

УДК 553.632 (470.53)

## Прогнозирование содержания нерастворимого остатка в коржах рабочих пластов Верхнекамского месторождения солей

Э.О. Баяндина

ООО «Научно-производственная фирма “Геопрогноз”», 614039, Пермь, ул. Швецова, 39, оф. 201. E-mail: geoprognoz@inbox.ru

(Статья поступила в редакцию 27 января 2015 г.)

Используя данные эксплуатационной разведки шахтных полей рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-3 ПАО «Уралкалий», получены уравнения зависимости между содержанием нерастворимого остатка (Н.О.) в рабочих пластах сильвинитового состава (КрII и АБ) и их коржах, которые рекомендуются для прогнозирования.

Ключевые слова: *эксплуатационная разведка, сильвинит, рабочие пласты, коржи, содержание Н.О., Верхнекамское месторождение солей.*

DOI: 10.17072/psu.geol.26.85

### Введение

Основными рабочими горизонтами ВКМС являются три пласта сильвинитового состава (КрII, АБ и В). В междупластьях калийной залежи имеются относительно мощные прослои галопелитов, которые в переслаивании с каменной солью образуют коржи. При ведении очистных работ для обеспечения безопасности работающего персонала коржи подрезают комбайнами, что ведет к обогащению отбитой руды нерастворимым остатком.

Пласт каменной соли КрI–КрII состоит из четырех коржей, нижние два из которых для практики имеют важное значение. Корж 1 залегает непосредственно на кровле слоя 1 пласта КрII. В основании коржа расположен наиболее мощный, по сравнению с другими коржами, прослой галопелита. Мощность коржа изменяется от 0,1 до 0,5 м. Корж 2 средней мощностью 0,25 м (от 0,1 до 0,6 м) несколько отличается от остальных, поскольку часть его галопелитового прослоя представлена тонкослоистой пачкой глинисто-ангидрито-доломитовой породы (2–5 см), в

практике именуемой «книжечкой». Наряду с пластом маркирующей глины «книжечка» является прекрасным стратиграфическим маркером ВКМС. Междупластье Б–В содержит один корж, представленный тонким чередованием прослоев галопелита и галита. Мощность его изменяется от 0,1 м в северо-западных частях месторождения до 0,5–0,6 м (реже более) – в юго-восточных. В каменной соли пласта В–Г выделяется один корж. Мощность его в среднем составляет 0,1–0,2 м (до 0,5 м в юго-восточных частях ВКМС).

### Методика, результаты и дискуссия

При разведке ВКМС, особенно на ее ранних этапах, опробование керна междупластовой каменной соли в большинстве случаев велось не дифференцированно. Часто весь материал с интервалов междупластий входил в одну пробу, вследствие чего результаты химического анализа давали лишь характеристику среднего состава всего междупластья, т.е. содержание Н.О. в коржах оставалось неизвестным. В связи с этим есть необходи-

мость в прогнозировании содержания Н.О. в этих образованиях.

В работе [1] для определения содержания Н.О. в корже 1 пласта КрII в пределах шахтного поля рудника БКПРУ-2 было предложено уравнение  $y = 10,89x + 1,0$ , где  $y$  – содержание Н.О. в корже 1,  $x$  – содержание Н.О. в пласте КрII по данным разведки с поверхности.

Как известно [2, 3], при бурении скважин с поверхности имеет место избирательное истирание керна, которое ведет к снижению содержания Н.О. Следовательно основным недостатком приведённого выше уравнения является то, что оно составлено с использованием неоткорректированных данных разведки. Кроме того, это уравнение было получено на основе малого объема фактического материала (данные опробования 19 солеразведочных скважин и 20 сечений бороздовых проб).

Ниже, на основе использования огромного фактического материала, полученного при эксплуатации запасов сильвинита Дурыманского (шахтное поле БКПРУ-2) и Балахонцевского (шахтное поле БКПРУ-3) участков ВКМС, изложено обоснование зависимостей между содержаниями Н.О. в рабочих пластах и залегающих над ними коржах. Следует отметить, что положение этих шахтных полей в геохимических полях таково, что интервал содержания Н.О. в их пределах является наиболее характерным для всего месторождения (табл. 1).

**Таблица 1.** Интервалы содержаний Н.О. в пластах и коржах в пределах шахтных полей БКПРУ-2 и БКПРУ-3

Пласт	Интервал содержания Н.О., %	Коржи	Интервал содержания Н.О., %
КрII	2–10	Корж 1	5–70
		Корж 2	3–37
Б	3–27	Корж Б	13–67

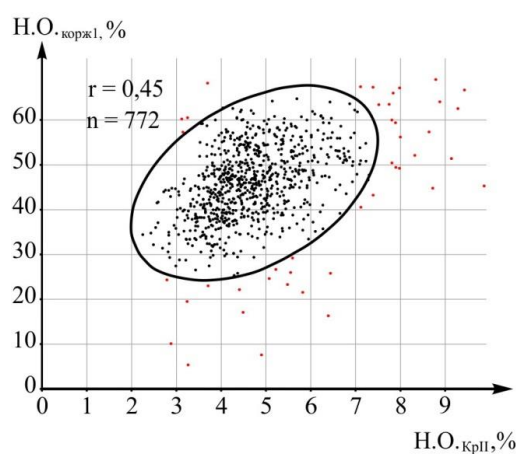
Из-за весьма малого количества достоверных данных (неправильное опробование на площадях распространения пласта В сильвинитового состава) корж

пласта В был исключен из дальнейших исследований.

Выборка по содержанию Н.О. в пласте КрII и корже 1 включает 815 пар значений, из них 86 – данные опробования скважин подземного бурения, а 729 – данные бороздового опробования. Коэффициент корреляции между этими параметрами 0,43, его явно недостаточно для получения надежного линейного уравнения зависимости вида  $H.O._{Корж1} = f(H.O._{КрII})$ . После отбраковки выдающихся значений (43 значения) путем построения эллипса рассеяния (рис. 1) коэффициент корреляции увеличился до 0,45. Однако и это значение говорит об отсутствии тесной корреляционной связи между рассматриваемыми признаками. Дальнейшие действия заключались в поиске зависимости вида

$$H.O._{корж1} = H.O._{КрII} + \bar{\delta},$$

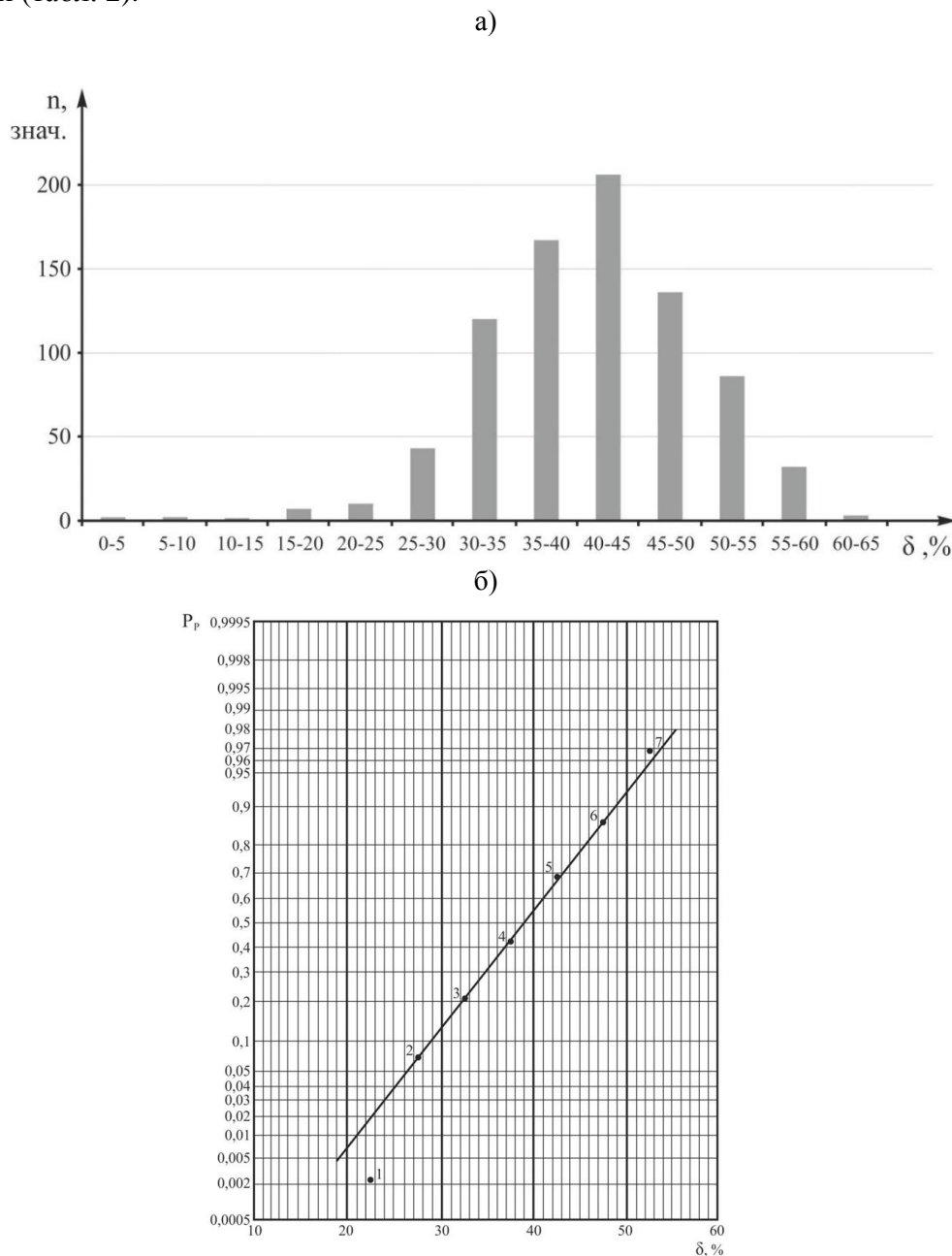
где  $\bar{\delta}$  – средняя разность между содержаниями Н.О. в корже 1 и пласте КрII.



**Рис. 1.** Поле корреляции содержаний Н.О. в пласте КрII и корже 1

Для правомерности определения среднеарифметического  $\bar{\delta}$  необходимо установить характер распределения значений этого параметра. Гистограмма распределения частных значений  $\delta$  имеет вид, весьма близкий к классическому колоколу (рис. 2, а), за исключением ее крайней левой части. После исключения 30 значений, не попадающих в интервал  $X_{cp} \pm 2\sigma$ , были рассчитаны значения  $P_p$  по классам

выборки (табл. 2).



**Рис. 2.** Гистограмма распределения значений  $\delta$  и положение кумулятивной линии на вероятностной бумаге

**Таблица 2.** Расчет значений  $P_p$

№ класса	Содержание Н.О., %		n	f, %	$P_p$
	Интервал	Середина интервала			
1	20–25	22,5	2	0,2548	0,0025
2	25–30	27,5	43	5,4777	0,0573
3	30–35	32,5	120	15,2866	0,2102
4	35–40	37,5	167	21,2739	0,4229
5	40–45	42,5	206	26,2420	0,6854
6	45–50	47,5	136	17,3248	0,8586
7	50–55	52,5	86	10,9554	0,9682
8	55–60	57,5	25	3,1847	1,0000

Используя данные табл. 2, на вероятностной бумаге была построена линия накопленных частот ( $P_p$ ), которая соответствует закону нормального распределения (рис. 2, б).

Расчет по оставшимся данным (785 значений) показал, что  $\bar{\delta} = 41,53\%$ . Таким образом, для определения истинного содержания в корже 1 пласта КрII в практике необходимо применять формулу

$$H.O._{корж1} = H.O._{КрII} + 41,53. \quad (1)$$

Исходная выборка содержаний Н.О. пласта КрII и коржа 2 содержит 123 пары значений, из них 79 – данные опробования скважин подземного бурения, а 44 – данные бороздового опробования. Коэф-

фициент корреляции равен 0,37. Гистограмма значений содержания Н.О. в корже 2 характеризуется двумя четко выраженными вершинами с максимумами в интервалах 6–9 и 18–21% (рис. 3). Из этого следует вывод, что данная выборка неоднородна. По-видимому, это связано с тем, что опробование этого коржа не всегда проводилось одинаково и правая часть вариационной кривой отражает содержания Н.О. в тех интервалах, где была опробована только нижняя глинистая часть. Количество значений, попадающих в правую часть гистограммы ( $H.O._{корж2} > 18\%$ ), составляет 20 пар (16,3% объема всей выборки).

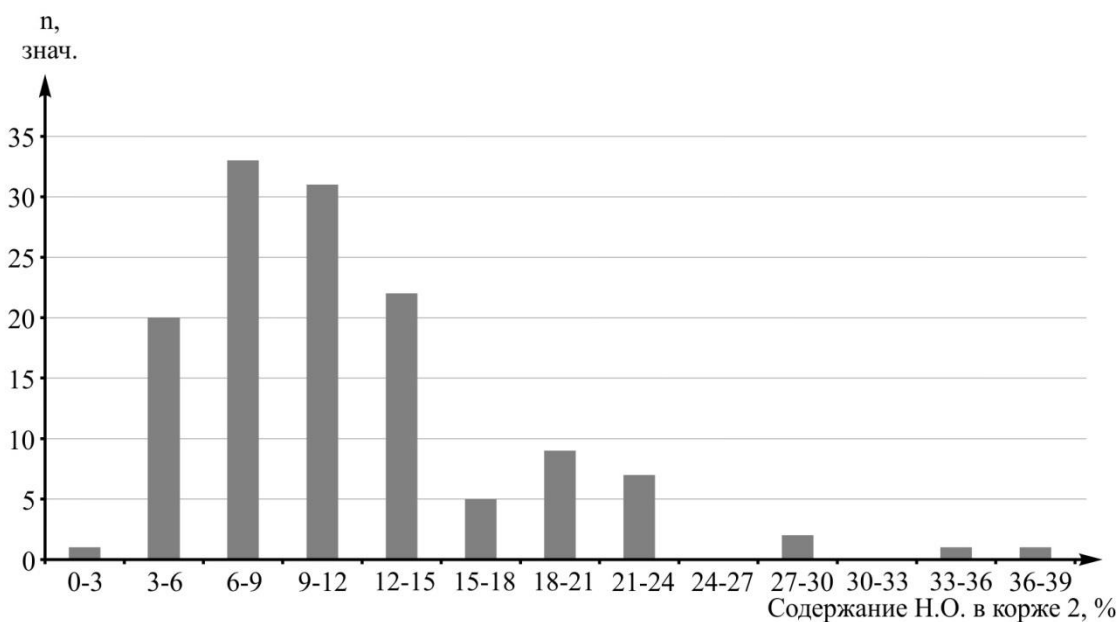


Рис. 3. Гистограмма распределения значений содержания Н.О. в корже 2 пласта КрII

Для получения зависимости между содержаниями Н.О. в пласте и корже 2 была использована часть исходной выборки с содержанием Н.О. в корже до 18% (см. рис. 3, левая часть гистограммы). Количество парных значений составило 103. Анализ поля корреляции этих признаков (рис. 4) говорит о том, что 6 точек являются аномальными, т.е. находятся за пределами эллипса рассеяния. Таким образом, в окончательной выборке были использованы данные по 97 пересечениям.

Коэффициент корреляции равен 0,56, что говорит о достаточно тесной корреляционной связи между этими параметрами. Зависимость между содержанием Н.О. в пласте КрII и содержанием Н.О. в корже 2 может быть описана уравнением простой регрессии

$$H.O._{корж2} = 1,45 \cdot H.O._{КрII} + 2,22. \quad (2)$$

Для получения зависимости между содержанием Н.О. в пласте Б и его корже

была взята выборка, состоящая из 100 пар значений, из них 40 – данные опробования скважин подземного бурения, а 60 – данные бороздового опробования. По аналогичной методике было построено поле корреляции между этими парами значений, путем построения эллипса рассеяния было отбраковано семь выдаю-

щихся значений, расположенных за его пределами (рис. 5). По итоговой выборке был рассчитан коэффициент корреляции, равный 0,63, и получено уравнение регрессии

$$H.O._{коржБ} = 1,43 \cdot H.O._{Б} + 18,04. \quad (3)$$

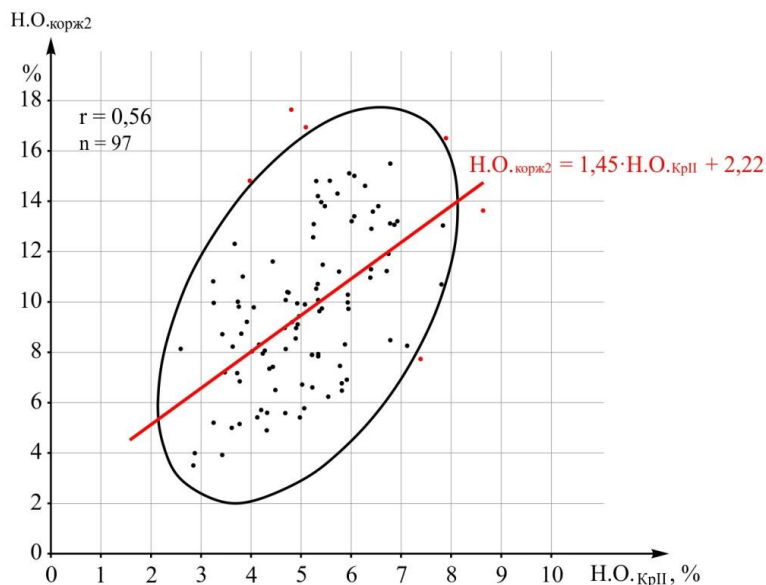


Рис. 4. Поле корреляции содержаний Н.О. в пласте КрII и корже 2

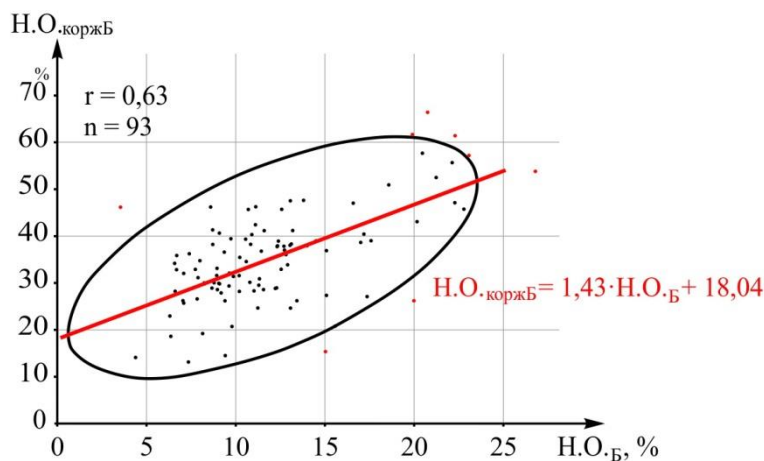


Рис. 5. Поле корреляции содержаний Н.О. в пласте Б и его корже

### Заключение

Таким образом, получены три уравнения (1–3), которые можно рекомендовать для применения на практике с целью прогнозирования содержаний Н.О. в коржах 1 и 2 пласта КрII и корже пласта Б. Следует

отметить, что в данные уравнения необходимо подставлять истинные значения содержаний Н.О. в рассматриваемых пластах, т. е. или уже откорректированные данные разведки с поверхности, или данные эксплуатационного опробования.

**Библиографический список**

1. *Кудряшов А.И., Шмагина Е.Б., Рунец Г.В.* Прогнозирование содержания нерастворимого остатка в калийных рудах и вмещающих породах шахтного поля БКРУ–2 (Верхнекамское месторождение) // Материалы научно-технической конференции молодых специалистов и ученых-галургов (20–21 окт. 1977, Березники) / УФ ВНИИГ. Пермь, 1978. С. 107–109.
2. *Мягков В.Ф.* К вопросу об определении по-

правочного коэффициента к данным поверхностной разведки шахтных полей Верхнекамского калийного месторождения // Сб. научн. тр. Пермского политехнического института. 1961. № 8. С. 95–101.

3. *Мягков В.Ф., Раевский В.И.* Избирательное разрушение кернов сильвинитов и карналлитовых пород при бурении скважин на Верхнекамском месторождении // Изв. вузов. Горный журнал. 1964. № 5. С. 8–12.

## Forecasting of the content of the insoluble residue in clay layers of productive beds of the Verkhnekamskoe salt deposit

**Е.О. Bayandina**

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

E-mail: geoprognoz@inbox.ru

Using data from the exploration drilling at the mines BKPRU-2 and BKPRU-3 of JSC Uralkali, the relationship equations between the content of insoluble residue in the productive sylvinitic beds and thick interbedded clay layers at their top referred to as «korj's» are worked out. Knowledge of composition and thickness of clay layers is very important for rockfall protection during mining work. The results of analysis of drilling data are often not reliable because of the losses of clay material in the extracted core. The resulting equations are recommended for forecasting of insoluble residue in «korj's» of those beds.

Keywords: *operational exploration; sylvinitic; productive beds; korj's; clay content; Verkhnekamskoe salt deposit.*

**References**

1. *Kudriashov A.I., Shmagina E.B., Runets G.V.* 1978. Prognozirovanie sodержaniya nerastvorimogo ostatka v kaliynykh rudakh i vmeshchayushchikh porodakh shakhtnogo polya BKRU–2 (Verkhnekamskoe mestorozhdenie) [Forecasting of the content of the insoluble residue in potassium formations and enclosing rock of mine field BKRU–2 (Verkhnekamskoe salt deposit)]. Materialy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii molodykh spetsialistov i uchenykh-galurgov. Berезniki–Perm, pp. 107–109. (in Russian)
2. *Myagkov V.F.* 1961. K voprosu ob opredelenii popravochnogo koeffitsienta k dannym pov-

erkhnostnoy razvedki shakhtnykh polei Verkhnekamskogo kaliynogo mestorozhdeniya [On a problem of definition of the correction coefficient to the data of surface prospecting of mine fields at the Verkhnekamskoe salt deposit]. Sbornik nauchnykh trudov PPI. 8: 95–101. (in Russian)

3. *Myagkov V.F., Raevskii V.I.* 1964. Izbiratelno razrushenie kernov silvinitov i karnallitovykh porod pribureniy skvazhin na Verkhnekamskom mestorozhdenii [Selective destruction of cores of sylvinitic and carnallite during well drilling at the Verkhnekamskoe salt deposit]. Izvestiya VUZov. Gornyy zhurnal. 5: 8–12. (in Russian)