксплуатационных запасов пресных подземных вод, прогнозах обводнения месторождений твердых полезных ископаемых, а также оценках загрязнения подземных вод в условиях добычи полезных ископаемых способом ПВ. **Ключевые слова:** Уральская складчатая область, гидрогеологические условия, подземный сток, трещиноватость, кора выветривания.

Novikov V.P. (TFGI across the Ural Federal District), Kopylov D.V. (Uralnedra)

THE SPECIFIED HYDROGEOLOGICAL MODEL OF OBJECTS OF THE URAL FOLDED REGION

The basic understanding of the hydrogeological conditions of Ural Folded Realm (UFR) has been formulated in «Hydrogeology of USSR. Vol. XIV (Ural)», 1972 [5]. In the following

45-year-long period absolutely new ideas about hydrogeological conditions of UFR didn't emerge. Based on the analysis of research results of past years and newly performed works the updated natural hydrogeological model of the objects of study within the UFR is offered, it helps to avoid rough mistakes in counting the operational reserves of fresh groundwater, in the predictions of flooding of solid minerals deposits as well as in the assessments of groundwater contamination from exploitation by the UL in a modern period of declining reliability of control observations and saving expenses for studying the hydrogeological conditions of researching topic. **Keywords:** Ural folded realm, hydrogeological conditions, underground runoff, jointing, weathering crust.

Согласно современным представлениям в скальных породах коренного субстрата Урала развита преимущественно экзогенная трещиноватость ограниченной (десятки — первые сотни метров) мощности, образующая водоносные горизонты в зоне трещиноватости различных литолого-петрографических типов пород. На регионально распространенную экзогенную трещиноватость наложены зоны тектонических нарушений, обладающие повышенной трещиноватостью, развитой на большие (до 1 км и более) глубины. В этих зонах повышенной трещиноватости развиты трещинно-жильные воды, являющиеся основными объектами поисково-разведочных гидрогеологических работ. Зоны тектонических нарушений наследуются в рельефе эрозионными врезами. Региональная же (экзогенная) трещиноватость получила преимущественное развитие в породах, слагающих местные водоразделы. При питании подземных вод за счет инфильтрации атмосферных осадков напоры подземных вод (гидроизогипсы) в сглаженном виде повторяют рельеф земной поверхности, что указывает на дифференциацию по площади проницаемости вмещающих их пород. Повсеместная удовлет-

ворительная расчлененность рельефа в этом случае создает благоприятные условия построения на участках УСО карт гидроизогипс морфометрическими способами, что может быть успешно использовано для решения обратных задач при применении современного метода численного моделирования.

Попытка гидрогеологической стратификации водовмещающих трещиноватых и закарстованных пород по величине удельного дебита 4815 вскрывших их скважин, выполненная в 1990-е годы (Б.Н. Герасименко, 1999) в рамках гидрогеологического картирования М 1:500 000 листов О-40-Г и О-41-В в целом не дала ожидаемого результата. Это связано с крайне высокой неоднородностью распределения значений удельного дебита (среднеквадратичное отклонение логарифма удельного дебита более 0,75 и величина коэффициента вариации более 150) скважин в породах различных лито-формаций и структурно-тектонических зон. При такой высокой изменчивости значений удельного дебита скважин и их количестве (первые сотни) в сравниваемых выборках, создаваемых по формационному принципу в различных структурно-тектонических зонах, значимое различие между ними по известным статистическим критериям (Фишера, Стьюдента) было достигнуто только при объединении пород в некарстующиеся и карстующиеся (карбонатные) группы (таблица).

Выполненная оценка различия основных статистических показателей водообильности скважин подтвердила правомочность существования исторически сложившейся в прошлые годы на Урале практики деления в региональном плане водовмещающих пород коренного субстрата лишь на некарстующиеся и карстующиеся разности. Карстующиеся породы имеют карбонатный состав. Площадь их развития занимает пониженное гипсометрическое положение среди некарстующихся пород и оказывает на них дренирующее влияние.

Более контрастный результат статистических значений удельного дебита скважин по сравнению с формационным принципом гидрогеологической стратификации дает геоморфологический принцип райониро-

вания территории, отражающий ее тектоническое строение. В частности, среднегеометрическое значение удельных дебитов скважин, вскрывших некарстующиеся породы в долинах рек и ручьев составило 0,9 л/с×м при среднеквадратичном отклонении логарифма исследуемого параметра (σ_{lgq}), равного 0,54; на водоразделах соответственно 0,0005 и 0,55 л/с×м. В карстующихся породах эти показатели составили в долинах рек и ручьев 3,5 и 0,44 л/с×м, на водоразделах — 0,001 и 0,59 л/с×м.

Явная зависимость водообильности трещиноватых пород от тектонических проявлений, отраженных в рельефе местности, позволила Н.Д. Буданову на основании целенаправленных с 1942 г. наблюдений обосновать в 1964 г. оконтуривание площади захвата подземного стока горными выработками по границам частных водосборных бассейнов [1]. Им же была выдвинута идея локализации повышенной трещиноватости и закарстованности пород коренного субстрата на участках пересечения тектонических зон, которые к тому же часто наследуются рудными телами. Условный радиус таких участков оценивается в первые сотни метров, что при разработке месторождений твердых полезных ископаемых на их обводненность не влияет.

Величина среднемноголетнего водопритока, формирующегося за счет подземных вод в систему горных выработок, по мнению Н.Д. Буданова, с достаточной точностью оценивается по произведению площади захвата ими подземного стока на значение модуля общего зонального стока [2]. Совпадение модуля водопритока с модулем общего зонального стока объясняется положением динамического уровня подземных вод в границах площади их захвата горными выработками ниже высоты капиллярного поднятия (3 м), что исключает расход подземного стока на испарение.

К аналогичным выводам пришел Ю.И. Владимиров, сравнивающий величины водоотбора на действующих водозаборах подземных вод и восстановленного по рекам аналогам среднемноголетнего стока на замыкающих с исследуемыми водотоками створах [3].

Выявленное им при таких сравнениях превышение суммы водоотбора и остаточного стока над восстановленным по рекам аналогам естественного стока до 18 % объяснялось уменьшением расхода подземных вод на испарение и транспирацию. Применительно к запасам подземных вод как гарантированного среднемесячного водоотбора в расчетный маловодный год норму общего зонального стока в 2003 г. им было рекомендовано использовать

Результаты статистической обработки данных откачек из скважин в обобщенном виде

Комплексы пород коренного субстрата	Число скважин	Логарифмы среднего значения удельного дебита $lg q$ (q в л/с×м)	Среднегеометрическое значение q , л/с×м	Среднеквадратичное отклонение, σ_{lgq}	Коэффициент вариации, W , %
1. Некарстующиеся породы, в том числе:	3087	-0,81	0,15	0,84	200
1.1. Терригенные, вулканогенно-осадочные и эффузивные	1060	-0,79	0,16	0,88	220
1.2. Метаморфические	1266	-0,78	0,17	0,82	190
1.3. Интрузивные	761	-0,92	0,12	0,83	195
2. Карстующиеся (карбонатные и терригенно-карбонатные)	1728	-0,11	0,78	0,95	260

с понижающим коэффициентом 0,7 для некарстовых и 0,8 для закарстованных пород [4]. Такая большая величина эксплуатационного модуля по сравнению с фактическим зимним модулем подземного стока объясняется автором благоприятными условиями межгодового регулирования питания подземных вод при их активной эксплуатации. Регулятором питания является повсеместно развитая по площади кора выветривания.

Крайне высокая фильтрационная неоднородность водовмещающих трещиноватых и закарстованных пород приводит к продолжительному (десяtkи суток) периоду запаздывания квазистационарного режима понижения уровня подземных вод при опытно-фильтрационных работах (ОФР), что, при сопоставимой с ним продолжительностью ложностационарного режима фильтрации за счет проявления в процессе откачек гравитационной водоотдачи из коры выветривания, не позволяет сколько-нибудь надежно оценить значение коэффициента водопроводимости по данным ОФР. Но и расчетная величина коэффициента водопроводимости (kh) безнапорного водоносного горизонта без сведений о мощности (h) не позволяет рассчитывать значение его коэффициента фильтрации (k), что делает невозможным осуществлять гидродинамические расчеты. На практике такие расчеты выполняются широко. При этом «мощность» водоносного горизонта (или его условных слоев) назначается экспертно чаще всего по экспоненциальному уменьшению с глубиной какого-либо показателя, генетически связанного с проницаемостью (трещиноватость, количество вскрытых водоносных зон, изменение по глубине удельного дебита интервалов опробования, показатели водонасыщения и пр.). Достоверность таких экспертных оценок всегда представлялась сомнительной и требовала подтверждения независимыми критериями. В качестве основного независимого критерия обоснования мощности безнапорного водоносного горизонта в зоне трещиноватости или закарстованности пород коренного субстрата УСО принималась глубина, на которой прекращалось приращение водопритоков в горные выработки.

Приращение среднесезонной величины водопритоков в горные выработки фактически прекращается при их глубине, соответствующей положению нижней границы коры выветривания. По данным опробования водообильных скважин, откачки из которых осуществлялись не менее, чем при трех ступенях возмущения, линеаризация зависимости дебита от понижения наилучшим способом осуществлялась зависимостью $lg Q = f(lg S)$, которая в антилогарифмическом виде известна под названием формулы Смрекера. Нарастание дебита скважин практически не происходит при увеличении понижения уровня в них от статического более, чем на 20 м.

Фиксируемое в некоторых работах кажущееся нарастание среднегодовых водопритоков при углубке горных работ до нескольких сотен метров объясняется началом инструментальных наблюдений за водоотли-

вом из них в маловодные годы XX в. (особенно в период исторической засухи на Урале в 1973–1975 гг.). При достаточной продолжительности водности циклов наблюдаемых периодов это ошибочное впечатление устранялось.

Наиболее сложным сочетанием влияния различных техногенных и природных факторов на динамику водопритоков в подземные горные выработки является пример отработки бокситовых залежей Северного Урала, приуроченных к вытянутой в меридиональном направлении полосе шириной 2–4 км девонских известняков с обрабатываемыми в настоящее время месторождениями с юга на север: Красная Шапочка, Кальинское, Ново-Кальинское и Черемуховское, суммарной протяженностью около 20 км. Осложняющим их освоение техногенным фактором является отработка наклонного на восток под углом около 30° пласта бокситов мощностью первые метры преимущественно системами слоевого обрушения и каменно-столбовой с нарушением сплошности налегающих пород. При этом в выемочном пространстве образовывались локальные техногенные водоносные горизонты. К природно-техногенным факторам можно отнести отвод стока основных транзитных через полосу известняков рек в железобетонные каналы (Вагран, Калья, старое русло р. Сосьва и др.) или перемещение основного русла р. Сосьва на 4 км к северу от его первоначального положения, а также образование на прирусловых площадях этих рек карстово-суффозионных воронок, поглощающих поверхностный сток и нередко приводящих к аварийным провалам железобетонной облицовки. На фоне перечисленных техногенных и природно-техногенных факторов, связанных с обводненностью бокситовых месторождений, ярко проявилась природная плановая и вертикальная фильтрационная неоднородность трещиноватых и закарстованных пород.

Во-первых, как в естественных условиях, так и при достигнутых в настоящее время глубин очистных горных выработок более 1000 м в приконтактной с известняками зоне терригенных и вулканогенно-осадочных пород подземные воды находятся на отметке +190 м абс., что указывает на ограниченное развитие депрессии подземных вод в широтном направлении. Во-вторых, из 15–20 тыс. м³/час суммарного по бокситовому бассейну водоотбору, около 65–70 % подземных вод извлекается 4–5 дренажными узлами (ДУ) водопонижительных скважин с высотой подачи воды до поверхности земли до 200 м. Дренажные узлы созданы в прирусловых зонах основных рек и их притоков. Остальные 30–35 % притока подземных вод извлекаются шестью шахтными водоотливами при глубине очистных горных выработок, превышающих 1000 м. Доля шахтных водоотливов колеблется от 4 % (шх. «Ново-Кальинская») до 16 % (шх. «Черемуховская») от величины общего по площади всех месторождений и ДУ водопритока. При этом величина модуля шахтного водоотлива, формирующегося на площадях шахтных полей, совпадает со значением модуля обще-

го зонального стока, равного для района г. Североуральск — 10 л/с·км².

Таким образом, опыт освоения бокситовых месторождений на Северном Урале (решающая дренирующая роль карбонатных пород, их фильтрационная неоднородность в плане и разрезе, модульные характеристики водопритока) хорошо увязывается с опытом отработки на Урале других месторождений. Сомнение вызывает лишь назначение при установленном экспоненциальном уменьшении по глубине карстовой пустотности от 4×10^{-2} до 5×10^{-5} долей единицы нижней границы регионально развитого трещинно-карстового водоносного горизонта по значению коэффициента закарстованности известняков, равного 2×10^{-3} долей единицы. К тому же широкое внедрение в геологоразведочный процесс на больших (более 500 м) глубинах бескернового бурения привело к потере 80–90 % информации о закарстованности здесь карбонатных пород, что требует существенного уточнения гидрогеологических условий отработки бокситов глубже 1000 м по многочисленным скважинам, охваченным расходомерным каротажем [8].

Внедрение в процесс каротажных исследований скважин телефотодокументации их стенок позволило установить, что вскрытые расходомерией в разрезе скважин «водоносные зоны» являются следами пересечения их стволами крутопадающих трещин с раскрытием от долей до первых сантиметров. Средняя величина раскрытия трещин на Ново-Шемурском медноколчеданном месторождении на Северном Урале оценивается в 1×10^{-2} м. Месторождение является единственным на Урале объектом, где 56 стволов скважин детальной разведки общим метражом 11422 м бурения были охвачены телефотодокументацией их стенок. На ориентированных в пространстве фотопанорамах было зафиксировано 5454 трещин; из них — 2015 открытых и 3349 — залеченных (закрытых). Статистические параметры элементов залегания открытых и закрытых трещин практически не отличаются между собой. В частности, значение углов падения открытых и закрытых трещин составляют в среднем соответственно 53° и 55° при среднеквадратичных отклонениях 17,0 и 17,6. Азимуты падения открытых и залеченных трещин на относительно небольшой площади месторождения охватывают весь диапазон их возможных значений. Количество залеченных трещин в 20-градусных классах колеблется: от 4,8 % в классе 181° – 200° до 6,9 % в классе 101° – 120° от их общего количества; открытых трещин соответственно 3,4 % в классе 161° – 180° до 8,5 % в классе 41° – 60° . Тем не менее, по численным величинам показателя взаимной сопряженности и коэффициента ранговой корреляции гипотеза о возможности объединения распределений азимутов углов падения залеченных и открытых трещин имеет право на существование. Связь между распределениями значений азимутов углов падения трещин с заполнителем различного минерального состава отсутствует, что указывает на локальные гидрохимические условия их залечивания.

Общее количество трещин по глубине практически не меняется и составляет в среднем 48 трещин на 100 м бурения. При этом количество открытых трещин в этом направлении заметно уменьшается при изменении в целом по месторождению от 48 на 100 м бурения до 14 на глубине 200 м; практически полностью исчезают открытые трещины глубже 500 м.

Фактическое количество открытых трещин по отдельным скважинам существенно отличается от средних значений. Их максимальное количество по отдельным скважинам достигает 2 на 1 м бурения. Такие скважины тяготеют к тальвеговым частям ложковой сети рельефа, т.е. к зонам тектонических нарушений, в которых залеченные трещины практически отсутствуют до глубины несколько сот метров.

Заполнитель в залеченных трещинах представлен (в порядке убывания в процентах от общего их количества, %): кварц (33), кальцит (31), эпидот (15), гидроокислы железа (12) и хлорит (9). Такой заполнитель по химическому составу соответствует исходным породам (порфириды, диабазы, базальты, сульфидная руда). Распределение заполнителя трещин по глубине, по нашему мнению, зависит от состава исходных пород, скорости водообмена подземных вод, которая с глубиной резко уменьшается, а также отражает замкнутый характер локальных фильтрационных потоков. Фактическое наращивание среднегодовых водопритоков в Ново-Шемурской карьере прекратилось при пересечении им нижней границы коры выветривания (средняя глубина обсадки разведочных скважин — 47,5 м).

Определенную роль в дешифровке фильтрационной структуры рудных месторождений на Урале сыграл опыт (с 1993 г.) их освоения способом подземного выщелачивания (ПВ) [6]. Этот способ эксплуатации рудных месторождений осуществляется только в их верхней окисленной зоне (коре выветривания), что связано с наличием в этой части геологического разреза достаточной пустотности (пористости). В первичных рудах процесс ПВ не имеет практического значения, поскольку форма и размер локальных депрессий при каптаже трещин не обеспечивает необходимого перехвата образующихся при выщелачивании продуктивных растворов, а блоки между трещинами вообще не подвергаются проработке технологическими растворами. Поэтому нижней границей подсчета запасов балансовых руд при ПВ принимается контур развития коры выветривания.

Специфика изменения гранулометрического состава коры выветривания в вертикальном разрезе обусловила закачку технологических (выщелачивающих) растворов в скважины, пройденные преимущественно в зоне химического выветривания (зоне полного химического разложения), состоящей из частиц глинистого, пылеватого и песчаного составов. При достаточной мощности зоны аэрации, сформированной естественным или искусственным путем, иногда использовались приемы размещения технологических растворов в фильтрационные каналы и бассейны.

Откачные скважины для извлечения из недр, образовавшихся при ПВ продуктивных растворов, всегда оборудовались в зоне физического выветривания (зона дезинтеграции), представленной дресвяно-щебнистой фракцией с подчиненным количеством глинисто-песчаного материала.

В региональном плане распространение коры выветривания определяется прежде всего геоморфологическим строением местности, которое, в свою очередь, отражает устойчивость коренных пород к выветриванию, что определяется литологическим составом и тектоническим строением конкретной территории. Мощность «физической» коры выветривания, сформированной преимущественно в ледниковый период [7] и сохранившейся в нижней части разреза коры выветривания, составляет в первом приближении четвертую часть общей ее мощности и не превышает 10–15 м. Эта часть геологического разреза играет главную прикладную роль в формировании гидрогеологических условий УСО, что необходимо учитывать при гидрогеологической характеристике ее территории. Вместе с тем, водно-физические и фильтрационные свойства нижней зоны коры выветривания имеют слабую изученность из-за крупнообломочного гранулометрического состава и низкой ее устойчивости в стенках скважин. С достаточной степенью достоверности может быть определена в разрезе лишь нижняя граница этой зоны по глубине обсадки скважин различного назначения. Большие перспективы для изучения коры выветривания имеют площадные геофизические исследования методом ВЭЗ, которые входили в состав крупномасштабной (1:50 000) государственной геологической съемки прошлых лет.

Отсутствие объективных данных о фильтрационных свойствах нижней зоны коры выветривания приводит к ошибкам при прогнозных расчетах. Например, величина коэффициента водопроницаемости, рассчитанная по формуле Дарси по расходу потока подземных вод на замыкающем сечении произвольной ленты тока, оцененного балансовым методом, всегда существенно (в разы) превышает значение этого коэффициента, определенного здесь же традиционным способом по данным ОФР.

Таким образом, анализ результатов исследований, проведенных за последние 40 лет на конкретных объектах УСО (водозаборы пресных подземных вод и горные выработки для добычи твердых полезных ископаемых) в увязке с многолетними наблюдениями за их эксплуатацией позволил установить решающую роль в прикладной гидрогеологии коры выветривания, сформированной под воздействием физического и химического изменений пород коренного субстрата.

Верхняя зона коры, сформированная под воздействием химического выветривания, служит транзитом атмосферного питания подземных вод в вертикальном направлении. В нарушенных водоотбором гидрогеологических условиях она является регулятором ресурсов подземных вод.

Основным водоносным горизонтом, служащим путем транзита подземных вод по латерали к водозаборным сооружениям и горным выработкам, является относительно маломощная зона коры физического выветривания. При снижении динамического уровня подземных вод ниже подошвы коры физического выветривания, включая ее линейный тип, наращивание водоотбора (водопритока) прекращается. В статье с достаточной для практических целей полнотой описана методика расчета.

Расположенные ниже коры выветривания крутопадающие открытые водоносные трещины (серии трещин) формируют вокруг себя локальные бассейны со сложной, требующей специального изучения схемой питания, транзита и разгрузки подземных вод во взаимосвязанной системе «вода-порода». Происхождение этих трещин явно тектоническое, а не экзогенное. При использовании подземных вод открытые трещины являются путями поступления воды в каптажные сооружения. Уменьшение количества открытых трещин по глубине за счет их залечивания создало иллюзию «мощности» водоносного горизонта в зоне трещиноватости (закарстованности) пород коренного субстрата, под которой можно понимать оптимальную в практическом отношении глубину водозаборных скважин.

В таких гидрогеологических условиях изучение фильтрационных свойств трещиноватых пород коренного субстрата не имеет практического выхода за исключением обоснования водообильности точек предполагаемого скважинного каптажа подземных вод.

Превышение емкостных показателей коры выветривания над трещинной пустотностью коренных пород на 2–3 и более порядков предполагает адекватное обратное соотношение скорости фильтрации подземных вод по сравниваемым гидрогеологическим стратонам в естественных условиях. Вместе с тем, в оборудованных на коренные породы наблюдательных скважинах загрязнения подземных вод ниже по потоку от площадки ПВ не фиксируются в течение последних 25 лет, что связано с локальным развитием бассейнов подземных вод в трещиноватых породах коренного субстрата и создает ложное впечатление о замкнутом характере процесса ПВ, благодаря равенству баланса закачки и откачки технологических растворов. Такой характер процесса в открытой гидрогеологической структуре УСО невозможен из-за наличия атмосферного питания подземных вод, включая транзитный приток, и их оттока в загрязненном виде с площадки ПВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буданов, Н.Д. Гидрогеология Урала / Н.Д. Буданов. — М.: Наука, 1964. — 304 с.
2. Буданов, Н.Д. Особенности гидрогеологического строения и гидрогеологическая карта Урала / Н.Д. Буданов // Тр. института геологии и геохимии УФАИ СССР, 1970. — Вып. 84. — 80 с.
3. Владимиров, Ю.И. Изменение стока малых рек при отборе подземных вод горноскладчатого Урала / Ю.И. Владимиров // Сборник по гидрологии, № 18. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — С. 17–44.

4. Владимир, Ю.И. К вопросу оценки эксплуатационных запасов подземных вод / Ю.И. Владимир, С.Н. Елохина // Изв. УГГА. Серия: геология и геофизика. — 2003. — Вып. 18. — С. 211–215.
5. Гидрогеология СССР. Т. XIV. Урал / Ред. В.Ф. Прейс. — М.: Недра, 1972. — 648 с.
6. Заболоцкий, А.И. Первый в России опыт промышленной добычи золота способом подземного выщелачивания из золотоносных кор выветривания Гагарского месторождения / А.И. Заболоцкий, Ю.В. Докукин // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2009. — № 1– С. 391–402.

7. Инженерная геология СССР. Т. 5. Алтай, Урал / Под ред. Е.В. Третьякова, Н.В. Попова, Г.М. Терешкова. — М.: МГУ, 1978. — 220 с.
8. Новиков, В.П. Условия отработки гидрогеологических целиков Черемуховского месторождения Урала / В.П. Новиков, Д.В. Копылов. — МТУ Ростехнадзора по УрФО, 2007. — № 2. — С. 65–67.

© Новиков В.П., Копылов Д.В., 2018

Новиков Виталий Прокофьевич // zhukyelena@mail.ru
Копылов Дмитрий Вадимович // ddddmiitry@yandex.ru

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622.243(4/9)

Мендебаев Т.Н.¹, Изаков Б.К.², Каламбаева А.С.¹ (1 — ТОО «Научно-внедренческий центр «АЛМАС», 2 — ТОО «Центргеолсъемка»)

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН ЗАБОЙНОЙ КОМПОНОВКОЙ С ГИДРО-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕМ И ТОНКОСТЕННЫМИ АЛМАЗНЫМИ КОРОНКАМИ

*Тенденция поиска и разведки месторождений полезных ископаемых на глубоких горизонтах недр земли предъявляют повышенные требования к качеству и стоимости геологоразведочных работ. Предлагается конструкция забойной компоновки с гидрораспределителем и тонкостенными алмазными коронками для бурения скважин со снижением ресурсных затрат, обеспечивающая повышение представительности и информативности керна. **Ключевые слова:** геология, ископаемые, месторождения, разведка, скважина, средства, керн, жидкость, алмазная коронка.*

Mendebaev T.N.¹, Izakov B.K.², Kalambaeva A.S.¹ (1 — Scientific and Innovation Center «ALMAS», 2 — Center Geolocation)
RESOURCE-SAVING WELL DRILLING TECHNOLOGY BY HEAVY LAYING WITH HYDRAULIC DISTRIBUTOR AND THIN-WALL DIAMOND CROWNS

*The trend of prospecting and exploration of deposits useful on deep horizons of the earth's interior imposes higher demands on the quality and cost of geological exploration. The design of a bottom-hole configuration with a hydraulic distributor and thin-walled diamond crowns is proposed for drilling wells with a reduction in resource costs, providing an increase in the representativeness and informativeness of the core. **Keywords:** geology, fossils, deposits, exploration, well, facilities, core, liquid, diamond core.*

Доминирующий способ поиска и разведки месторождений полезных ископаемых — бурение скважин. Зарубежными фирмами с целью снижения энергозатрат и стоимости бурения скважин, получения качественного геологического материала в виде керна ведут-

ся объемные опытно-конструкторские разработки по созданию новых видов техники, использованию ресурсов существующих технических средств [2].

Один из значимых ресурсов повышения эффективности алмазного бурения скважин с отбором керна — уменьшение ширины торца коронки. Более ранними работами [3, 4] установлено, что уменьшение ширины торца матрицы алмазной коронки позволяет на 20–50 % повысить концентрацию напряжения в горной породе на забое скважин при осевых нагрузках, принятых при алмазном бурении с отбором керна; вызывает нивелирование контактного давления под ней, способствующее более равномерному износу коронки и росту механической скорости бурения скважин.

Меньшая площадь матрицы алмазных коронок предусматривает снижение осевой нагрузки и расхода мощности на бурение, улучшение условий работы буровой колонны и выноса шлама, частицы породы быстрее выносятся из-под матрицы и в меньшей степени подвержены переизмельчению. Кроме того, снижение осевой нагрузки создает благоприятные забойные условия для работы алмазной коронки, сохранения заданного направления скважин.

Традиционно при бурении скважин с отбором керна чаще используются двойные колонковые трубы с вращающимся или невращающимся внутренним керноприемником, реже одинарные колонковые трубы. Главный недостаток последних — возможность прямого попадания потока промывочной жидкости с наибольшим вектором скоростей на плоскую головку керна в процессе бурения скважин. Появляется продольно сжимающая разрушительная сила структурной целостности керна, препятствующая его продвижению, способствующая самозаклиниванию керна отколовшимися частицами породы внутри колонковой трубы. Во избежание недостатков одинарных колонковых труб при бурении скважин с отбором керна преимущественно используются комплексы снарядов с двойными колонковыми трубами со съёмными, невращающимися керноприемниками (ССК, NQ, HQ). В них исключен прямой контакт промывочной жидкости с керном внутри керноприемника, керн меньше подвержен воздействию крутильных колебаний буровой колонны [1].