

УДК 553.632 (470.53)

DOI: 10.18454/2313-1586.2016.03.009

Баяндина Элиза Олеговна

главный геолог,
ООО «Научно-производственная фирма
«Геопрогноз»,
614010 г. Пермь, ул. Клары Цеткин, 9
e-mail: geoprognoz@inbox.ru

Bayandina Eliza O.

chief geologist,
JSC «Research and Production
Company «Geoprognoz»,
614010, Perm, 9 Klary Tsetkin st.
e-mail: geoprognoz@inbox.ru

Кудряшов Алексей Иванович

доктор геолого-минералогических наук,
директор, ООО «Научно-производственная
фирма «Геопрогноз»
e-mail: geoprognoz@inbox.ru

Kudryashov Alexey I.

Doctor of geological and mineralogical sciences,
director, JSC «Research and Production Company
«Geoprognoz»
e-mail: geoprognoz@inbox.ru

Клепцова Надежда Константиновна

старший геолог,
ООО «Научно-производственная фирма
«Геопрогноз»
e-mail: geoprognoz@inbox.ru

Kleptsova Nadezhda K.

senior geologist, JSC «Research and Production
Company «Geoprognoz»
e-mail: geoprognoz@inbox.ru

**НЕДОСТАТКИ РАЗВЕДКИ
ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
СОЛЕЙ И ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ****DRAWBACKS OF THE VERKHNEKAMSKY
SALT DEPOSIT EXPLORATION
AND SOLUTIONS OF THEIR ELIMINATION***Аннотация:*

Приведены некоторые недостатки методики разведки Верхнекамского месторождения, охарактеризованы их причины и пути возможного устранения, рассмотрена проблема избирательного истирания зерна при бурении скважин и представлена новая методика, позволяющая корректировать содержание нерастворимого в воде остатка в промышленных пластах сylvинитового состава по данным разведки с поверхности при помощи поправочных уравнений.

Abstract:

Some drawbacks of the Verkhnekamsky salt deposit exploration technique are introduced. The causes and possible solutions of their elimination are defined. The problem of core sample selective grinding during wells drilling is considered. The new technique is presented that allows to correct the content of insoluble in water salts residue in the pay beds of sylvinitic composition according to surface exploration data using the correction equations.

Ключевые слова: разведка, зоны замещения каменной солью, смешанные соли, не растворимый в воде остаток солей, сylvинит, промышленные пласты, сопоставление данных разведки и эксплуатации, избирательное истирание зерна, корректировка данных разведки, Верхнекамское месторождение солей

Key words: exploration, zones of salt rock replacement, mixed salts, insoluble in water salts, residue, sylvinitic, pay beds, comparison of exploration and field exploitation data, core sample selective grinding, exploration data updating, the Verkhnekamsky salt deposit.

Разведка Верхнекамского месторождения солей (ВКМС) осуществляется путем проходки с поверхности скважин колонкового бурения, которые располагаются по широтным профилям на расстояниях не менее чем 0,8 – 1,0 км. Эксплуатационная разведка выполняется путем проходки подземных субгоризонтальных горных выработок (штреков), а опробование – путем отбора бороздовых проб из стенок штреков либо опробования зерна скважин подземного бурения.

Методика разведки ВКМС имеет следующие основные недостатки:

- низкую достоверность выявления и оконтуривания зон замещения продуктивных пластов каменной солью;
- отсутствие учета обязательного присутствия участков, сложенных смешанными солями, как переходной зоны между карналлитовыми породами и сylvинитами;
- занижение содержания нерастворимого в воде остатка (НО) в рудах промышленных пластов.

Первый недостаток проявляется в том, что при ведении эксплуатационной разведки и очистных горных работ обнаруживаются новые зоны замещения каменной солью. Неожиданное появление этих зон снижает количество балансовых запасов и нарушает планомерность добычных работ. Яркими иллюстрациями этого недостатка являются северо-восточная часть Дурыманского участка (рис. 1) и некоторые количественные данные по центральной части ВКМС (табл. 1). Причиной этого недостатка является несоответствие параметров разведочной сети размерам зон замещений, что уже не раз отмечалось в ряде публикаций [1 – 3]. К сожалению, методики прогнозирования зон замещений в пределах участков ВКМС до сих пор нет. Не исключено, что эта проблема будет решена на основе статистического подхода.

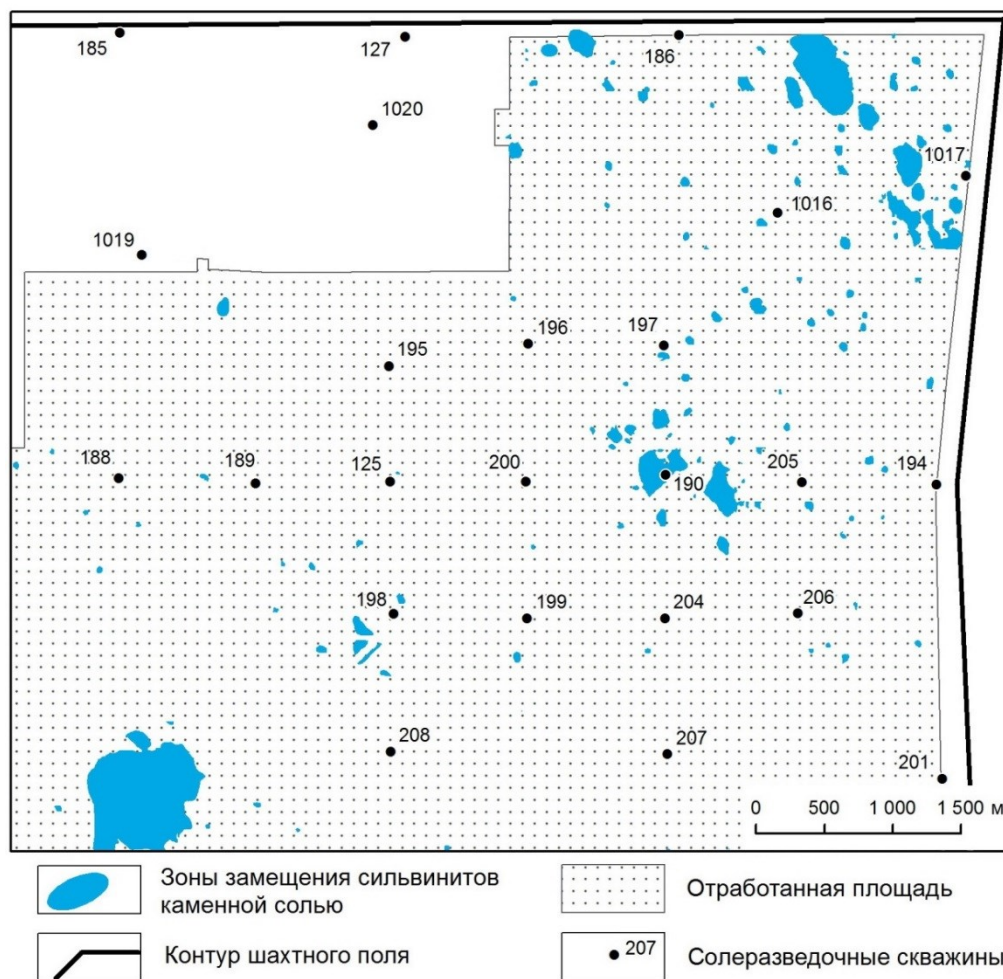


Рис. 1 – Фрагмент схемы расположения зон замещения сальвинитов пласта КрII каменной солью на Дурыманском участке (по материалам рудника БКПРУ-2)

Известно, что в продуктивных пластах карналлитовой пачки между полями развития карналлитовых пород и пестрых сальвинитов всегда имеется переходная зона, представленная смешанными солями (карналлитовая порода + сальвинит). В целом эти пласты на 35 – 47 % площади их распространения представлены смешанными солями [4]. Отсутствие учета этой зональности лежит в основе второго недостатка разведки ВКМС, когда поля распространения пестрых сальвинитов непосредственно граничат с площадями распространения карналлитовых пород. В дальнейшем при проведении эксплуатационной разведки и очистных работ вблизи границы этих двух типов руд вскрывается зона смешанных солей, что приводит к уменьшению площадей развития как пестрых сальвинитов, так и карналлитовых пород и, соответственно, уменьшению их запасов (рис. 2).

Таблица 1

Сопоставление количества и суммарной площади зон замещения в пределах Соликамских участков ВКМС, оконтуренных по данным разведки и разработки (по материалам А.И. Петрика, 2006 г.)

Пласт	Количество зон по данным:		Суммарная площадь зон (км ²) по данным:		Занижение по разведке	
	разведки	разработки	разведки	разработки	абс., км ²	отн., %
АБ	5	33	2,87	7,28	-4,41	-154
КрII	15	85	12,23	19,01	-6,78	-55

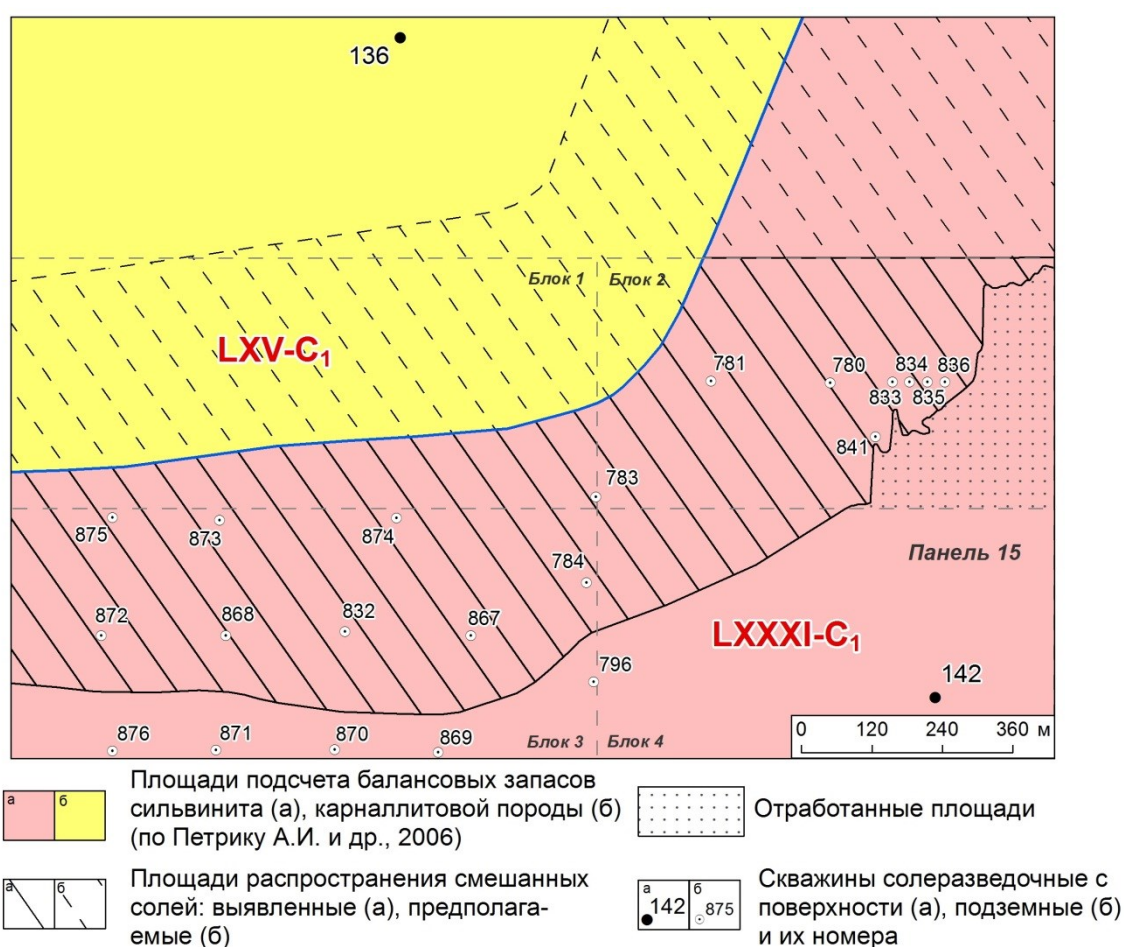


Рис. 2 – Фрагмент плана подсчета запасов солей пласта В Ново-Соликамского участка (по Петрику А.И. и др., 2006, с дополнениями)

На практике при геометризации распространения типов руд в пластах карналлитовой пачки необходимо выделять зону смешанных солей. В случаях, когда одной скважиной вскрыта карналлитовая порода, а соседней скважиной – пестрый сильвинит, расстояние между скважинами необходимо делить на три отрезка, средний из которых соответствует наиболее вероятному положению зоны смешанных солей.

Снижение содержания НО против истинного (третий недостаток разведки) ведет к отсутствию достижения основных проектных технико-экономических показателей но-

вого предприятия. Особенно отчетливо это расхождение проявляется в пределах разведанных участков южной части ВКМС. Сводные результаты сопоставления данных разведки и эксплуатации в пределах участков (шахтных полей) южной части ВКМС приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Средние содержания НО (масс. %) в сильвинитах
по данным разведки и разработки**

Шахтное поле	Пласт	Содержание НО по данным:		Расхождение, %		Год, автор
		разведки	разработки	абсол.	относ.	
БКПРУ-1	КрII	1,37	1,85	-0,48	-35	1982, Олифиренко О.В. и др.
		1,28	1,87	-0,59	-46	2010, Романов В.Л. и др.
	АБ	1,59	1,99	-0,40	-25	1982, Олифиренко О.В. и др.
		1,59	1,82	-0,23	-14	2010, Романов В.Л. и др.
БКПРУ-2	КрII	2,11	4,42	-2,31	-109	1982, Олифиренко О.В. и др.
		2,36	4,07	-1,71	-72	2007, Елкин Ю.М. и др.
	АБ	4,60	6,80	-2,20	-48	1982, Олифиренко О.В. и др.
		4,60	6,33	-1,73	-38	2007, Елкин Ю.М. и др.
БКПРУ-3	КрII	3,95	5,69	-1,74	-44	1982, Олифиренко О.В. и др.
		3,80	6,23	-2,43	-64	1984, Пятаев И.А., Сапегин Б.И.
	АБ	7,36	8,55	-1,19	-16	1982, Олифиренко О.В. и др.
		6,33	8,55	-2,22	-35	1984, Пятаев И.А., Сапегин Б.И.

Из этой таблицы следует, что на Дурыманском участке (шахтное поле БКПРУ-2) относительное расхождение содержаний этого компонента превысило даже 100 % (относ.).

Причиной столь высокого расхождения содержаний является избирательное истирание керна при проходке скважин, что присуще колонковому бурению. Несмотря на то что эта проблема стояла перед геологами Верхнекамского месторождения довольно продолжительное время, очень мало работ, посвященных изучению причин и самой природы этого явления. В 60-х годах прошлого века ей занимались В.Ф. Мягков и В.И. Равевский [5, 6]. В работе [6] для корректировки содержаний НО, полученных при бурении скважин с применением бурового раствора (рассола), на основании результатов экспериментальных данных для красных сильвинитов авторами было получено корректировочное уравнение, имеющее следующий вид:

$$y = 0,74x + 0,29, \quad (1)$$

где y – истинное содержание НО в пласте, масс. %; x – содержание НО в пласте по керну, масс. %.

В комментариях к этому уравнению авторы отмечают, что систематическое занижение содержания этого компонента имеет место, если его содержание в породе составляет менее 1 %. «При больших количествах, что обычно, пробы керна показывают завышенные данные» [6, с. 11]. Вполне очевидно, что это уравнение неудачно, так как противоречит многим фактическим данным.

В 1972 г. Пермский госуниверситет выпустил отчет о НИР (Мягков В.Ф., 1972), в котором на основании сопоставления данных разведки и эксплуатационного опробования в пределах трех шахтных полей (СКРУ-1, БКПРУ-1, БКПРУ-2) было предложено поправочное уравнение второго порядка:

$$y = 2,25x - 0,14x^2 - 0,56. \quad (2)$$

Это уравнение легло в основу «Методики переоценки качества сильвинитов при проектировании рудников на Верхнекамском месторождении», утвержденной Союзгорхимпромом 26.07.1974. Впоследствии эта методика вошла в нормативный документ [7].

Анализ этого уравнения свидетельствует, что оно полноценно «работает» только при значении $x < 5,0$ %. При значении x в интервале $5,0 - 8,5$ % поправка быстро уменьшается, а при значении $x > 8,5$ % поправка идет уже со знаком минус, что противоречит прямому назначению уравнения.

Сотрудниками Пермского госуниверситета и Уральского филиала ВНИИГ был выпущен отчет о НИР (Мягков В.Ф., Кудряшов А.И., 1976), в котором предложены уравнения для корректировки данных разведки о содержаниях НО в двух рабочих пластах в пределах Быгельско-Троицкого участка (шахтное поле БКПРУ-4):

$$\text{для пласта КрII: } y = 1,36x + 0,12, \quad (3)$$

$$\text{для пласта АБ: } y = 1,16x + 0,20. \quad (4)$$

Позднее [8] для корректировки содержания НО в пласте КрII в пределах шахтного поля БКПРУ-2 было предложено уравнение:

$$y = 2,7 + 0,62x, \quad (5)$$

где x – содержание НО по данным разведки.

Графическое выражение поправочных уравнений 1 – 5 приведено на рис. 3.

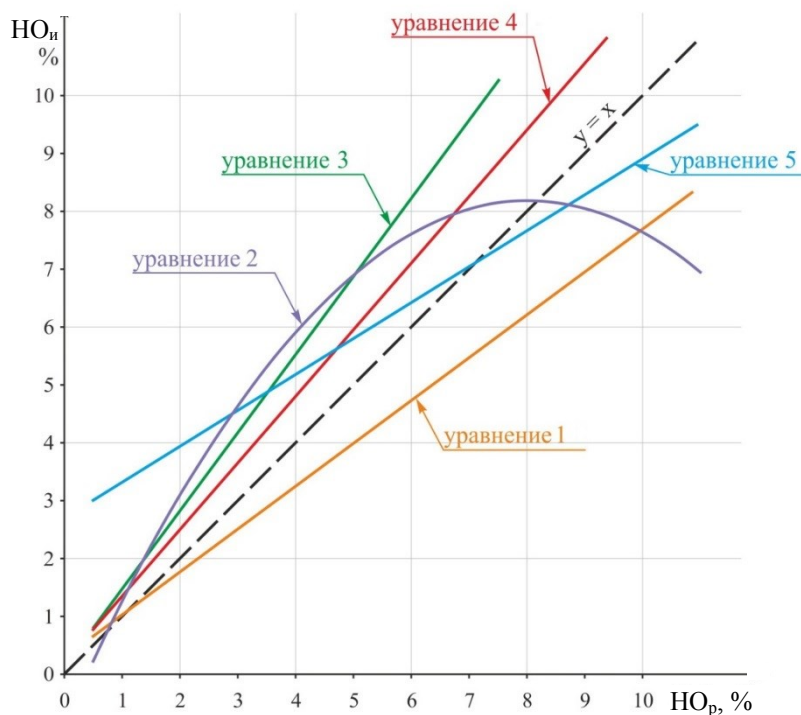


Рис. 3 – Графики уравнений 1 – 5
($НО_{и}$ – истинное содержание НО в пласте; $НО_{р}$ – содержание по разведке)

Общим недостатком уравнений 3 – 5 является следующее:

- малый объем использованного фактического материала;
- динамика избирательного истирания зерна в зависимости от содержания НО в исследуемых пластах не определена, т. е. на всем интервале содержаний НО, согласно представленным уравнениям, процесс избирательного истирания является прогрессирующим.

Необходимо отметить, что все ранее проведенные сопоставления велись по средним значениям содержания НО в пределах отдельных геологических блоков или их серии, по пластам или по шахтному полю в целом. Это вызвано невозможностью пространственного совмещения точек наблюдения (опробования) при разведке и последующего изучения месторождения (поскольку вокруг скважин, пройденных с поверхности земли, оставляются охранные целики радиусом до 120 м). Нами же за основу принято сопоставление содержания НО в промышленных пластах по конкретным скважинам, пройденным с поверхности, и среднего содержания этого компонента в элементарной ячейке месторождения (ЭЯМ), определенного по данным эксплуатационной разведки. ЭЯМ – ближайшие окрестности разведочной скважины на уровне промышленного пласта в форме круга радиусом 500 м. Часть этой площади занимает околоскважинный целик. На остальной ее части размещается от 2 до 40 сечений эксплуатационной разведки (рис. 4).

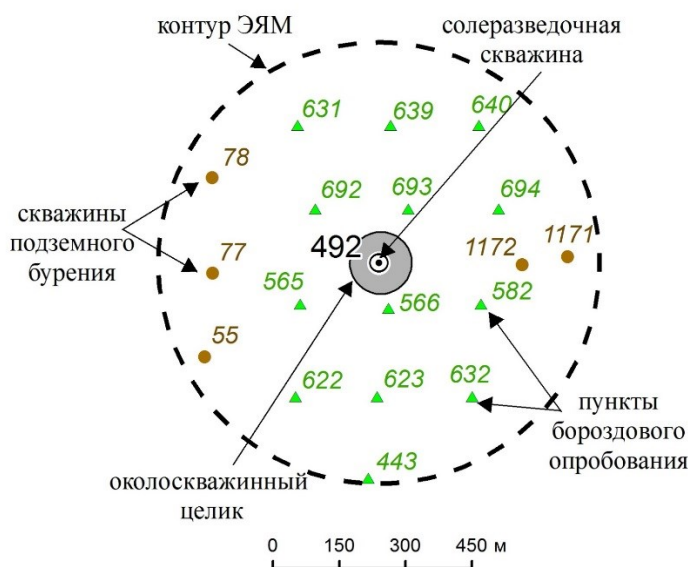


Рис. 4 – Пример опробования ЭЯМ (скв. 492, пласт А)

Мерой расхождения данных разведки и эксплуатации является разница между содержаниями НО в пласте, определенными по данным разведки ($НО_R$) и эксплуатационного опробования, обозначаемая буквой греческого алфавита Δ ($\Delta = НО_R - НО_и$). За истинное ($НО_и$) принято среднее значение, вычисленное по данным эксплуатационной разведки, поскольку плотность наблюдений при эксплуатации более чем на порядок выше, чем при разведке.

Для изучения динамики расхождения в зависимости от истинного содержания НО в пласте строились графики расхождения данных (ГРД), в которых по оси X откладывались значения $НО_и$, а по оси Y – значения Δ .

Обработка огромного фактического материала с применением новой методики, детали которой изложены в работах [9, 10], дала возможность получить ряд ранее неизвестных закономерностей и зависимостей, основными из которых являются следующие:

- характер расхождения данных разведки и эксплуатации по содержанию НО не зависит от текстурно-структурных особенностей силвинитов;

– график расхождения содержаний НО в промышленных пластах по данным разведки и эксплуатации неоднороден, а его четыре участка (по содержанию НО_и) имеют свои особенности, приведенные на рис. 5 и в табл. 3.

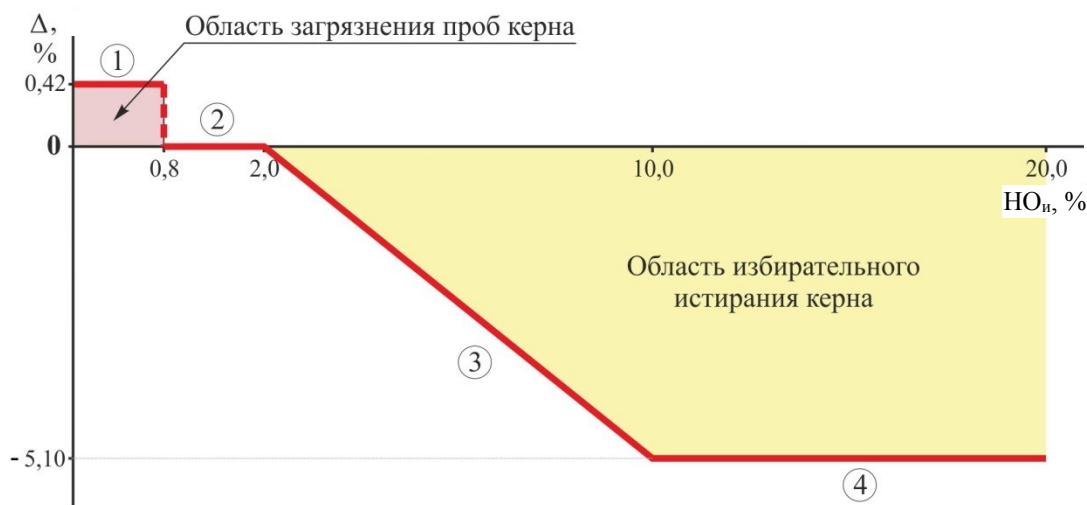


Рис. 5 – Идеализированный ГРД (вне масштаба)

Таблица 3

Характеристика участков ГРД

№ участка ГРД	Особенность участка	Интервал участка (по НО _и), %	Поправочное уравнение
1	Загрязнение проб нерастворимыми примесями	< 0,8	$НО_{и} = НО_{р} - 0,42$
2	Отсутствие расхождений	0,8 – 2,0	-
3	Прогрессирующее избирательное истирание керна	2,0 – 10,0	$НО_{и} = 2,58 \cdot НО_{р} - 3,05$
4	Предел избирательного истирания керна	10,0– 20,0	$НО_{и} = НО_{р} + 5,10$

Вследствие незначительного загрязнения «чистых» сильвинитов (1-й участок ГРД), поправочные уравнения предлагается применять только при НО_р>2 %.

По результатам проведенных работ были составлены карты районирования по применению поправочных уравнений для всех пластов сильвинитового состава промышленного горизонта ВКМС.

Литература

1. Андреев П.С. Совершенствование разведки Верхнекамского месторождения калийных солей / П.С. Андреев // Научные труды ПермНИУИ. - 1964. - Сб. IV. – С. 5 - 26.
2. Копнин В.И. Плотность разведочной сети в стадии детальной разведки Верхнекамского месторождения / В.И. Копнин, В.И. Раевский, Л.А. Леденцов // Труды ПермНИУИ. - 1962. - Сб. 4. – С. 30 - 39.

3. Месторождения калийных солей СССР / В.И. Раевский, М.П. Фивег, В.В. Герасимова и др. - Л.: Недра, 1973. – 344 с.
4. Кудряшов А.И. Верхнекамское месторождение солей / А.И. Кудряшов. — 2-е изд., перераб. - М.: ООО «РПФ» Эпсилон Плюс, 2013. – 368 с.
5. Мягков В.Ф. К вопросу об определении поправочного коэффициента к данным поверхностной разведки шахтных полей Верхнекамского калийного месторождения / В.Ф. Мягков // Сборник научных трудов ППИ. - 1961. - № 8. – С. 95 - 101.
6. Мягков В.Ф. Избирательное разрушение кернов сильвинитов и карналлитовых пород при бурении скважин на Верхнекамском месторождении / В.Ф. Мягков, В.И. Раевский // Изв. вузов. Горный журнал. - 1964. - № 5. – С. 8 - 12.
7. Нормы технологического проектирования предприятий калийной промышленности. Ч. 1. Нормы технологического проектирования калийных рудников. – Л., 1976.
8. Кудряшов А.И. Прогнозирование содержания нерастворимого остатка в калийных рудах и вмещающих породах шахтного поля БКРУ-2 (Верхнекамское месторождение) / А.И. Кудряшов, Е.Б. Шмагина, Г.В. Рунец // Материалы научно-технической конференции молодых специалистов и ученых-галургов 20 - 21 окт. 1977, г. Березники. – Пермь, УФ ВНИИГ, 1978. – С. 107 - 109.
9. Баяндина Э.О. Новая методика сопоставления содержаний водонерастворимого остатка солей по данным разведки и эксплуатации Верхнекамского месторождения / Э.О. Баяндина // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: статьи по материалам Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. - Пермь: ПГНИУ, 2015. – С. 6 - 7.
10. Баяндина Э.О. Нерастворимый остаток солей Верхнекамского месторождения / Э.О. Баяндина, А.И. Кудряшов. - Пермь: ООО «Типограф», 2015. – 102 с.