УДК 622.831.322

Н.А.САЛАМАТИНА
Пермский государственный технический университет

О ЛОКАЛЬНОМ ПРОГНОЗЕ ЗОН, ОПАСНЫХ ПО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ, НА ЮГО-ВОСТОЧНОМ УЧАСТКЕ ШАХТНОГО ПОЛЯ РУДНИКА БКПРУ-2 ОАО «УРАЛКАЛИЙ»

Дана характеристика геологических условий отработки калийных пластов на Верхнекамском месторождении. Рассмотрены методы прогноза и способы предотвращения газодинамических явлений. Выполнен анализ применяемой методики геологического прогноза зон, опасных по газодинамическим явлениям. Приведены решающие правила для прогноза газодинамических явлений в условиях рудника БКПРУ-2. Построены карты зон, опасных по газодинамическим явлениям, для юго-восточной части шахтного поля.

Geological conditions of potash layer mining at the Verkhnekamskoe deposit are characterized. Forecasting methods and techniques to control gas-dynamic phenomena are described. Currently applied technique of geological forecasting for areas characterized with gas-dynamic phenomena is analyzed. Decision procedures are given for gas-dynamic events forecasting in conditions of the BUPRU-2 mine and hazardous zones, characterized with gas-dynamic phenomena, are mapped in the South-Eastern part of the mine field.

Верхнекамское месторождение калийных и калийно-магниевых солей – крупнейшее в России. Калийные пласты распространены на площади около 3,6 тыс.км^2 (около 130 км в меридиональном направлении и до 40 км в широтном). В соляной толще выделяют снизу вверх: подстилающую каменную соль мощностью от 50 до 515 м, силвинитовую зону средней мощностью 21 м, сильвинито-карналлитовую зону мощностью от 21 до 115 м и покровную каменную соль средней мощностью 22 м.

Соляная толща месторождения перекрыта отложениями соляно-мергельной и терригенно-карбонатной толщ обшей мощностью 250-270 м (рис.1). Промышленными являются пласты Кр.III, Кр.II, А, Б и В. Из них основное промышленное значение имеют сильвинитовые пласты АБ (пласты А и Б отрабатываются совместно и условно считаются одним пластом) и Кр.II. Особенность Верхнекамского месторождения – безводность соляных отложений и обильная обводненность пород, вмещающих соляную залежь.

Центральную часть месторождения отрабатывает ОАО «Сильвинит» (г.Соликамск), южную – ОАО «Уралкалий» (г.Березники). В ОАО «Уралкалий» входит три рудника БКПРУ-1, БКПРУ-2 и БКПРУ-4. Второй Березниковский рудник отрабатывает запасы Дурыманского участка, расположенного в центральной части южной половины Верхнекамского месторождения.

Соляная залежь в средней части участка имеет мульдообразный прогиб, открытый в юго-западном направлении. Средний угол наклона оси мульды не превышает 1°. С западной стороны мульда ограничена восточным крылом Березниковского антиклинального поднятия, имеющим здесь угол 2°. Восточное крыло мульды имеет плавное поднятие под углом 1°. По горным выработкам отмечается интенсивная складчатость промышленных пластов АБ, Кр.II. Направление осей складок, в основном, северо-западное и меридиональное.

В настоящее время на руднике полностью отработаны запасы юго-западной части, отрабатываются запасы северо-восточной

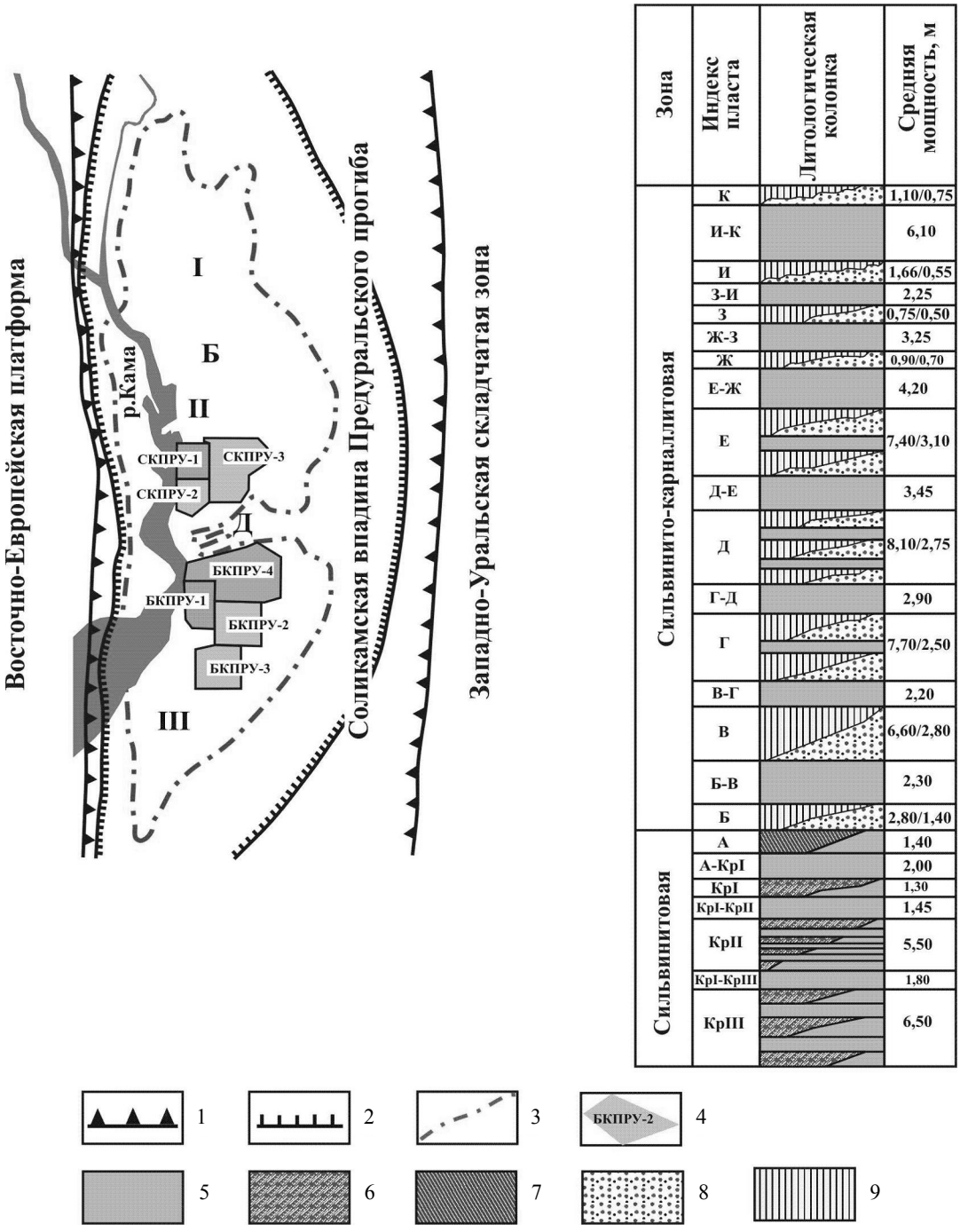


Рис.1. Верхнекамское месторождение калийных солей
1 – границы Соликамской впадины; 2 – границы соляной толщи; 3 – граница калийной залежи; 4 – шахтные поля рудников; 5 – каменная соль; 6 – сильвинит красный; 7 – сильвинит полосчатый; 8 – сильвинит пестрый; 9 – карналлит

и начинается отработка юго-восточной части шахтного поля. Отработка запасов рудника осложнена наличием глинистых прослойков, из-за чего кровля выработок очень неустойчива. Большую опасность представляют газодинамические явления (рис.2). Второй Березниковский рудник является самым опасным из рудников Верхнекамского месторождения по газодинамическим явлениям. Наиболее газонасыщеными являются контакт пласта Кр.I с пластом каменной соли Кр.I – А' и пласт В (карналлит).

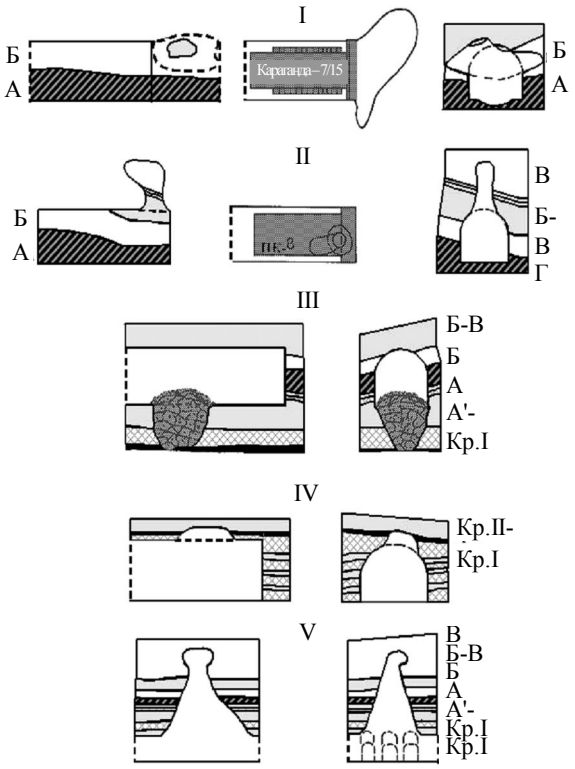


Рис.2. Примеры газодинамических явлений на Верхнекамском месторождении калийных солей

На руднике проводятся региональный, локальный и текущий прогнозы. В качестве метода предотвращения газодинамических явлений применяют профилактическое и защитное бурение дегазационных шпуров. Локальный прогноз выбросоопасных зон на руднике осуществляется по методике, разработанной Уральским научно-исследовательским и проектным институтом галургии (АО «Галургии»).

Прогноз проводится по геологическим данным. Для регионального прогноза служат данные детальной разведки, а для локального – данные эксплуатационной разведки и бороздового опробования калийных пластов. Генетической основой этого метода прогноза являются следующие положения: микровключенные газы карналлитов и пестрых сильвинитов являются главным источником образования свободных газов; высвобождение микровключенных газов происходит механическим путем в результате тектонических процессов и физико-химических вторичных процессов, постоянно протекающих в калийной залежи и приводящих одновременно к метасоматическим изменениям минерального состава сильвинито-карналлитовых пластов; в процессе метасоматоза, интенсивность которого зависит от количества нерастворимого в воде остатка, нарушаются связи между отдельными кристаллами, зернами, блоками, слоями, что приводит к снижению прочностных свойств пород и высвобождению микровключенного газа; в случае, когда метасоматоз не закончился, указанные связи не успевают восстановится на прежнем энергетическом уровне и руды в этих зонах имеют пониженную прочность*.

Сам прогноз зон осуществляется на основании следующих факторов:

- прогнозирование типов руд сильвинито-карналлитовых пластов Б и В в границах исследуемых участков;
- прогнозирование потенциальных выбросоопасных зон с учетом глубины залегания пластов.

Для пласта АБ критерием выбросоопасности является вероятность появления сильвинита в интервале от 20 до 90 % и содержание нерастворимого остатка более 4 %, для пласта Кр.II – вероятность появления сильвинита в интервале от 50 до 90 %, содержание нерастворимого остатка более 5 % и глубина залегания кровли пласта более 310 м.

В данной работе локальный прогноз для юго-восточной части шахтного поля БКПРУ-2 сделан по методике, разработанной Горным институтом Уро РАН. В основу локального прогнозирования положен комплекс показателей выбросоопасности: существенные различия в характеристиках свойств соляного породного массива, установление при сравнительном изучении

* Руководство по региональному и локальному прогнозам потенциально выбросоопасных зон по геологическим данным для условий Верхнекамского месторождения калийных солей / АО «Галургия». Пермь, 1996. 21 с.

опасных и неопасных по выбросам геологических условий. Исходя из современной теории физико-геологического механизма образований очагов газодинамических явлений (ГДЯ), можно предположить, что зоны, опасные по ГДЯ, имеют отличные от неопасных зон определенные параметры массива. Поэтому в математической постановке задача прогнозирования опасных зон сводится к задаче распознавания образов, т.е. к идентификации состояния соляного породного массива, которое может быть описано конечным набором определенных признаков и свойств.

Процедура прогноза зон, опасных по ГДЯ, заключается в подстановке значений геологических показателей в конкретной точке наблюдения в решающие правила и определении значений дискриминантной функции, полученные на основе робастных (устойчивых) процедур математической статистики*.

Для пласта АБ разработано два решающих правила. Это связано с тем, что пласт Б на некоторых участках представлен сильвинитом, а на некоторых он смешанного состава.

Для пласта Б сильвинитового состава:

$$F_{\text{р}} = -19{,}98 \times X_1 - 1{,}16 \times X_2 + 31{,}18 \times$$
$$\times X_3 - 3{,}64 \times X_4 - 747{,}02 \times X_5 + 6{,}87 \times$$
$$\times X_6 - 4{,}57 \times X_7 + 310{,}72 \geq 0,$$

где X_1 – мощность пласта Б, м; X_2 – содержание KCl в породах пласта Б, %; X_3 – содержание $MgCl_2$ в породах пласта Б, %; X_4 – содержание NaCl в породах пласта Б, %; X_5 – содержание Br в породах пласта Б, %; X_6 – содержание $CaSO_4$ в породах пласта Б, %; X_7 – содержание нерастворимого остатка в породах пласта Б, %.

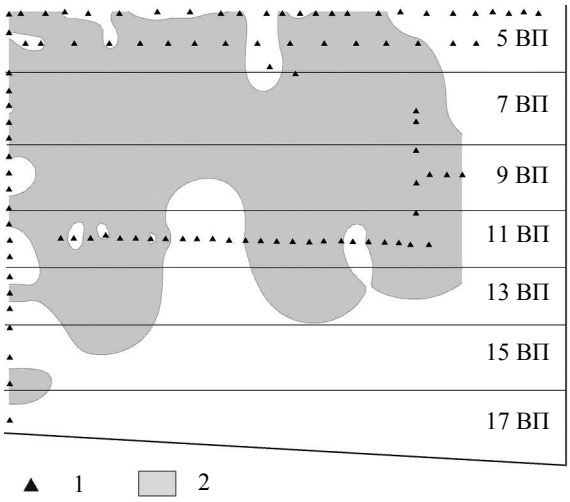


Рис.3. Прогнозная карта зон, опасных по газодинамическим явлениям, на пласте АБ юго-восточной части шатного поля БКПРУ-2

Решающее правило для смешанных солей пласта Б:

$$F_{\text{р}} = -1{,}39 \times X_1 + 0{,}06 \times X_2 - 0{,}66 \times$$
$$\times X_3 - 0{,}05 \times X_4 - 40{,}24 \times X_5 - 1{,}46 \times$$
$$\times X_6 - 1{,}3 \times X_7 + 23{,}73 \geq 0.$$

На основании бороздового опробования была построена прогнозная карта зон, опасных по газодинамическим явлениям, на пласте АБ юго-восточной части шахтного поля БКПРУ-2 (рис.3).

Как видно из рис.3, около 50 % участка на пласте АБ относится к зоне, опасной по газодинамическим явлениям. Зона, опасная по ГДЯ, распространяется на восточные панели 5, 7 и 9. В то же время панели 15 и 17 почти полностью неопасны по газодинамическим явлениям. По мере появления новых проб карта будет уточняться. На данный момент более достоверны данные только в районе панели 11. О прогнозе на панелях 15 и 17 можно говорить только условно, так как бороздового опробования по ним еще нет.

* Руководство по прогнозу зон, опасных по газодинамическим явлениям, для рудников ОАО «Уралкалий» / ГИ УрО РАН. Пермь, 2004. 13 с.