

УДК 553.632 (470.53)

Обоснование достоверности эксплуатационного опробования на шахтных полях Верхнекамского месторождения

Э.О. Баяндина, А.И. Кудряшов, Н.К. Клепцова

Научно-производственная фирма «Геопрогноз», 614039, Пермь,

ул. Швецова, 39, оф. 201. E-mail: geoprognoz@inbox.ru

(Статья поступила в редакцию 12 апреля 2016 г.)

При эксплуатационной разведке на Верхнекамском месторождении используются бороздовое опробование и отбор проб из керна скважин подземного бурения. В начальный период освоения месторождения считалось, что бороздовые и керновые пробы равнозначны. Сопоставление показало, что разница содержаний Н.О. (нерастворимого остатка) при разных способах опробования статистически значима. Керновые пробы по содержанию этого компонента не представительны, т. к. при бурении имеет место избирательное истирание керна. Достоверность бороздового опробования была подтверждена экспериментальным путем. Приведены результаты сопоставления данных опробования бороздовых сильвинитовых проб разного сечения: 6×3 и 3×2 см. Обработка результатов химического анализа этих проб показала, что пробы с разными сечениями равнозначны и, следовательно, бороздовое опробование калийных руд Верхнекамского месторождения является достоверным.

Ключевые слова: *эксплуатационная разведка, опробование, сильвинит, нерастворимый в воде остаток солей (Н.О.), Верхнекамское месторождение солей.*

DOI: 10.17072/psu.geol.31.72

С самого начала освоения Верхнекамского месторождения калийных солей (ВКМС) (СКРУ-1, 1930 г.) рабочие пласты и вмещающие их породы при эксплуатационной разведке на ВКМС исследовались двумя способами: бороздовым опробованием стенок подземных горных выработок (сечение борозд – 6×3 см или 3×2 см) и отбором проб из керна скважин подземного бурения, пройденных из разведочных выработок. В зависимости от положения разведочного штрека скважины бурятся в вертикальном направлении вверх либо вниз. В первом случае бурение идет всухую, во втором – с подливом рас-

сола, насыщенного КСl.

В начальный период освоения ВКМС равнозначность применяемых способов опробования сомнению не подлежала. Но в 1964 г. в работе В.Ф. Мягкова и В.И. Раевского было показано, что при бурении подземных скважин снизу вверх имеет место избирательное истирание керна (буровой шлам обогащен Н.О.), «поэтому, несмотря на высокий линейный выход керна, керновые пробы по содержанию нерастворимого остатка не представительны» [1, с. 10].

В книге «Месторождения калийных солей СССР» под редакцией В.И. Раев-

ского и М.П. Фивега без приведения каких-либо доказательств отмечено, что на ВКМС бороздовые и керновые пробы считаются равноправными [2].

Несколько позднее была выполнена крупная научно-исследовательская работа на тему «Анализ достоверности запасов, утвержденных ГКЗ СССР по месторождениям калийных солей Белоруссии и Пермской области» (Олифиренко О.В. и др., 1982). При этом было выявлено, что в пределах шахтного поля СКРУ-1 средние содержания Н.О. в пласте КрII по данным бороздового опробования и опробования керна скважин подземного бурения отличаются друг от друга на 0,06%. Авторы отчета делают вывод, что это расхождение случайное. Этот вывод и то, что отчет был апробирован ГКЗ, повлияли на практику. Долгое время считалось, что содержания Н.О., полученные этими способами опробования, являются равнозначными и представляют собой единую совокупность.

В дальнейшем при анализе результатов эксплуатационного опробования на шахтных полях южной части ВКМС, где сильвиниты в отличие от соликамских участков содержат большее количество Н.О., было замечено, что разница содержаний этого компонента, например, в основном рабочем пласте КрII при разных способах опробования статистически значима (табл. 1).

Из таблицы видно, что керновые пробы занижают содержание Н.О., причиной этого является избирательное истирание керна, присущее колонковому бурению.

В процессе бурения скважин керна раскалывается на столбики, основания которых перпендикулярны их оси. Столбики керна при бурении трутся основаниями, и за счет их истирания происходит потеря Н.О. из керновых проб [1].

Разрывы керна при бурении чаще всего приурочены к прослоям галопелитов. Галопелиты – основной концентрат Н.О. солей, полигенный материал, в естественных условиях представляющий собой насыщенную рассолами (20-30%)

массу, сложенную в основном сульфатами, карбонатами, силикатами, галоидами и органикой [3, 5].

Таблица 1. Статистики распределения содержаний Н.О. пласта КрII (по материалам рудников ПАО «Уралкалий»)

Способ опробования	Количество сечений	Среднее содержание, %	Стандартное отклонение, %
БКПРУ-2			
Бороздовый	959	4,52	1,14
Пробы керна	80	3,63	1,44
$t_{расч} = 5,56$; $t_{табл} = 1,96$. Расхождение значимо			
БКПРУ-3			
Бороздовый	245	5,61	1,56
Пробы керна	145	5,23	1,27
$t_{расч} = 2,71$, $t_{табл} = 1,96$. Расхождение значимо			
БКПРУ-4			
Бороздовый	543	5,06	1,75
Пробы керна	490	3,21	1,51
$t_{расч} = 18,32$, $t_{табл} = 1,96$. Расхождение значимо			

Примечание. t – t -критерий Стьюдента, $t_{расч}$ – расчетный; $t_{табл}$ – табличный.

Мощность галопелитовых прослоев в сильвинитовых пластах, а следовательно, и содержание Н.О. увеличивается на месторождении в юго-восточном направлении. В связи с этим проблема непредставительности керновых проб скважин подземного бурения актуальна для участков южной части ВКМС.

Исходя из общих соображений, учитывая выдержанность разреза калийной залежи, преимущественно пологое залегание слоев и четкое выделение их границ, есть основания полагать, что наиболее достоверным в условиях ВКМС является бороздовый способ.

Современные требования к обоснованию достоверности способов опробования предполагают выполнение необходимого объема экспериментальных работ, по результатам которых рассчитывается случайная и систематическая погрешности рассматриваемого способа опробования [4].

В целях обоснования достоверности бороздового опробования были проведены экспериментальные исследования, основанные на отборе с одних и тех же интервалов двух бороздовых проб разного сечения. Объектами опробования являлись слои основного рабочего силвинитового пласта КрII в пределах шахтных полей рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-4, расположенных в южной части ВКМС. На руднике БКПРУ-2 пробы отбирались из транспортного штрека 3-го блока 15 ЮВП, на руднике БКПРУ-4 – из выемочного штрека 2-го восточного блока 8-9 ЮВП.

В каждом пункте опробования отбирались две пробы. Первая проба – борозда с сечением 3×2 см (основная), вторая – борозда с сечением 6×3 см (контрольная). Для уменьшения влияния фактора латеральной изменчивости состава слоя пробы отбирались вложенными друг в друга (рис. 1). В связи с этим обозначение второй пробы как 6×3 см принято условно, т.к. с учетом отобранной борозды сечением 3×2 см площадь сечения второй составляет не 18, а 12 см².

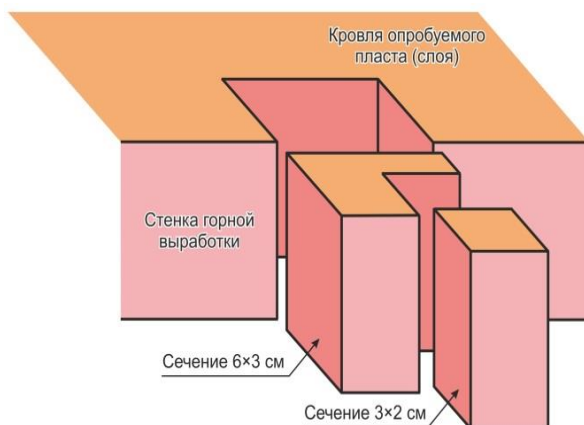


Рис. 1. Схема отбора бороздовых проб различного сечения

При отборе проб были выполнены следующие условия:

- пробы характеризовали один и тот же интервал (т.е. длина проб была одинаковой) и примыкали друг к другу;
- поперечное сечение борозды выдержано по всей длине пробы;
- пробы отбирались одним и тем же инструментом в один и тот же день;
- отбор парных проб осуществлялся одним и тем же пробоотборщиком под наблюдением участкового геолога.

Всего было отобрано 35 парных проб.

Все пробы обработаны по общепринятой на ВКМС методике и прошли процедуру полного химического анализа.

Первичная статистическая обработка данных химического анализа заключалась в следующем. Построены поля корреляции содержаний KCl, H₂O и MgCl₂ – компонентов силвинитовых руд, входящих в параметры кондиций (рис. 2–4).

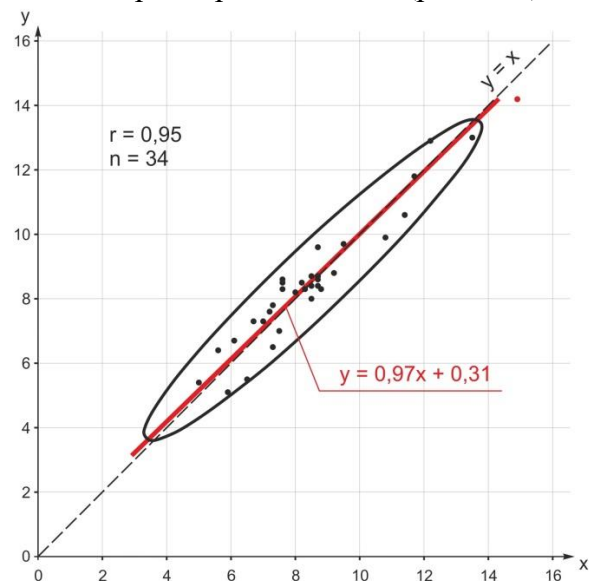


Рис. 2. Поле корреляции содержаний H₂O при бороздовом опробовании сечениями 3×2 и 6×3 см (по оси X – содержание H₂O в пробах сечением 6×3 см, по оси Y – в пробах сечением 3×2 см)

Критерием отбраковки аномальных значений на поле корреляции являлось построение эллипса рассеяния, находящиеся за его пределами точки считались аномальными и из дальнейших расчетов исключались. Используя оставшиеся па-

ры значений был проведен расчет уравнений ортогональной среднеквадратической регрессии. Из рис. 2–4 видно, что коэффициенты корреляции очень высокие (0,88–0,95), а полученные уравнения ортогональной среднеквадратической регрессии очень близки к виду $y = x$.

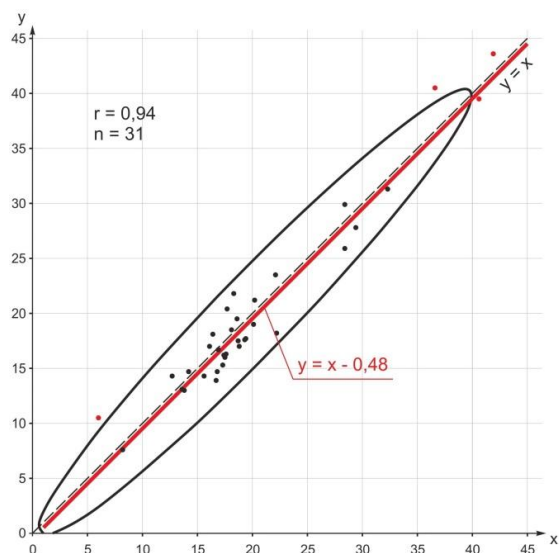


Рис. 3. Поле корреляции содержаний KCl при бороздовом опробовании сечениями 3×2 и 6×3 см (по оси X – содержание KCl в пробах сечением 6×3 см, по оси Y – в пробах сечением 3×2 см)

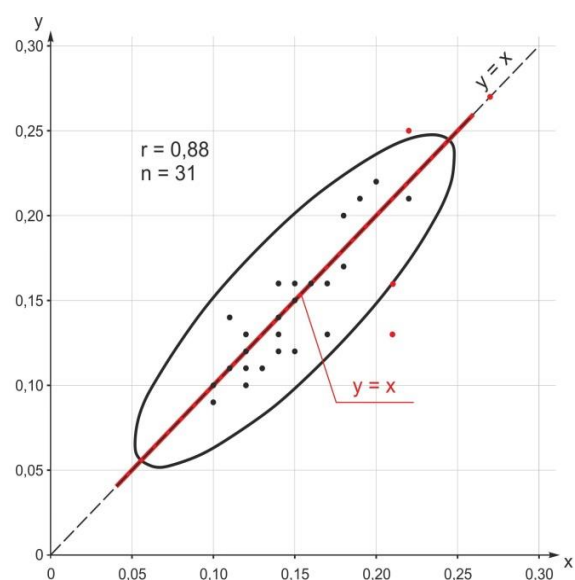


Рис. 4. Поле корреляции содержаний $MgCl_2$ при бороздовом опробовании сечениями 3×2 и 6×3 см (по оси X – содержание $MgCl_2$ в пробах сечением 6×3 см, по оси Y – в пробах сечением 3×2 см)

В соответствии с действующим нормативным документом [4] достоверность опробования оценивается статистически – вычислением его случайных и систематических погрешностей.

Случайная погрешность оценивается путем вычисления среднеквадратического отклонения между результатами определения содержания компонента в основных и контрольных пробах. Систематическая погрешность оценивается путем определения систематического расхождения и статистической значимости этого расхождения по t-критерию Стьюдента.

Проведенные расчеты показали, что случайные погрешности невелики, а систематические – незначимы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что бороздовое опробование является достоверным, а пробы сечениями 3×2 и 6×3 – идентичны.

Таким образом, при эксплуатационной разведке ВКМС достоверным является только бороздовое опробование. Данные опробования керн скважин подземного бурения требуют корректировки.

Библиографический список

1. Мяжков В.Ф., Раевский В.И. Избирательное разрушение кернов сильвинитов и карналлитовых пород при бурении скважин на Верхнекамском месторождении // Известия вузов. Горный журнал. 1964. № 5. С. 8–12.
2. Раевский В.И., Фивег М.П., Герасимова В.В. и др. Месторождения калийных солей СССР. Методы их поисков и разведки. Л.: Недра, 1973. 344 с.
3. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. М.: АН СССР, 1962. Т. III. 550 с.
4. Требования к обоснованию достоверности опробования рудных месторождений. М.: ФГУ ГКЗ, 1992. 17 с.
5. Busson G. L' unite des faciès continés en milieu de plateforme carbonate // Livre Jubilaire Jacques Flandrin, Les Sédiments, Leur Histoire, Leur Environnement et Leur Devenir. Fac. Sci. Lyon. Lab. Geol., Doc. (Hors Sér.). 1978. 4. P. 87–112.

Substantiation of Reliability of Operational Sampling on Mine Fields of Verkhnekamskoe Salt Deposit

E.O. Bayandina, A.I. Kudryashov, N.K. Kleptsova

Geoprognoz LLC, 39 Shvetsova Str., Office 201, Perm 614039, Russia

E-mail: geoprognoz@inbox.ru

Operational exploration sampling on the Verkhnekamskoe salt deposit routinely comprises the channel sampling and core sampling in the underground boreholes. In the beginning stage of deposit development, it was assumed that channel and core tests are equivalent. Comparison study has shown that a difference of the insoluble residue content in samples taken with different techniques is statistically significant. The results of study showed that the core tests are not representative, because of selective core abrasion during drilling. Reliability of the channel sampling was confirmed experimentally. In the article, the comparison test results of channel samples of 6×3 cm and 3×2 cm of size are presented. Statistical analysis of chemical composition data obtained at samples of different size showed their equivalence. It allowed confirming that the channel sampling method is more reliable in the condition of Verkhnekamskoe salt deposit.

Key words: operational exploration, sampling, sylvinite, insoluble residue of salts, Verkhnekamskoe salt deposit.

References

1. *Myagkov V.F., Raevskiy V.I.* 1964. Izbiratelnoe razrushenie kernov silvinitov i karnallitovykh porod pri burenii skvazhin na Verkhnekamskom mestorozhdenii [Selective deterioration of cores of sylvinite and carnallite when well boring on the Verkhnekamskoe salt deposit]. *Izvestiya VUZov. Gornyy zhurnal.* 5: 8–12. (in Russian)
2. *Raevskiy V.I., Fiveg M.P., Gerasimova V.V. et al.* 1973. Mestorozhdeniya kaliynykh soley SSSR. Metody ikh poiskov i razvedki. [Potash deposits of the USSR. Prospecting and exploration methods]. Leningrad. Nedra, p. 344. (in Russian)
3. *Strakhov N.M.* 1962. Osnovy teorii litogeneza [Fundamentals of the theory of lithogenesis]. Moskva, AN SSSR, T. III., p. 550. (in Russian)
4. *Trebovaniya k obosnovaniyu dostovernosti oprobovaniya rudnykh mestorozhdeniy.* [Requirements to a rationale of reliability of ore deposits sampling]. Moskva. FGU GKZ, 1992. p. 17. (in Russian)
5. *Busson G.* 1978. L' unite des faciès continés en milieu de plateforme carbonatée. *In Livre Jubilaire Jacques Flandrin, Les Sédiments, Leur Histoire, Leur Environment et Leur Devenir, Fac. Sci. Lyon. Lab. Geol., Doc. (Hors Sér.),* 4: 87–112. (in French)