

В. П. Самодуров¹, В. Э. Кутырло¹, В. А. Витовец²

¹Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

²ОАО «Белгорхимпром», Минск, Беларусь

**СТРОЕНИЕ, СОСТАВ И РИТМИЧНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРВОГО
КАЛИЙНОГО ГОРИЗОНТА СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ
ПО ДАННЫМ ЦИФРОВОГО АНАЛИЗА КЕРНА СКВАЖИН**

Введение. Первый калийный горизонт Старобинского месторождения рассматривается как один из возможных объектов будущей отработки забалансовых запасов калийных руд, особенно в пределах шахтного поля 1РУ. Геологоразведочные работы по оценке возможностей и целесообразности отработки первого калийного горизонта (1к.г.) в значительной мере выполнялись методом шахтного бурения, с учетом результатов наземного бурения. Керн шахтного бурения характеризуется наименьшими потерями, и, поэтому, он хорошо подходит для компьютерного анализа цветности цифровых фотографий. Целью данной работы является изучение строения, состава и условий формирования 1к.г. методом цифрового анализа керна скважин.

Методы. Методический подход, примененный для анализа калийных горизонтов, подробно изложен в [Самодуров, 2014]. В основе метода лежит положение о стойком парагенезисе садки гематита с сильвином и карналлитом. Гематит (Fe_2O_3) является очень сильным пигментом красного цвета, что обуславливает высокую чувствительность его обнаружения в породе. В результате, распределение гематита в разрезе скважины может быть использовано для уточнения строения калийных горизонтов, определения стадий галогенеза и качества калийных руд. Было показано, что цветность пород может быть представлена в виде диаграмм распределения по разрезу, аналогично другим диаграммам геофизических методов исследований скважин. В отличие от обычных методов скважинной геофизики, цифровые фотографии керна имеют очень высокое разрешение, иногда достигающее 0,008 мм/пиксел. Высокое разрешение цифровых фотографий позволяет исследовать многие характеристики пород с большой детальностью, недоступной для других методов. В данной работе использовались два индикатора в цветовом пространстве RGB. Анализ красных оттенков выполнен на основе показателя R/B - 1. Этот показатель изменяется от 0 в породах серого цвета и быстро возрастает в насыщенных красных пигментах. Второй показатель – светлота пород $L = (\text{MAX}-\text{MIN})/2$. Здесь MAX и MIN – максимальное и минимальное значение в цветовых каналах R, G, B. Эти два параметра охватывают основные характеристики пород, распространенных в первом калийном горизонте в пределах шахтного поля 1РУ. Глины и мергели характеризуются наименьшей светлотой и малыми значениями показателя R/B – 1, так как это породы серого цвета. Каменная соль также порода бесцветная, но светлота каменной соли наивысшая. Сильвинит – порода красного цвета с умеренной светлотой.

Результаты. Первый калийный горизонт широко распространен в центральной части Центрального тектонического блока Старобинского месторождения, на территории которого расположены шахтные поля 1, 2 и 3РУ. В пределах Восточного и Западного тектонических блоков 1к.г. распространен локально. Его южная граница обусловлена постседиментационными процессами выщелачивания калиеносной подтолщи. Северная граница определяется фаціальными замещениями сильвинитовых слоев каменной солью. Установленная разведочными работами площадь развития 1к.г. составляет 17,3 км² в пределах шахтных полей 1РУ. Структурный план 1к.г. в пределах основной площади развития в Центральном и Восточном тектонических блоках представляет собой синклиналь с редуцированным северным крылом. Горизонт залегает внутри 29 СП. Он перекрывается каменной солью, ритмично переслаивающейся с глинами и глинистыми мергелями, подстилается – каменной солью с тонкими прослойками глины. Отмечается уменьшение полноты разреза горизонта в северном направлении, к границе его замещения. В южной части развития 1к.г., вблизи границы его выклинивания, горизонт

перекрывается породами ГМТ. Мощность покровной соли колеблется от 0 м (скв. 155 и др.) до 54,25 м (скв. 754).

Индекс слоя	Разрез	Пласт
	++++ + + + + ~ ~ ~ ~	кровля
5	++++	верхний
4 - 5	++++	
4	++++	
3 - 4	++++	
3	++++	средний
2 - 3	++++ + + + + ~ ~ ~ ~	
2	++++	
2 - 1	++++	
I	++++	нижний
	++++	почва

++++ - каменная соль
 ++++ - сильвинит
 ~ ~ ~ ~ - глинистые прослои

Рис.1. Индексация слоев 1к.г

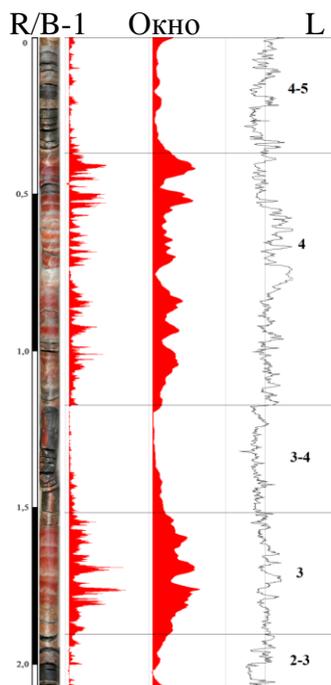


Рис.2. Распределение R/B-1, окно 4 см и светлота L в 1к.г.

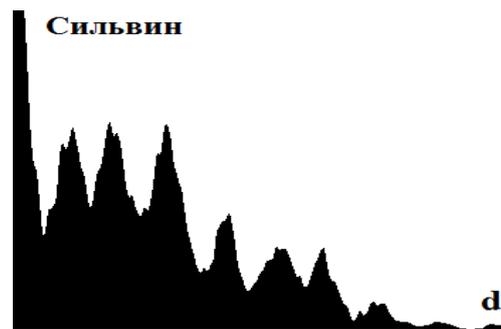


Рис.3. Функция ритмичности сильвинита в 3-м слое.

В пределах Старобинского месторождения 1к.г. имеет трехчленное строение: выделяются нижний и верхний сильвинитовые пласты и разделяющий их глинисто-галитовый пласт (рис.1). Сильвинитовые пласты представлены чередованием слоев сильвинита, каменной соли и галопелитов. Характерная окраска сильвинитов красная, различных тонов и оттенков (от темно-красного до розового). В верхнем пласте сосредоточены три прослоя

красных сильвинитов. Менее мощные из них однородны по текстуре. Более мощные прослои характеризуются полосчатой микротекстурой, обусловленной различиями в структуре и составе прослоев. Структура сильвинитов разнотекстурная.

Анализ цветности пород 1к.г. выполнен по керну восстающей скважины № 42-1, штрек лавы № 7 горизонта – 200 м 1РУ. На рис. 2 приведена часть разреза 1к.г. мощностью 2,1 м, включающая слои от 2-3 до 4-5. Разрешение цифрового изображения в процессе анализа составляло 1 мм/пиксел, что позволяет выделить все пласты, слои и прослои в составе 1к.г. Обычно мощность отдельных прослоев сильвинита в составе слоев колеблется от 1 до 10 см, поэтому оптимальным аппаратным профилем для анализа распределения сильвинита в разрезе скважин является окно шириной 2–4см. На рис. 2 представлена диаграмма «Окно», построенная методом скользящего окна. Эта диаграмма является сверткой цветного показателя R/B – 1 с окном шириной 4 см. Известно, что метод скользящего окна хорошо выделяет объекты, соразмерные ширине окна, и существенно гасит несоразмерные объекты, что позволяет лучше выявить основные закономерности распределения сильвинита в разрезе и игнорировать структуру и текстуру строения отдельных сильвинитовых прослоев. Существенным преимуществом данного метода изучения литологического разреза является совмещение диаграмм с исходным цветным изображением изучаемого керна, что позволяет выполнять визуальный контроль получаемых результатов.

Представленный на рис. 2 интервал 1к.г. включает 3-й сильвинитовый слой нижнего пласта и 4-й слой верхнего пласта, а также три прослоя: 2-3, 3-4 и 4-5. Все непродуктивные прослои в основном состоят из переслаивания известковистых глин и сингенетической каменной соли. Глины темно-серые имеют массивную или неясно-слоистую текстуру с пониженными значениями светлоты L. Наоборот, каменная соль имеет наибольшую светлоту. Поэтому слои 2-3 и 4-5 характеризуются существенными колебаниями светлоты. Эта ритмичность и биения отражают соленость рассолов и микрофации галогенеза изучаемой эвапоритовой системы. Слой 3-4 мощностью 33,5 см почти полностью состоит из глины темно-серой, массивной. Сингенетическая каменная соль отмечается только на нижней и верхней границе этого слоя. Поэтому весь интервал в пределах этого слоя имеет низкую светлоту L. Глинистый слой 3-4 разбит вертикальными

трещинами мощностью до 1,5 см. Эти трещины выполнены жильным эпигенетическим галитом красных оттенков, что обусловлено привнесом оксидов железа из вмещающих пород. Эффект окрашивания трещинно-жильных эпигенетических солей широко распространен, однако микротекстуры распределения гематита в жильных солях полностью отличаются от текстур сингенетических солей.

Сильвинитовый слой 3 мощностью 38,9 см имеет характерное строение. Максимальное содержание сильвина отмечается в его средней части, и спадает к его нижней и верхней границе. На эту общую закономерность накладывается ритмичность соленакпления, выражающаяся в чередовании прослоек каменной соли и сильвинита.

Сильвинитовый слой 4 имеет мощность 80,4 см. В его середине отмечается прослой каменной соли мощностью 5,9 см, условно разделяющий этот слой на нижнюю и верхнюю части. Наибольшие содержания сильвина приурочены к верхней части слоя 4.

Диаграмма цветности сильвинитов может быть исследована с помощью математических методов. Рассмотрим основные параметры ритмичности (цикличности) образования сильвинитов в слое 3. Для анализа ритмичности используем формулу:

$$C(d) = \sum_d \sum_x S(x) * S(x+d) \quad (1)$$

где $C(d)$ – функция содержаний сильвина в двух элементарных слоях, расположенных на расстоянии d между собой. $S(x)$ – содержание сильвина в первом слое, а $S(x+d)$ – во втором слое. x – глубина залегания первого слоя. $x+d$ – глубина залегания второго слоя.

Функция ритмичности имеет самый интенсивный пик при $d = 0$. Его ширина отражает мощности отдельных сильвинитовых прослоев. Можно видеть, что половина сильвинитовых прослоев имеет мощность 1,0 см, а 20 % прослоев имеет мощность 2,0-2,5 см. Расстояния между сильвинитовыми прослоями варьирует от 2,6 до 5,0 см, при этом отмечаются четыре наиболее распространенных межслоевых промежутка – 7,8 % сильвинитов с межслоевым промежутком 2,6 см; 29,5 % с промежутком 3,5 см; 37,0 % с промежутком 4,2 см и 25,6 % сильвинитов с межслоевым промежутком 5,0 см. Другие пики на рис. 3 характеризуют двойные, тройные и т.д. межслоевые промежутки. Большие и соразмерные первые три пика свидетельствуют о высокой степени совпадения периодичности формирования сильвинитовых прослоев. Строгая ритмичность садки сильвинита связана с годовой цикличностью вариаций физико-химических условий галогенеза.

Литература

В.П. Самодуров, А.М. Гречко, В.Э. Кутырло Изучение фациальных особенностей и стадий галогенеза эвапоритовых формаций методом анализа цветности пород и минералов / Природные ресурсы 2014. № 2. С. 43-48.