

*Выводы.* Межсолевые отложения характеризуются преимущественно развитием гранулярных коллекторов, что обусловлено терригенным типом разреза, преобладающим на юге Припятского прогиба. В задонских отложениях ЮСТЗ выделяется 4 класса терригенных коллекторов с пористостью от менее 10 до более 20 %. Наиболее проницаемые пласты-коллекторы с пористостью 20–28 % распространены в юго-западной части ЮСТЗ Припятского прогиба. В елецко-петриковских отложениях ЮСТЗ коллекторы представлены терригенными (песчаником) и карбонатными породами (известняком) с улучшенными ФЕС (значения пористости порядка 20 % и 9 % соответственно). В терригенных разрезах межсолевых отложений встречаются изолированные прослои карбонатных пород с высокими коллекторскими свойствами. Большинство нефтепроявлений связано именно с этими карбонатными прослоями. Коллекторы в верхнесоленосных отложениях связаны с прослоями песчаных и алевроитовых пород.

#### **Библиографические ссылки**

1. *Обровец С. М., Демидович Л. А.* Литологические предпосылки нефтеносности галитовой субформации южной зоны Припятского прогиба // Докл. АН БССР. 1988. Т. 32, № 12. С. 1129–1132.
2. *Обровец С. М., Высоцкий Э. А., Швыдрик Н. И.* Палеогеоморфологические и палеотектонические условия формирования неантиклинальной ловушки в боричевских отложениях Радомлянской площади Припятского прогиба // Докл. АН БССР. 1990. Т. 34, № 12. С. 1116–1119.
3. *Обровец С. М., Свидерский Э. И., Медведева В. А.* Особенности формирования ловушек неструктурного типа в южной части Припятского прогиба // Докл. АН Беларуси. 1992. № 7-8. С. 630–634.
4. *Обровец С. М., Верес С. А.* Валавский дельтовый комплекс в девонских отложениях юга Припятского палеорифта // Докл. НАН Беларуси. 2004. Т. 48, № 1. С. 101–107.

УДК 550.4

## **ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНДЕНСАЦИОННЫХ РАССОЛОВ, ИЗУЧЕННЫХ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ПЕТРИКОВСКОГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ**

**К. Ю. Балашов, А. М. Балашова, Е. Г. Лайко**

ОАО «Белгорхимпром», ул. Киселёва 26А, 220029 Минск, Республика Беларусь; kbalashov@bmci.by

В работе рассмотрены вопросы определения генетического типа рассолов, обнаруженных в горных выработках Петриковского месторождения калийных солей.

**Ключевые слова:** Петриковское месторождение; горные выработки; рассолопроявления; конденсационные рассолы.

The work considers the issues of determining the genetic type of brines, which were found in the mine workings of the Petrikovsky potash deposit.

**Key words:** Petrikovsky potash deposit; mine workings; brine manifestations; condensation brines.

*Введение.* Старобинское месторождение калийных солей разрабатывается уже на протяжении более 60 лет. За это время накоплен большой объём геолого-гидрогеологической информации о месторождении.

Петриковское месторождение калийных солей отрабатывается сравнительно недавно. Поэтому так важно с самого начала отработки месторождения проводить исследования, накапливать и обобщать материалы результатов геолого-гидрогеологических исследований в горных выработках, участвовать в совместном обсуждении полученных материалов геолого-

маркшейдерской службой ОАО «Беларуськалий» и научными сотрудниками профильных организаций (ОАО «Белгорхимпром», ГП «НПЦ по геологии», ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси» и т. д.).

Петриковское месторождение калийных солей значительно отличается по своему геологическому строению и гидрогеологическим условиям от Старобинского.

С точки зрения поступления в горные выработки подземных вод и рассолов обращает на себя внимание отсутствие на Петриковском месторождении многочисленных и мощных внутрисолевых глинисто-карбонатных пачек, которые являются источниками поступления больших по объемам седиментогенных рассолов в пределах всего Старобинского месторождения.

Кроме того, в настоящее время в связи с началом отработки шахтного поля Петриковского месторождения не установлено поступления рассолов выщелачивания, связанных с нижней частью толщи отложений гипсоносной (сульфатно-карбонатно-глинистой) подтолщи.

На данном этапе отработки Петриковского месторождения основным типом рассолов, скапливающихся в горных выработках являются конденсационные воды.

*Целью* выполненной работы являлось изучение рассолов, скапливающихся в горных выработках Петриковского месторождения.

Основными *задачами* были следующие: выполнить отбор проб рассолов в подземных горных выработках Петриковского ГОК; выполнить лабораторные исследования химического состава проб рассолов; выполнить анализ полученных данных о химическом составе рассолов; определить генетический тип (происхождение) рассолов; охарактеризовать процесс формирования химического состава рассолов; дать оценку агрессивного воздействия рассолов к соляным породам и строительным материалам, которые применяются в горных выработках.

*Актуальность* данной работы связана с тем, что Петриковское месторождение только начинает обрабатываться. Поэтому так важно с самого начала накапливать и обобщать получаемую информацию о геолого-гидрогеологических условиях. Это позволит, во-первых, в дальнейшем более эффективно вести горные работы, а, во-вторых, повысит безопасность отработки месторождения через актуализацию одного из основных нормативных документов, таких как «Указания по защите Петриковского рудника от затопления».

*Методика исследований.* Пробы рассолов отобраны из горных выработок геологами Петриковского рудоуправления ОАО «Беларуськалий». Аналитические лабораторные исследования проведены в «Центральной лаборатории» ОАО «Беларуськалий». Анализ полученных данных выполнен сотрудниками ОАО «Белгорхимпром».

*Результаты исследований.* В горных выработках, заложенных в верхней части калийного горизонта IV-п в интервале 702,8–705,8 м наблюдаются водопроявления в виде капежа из глинистых прослоев в кровле и стенках. Породные стенки горных выработок в отмеченном интервале сложены солью каменной красновато-светло-серой, средне-, крупнозернистой, массивной, с частой вкрапленностью оранжево-красного и красного карналлита, с прослоями карналлит-сильвин-галитовой породы, розовато-светло-серой, разномзернистой, слоистой, вкраплено-слоистой, с прослоями глины.

Проба характеризуется как рассол весьма крепкий, хлоридный магниевый слабокислый. Результат химического анализа рассола приведен в табл. и в формуле 1. При сравнении генетических коэффициентов пробы рассола с генетическими коэффициентами рассолов Старобинского месторождения [1], можно с уверенностью отнести данный рассол к конденсационному типу. Однако обращает на себя внимание очень высокое содержание  $Mg^{2+}$  в пробе рассола, которое составляет  $69\ 233,76\ \text{мг/дм}^3$  и полное отсутствие в пробе  $Ca^{2+}$  (не обнаружен).

Таблица – Характеристика подземных и поровых вод Петриковского месторождения

Наименование компонентов и показателей	Химический состав рассола, отобранного из горных выработок	Химический состав подземных вод гипсоносной (сульфатно-карбонатно-глинистой) подтолщи	Химический состав поровых вод, отобранных при проходке шахтных стволов Петриковского ГОК	Химический состав карналлитового рассола, полученного при эксперименте по растворению карналлитовой залежи калийного горизонта 0–7 Любанского участка
Na <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	17 406,93	14 800,0–118 650,0	29 762,2–44 365,9	–
K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	22 243,02	159,0–40 348,0	16 221,4–45 425,6	–
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	–	1 253,0–5 847,9	127 596,1–152 376,9	–
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	69 233,76	6,8–11 442,0	14 527,7–40 804,1	65 220,0
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	247 222,67	24 115,0–212 064,0	372 500,2–432 206,3	236 810,0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	130,65	1 497,9–5 472,0	407,3–779,5	3 080,0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	46,37	6,1–110,0	133,0–327,7	–
Br <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	3 776,26	20,0–67,0	–	5 070,0
pH	5,9	5,7–7,6	5,78–6,46	5,7
Общая минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	360 059,66	45 310,0–366 747,3	592 373,2–678 827,8	352 000,0–357 000,0
Генетические коэффициенты	Br×10 <sup>3</sup> /Cl	15,274	0,0004–0,0009	–
	Cl/Br	65,467	1 205,7–2 767,7	–
	rMg/rCl	0,8170	0,0002–0,1848	–
	rNa/rCl	0,108	0,784–0,986	–
	K×10 <sup>3</sup> /Cl	89,971	2,075–190,263	–
	K/Br	5,890	4,722–15,454	–
	rMg <sup>x</sup> /rCl	0,816	0,0028–0,1980	–
rCa/rMg	-	0,134–516,548	–	–

$$M_{360,0} \frac{Cl_{199} Br_1}{Mg_{81} Na_{11} K_8} pH_{5,9} \quad (1)$$

$$M_{45,31-366,75} \frac{Cl_{89} - 99 SO_4 1 - 11}{Na_{77} - 98 Mg_1 - 16 Ca_1 - 11 K_1 - 17} pH_{5,7 - 7,6} \quad (2)$$

$$M_{592,37-678,83} \frac{Cl_{100}}{Ca_{56} - 71 Mg_{11} - 26 Na_{10} - 17 K_4 - 10} pH_{5,78 - 6,46} \quad (3)$$

Ниже рассмотрим процесс формирования данного рассола.

Конденсационные воды в горных выработках образуются при взаимодействии влаги, содержащейся в воздухе, подаваемом в горные выработки с породными стенками, кровлей и почвой выработок. В целом, по результатам исследований [2] известно, что в летний период в горных выработках происходит активная конденсация влаги из воздуха, подаваемом в горные выработки для их проветривания. Напротив, в зимнее время происходит частичный вынос с воздухом влаги из горных выработок. Однако в целом годовой баланс положительный, т. е. происходит привнос с поступающим воздухом влаги в горные выработки. Т. е. в проветриваемых выработках летом происходит накопление на породных стенках конденсационной влаги, а в зимний период наблюдается её вынос. Однако при проветривании тупиковых выработок (как в нашем случае) отмечается постоянное круглогодичное накопление влаги. В тупиковых выработках наблюдается постоянный, но слабый по интенсивности привнос влаги с воздухом, но при этом почти отсутствует вынос влаги. Влага из воздуха является слабоминерализованной, поэтому проявляет высокую степень агрессивности к соляным породам. Взаимодействуя с соляными породами, которыми сложены горные выработки, и выщелачивая их, влага насыщается в первую очередь наиболее гигроскопичными и растворимыми минералами, такими как карналлит (KCl × MgCl<sub>2</sub> × 6H<sub>2</sub>O), который помимо всего прочего содержит кристаллизационную воду.

Рассол, отобранный в горных выработках, образовался при взаимодействии конденсационных шахтных вод (рассолов) со стенками горных выработок, которые сложены соляными породами, содержащими такие минералы как галит, сильвин и карналлит. Наиболее гигроскопичным, хорошо растворимым минералом из представленных является карналлит. Необходимо отметить, в целом на Петриковском месторождении соленосная толща содержит повышенное количество карналлита в отличие от соленосной толщи Старобинского месторождения.

Конденсационные воды, осаждаясь на породных стенках горных выработок, проявляют выщелачивающую агрессивность к соляным породам и прежде всего к наиболее легко растворимому минералу – карналлиту, растворяя его. Кроме того, как известно, карналлит характеризуется хорошими гигроскопическими свойствами, а именно обладает хорошей способностью поглощать водяной пар, которым и являются конденсационные шахтные воды.

Данный рассол является продуктом взаимодействия водяных паров из воздуха с карналлитсодержащими породами, которыми сложены породные стенки горных выработок, и поэтому его можно отнести к конденсационному типу. Другими словами, рассол представлен смесью конденсационных рассолов с рассолами выщелачивания карналлита.

Подтверждением вышеназванного процесса образования рассолов является схожесть химического состава рассола, отобранного в горных выработках, и химический состав карналлитового рассола, полученного при эксперименте по растворению карналлитовой залежи калийного горизонта 0–7 Любанского участка, особенно концентрация таких элементов, как магний-ион, хлорид-ион, значение общей минерализации и значение рН (табл.) [3].

Для подтверждения конденсационного происхождения отобранных рассолов нами было выполнено сравнение с рассолами из гипсоносной (сульфатно-карбонатно-глинистой) подтолщи и с поровыми растворами глинистых прослоев соленосной толщи.

Как видно из табл. и формул 2 и 3, рассол из горных выработок значительно отличается от рассолов, связанных с гипсоносной (сульфатно-карбонатно-глинистой) подтолщью (формула 2), для которой характерны хлоридные натриевые рассолы, а также значительно отличается от поровых растворов глинистых прослоев соленосной толщи (формула 3), для которых характерны хлоридные кальциевые и магниевые-кальциевые рассолы с намного большей минерализацией, чем минерализация рассола, отобранного из горных выработок.

Исходя из этого, можно с уверенностью сказать, что рассолы, отобранные в горных выработках, не являются отжимными поровыми растворами (седиментогенными рассолами) из глинистых прослоев, а также не могут быть рассолами, поступающими через зону трещиноватости над горными выработками из гипсоносной (сульфатно-карбонатно-глинистой) подтолщи (рассолы выщелачивания).

Отмеченные рассолы конденсационного типа агрессивны по отношению к соляным породам и наиболее агрессивны к легко растворимым минералам, таким как карналлит. Агрессивность, проявляемая в виде избирательного выщелачивания наиболее легко растворимого минерала, которым является карналлит, вероятнее всего приведет к нарушению с течением времени прочностных и деформационных характеристик горных пород, что в конечном итоге приведет к уменьшению устойчивости целиков горных выработок. По некоторым данным, вывалы пород в горных выработках могут быть связаны именно с процессом выщелачивания конденсационными водами карналлита и карналлитсодержащих пород [3]. Кроме того, данный рассол проявляет сильную степень агрессивности по отношению к бетонам и металлическим конструкциям, которые применяются в горных выработках, что вызывает порчу горношахтного оборудования.

*Выводы.* В связи с отработкой нового Петриковского месторождения и в связи с недостаточной изученностью его геолого-гидрогеологических условий, а также со сложностью интерпретации результатов химических анализов рассолов, поступающих в горные выработки, необходимо продолжить режимные наблюдения за рассолопритоками в горных выработках.

Это поможет в дальнейшем корректно интерпретировать источники поступления, пути перетока и генезис вероятных рассолопроявлений. В начале отработки месторождения в горных выработках отмечаются лишь небольшие по объёмам поступления рассолов, относящихся к конденсационному генетическому типу.

### Библиографические ссылки

1. Шиманович В. М., Махнач А. А., Гулис Л. Ф. Литогеохимия Старобинского месторождения калийных солей. Минск : Экономпресс, 2012.
2. Максимович Г. А., Бельтюков Г. В. Формирование и миграция конденсационных рассолов в горных выработках калийных рудников // Геология и гидрогеология соляных месторождений. Л., 1972. С. 65–72.
3. Ильин В. П., Бабец М. А. Перспективы разработки калийно-магниевых солей (карналлита) в Беларуси // Горная механика и машиностроение. 2011. № 4. С. 5–15.

УДК 561.79:551 (470.22)

## НЕПРЕРЫВНАЯ ПЫЛЬЦЕВАЯ ЛЕТОПИСЬ СРЕДНЕ-ВЕРХНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАРЕЛИИ

Я. К. Еловичева

Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики,  
пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь; yelovicheva@yandex.ru

Буровыми скважинами у г. Петрозаводска вскрыта толща морских и континентальных отложений, представляющих собой непрерывную пыльцевую летопись осадконакопления среднего (московское позднеледниковье – МИС-6) и верхнего плейстоцена (микулинское межледниковье – МИС-5; вюрмское ледниковье – МИС-2-4) южной Карелии. Выделенные фазы развития растительности имеют важное значение для разработки климато-стратиграфической шкалы плейстоцена северо-запада Восточно-Европейской равнины.

**Ключевые слова:** средний плейстоцен; верхний плейстоцен; флора; растительность; морские отложения; микулинское межледниковье

Drilling wells near the city of Petrozavodsk uncovered a stratum of marine and continental sediments, which represent a continuous pollen record of sedimentation of the Middle (Moscow Late Glaciation – MIS-6) and Upper Pleistocene (Mikulino interglaciation – MIS-5; Wurm glaciation – MIS-2-4) of southern Karelia. The identified phases of vegetation development are important for the development of the climatic-stratigraphic scale of the Pleistocene in the northwest of the East European Plain.

**Key words:** Middle Pleistocene; Upper Pleistocene; flora; vegetation; marine sediments; Mikulino interglaciation.

Бурением в 1983 г. в г. Петрозаводске (в 500 м к северо-северо-западу от устья р. Неглинка) скв. 1 и 2 по описанию И. М. Экмана вскрыты морские отложения мощностью соответственно 27 и 22 м. На палинологический анализ, выполненный Я. К. Еловичевой, были представлены две серии образцов и на полученных диаграммах в соответствии с выделенными палинокомплексами (ПК) отражены фазы развития растительности под влиянием изменения климата (рис. 1, 2). Наибольший интерес вызвал разрез скв. 2 ([1–4]; рис. 1), в основании которого на морене московского оледенения залегает 8,5-метровая толща глины (ленточной, серой, тёмно-серой, слоистой, массивной, с растительными остатками) и суглинка с прослойкой гравия, накопившихся в суровых климатических условиях московского позднеледниковья. ПК-1-10 отражают сложную сукцессию растительности (*Betula* + *Pinus* + NAP) → (*Pinus* + NAP + *Abies*) → (*Picea* + *Pinus* + NAP) → (*Betula* + NAP) → (*Betula* + *Pinus* +