

СОПОСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ III КАЛИЙНОГО ГОРИЗОНТА ЧЕТВЕРТОГО ШАХТНОГО ПОЛЯ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СОЛЕЙ

С. Н. Болдырев¹, А. М. Клабук²

¹Открытое акционерное общество «Белгорхимпром»
ул. Шоссейная, 4, 223710, Солигорск, Беларусь
E-mail: sboldyrev@bmci.by

²Открытое акционерное общество «Беларуськалий»
ул. Коржа, 5, 223710, Солигорск, Беларусь

В статье приводятся результаты сопоставления данных разведки и разработки III калийного горизонта Четвертого шахтного поля Старобинского месторождения солей. Результаты работы подтверждают, что применяемая методика разведки месторождения дает достоверные результаты, а имеющиеся расхождения не оказывают существенного влияния на его последующее освоение. При проведении сопоставления установлено, что увеличение плотности разведочной сети от категории C_1 к А не приводит к уменьшению расхождений, следовательно, возникает сомнение в необходимости увеличения количества скважин на этапе разведки после получения запасов категории C_1 для подобных месторождений. Из анализа причин возникновения и величины расхождений по подсчетным блокам следует, что максимальное влияние оказывает качество бурения и выход керна, а не количество скважин. Изложенные в статье выводы имеют предварительный характер, поскольку основаны на сопоставлении данных разведки и разработки только по одному калийному горизонту в пределах одного тектонического блока, и требуют подтверждения при дальнейших исследованиях на других участках и горизонтах.

Ключевые слова: Старобинское месторождение солей, Четвертое шахтное поле, III калийный горизонт, геологоразведочные работы, сопоставление данных разведки и разработки, плотность разведочной сети, подсчет запасов.

Калийная промышленность в Беларуси развивается по пути наращивания минерально-сырьевой базы за счет вовлечения в разработку новых объектов, которые нередко существенно отличаются по своим горно-геологическим условиям от действующих рудников. Практика показала, что ввод в действие новых калийных предприятий и освоение их мощностей почти всегда сопровождается рядом осложнений. Причина этого кроется не столько в инженерных просчетах, сколько в недостаточной полноте и достоверности геологоразведочных данных, обусловленных в основном сетью разведочных скважин. Результаты геологоразведочных работ лежат в основе проектов будущих горно-обогатительных комбинатов. Одной из важнейших задач, связанных с оценкой геологических рисков при освоении новых месторождений (перспективных участков), является изучение рисков, связанных с подсчетом запасов. Для правильной оценки разведочной сети необходимо создание формализованной схемы природного объекта, допускающей проведение операций сравнения, типизации, классификации и идентификации с применением методов математической статистики.

Среди жестко связанных друг с другом вопросов методики разведки и разработки залежей калийных солей выбор оптимальной системы разведки, базирующейся на рациональной плотности разведочной сети, является одной из основных причин возникновения геологических рисков, связанных с освоением новых месторождений и прежде всего с оценкой запасов.

Получение исчерпывающей информации о горно-геологических условиях отработки месторождения или его участка определяет высокую достоверность изученности объекта и количественную оценку запасов полезного ископаемого, решает задачи минимизации рисков принятия неверных управленческих решений при недостатке необходимого количества геолого-геофизической информации, а также финансовых рисков дополнительных издержек на этапах разведки за счет неправомерного сгущения разведочной сети.

Для определения оптимальных параметров разведочной сети проводится сопоставление данных разведки и разработки. Основными задачами сравнительного анализа являются: сопоставление полноты и достоверности геологической

информации, полученной в процессе разведки (до-разведки) и разработки месторождения (участка); определение степени сходимости данных, полученных при разведке, с результатами разработки; определение причин выявленных расхождений, количественная оценка влияния этих причин на результаты подсчета запасов; совершенствование методики дальнейших разведочных работ и подсчета запасов, а также добычи и переработки минерального сырья, методики доразведки и эксплуатационной разведки месторождений. По результатам сопоставления уточняются ранее подсчитанные запасы, вносятся коррективы в методику разведки, подсчета запасов и геолого-экономическую оценку рассматриваемого объекта [1].

Старобинское месторождение относится по строению к I группе сложности и характеризуется блоковым строением. Западный и Центральный блоки со всех сторон ограничены разломами. Расположенное в пределах Восточного тектонического блока Старобинского месторождения Четвертое шахтное поле на западе ограничено Центральным разломом и примыкает к Центральному и Дарасинскому тектоническим блокам, на юге – Южной зоной разломов, Червонослободско-Малодушинским разломом и границей выклинивания калийных горизонтов, на севере – Речицко-Вишанским разломом.

III калийный горизонт распространен на всей площади шахтного поля. К настоящему времени горными работами вскрыто около 40 % площади развития продуктивного пласта.

Южная граница горизонта проходит южнее линии скважин №№ 175–165–202–185–213, где он вместе с вмещающими его породами 13-й соляной пачки замещается глинисто-мергелистой толщей. Общее погружение горизонта северо-восточное, угол падения 2–3°. Глубина залегания подошвы горизонта в пределах горного отвода изменяется от 450 м на юге до 1210 м на северо-востоке. Мощность горизонта составляет 11,8–25,2 м, причем имеет место тенденция увеличения мощности с юга на север. В разрезе горизонта выделяются три петрографические зоны (пласта): нижняя сальвинитовая (промышленная), средняя глинисто-карналлитовая и верхняя сальвинитовая.

Нижний сальвинитовый пласт (промышленный) состоит из ритмичного чередования слоев сальвинита, каменной соли и галопелитов. В его

разрезе выделяют 6 сальвинитовых слоев (1, 2, 3, 4, 5 и 6 снизу вверх) и 5 разделяющих их слоев каменной соли (1–2, 2–3, 3–4, 4–5, 5–6). Промышленный пласт включает 5 слоев – со 2 по 4. Сальвинитовые слои 1, 5 и 6 имеют незначительные мощности и не представляют промышленного интереса. Мощность промышленного пласта составляет от 2,29 м (скв. № 173) до 5,14 м (скв. № 159). Содержание хлористого калия и нерастворимого в воде остатка 15,76–35,09 % и 2,95–14,91 % соответственно.

Балансовый пласт отличается выдержанностью, отсутствием зон замещения сальвинитовых слоев (кроме зон, приуроченных к геологическим нарушениям типа «мульда погружения», разломам и границам выклинивания, которые в сумме составляют менее 1 % площади и не оказывают существенного влияния на общее разубоживание).

В условиях Старобинского месторождения солей данные разведки – это сведения, полученные бурением геологоразведочных скважин с поверхности, данные разработки – это сведения, полученные при эксплуатационной разведке путем бороздового опробования и бурения подземных скважин. Сопоставление данных разведки и разработки производилось по балансовому пласту 2–4.

Исследования выполнены согласно требованиям [1; 2], сопоставления проведены по всем подсчетным параметрам: запасам сырых солей и полезного компонента (K_2O), содержанию KCl , а также по содержанию нерастворимого в воде остатка (Н.О.).

Для сопоставления выбраны 5 участков категорий запасов А, В, C_1 и C_2 , в пределах которых проведены подземные горные работы и получены результаты эксплуатационной разведки (рис. 1). Количество запасов сырых солей в пределах исследуемых участков превышает 680 млн т, следовательно, по объему сопоставление является достаточно представительным. Общее количество пересечений составляет 330, расположенных по сети порядка 250 × 300 м. В проводившихся для подобных условий Старобинского месторождения солей научно-исследовательских работах с целью определения шага опробования для эксплуатационной разведки доказано, что представительной является квадратная сеть 500 × 500 м [3]. Следовательно, на изучаемом участке данные разработки могут считаться представительными и приниматься за истинные при сопоставлении с данными разведки.

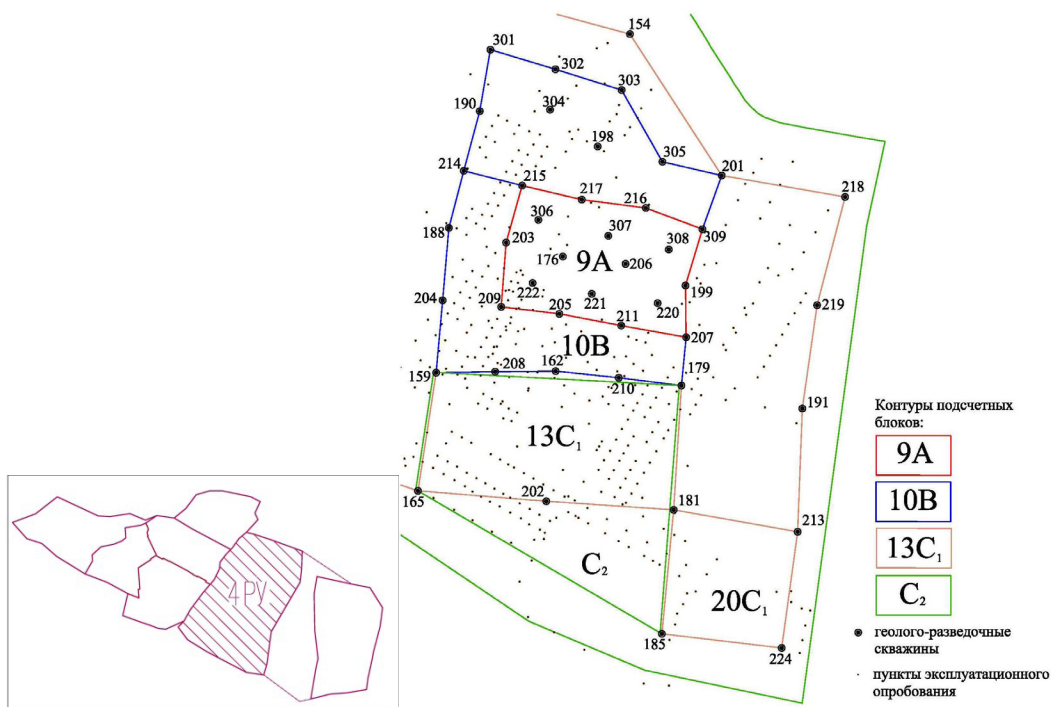


Рисунок 1 – Схема блокировки запасов Четвертого шахтного поля Старобинского месторождения солей

В таблице 1 приведены сведения о подсчетных параметрах и количестве запасов по рассматриваемым блокам.

Для определения площади блоков использовалось современное программное обеспечение и не учитывались возможные ошибки, допущенные при аналоговом методе, объемная

масса в расчетах принята одинаковой по данным эксплуатационной разведки – 2,11 т/м³. Средние значения мощности пласта по блокам определены среднеарифметическим методом, без учета пространственного положения пересечений, содержание KCl и Н.О. – средневзвешенным.

Таблица 1 – Характеристики подсчетных блоков*

№ п/п	Категория запасов	№ блока (ГКЗ 1970)	Количество пересечений	Пло-щадь, тыс. м ²	Плотность разведоч-ной сети, ед./км ²	Среднее значение по блоку			Запасы, тыс. т	
						Мощ-ность пласта, м	Содержание, %		Сырые соли	K ₂ O
							KCl	Н.О.		
1	A	9	$\frac{18}{37}$	12995	$\frac{1,385}{2,847}$	$\frac{4,451}{4,464}$	$\frac{26,567}{27,689}$	$\frac{6,848}{7,415}$	$\frac{116841,2}{117188,1}$	$\frac{19612,1}{20501,0}$
2	B	10	$\frac{14}{99}$	13059	$\frac{1,072}{7,581}$	$\frac{4,688}{4,592}$	$\frac{25,008}{25,805}$	$\frac{6,572}{6,615}$	$\frac{123661,9}{121128,5}$	$\frac{19538,4}{19748,5}$
3	C ₁	13	$\frac{6}{120}$	18883,4	$\frac{0,318}{6,355}$	$\frac{4,577}{4,713}$	$\frac{22,386}{22,544}$	$\frac{4,585}{4,813}$	$\frac{174574,5}{179765,3}$	$\frac{24691,0}{25604,4}$
4	C ₁	20	$\frac{4}{21}$	8870,5	$\frac{0,451}{2,367}$	$\frac{4,903}{4,818}$	$\frac{20,369}{20,882}$	$\frac{3,830}{3,890}$	$\frac{87845,0}{86332,6}$	$\frac{11304,7}{11390,0}$
5	C ₂		$\frac{4}{173}$	28336,1	$\frac{0,141}{6,105}$	$\frac{4,500}{4,674}$	$\frac{20,854}{21,612}$	$\frac{5,892}{4,338}$	$\frac{257575,1}{267517,5}$	$\frac{33936,3}{36528,8}$
* В числителе – по данным разведки, в знаменателе – по данным разработки										

КАРЫСНЫЯ ВЫКАПНІ

Согласно требованиям [4] для запасов различных категорий допустимую погрешность определения количества запасов, средней мощности рудного тела и содержания полезного компонента рекомендуется принять в следующих пределах: А – 12 %, В – 20 %, С₁ – 30 %, С₂ – 50 %. По результатам сопоставления данных разведки и разработки, приведенным в таблице 2, можно сделать следующие выводы.

Таблица 2 – Расхождение данных разведки и разработки*

№ п/п	Категория запасов	№ блока (ГКЗ 1970)	Среднее значение по блоку			Запасы, тыс. т	
			Мощность пласта, м	Содержание, %		Сырые соли	K ₂ O
				KCl	H.O.		
1	A	9	$\frac{-0,013}{-0,29}$	$\frac{-1,122}{-4,05}$	$\frac{-0,567}{-7,65}$	$\frac{-346,8}{-0,30}$	$\frac{-888,8}{-4,34}$
2	B	10	$\frac{0,096}{2,09}$	$\frac{-0,797}{-3,09}$	$\frac{-0,043}{-0,65}$	$\frac{2533,4}{2,09}$	$\frac{-210,1}{-1,06}$
3	C ₁	13	$\frac{-0,136}{-2,89}$	$\frac{-0,158}{-0,70}$	$\frac{-0,228}{-4,74}$	$\frac{-5190,8}{-2,89}$	$\frac{-913,4}{-3,57}$
4	C ₁	20	$\frac{0,085}{1,76}$	$\frac{-0,513}{-2,46}$	$\frac{-0,060}{-1,54}$	$\frac{1512,4}{1,75}$	$\frac{-85,3}{-0,75}$
5	C ₂	–	$\frac{-0,174}{-3,72}$	$\frac{-0,758}{-3,51}$	$\frac{1,554}{35,82}$	$\frac{-9942,4}{-3,72}$	$\frac{-2592,5}{-7,10}$
* В числителе – абсолютное, в знаменателе – относительное, %							

1. Для запасов категорий А, В и С₁ относительная погрешность определения количества запасов, средней мощности пласта и содержания КСl менее 5 %, для категории С₂ – менее 10 %, что значительно ниже предельно допустимых.

2. По всем блокам отклонения по содержанию КСl и количеству запасов по полезному компоненту имеют отрицательный знак, это говорит о систематическом занижении содержания КСl по результатам разведки. Прослеживается следующая тенденция: скважины, пробуренные в более ранний период, имеют большие отклонения от значений, полученных при эксплуатационной разведке. Это выражается в занижении содержания КСl, причиной этому могло послужить ненасыщение бурового раствора по К⁺ при бурении скважин.

3. По мощности отклонения также могут быть как в большую, так и в меньшую сторону: искривления скважин и разрушения керна обычно приводят к увеличению мощности, низкий выход керна в результате истирания или растворения – к уменьшению.

4. Для запасов категорий А, В и С₁ относительная погрешность определения содержания Н.О. менее 10 %, для категории С₂ – менее 36 %. Присутствуют отклонения как в большую (реже), так и в меньшую сторону: увеличение содержания Н.О. происходит при растворении солей ненасыщенным буровым раствором, уменьшение – в случае характерного для колонкового бурения избирательного истирания керна.
- Подводя итог проведенной работе, можно сказать, что выполненные на исследуемом участке разведочные работы дают достоверные результаты, которые с очень большой точностью подтверждаются результатами разработки. В то же время необходимо отметить, что увеличение плотности разведочной сети от категории С₁ к А не приводит к уменьшению отклонений, следовательно, возникает сомнение в необходимости увеличения количества скважин на этапе разведки после получения запасов категории С₁ для подобных месторождений. Как видно из результатов сопоставления, намного большее значение имеет качество бурения и выход керна, чем количество скважин. При квадратной разведочной сети 3 × 3 км, что соответствует категории С₁ для Старобинского месторождения солей [2], точность определения подсчетных параметров и количества запасов превышает 95 %, что более чем достаточно для передачи месторождения (участка) в освоение. Приведенные выше выводы имеют предварительный характер, поскольку основаны на сопоставлении данных разведки и разработки только по ІІІ калийному горизонту Четвертого шахтного поля, и требуют подтверждения при дальнейших исследованиях и проведении сопоставления для других участков и горизонтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Методические** рекомендации по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых. – М. : ФГУ КЗ, 2007.
2. **ТКП 17.04-10-2008 (02120)** «Правила применения классификации запасов к месторождениям ископаемых солей». – Введ. – 2009–04–01.
3. **Провести** исследования и актуализировать методики опробования горных пород при производстве подземных геологоразведочных работ : отчет о НИР (промежуточ.) : договор № 684.В.2014, этап 3 / ОАО «Белгорхимпром» ; рук. В. В. Савченко ; исполн. В. Э. Кутырло [и др.]. – Минск, 2015. – 154 с. – № ГР 20150120.
4. **Разработка** многофакторных моделей месторождения горно-химического сырья как основа совершенствования методики разведки (Методические указания) / Министерство геологии СССР, ВНИИГеонеруд, – Казань, 1990.

Артыкул паступіў у рэдакцыю 13.02.2025

Рэцэнзент А. М. Яфімаў

СУПАСТАЎЛЕННЕ ДАНЫХ РАЗВЕДКІ І РАСПРАЦОЎКІ ІІІ КАЛІЙНАГА ГАРЫЗОНТУ ЧАЦВЁРТАГА ШАХТНАГА ПОЛЯ СТАРОБІНСКАГА РАДОВІШЧА КАЛІЙНЫХ СОЛЕЙ

С. М. Болдыраў¹, А. М. Клабук²

¹Адкрытае акцыянернае таварыства «Белгархімпрам»
вул. Шасэйная, 4, 223710, Салігорск, Беларусь
E-mail: sboldyrev@bmci.by

²Адкрытае акцыянернае таварыства «Беларуськалій»
вул. Каржа, 5, 223710, Салігорск, Беларусь

У артыкуле прыводзяцца вынікі супастаўлення даных разведкі і распрацоўкі ІІІ калійнага гарызонту Чацвёртага шахтнага поля Старобінскага радовішча солей. Вынікі работы пацвярджаюць, што метадыка разведкі радовішча, якая прымяняецца, дае дакладныя вынікі, а існуючыя разыходжанні не аказваюць істотнага ўплыву на яго наступнае асваенне. Пры правядзенні супастаўлення ўстаноўлена, што павелічэнне шчыльнасці разведчай сеткі ад катэгорыі C_1 да A не прыводзіць да памяншэння разыходжанняў, такім чынам, узнікае сумненне ў неабходнасці павелічэння колькасці свідравін на этапе разведкі пасля атрымання запасаў катэгорыі C_1 для падобных радовішчаў. З аналізу прычын узнікнення і велічыні разыходжанняў на падліковых блоках вынікае, што максімальны ўплыў аказвае якасць свідравання і выхад керна, а не колькасць свідравін. Выкладзеныя ў артыкуле высновы маюць панярэдні характар, паколькі заснаваны на супастаўленні даных разведкі і распрацоўкі толькі па адным калійным гарызонце ў межах аднаго тэктанічнага блока, і патрабуюць пацвярджэння пры далейшых даследаваннях на іншых участках і гарызонтах.

Ключавыя словы: Старобінскае радовішча солей, Чацвёртае шахтавае поле, ІІІ калійны гарызонт, геалагаразведачныя работы, супастаўленне даных разведкі і распрацоўкі, шчыльнасць разведчай сеткі, падлік запасаў.

COMPARISON OF EXPLORATION AND DEVELOPMENT DATA OF THE III POTASSIUM HORIZON OF THE FOURTH MINE FIELD OF THE STAROBINSKOE POTASSIUM SALT DEPOSIT

S. Boldyrev¹, A. Klabuk²

¹Joint Stock Company “Belgorkhimprom”
4 Shosseynaya St, 223710, Soligorsk, Belarus
E-mail: sboldyrev@bmci.by

²Joint Stock Company “Belaruskali”
5 Korzha St, 223710, Soligorsk, Belarus

The article presents the results of comparison of the exploration and development data of the III potash horizon of the Fourth mine field of the Starobinsky potash deposit. The results confirm that the applied methodology of exploration of the deposit gives reliable results, and the existing discrepancies do not have a significant impact on its subsequent development. During the comparison it was found that the increase in the density of the exploration network from the category C_1 to A does not lead to a decrease in discrepancies, therefore, there is a doubt in the need to increase the number of wells at the exploration stage after obtaining the reserves of category C_1 for such deposits. It follows from the analysis of the causes and magnitude of discrepancies in the counting blocks that the quality of drilling and core yield, rather than the number of wells, has the maximum influence. The conclusions presented in this article are preliminary, as they are based on the comparison of exploration and development data for only one potash horizon within one tectonic block, and need to be confirmed by further studies in other areas and horizons.

Keywords: Starobinskoye potash deposit, Fourth mine field, III potash horizon, geological exploration, comparison of exploration and development data, exploration network density, reserves estimation.