

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ОЧАГОВ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В СКЛАДЧАТЫХ СТРУКТУРАХ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ

Зверев Д.И., Лукьянец Е.В.

Научный руководитель Андрейко С.С.

*Пермский национальный исследовательский политехнический
университет*

При изучении газодинамических явлений в данный момент времени не сформирован механизм образования очагов в складчатых структурах. В связи с этим данная работа посвящена разработке механизма образования очагов газодинамических явлений в складчатых структурах калийных пластов. Формирования складчатых зон, опасных по газодинамическим явлениям, в калийных пластах связано с высвобождением связанных газов из массива пород из-за воздействия деформационных процессов, а так же последующей аккумуляцией уже свободных газов в трещинах отслоений и складок, и расслоениях по глиняным прослойкам в антиклинальных складках. Доказано, что расслоения и трещины в совокупности, образованные в пределах уже сформированной складчатой структуры и заполненные свободным газом под давлением, будут представлять собой потенциальный очаг газодинамического явления, который сформировался в соляном породном массиве.

Разработка месторождений калийных солей подземным способом, во всем мире осложнена проявлением газодинамических явлений (ГДЯ), представляющих собой процесс разрушения приконтурной части горного массива и выноса раздробленной породы, потоком быстро расширяющегося газа в горную выработку.

Существует несколько видов ГДЯ:

- внезапные выбросы газа и соли из стенок выработок;
- обрушения пород кровли или разрушения пород почвы, сопровождающихся газовой выделением;
- внезапные отжимы призабойной части пород;
- явлений комбинированного типа.

Ударно-воздушная волна, внезапность, большая скорость разлета кусков породы, внушительное разрушение горных пород и выделение горючих газов – все эти факторы представляют

угрозу безопасности жизнедеятельности горно-рабочих, приводят к поломкам и разрушению дорогостоящего оборудования, нарушают параметры системы разработки, а так же ритmicность работы калийных рудников, приводящие к длительным простоям горнодобывающего оборудования.

Более 500 случаев проявления газодинамических явлений было зарегистрировано с момента разработки продуктивных пластов в условиях Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВКМКС). Эти явления могли приводить не только к поломке горнодобывающего оборудования, но и травме горнорабочих, а в худшем случае к гибели шахтеров с огромным материальным ущербом для предприятия.

Высокая степень изученности процесса газодинамических явлений не вызывает сомнений, но, к сожалению, в настоящее время для условий калийных рудников на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей отсутствует информация о механизме формирования опасных зон. В связи с этим исследования, приведенные в статье являются актуальными, имеют большое теоретическое и практическое значение.

На Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей антиклинальные складки третьего порядка представлены симметричными с пологим сводом или ассиметричными угловатыми и коробчатыми складками, претерпевшим продольное сжатие в сочетании с послойным сдвигом и срывом. Передача региональных напряжений по всей калийной залежи происходит из-за ее флюидоподобного состояния, т.е. складчатость Верхнекамского месторождения представляет собой кондиагенетическое образование [1 – 5].

Из геологических факторов в формировании зон, опасных по газодинамическим явлениям, играют роль зоны трещиноватости и расслоений по наиболее слабым галопелитовым прослойкам.

В виду тектонических процессов и процессов складкообразования происходит раскрытие трещин двух видов [6]. Первая группа – трещины складок, которые представлены секущими трещинами. По ориентировки к осям складок делятся на три группы поперечные, продольные и диагональные. Так как антиклинальные складки на Верхнекамском месторождении имеют преимущественную субмеридиональную ориентацию, то продольные секущие трещины обычно имеют так же субмеридиональное простирание, поперечные – субширотное, а диагональные направлены либо с севера на запад либо с запада на восток.

Продольные трещины развиты, главным образом, на соляных поднятиях и обычно приурочены к замковым частям антиклинальных и синклиналиных складок. Длина трещин колеблется в интервале 0,5 – 20,0 м, зияние – 2,0 – 20 см. Поперечные трещины являются крутопадающими (80-90°), их длина 1 – 16 м, а высота может достигать 2 м. Раскрытие поперечных трещин колеблется от 1 до 8 см. Они обнаружены между пластами от А до Г. Диагональные секущие трещины наиболее редко встречающийся вид из трех. Как правило, они встречаются в серии кулисообразных трещин длиной от 0,5 до 10 м, раскрытие не превышает 1 см [7].

Второй вид трещин – трещины отслоений. Наиболее часто встречаются на куполах складок различных порядков, сопутствуют формированию складок продольного сжатия. Длина трещин достигает нескольких метров, а величина зияния – обычно первые сантиметры, в отдельных случаях может достигать 20 см. Трещины отслоений, как правило, заполнены газом, выделение которого при вскрытии может продолжаться в течение нескольких суток. Реже трещины данного типа могут быть заполнены внутресолевыми рассолами бурового цвета.

Очевидно, что в процессе складкообразования и образования в пределах складки систем трещин, а так же расслоений внутри соляных пород, содержащие свободные газы, возникает перепад давления – называемый газовой депрессией (геологическим вакуумом). Величина газовой депрессия равна соотношению давления свободных газов на контуре раскрывшейся геологической трещины P_M и давления в полости раскрывшейся геологической трещины P_T [8]:

$$\Delta P = P_M - P_T,$$

Свободные газы в массиве соляных пород находятся в макропорах, микротрещинах, трещинах, на границах зерен, в слоях и прослойках соленосных глин, на контактах разностей соляных пород. Превышение давления свободных газов на контуре трещины P_M над давлением в полости данной трещины по проводникам флюида P_T , приводит к притоку свободных газов из окружающего породного массива в трещину или расслоение. Слои и прослойки соленосных глин, повышающую микротрещиноватость массива и границы зерен (наиболее слабые контакты калийной залежи) отнесем в флюидопроводникам. Исходя из этого, расслоение или раскрывшаяся трещина сконцентрируют в

себе все ближайшие свободные газы, а замкнутость полостей будет мешать передвижению свободных газов, как в горизонтальном направлении, так и вертикально по геологическому разрезу (см. рисунок 1).

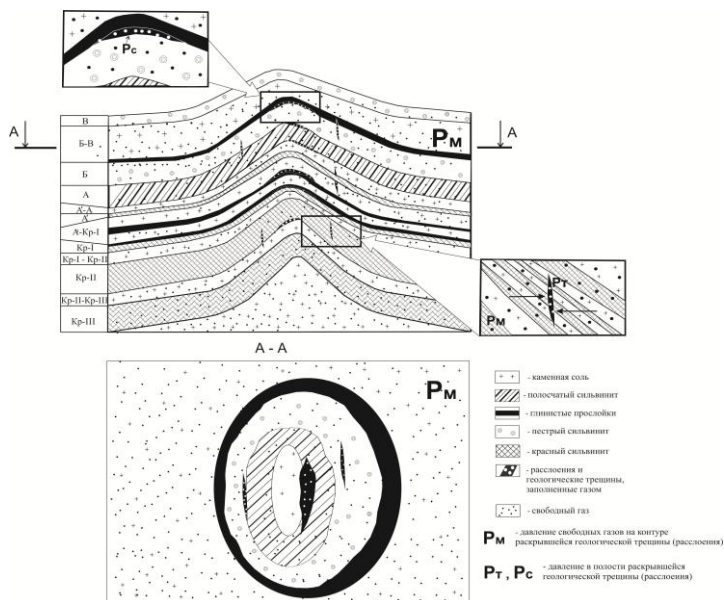


Рис. 1 – Модельная схема образования очагов газодинамических явлений в пределах складчатых структур на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей

В процессе формирования в калийных пластах зон, опасных по газодинамическим явлениям, складчатые структуры несут две функции: формирование зоны пониженной прочности пород и так называемый «газового коллектора», а так же по принципу вакуумного насоса собирают газ с окружающих участков пласта.

Механизм формирования складчатых зон, опасных по газодинамическим явлениям, в калийных пластах связан с высвобождением части связанных газов за счет воздействия процессов деформации и последующей аккумуляцией уже свободных газов в трещинах отрыва и расслоениях по галопелитовым прослойкам в складках. В конечном итоге, совокупность трещин и расслоений, образовавшихся в пределах сформировавшейся складчатой струк-

туры и заполненных свободным газом под давлением, будет представлять собой потенциальный очаг газодинамического явления, сформировавшийся в соляном породном массиве.

Библиографический список

1. Копнин В.И. Структурно-тектонические условия газодинамических явлений на Березниковских калийных рудниках и вопросы прогнозирования выбросоопасных зон / В.И. Копнин, А.Г. Пишеничников // Разработка калийных месторождений. Сб. научн. тр. Пермь, 1984. – С. 96 – 99.

2. Голубев Б.М. Морфологические особенности складок внутри калийной толщи Верхнекамского месторождения и условия их формирования. ДАН СССР, 1972. Т. 204, №3. – С. 671–673.

3. Копнин В.И. Этапы и условия складкообразования на Верхнекамском месторождении калийных солей // Геотектоника. 1983. № 6. – С. 46 –59.

4. Чайковский И.И. Разноранговость и природа пликативных структур в смьвинитах Верхнекамского месторождения // Стратегия и процессы освоения георесурсов. Сборник научных трудов. Пермь: ГИ УрО РАН, 2011. Вып. 9. – С. 3–6.

5. Анализ структурно-тектонических условий проявления газодинамических явлений в надвиговых и сдвиговых зонах на шахтном поле рудника БКПРУ-2 / С.С. Андрейко, Е.В. Лукьянец // Стратегия и процессы освоения георесурсов. Сборник научных трудов. Пермь, 2018. – С. 329–332.

6. Нестеров Е.А. Исследование и разработка методов прогнозирования и способов предотвращения внезапных отжимов призабойной части пород при отработке калийных пластов: дис. канд. техн. наук: 25.00.20. – ГИ УрО РАН, Пермь. 2017. – 152 с.

7. Кудряшов А.И. Верхнекамское месторождение солей / А.И. Кудряшов. 2-е изд., перераб. М.: Эpsilon плюс, 2013. – 368 с.

8. Полянина, Г.Д. Технология и безопасность разработки Верхнекамского калийного месторождения / Г.Д. Полянина, А.Н. Земсков, Ю.Н. Падерин. – Пермь: Пермское кн. изд-во, 1990. – 262 с.