

Изучение изменения влажности обезвоженного глинисто-солевого шлама и смеси обезвоженного глинисто-солевого шлама с галитовыми отходами от времени показывает, что:

влажность глинисто-солевого шлама в течение 30 суток снижается достаточно быстро, затем, несколько стабилизируется и по истечении 60 суток составляет около 10 %;

влажность смеси обезвоженных глинисто-солевых шламов при их соотношении в смеси 20/80 соответственно от времени, в течение 15 суток снижается равномерно, затем, несколько стабилизируется и по истечении 60 суток составляет около 10 %.

УДК 622.02:539.2/.8:622.363.2

Напряженно-деформированное состояние толщи пород при повторной подработке в условиях Старобинского месторождения

Дешковский В.Н., Зольников Н.А.
ОАО «Белгорхимпром», г. Минск

На Старобинском месторождении калийных солей ранее проводились исследования по изучению техногенной трещиноватости в условиях отработки одиночных пластов. Сегодня актуален вопрос влияния порядка отработки калийных пластов в условиях многократных подработок на напряженно-деформированное состояние толщи пород как с точки зрения устойчивости горных выработок, так и развития техногенной трещиноватости вокруг выработок.

С целью изучения геомеханических процессов в толще пород в результате ее повторной подработки выполнен комплекс исследований на руднике Третьего рудоуправления ОАО «Беларуськалий».

Толща пород на исследуемом участке первично подработана лавой № 1 Второго калийного горизонта (гор. -420 м) рудника Третьего рудоуправления с вынимаемой мощностью 2,45 м в 2004 г. На гор. -420 м для проведения исследований в 2009 г. пройдены горные выработки (рисунок): № 1 – под лавой № 1 с потолочиной 3 м; № 2.1 и 2.2 – выше лавы № 1 на 3 и 5 м соответственно. Выработки № 2.1 и 2.2 вскрыли зоны разрыва пород над границей выработанного пространства лавы № 1 [1, 2]. Спустя 6 лет после отработки лавы № 1 при проходке выработки № 2.1 обнаружено большое количество расслоений, секущих трещин, открытых полостей. Зона разрыва слоев расположена на расстоянии 5 м от целика. В то же

время в выработке № 2.2 визуально прослеживается иной характер нарушения подработанной толщи пород. На расстоянии 8 м от целика наблюдается зона изгиба слоев шириной около 3 м с амплитудой смещения слоев 0,9 м.

Повторная подработка массива пород в районе расположения исследовательских выработок № 1, 2.1 и 2.2 гор. -420 м производилась в апреле 2010 г. лавой № 80 нижележащего Третьего калийного горизонта (гор. -620 м) с вынимаемой мощностью 1,2 м. Расстояние между Вторым и Третьим калийными горизонтами составляет 201 м, что существенно меньше расчетной высоты распространения зоны водопроводящих трещин (ЗВТ) над лавой № 80 гор. -620 м ($H_T = 46,1$ м). Расчетная высота ЗВТ над лавой № 1 гор. -420 м в результате первичной подработки массива пород составляет $H_T = 99,1$ м, а в результате повторной подработки – $H_T = 115,8$ м согласно [3].

Оценка напряженного состояния пород выполнялась с использованием приборов неразрушающего контроля [4] в выработке № 1 гор. -420 м. Результаты замеров показали увеличение прочности пород в результате воздействия опорного давления лавы № 80 гор. -620 м и последующее уменьшение данного показателя при подработке выработки № 1 гор. -420 м. Повышенные напряжения в массиве реализовались в качестве деформаций контуров подработанной выработки.

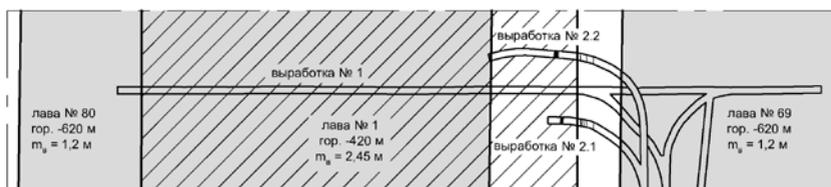


Рисунок. План участка проведения исследований на гор. -420 м рудника ЗРУ

Результаты измерений горизонтальных деформаций I уровня при длине интервалов измерений 3-10 м показали:

- в выработке № 2.1 преобладали горизонтальные деформации сжатия блоков больших геометрических размеров величиной от -0,2 до -0,4 мм/м на границе «зона обрушения – массив»;

- в выработке № 2.2 на интервале от забоя до зоны изгиба слоев преобладали горизонтальные деформации растяжения до +0,2 мм/м;

– горизонтальные деформации растяжения и сжатия в выработках № 2.1 и 2.2 достигнув максимальных значений в период воздействия динамической мульды сдвижения от лавы № 80 гор. -620 м остались неизменными по истечении 1,2 года.

Измерение вертикальных деформаций породных пачек при повторной подработке массива производилось по глубинным реперам, установленным в четырех скважинах на высоту до 24 м в первично подработанном массиве над границей выработанного пространства лавы № 1 гор. -420 м. В активную стадию процесса сдвижения преобладали вертикальные деформации растяжения до +0,5 мм/м на интервале 10 м, что свидетельствует о расслоении пород. В стадию затухания процесса сдвижения преобладали вертикальные деформации сжатия до - 1,4 мм/м на интервале 10 м, что указывает на закрытие имевшихся и вновь образованных горизонтальных трещин, еще большее уплотнение пород в результате повторной подработки массива. Полученные в результате повторной подработки массива пород вертикальные деформации над границей выработанного пространства в 30 раз меньше реализованных при первичной подработке.

Анализ результатов измерений деформаций II порядка (блоков средних геометрических размеров – длиной 1÷3 м) показал:

– в зоне обрушения над границей лавы № 1 гор. -420 м в выработке № 2.1 в результате повторной подработки породные блоки повернулись в сторону выработанного пространства, сместившись в горизонтальной плоскости к целику. Преобладающими являлись деформации сжатия до -13 мм/м, измеренные на интервале 1,3 м.

– натурными наблюдениями установлено незначительное разуплотнение зоны изгиба слоев в активную стадию процесса сдвижения и последовавшее сжатие пород в период затухания процесса сдвижения. Горизонтальные и вертикальные смещения пород при этом составили 1-2 мм. Также зафиксирован поворот породного блока в сторону выработанного пространства лавы № 1 гор. -420 м, расположенного над зоной разрыва пород в исследовательской выработке № 2.1. Результаты замеров свидетельствуют о плавном прогибе пород в зоне локального изгиба слоев в выработке № 2.2 над границей выработанного пространства лавы № 1 гор. -420 м в результате повторной подработки.

Для дополнительной оценки горизонтальных деформаций на берегах зон разрывов и изгиба слоев на стенках выработок № 2.1 и 2.2

оборудованы четыре наблюдательные станции, обеспечивающие повышенную точность измерений ($\pm 0,2$ мм). В течение всего периода наблюдений преобладали горизонтальные деформации сжатия до $-0,8$ мм/м.

Измерение деформаций на берегах отдельных техногенных трещин (деформаций III порядка), расположенных над границей выработанного пространства лавы № 1 гор. -420 м, производилось штангенциркулем на базах $100-200$ мм с точностью $\pm 0,05$ мм. При повторной подработке массива горных пород лавой № 80 гор. -620 м преобладали сжимающие деформации, приводившие к закрытию берегов отдельных техногенных трещин на $0,6-0,9$ мм.

По результатам маркшейдерских измерений в выработке № 1 гор. -420 м на февраль 2011 г получены следующие величины сдвижений и деформаций: оседание 483 мм (96% от ожидаемой величины); наклоны $2,98$ мм/м; кривизна $-1,0 \times 10^{-4}$ 1/м; горизонтальные деформации растяжений на участке «массив - граница лавы № 1» $+0,30$ мм/м; горизонтальные деформации сжатий на участке «граница лавы № 1 - выработанное пространство» $-0,50$ мм/м; максимальное горизонтальное смещение пород относительно опорного репера в краевой части мульды (зона растяжений) составляет $+25$ мм, а над выработанным пространством в зоне сжатия равно -23 мм.

Для более полного изучения геомеханических процессов внутри повторно подрабатываемого массива выполнялось бурение восходящих скважин в первично подработанном массиве над лавой № 1 гор. -420 м.

Изучение проницаемости толщи пород производилось в двух восходящих скважинах глубиной до 130 м, пробуренных из выработки № 1, путем опрессовки изолированных интервалов воздухом под давлением до $0,5$ МПа. Относительная проницаемость массива пород в изолированном интервале оценивалась экспресс-методом по изменению давления сжатого воздуха в течение 30 мин. Результаты исследований свидетельствуют об уменьшении проницаемости массива в результате повторной подработки с течением времени.

Выводы

1) Водопроницающие каналы наибольшей высоты расположены над границами выработанного пространства лав и приурочены к зонам разрывов и прогибов слоев с большой амплитудой.

2) В мульде сдвижения лавы № 80 гор. -620 м внутри повторно подработанного массива, расположенного в зоне разгрузки напряжений, по мере оседания пород развиваются деформации сжатия и трещины расслоения по напластованиям с плавным прогибом слоев.

3) Зафиксированные горизонтальные и вертикальные деформации в интервале 0-24 м над гор. -420 м в результате повторной подработки породного массива лавой № 80 гор. -620 м на порядок меньше, чем реализованные в результате его первичной подработки лавой № 1 гор. -420 м.

4) В условиях Старобинского месторождения, когда мощность толщи пород между разрабатываемыми горизонтами превышает суммарную величину высоты распространения зоны водопродводящих трещин и защитной потолочины 35 м, спустя 6 лет и более после первичной подработки массива пород лавой Второго калийного горизонта в нем наблюдаются незначительные деформации при повторной подработке лавой Третьего калийного горизонта с вынимаемой мощностью 1,2 м.

Литература:

1. Новокшинов, В.Н. Изучение техногенной трещиноватости при разработке Старобинского месторождения калийных солей столбовой системой разработки / В.Н. Новокшинов [и др.] // Горная механика и машиностроение. - 2011. - №3. - С. 29-36.
2. Смыччик, А.Д. Натурные исследования по определению высоты формирования зоны техногенных водопродводящих трещин над разрабатываемыми пластами Старобинского месторождения калийных солей Республики Беларусь / А.Д. Смыччик, И.С. Невельсон, В.Н. Дешковский // Наукові праці УкрНДМІ НАН України, №5 (частина I) / Під заг. ред. А.В. Анциферова. – Донецьк: УкрНДМІ НАН України, 2009. – С. 92-99.
3. Правила по защите рудников от затопления в условиях Старобинского месторождения: согл. Проматомнадзором РБ 11.10.2006г. – Минск, 2006. – 104 с.
4. Зольников, Н.А. Адаптация приборов неразрушающего контроля для изучения свойств массива горных пород в условиях Старобинского месторождения калийных солей / Н.А. Зольников, В.Н. Дешковский, А.В. Варламов // Освоение месторождений минеральных ресурсов и подземное строительство в сложных гидрогеологических условиях: материалы 10- го Международного симпозиума, Белгород, Россия, 25-29 мая 2009 г. / ВИОГЕМ. – Белгород, 2009. – С. 135-140.