

начиная с 11 горизонта месторождения, в горном массиве увеличивается количество микротрещин и поровых каналов, способных формировать повышенную объемную проницаемость матрицы пород для фильтрации гидротермальных растворов и миграции уранового вещества.

Благодарности

Авторы выражают благодарность руководству и сотрудникам ПАО «ППГХО» за содействие и помощь в проведении исследований на месторождении Антей и объектах Стрельцовского рудного поля. Особенно хочется поблагодарить главного геолога С.И. Щукина и заместителя главного геолога В.А. Толстоброва за неоценимую помощь в организации полевых работ, предоставленный доступ на объекты рудного поля и возможность работы с фондовым и актуальным картографическим материалом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы 1.4П фундаментальных исследований Президиума РАН и гранта РФФИ 15-05-01369.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева, О.В. Метасоматические процессы на урановых месторождениях Тулукуевской кальдеры в Восточном Забайкалье (Россия) / О.В. Андреева, В.А. Головин // Геология рудных месторождений. — 1998. — Т. 40. — № 3. — С. 205–220.
2. Бетехтин, А.Г. Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях / А.Г. Бетехтин, Ф.И. Вольфсон, А.Н. Заварицкий, Д.С. Коржинский, О.Д. Левицкий, В.А. Николаев — М.: Изд-во АН СССР, 1953. — 615 с.
3. Бурмистров, А.А. Структурно-петрофизический анализ месторождений полезных ископаемых / А.А. Бурмистров, В.И. Старостин, А.Л. Дергачев, В.А. Петров — М.: Изд-во МАКС Пресс, 2009. — 408 с.
4. Ищукова, Л.П. Урановые месторождения Стрельцовского рудного поля в Забайкалье / Л.П. Ищукова — Иркутск: Типография «Глазовская», 2007. — 260 с.
5. Минаев, В.А. Структурно-петрофизические условия локализации урановых руд в фундаменте Стрельцовской кальдеры (на примере месторождения Антей): Дис... канд. геол.-минер. наук. — М.: ИГЕМ РАН, 2016. — 135 с.
6. Минаев, В.А. Напряженно-деформированное состояние и вариации значений упругих параметров вмещающих гранитоидов молиб-

ден-уранового месторождения Антей (Восточное Забайкалье) на разных глубинах / В.А. Минаев, В.А. Петров, В.В. Полуэктов // Геофизические исследования. — 2016. — Т. 17. — № 2. — С. 19–31.

7. Петров, В.А. Изучение природных и техногенных процессов на урановом месторождении в гранитах для обоснования безопасности длительной изоляции ОЯТ / В.А. Петров, В.В. Полуэктов, Р.М. Насимов, А.А. Бурмистров, С.И. Щукин / Экстремальные природные явления и катастрофы. Т. 2. — М.: ИФЗ РАН, 2011. — С. 125–138.

8. Петров, В.А. Реконструкция путей и условий миграции рудоносных гидротермальных растворов: структурно-геологический и термобарогеохимический подход / В.А. Петров, С.А. Устинов, В.В. Полуэктов, В.Ю. Прокофьев // Вестник РФФИ. — 2013. — № 1. — С. 27–33.

9. Петров, В.А. Тектонофизика гидротермального рудообразования: пример молибден-уранового месторождения Антей, Забайкалье / В.А. Петров, Ю.Л. Ребецкий, В.В. Полуэктов, А.А. Бурмистров // Геология рудных месторождений. — 2015. — Т. 57. — № 4. — С. 327–350.

10. Устинов, С.А. Влияние неоднородности поля напряжений-деформаций на миграцию флюидов в разломных зонах (на примере месторождения Антей, Юго-Восточное Забайкалье): Дис... канд. геол.-минер. наук. — М.: ИГЕМ РАН, 2016. — 183 с.

11. Устинов, С.А. Использование планарных систем флюидных включений в структурно-геологических исследованиях гидротермальных месторождений (на примере месторождения Антей) / С.А. Устинов, В.А. Петров, В.В. Полуэктов // Изв. вузов. Геология и разведка. — 2014. — № 1. — С. 36–41.

12. Устинов, С.А. Применение ГИС-технологий для микроструктурного анализа в геологии / С.А. Устинов, В.А. Петров // Геоинформатика. — 2015. — № 2. — С. 33–46.

13. Dehoff, R. Microscopie Quantitative. Masson et Cie R. / R. Dehoff, F.N. Rhines, 1972. — 401 p.

14. Lespinasse, M. Microfissural mapping of natural cracks in rocks: Implications for fluid transfers quantification in the crust / M. Lespinasse, L. Désindes, P. Fratzczak, V. Petrov // J. Chemical Geology. — 2005. — N 223. — P. 170–178.

15. Zamora, M. Anisotropy of elastic and anelastic properties of granites from the Hirabayashui hole, Japan / M. Zamora, A.P. Pezard, H. Ito // Proc. Internat. workshop on the Nojima fault core and borehole data analysis. Tsukuba, Japan, 1999. — P. 227–231.

© Коллектив авторов, 2017

Петров Владислав Александрович // vlad243@igem.ru
Минаев Василий Александрович // minaev2403@mail.ru
Устинов Степан Андреевич // stevesa@mail.ru
Полуэктов Валерий Викторович // vapol@igem.ru
Андреева Ольга Владимировна // akimolan@igem.ru

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 551.34:556.3

Ершов В.В. (ФГБУ «Гидроспецгеология»)

МЕРЗЛОТНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПЕЧОРСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА

Рассмотрены зоны распространения многолетнемерзлых пород на территории Печорского артезианского бассейна. Выявлены закономерности распространения многолетнемерзлых пород в этих зонах. Зоны распространения многолетнемерзлых пород рассматриваются отдельно по бассейнам третьего порядка. Показаны мощности многолетнемерзлых пород, условия их залегания и приуро-

ченности. Для каждой зоны приведены характерные температуры многолетнемерзлых пород. Даны условия и причины распространения различных геокриологических процессов. **Ключевые слова:** Печорский артезианский бассейн, многолетнемерзлые породы, криолитозона, криогенные процессы.

Ershov V.V. (Gidrospetsgeologiya)

THE PERMAFROST ZONING OF THE HYDROGEOLOGICAL STRUCTURES OF THE PECHORA ARTESIAN BASIN

Areas of distribution of permafrost in the territory of the Pechora artesian basin are considered. The regularities of the distribution of permafrost in these zones are revealed. The zones of permafrost are considered separately for third-order

basins. The capacities of permafrost rocks are shown, the conditions for their occurrence and confinement. For each zone, the characteristic temperatures of permafrost are given. Conditions and reasons for the spread of various geocryological processes are given. Keywords: artesian basin, permafrost, talik, cryolithozone, cryogenic processes.

Печорский артезианский бассейн (ПАБ) в геологическом плане приурочен к Печорской синеклизе. С гидрогеологической точки зрения он входит в состав Тимано-Печорского сложного артезианского бассейна.

Важной дополнительной особенностью ПАБ является наличие криолитозоны и разнообразие ее проявлений. Она занимает большую часть территории бассейна. В соответствии со сложностью геологического и гидрогеологического строения ПАБ правильнее рассматривать не как единый артезианский бассейн в обычном понимании, а как сложную гидрогеологическую систему, в пределах которой по геоструктурным признакам выделяются составляющие ее отдельные артезианские бассейны третьего порядка: Большеземельский, Ижма-Печорский и Печоро-Кожвинский. Для простоты и удобства изучения геокриологической обстановки в данной статье приводится рассмотрение криолитозоны по бассейнам.

Большеземельский бассейн — это единственный бассейн, входящий в состав Печорского АБ, в пределах которого распространены как современные, так и реликтовые многолетнемерзлые породы (ММП).

Зона сплошного распространения ММП занимает всю северную часть Большеземельского бассейна, но не доходит, как правило, до побережья, упираясь в границу зоны криопэггов. Вдоль побережья распространены прерывистые толщи ММП, что обусловлено значительной засоленностью пород и развитием устойчивых криопэггов.

Криогенные современные толщи в рассматриваемой зоне сплошного распространения ММП являются наиболее мощными и однородными по льдистости и носят характер сливающейся мерзлоты [3]. Они залегают под слоем сезонного оттаивания мощностью от 0,4–0,5 м (торф) до 0,8–1,4 м (суглинки, супеси); в зимний период этот слой полностью промерзает. В летний период сезонно талый слой (СТС) представляет собой толщу, содержащую воды. В основном это поровые воды залегающих с поверхности отложений, питание которых происходит за счет атмосферных осадков и оттаивания льдосодержащих грунтов, а разгружаются воды СТС в речную сеть, подозерные и подрусловые талики.

Сплошность толщ ММП прерывается с поверхности до глубин 15–20 м разветвленной сетью несквозных таликов гидрогенного и радиационно-теплого типов.

Талики гидрогенного типа залегают под руслами небольших речек и ручьев; большинство из них не имеют зимнего стока. Это определяет возможность неглубокого (до 0,5–1 м) сезонного промерзания таликов сверху. Глубина таликов определяется шириной

русел, глубиной врезов долин, величиной стока и др. В большинстве своем талики несквозные, хотя их глубина часто превышает 10–15 м. Температура слагающих талики грунтов 0–0,2 °С.

Радиационно-тепловые талики залегают в контурах местных понижений рельефа (полос стока, межблочных понижений, пойм речек), в которых условия благоприятны для накопления снега. Талики несквозные; их глубина, как правило, не превышает 10 м. Температура грунтов около 0 °С. Талики данного типа траассируются зарослями кустарников высотой до 2 м. Общая площадь таликов обоих типов не превышает 15–20 % площади.

Сезонно-талый и сезонно-мерзлый слои (СТС, СМС) представляют собой верхние горизонты толщ соответственно мерзлых или талых пород, подвергающихся сезонным преобразованиям. Основными факторами, влияющими на формирование СТС и СМС в регионе, являются средняя годовая температура грунтов, их литологический состав и влажность, растительный покров, высота и плотность снежного покрова, дренированность поверхности. Отличительной особенностью района является большое разнообразие и дифференцированность поверхностных условий, что приводит к значительной изменчивости характеристик СТС и СМС. Процесс сезонного оттаивания начинается в первой декаде июня и заканчивается, как правило, в сентябре. Сезонное промерзание грунтов начинается в первой декаде октября; на участках «сливающейся мерзлоты» в январе–феврале происходит смыкание промерзающего слоя с ММП, в пределах таликов промерзание заканчивается к маю.

Наименьшие глубины протаивания (0,3–0,5 м) характерны для участков развития плоских и бугристых торфяников с кустарничково-мохово-лишайниковым покровом и относительно низкими (–4 — –5 °С) среднегодовыми температурами грунта. На пониженных, слабодренированных поверхностях, в пределах крупных термокарстовых понижений и переходных болот, глубина сезонного протаивания в торфе увеличивается до 0,5–0,6 м, в заторфованных супесях и суглинках она может составлять 0,7–0,8 м. Изменчивость величины сезонного протаивания в разные годы в связи с климатическими колебаниями достигает 10–30 %.

Мощности современных криогенных толщ в рассматриваемой зоне сплошного распространения ММП являются наибольшими на всей территории бассейна. Разброс величин мощностей ММП варьируется от 100 до 500 м.

Зона прерывистого распространения мерзлоты окаймляет с юга, юго-запада и севера территорию сплошного распространения ММП Большеземельского бассейна. Сплошность ММП в данной зоне нарушается гидрогенными подрусовыми и подозерными сквозными таликами, с которыми в большей степени связаны основные запасы грунтовых вод, в основном в аллювиальных отложениях рек. Талики в этой зоне формируются и существуют благодаря отепляющему

воздействию крупных водоемов и водотоков на температурный режим мерзлых пород и приурочены к гидрологической сети. Помимо подрусловых и подозерных гидрогенных таликов, в рассматриваемой зоне присутствуют еще и радиационно-тепловые талики. К этому виду в большей степени относятся несквозные талики, которые сформировались в результате:

а) отепляющего воздействия накоплений мощного снежного покрова в оврагах и ложбинах;

б) отепляющего воздействия крупных лесных массивов;

в) смягчении сурового воздействия холодных ветров кустарниками и деревьями.

Температуры пород опускаются до -3 — -4 °С. Минимальные глубины протаивания характерны для торфяников и торфяно-суглинистых грунтов. Они обычно не превышают 0,5 м, в отдельных случаях достигая 1,0 м. В суглинистых грунтах глубина СТС меняется в основном от 0,2 до 1,5 м. В случае сезонного протаивания его конкретная глубина в значительной степени зависит от характера растительности. На участках с мощными сухими мхами глубина протаивания составляет 0,5–1,0 м; при маломощном разреженном моховом покрове — 1,0–1,5 м.

Минимальная глубина сезонного промерзания — 0,3–1,0 м наблюдается в поймах ручьев, в ложбинах стока, заболоченных низинах, на большей части лесных массивов. На плоских безлесных пространствах сезонное промерзание достигает 2,0–3,0 м. Оно начинается в октябре и продолжается до марта. Сезонное протаивание почвы начинается после схода снежного покрова или же, в случае развития мощных моховых покровов, через 10–20 суток после его схода и к сентябрю заканчивается.

В районе Большеземельского бассейна в зоне прерывистого распространения фоновая мощность современных мерзлых пород незначительная и изменяется от 50 до 100 м.

Зона островного распространения ММП занимает малую часть бассейна, острова ММП локально распространяются на юге бассейна. Вследствие расположенного там регионального сквозного подруслового талика р. Печора процентное содержание ММП невелико. Для островной области распространения ММП характерны температуры толщ 0–2 °С. Область распространения зоны в пределах Большеземельского бассейна регионально приурочена к долине р. Печора. Мощности ММП в зоне островного распространения незначительны и не превышают 50 м. В центральной части бассейна современные мерзлые толщи сливаются с реликтовыми многолетнемерзлыми породами. В интервале слияния мощность общей мерзлоты редко достигает 600 м, отдельная мощность реликтовых ММП может достигать 500 м с глубиной кровли 100 м. Основные участки реликтовых ММП залегают на глубине 100–150 м при глубине подошвы 300–400 м, локально 500 м. Лишь на юго-восточной части бассейна, у границ Большеземельского и Печоро-Кожвинского

бассейнов, кровля реликтовых толщ опускается на глубину 200 м, а глубина ее подошвы составляет 400 м. В пределах зоны распространения реликтовых толщ в интервале глубин 132–350 м температура отложений понижается от 0 до $-0,65$ °С, а затем в интервале глубин 350–455 м повышается до 0 °С. Реликтовые ММП имеют массивную текстуру (для песчаных разностей), видимые включения льда (шлиры) отсутствуют. Глинистые разности разреза, очевидно, находятся в пластично-мерзлом или переохлажденном состоянии, так как температура ($-0,1$ — $0,65$ °С) недостаточна для замерзания поровой воды.

Криогенные процессы

С поверхности в пределах рассматриваемой территории бассейна отмечен ряд криогенных процессов: *термокарст, образование наледей, гидролакколит, бугры лущения, солифлюкция, термоэрозия и термоабразия, морозобойное растрескивание мерзлых пород.*

Термокарст и его проявления, распространены в основном в северной части бассейна, где он переходит в образование наледей как грунтовых, так и артезианских вод. Термокарстовые формы представлены на участках торфяников, озерно-болотных и аллювиальных отложений. Развитие термокарста связано с льдонасыщенностью четвертичных отложений. Размеры термокарстовых проявлений зависят от форм термокарстового рельефа — это сухие, заболоченные или занятые озерами котловины. Их размер от нескольких метров (внемасштабный знак) до 1 км и более. Термокарстовые проявления возникают в результате вытаивания полигонально-жильных льдов.

Наледи в основном приурочены к таликам как сквозным для артезианских вод, так и не сквозным — для грунтовых вод [1]. Размеры наледей разнообразны и резко отличаются в зависимости от условий их образования. Наледи приурочены к долинам рек и котловинам озер: образование их обусловлено изливанием подземных вод на поверхность вследствие повышения гидродинамического напора в результате зимнего промерзания и сужения каналов, по которым движутся подземные и речные воды. Причиной образования наледей, приуроченных к несквозным таликам, является также возрастание гидростатического давления воды при промерзании самих несквозных водоносных таликов. Наледи являются формой проявления подземных вод криолитозоны. Они указывают на их наличие, особенности их формирования и позволяют в ряде случаев оценить естественные ресурсы.

Гидролакколиты образуются в процессе формирования наледей, когда подземные воды часто могут внедряться между кровлей мерзлой толщи и промерзшей частью СТС. В результате сезонно талый слой приподнимается, а подземные воды, не выходя на поверхность, замерзают, образуя при этом подземные наледи или гидролакколиты. Эти образования тяготеют к периферии наледей или находятся в их обрамлении, они парагенетически связаны с наледями и являются формами перехода от поверхностных наледей к подзем-

ным инъекционным льдам. Однако в рассматриваемом Большеземельском бассейне выделенные гидролакколиты образовались независимо от наледей, вероятно, вблизи мест выхода вод глубокого стока на поверхность в районе с прерывистым распространением. Сюда можно отнести и выделенные на территории бугры пучения. Их массовое развитие наблюдается вдоль южной периферии области сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Такому типу бугров свойственно совпадение размеров льдистого ядра с мощностью ММП. Высота бугров пучения увеличивается в направлении с севера на юг и зависит от общей площади вспученного массива и геолого-геоморфологических условий.

Бугры пучения локально распространены и в северной части территории, в зоне лесотундры. Северный тип бугров характеризуется постепенным переходом льдонасыщенного ядра бугра в подстилающие озерные суглинки, льдистость бугра постепенно уменьшается с глубиной. Бугры пучения, встреченные в водораздельных низинах и котловинах озер, достигают максимальной высоты до 12–15 м и диаметром до 100 м. На территории Большеземельского бассейна наиболее распространены бугры пучения высотой до 2–3 м и диаметром 20 м. Их массовое развитие встречается в пределах озерно-аллювиальных равнин. Небольшие и редкие бугры пучения наблюдаются и в незначительных по площади водораздельных низинах. Из других криогенных процессов развиты солифлюкция, термоэрозия и термоабразия, морозобойное растрескивание мерзлых пород.

Морозобойное растрескивание происходит в суглинках, глинах и торфе. Причем в южной части территории растрескиванию подвергаются только торфяники, а с продвижением на север — глины и суглинки [2].

Наибольшим показателем пораженности криогенным растрескиванием характеризуются озерно-болотные и хасырейные типы местности, которые имеют сплошной или прерывистый тип распространения ММП. Морозобойное растрескивание широко развито на торфяниках и представляет собой четырехугольные, либо пятиугольные полигоны. Длина сторон полигонов достигает 20–30, реже 50 м. Трещины часто полузакрытые, глубиной до 2 м, днища большинства трещин влажные.

Термоэрозия развита ограниченно и приурочена в основном к речным долинам. Развитие термоэрозии на территории происходит в местах с повсеместным развитием ММП и отсутствием мощного растительного покрова. Помимо этого, в долинах рек термоэрозионные процессы тесно связаны с новыми тектоническими движениями. Термоэрозионные формы представляют собой овраги различной конфигурации [2]. Наиболее интенсивно процессу термоэрозии подвержены склоновые участки, сложенные мерзлыми сильнольдистыми аллювиальными и озерно-аллювиальными породами, меньшее влияние термоэрозия оказывает на озерно-болотные отложения, представленные торфом и слагающие поля торфяников.

Термоабразия приурочена к водотокам и представляет собой разрушение берегов при оттаивании льда, слагающего эти берега. Процесс оттаивания льда зависит от интенсивности тепляющего воздействия волн, их механической энергии, температуры воды и интенсивности волнений. Поэтому наиболее интенсивно процесс термоабразии происходит на морских побережьях, так как берега подвержены наиболее сильному волнению. Для внутренних водотоков деятельность волн определяется не только силой ветра, но и его направленностью. В условиях господства однонаправленных ветров внутренние водотоки, в основном озера, приобретают вытянутую форму, соответствующую направлению ветров.

Солифлюкция наиболее широко распространена в северных мерзлотно-температурных зонах и почти не встречается вблизи южной границы криолитозоны [2]. Солифлюкция представляет собой процесс вязкого смещения оттаивающего тонкодисперсного материала на склонах, она наиболее активно развивается в зоне тундры, характеризующейся отсутствием древесной растительности и избыточным летним переувлажнением пород сезоннооттаивающего слоя. Помимо этого, солифлюкция может присутствовать и на крутых склонах непосредственно в лесных массивах, образуя при этом такое наглядное явление, как «пьяный лес». Процесс приурочен к участкам распространения дисперсных влажных грунтов, в которых и происходит солифлюкция. На территории присутствует распространение медленной и быстрой солифлюкции. Медленная — характеризуется небольшой скоростью смещения (2–10 см/год) пылеватых суглинистых и супесчаных отложений на склонах крутизной до 15°. Наряду с медленной, широкое развитие имеет и быстрая солифлюкция, которая приурочена к склонам с крутизной в 10–25°. По мнению автора [2], быстрая солифлюкция сопровождается нарушением внутренних связей в грунте, а также разрывом дернового покрова. Вязкое течение развивается в периоды интенсивного таяния снега, подземных льдов или при обильных атмосферных осадках.

Печоро-Кожвинский бассейн

В пределах бассейна локальное распространение несут лишь ММП островного типа. Мощность современных ММП уменьшается до 10 м, в основном ММП встречаются в заторфованных болотах. Увеличивается глубина протаивания, в некоторых случаях до полного протаивания криогенных толщ. В значительной степени на территории бассейна присутствуют реликтовые толщ ММП. Глубина до кровли реликтовых толщ на территории бассейна максимальная и достигает 200 м, глубина подошвы реликтовой мерзлоты в основном 300 м, присутствуют участки с глубиной до 400 м [3]. Криогенных процессов в ходе изучения территории бассейна выявлено не было.

Ижма-Печорский бассейн

В пределах Ижма-Печорского бассейна ММП имеют прерывистое, массивно-островное и островное распространение.

Зона прерывистого распространения ММП занимает меньшую часть бассейна. Ее граница распространяется в широтном направлении и прерывается региональным сквозным таликом р. Печора. В пределах Ижма-Печорского бассейна имеются только современные ММП, граница реликтовых ММП совпадает с границей бассейна, не захватывая его. Мощность современных ММП в основном не превышает 50 м, лишь в северной части бассейна присутствуют участки ММП мощностью до 100 м. Вся зона прерывистого распространения ММП испещрена сквозными подрусловыми таликами притоков р. Печора и многочисленными подозерными таликами. В северной части бассейна в прибрежной зоне располагается региональная зона криопэггов. Из геокриологических процессов распространены бугры пучения и термокарстовые проявления. Бугры пучения встречены небольшим скоплением вблизи поймы р. Печора и массово рассредоточены в районе р. Сойма и ее притоков. Небольшими площадями выделены проявления термокарста, приуроченного к котловинам крупных озер и болот.

Зона массивно-островного распространения ММП окаймляет область прерывистого распространения ММП, занимает наименьший процент площади бассейна. Вдоль р. Печора ее граница протягивается далеко на север, вплоть до границы бассейна, огибая региональный талик. В области прослеживаются бугры пучения и процессы термокарста. По генезису являются схожими с аналогичными процессами в зоне прерывистого распространения ММП.

Зона островного распространения ММП занимает всю оставшуюся часть бассейна и замыкается южной границей многолетнемерзлых пород. Мощности ММП в пределах области не превышают 25 м. Сама зона представляет собой проявления мерзлых островов различных по площади и расположению. Острова ММП приурочены в основном к торфяникам и торфяным болотам. В северной части зоны, на границе с областью прерывистого распространения ММП, встречены в единичных проявлениях бугры пучения и термокарст. Геокриологические проявления приурочены к котловинам озер и болот.

Изучение геокриологических условий отдельно по гидрогеологическим структурам позволяет: наиболее точно охарактеризовать особенности криолитозоны; более подробно рассмотреть условия проявления ММП; выявить наиболее и наименее значимые, геокриологические процессы, свойственные для изучаемой территории. Обобщение такой изученности, дает более полную и яркую картину бассейна в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вельмина, Н.А. Особенности гидрогеологии мерзлой зоны литосферы / Н.А. Вельмина. — М.: НЕДРА, 1970.
2. Геокриология СССР. Европейская территория СССР / Под ред. Э.Д. Ершова. — М.: Недра, 1988. — 358 с.
3. Кудрявцев, В.А. Карта мерзлотных условий Нечерноземной зоны РСФСР, м-б 1:1 500 000 / В.А. Кудрявцев, А.В. Груздов, Н.Г. Оберман. — М.: МГУ, 1983.

© Ершов В.В., 2017

Ершов Вячеслав Вячеславович // ilfsm@mail.ru

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК: 553.04 (678)

Ястребков А.Ю.¹, Жарников А.Н.², Кутуева О.В.³, Маркевич К.В.⁴, Ивлев И.А.¹, Мельников А.В.¹, Константинов В.Л.¹ (1 — АО «Ураниум Уан Груп», 2 — ООО «УК Полус», 3 — ФГБУ «ВИМС», 4 — RMG Gold LTD)

ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЬЁТА ПО ГЕОЛОГО-ГИДРО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ И РЕЗУЛЬТАТАМ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Рассмотрена геотехнологическая оценка уранового месторождения Ньёта (Объединенная Республика Танзания), часть запасов которого предположительно пригодна для отработки методом скважинного подземного выщелачивания. Оценка выполнена по результатам проведенных в 2015 г. геологических, гидрогеологических исследований и лабораторных геотехнологических испытаний. По результатам исследований сделан вывод о проницаемости рудовмещающих пород и возможности выщелачивания урана из керновых проб слабыми серно-

кислыми растворами. Полученные результаты разрешают проведение опытных натурных испытаний по выщелачиванию урана на месте залегания. **Ключевые слова:** скважинное подземное выщелачивание урана, урановая минерализация, Танзания, лабораторные геотехнологические испытания, гидрогеологические исследования.

Yastrebkov A.Yu.¹, Zharnikov A.N.², Kutueva O.V.³, Markevich K.V.⁴, Ivlev I.A.¹, Melnikov A.V.¹, Konstantinov V.L.¹ (1 — Uranium One Group, 2 — MC Polyus LLC, 3 — VIMS, 4 — RMG Gold LTD)

EVALUATION OF URANIUM DEPOSIT NYOTA IN TERMS OF IN-SITU LEACHING BASED ON THE RESULTS OF GEOLOGICAL, HYDROGEOLOGICAL STUDIES AND LABORATORY LEACHING TESTS

The paper presents the results of assessment of uranium deposit Nyota (United Republic of Tanzania) in terms of in-situ leaching, due to the fact that a part of the deposit's resources is potentially attractive for in-situ recovery. The estimation is based on the results of geological, hydrogeological studies and laboratory leaching tests conducted in 2015. The results of the