

## Влияние подземной системы отработки калийных месторождений на процесс оседания земной поверхности

Шемет С. Ф., Богатов И.Б.

Белорусский национальный технический университет

Одним из негативных факторов для окружающей природной среды в Солигорском промышленном районе является влияние подземных горных работ на рельеф и ландшафтную обстановку вследствие оседания и деформации земной поверхности.

В настоящее время подземная добыча сильвинитовой руды на Старобинском месторождении ведется механизированным способом на Втором и Третьем (частично на Первом) промышленных горизонтах на глубинах 400 – 500 метров и 600 – 800 метров соответственно. В результате горных работ повсеместно на территории четырех шахтных полей действующих рудоуправлений наблюдается деформация покрывающей толщи пород и оседание земной поверхности над отработанными горными выработками. На рисунке представлены основные стадии сдвижения.

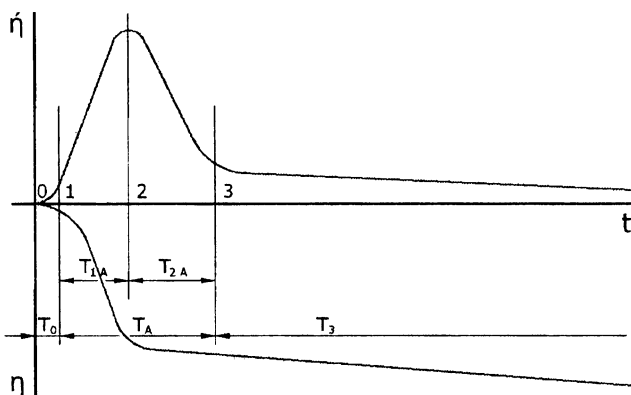


Рис. Кинематика сдвижения породной толщи

$\eta$  - оседание поверхности (толщи пород);  $\dot{\eta}$  - скорость оседания;  $T_0$  - начальный период сдвижения;  $T_A$  - активная стадия сдвижения;  $T_{1A}$  и  $T_{2A}$  - фазы ускоренного сдвижения и активного замедления;  $T_3$  - период затухания.

Фаза  $T_3$  - период затухания, характеризуется малым и постоянным значением ускорения, а также большой продолжительностью во времени.

По характеру рельефа территория Старобинского месторождения находится в переходной зоне к Припятскому Полесью и на большей своей части характеризуется низкой гипсометрией поверхности с абсолютными отметками, не превышающими 145 – 150м и с уровнем грунтовых вод на глубине от 0 до 2 – 4м от поверхности земли. Наиболее низкие участки приурочены к прибрежной зоне Солигорского водохранилища, долине рек Рутки и Сивельги, а также южной половины шахтного поля 4 РУ, где абсолютные отметки снижаются до 143 – 145м. Оседание земной поверхности может привести к затоплению и заболачиванию отдельных участков шахтных полей.

Геолого-литологическое строение зоны аэрации всей территории месторождения характеризуется весьма сложным строением, что обусловлено частой фациальной изменчивостью слагающих ее рыхлых отложений, различными их свойствами.

Всю площадь оседания можно разбить на четыре зоны:

Первая зона, зона затопления, образуется на наиболее пониженных в рельефе участках, сложенных водонепроницаемыми отложениями и характеризующимися глубиной залегания грунтовых вод, равной амплитуде оседания земной поверхности, либо меньше ее. В процессе оседания эта зона испытывает отрицательное максимальное воздействие горных разработок и в случае не принятия мер защиты может быть полностью затоплена (залита) грунтовыми и поверхностными водами.

Ко второй зоне, зоне заболачивания, относится часть обрабатываемой территории с переходными формами рельефа, сложенная водонепроницаемыми отложениями и характеризующаяся глубиной залегания грунтовых вод, превышающей амплитуду оседания на 0,1 – 0,2м. По сравнению с первой вредное влияние горных разработок здесь проявляется

в меньшей степени и заключается только в заболачивании местности.

Зона затопления (третья зона), охватывает более возвышенные участки в мульде сдвижения, в пределах которых глубина залегания уровня грунтовых вод колеблется от 1,0 до 2,0м выше амплитуды оседания. Негативное влияние горных разработок в ней проявляется еще в меньшей степени и заключается лишь в подтоплении фундаментов и подвальных зданий и сооружений.

К зоне незначительного воздействия (четвертая зона), относится остальная площадь надрабатываемой территории с глубиной залегания грунтовых вод, превышающей 5,0м. Подтопление, заболачивание и затопление земель грунтовыми водами в ней отсутствует, но может проявляться за счет скопления поверхностных вод.

К 01.01.2004г в результате освоения Старобинского месторождения калийных солей более 20 тысяч га земельных угодий Солигорского, Любанского и Слуцкого районов подвергалось оседанию земной поверхности. В свою очередь это привело к изменению уровня грунтовых вод на этих территориях и на площади около 6,5 тыс. га требовалось проведение мероприятий по инженерной защите территории от затопления, заболачивания и подтопления. Для ликвидации последствий негативного влияния оседания земной поверхности РУП ПО «Беларуськалий» уже провел необходимые мероприятия на площади 5385га. Из 20 тыс. га земельных угодий, подвергшихся оседанию, на площади 13,5 га не нарушены нормы осушения сельхозугодий и мероприятия по инженерной защите на этой территории проводить нет необходимости. Вопрос снижения влияния отработки калийной руды подземным способом на земную поверхность можно решить гидро- либо пневмозакладкой выработанных пространств отходами калийного производства.

Проблема гидрозакладки подземного отработанного пространства галитовыми отходами рассматривалась еще на стадии проектирования 1 Солигорского калийного комбината в 1960-1962 гг. Для получения исходных данных и реализации этой идеи на 1 РУ в 1971 г. была построена опытно-промышленная установка. Солевые отходы непосредственно с

обогащительной фабрики 1-РУ ленточными транспортерами подавались в смесительный бак, где разбавлялись рассолами. Пульпа по вертикальному трубопроводу длиной около 600 м и горизонтальному длиной до 3200 м за счет естественного напора поступала на участок гидрозакладки в выработанное пространство, представляющее собой систему камер длиной 200 м и объемом от 1,5 до 4,0 тыс. м<sup>3</sup> каждая. Устья камер изолировались перемычками, твердая фаза в камере выпадала в осадок, а жидкая (рассол) через сливные трубы (выпуски) в перемычке периодически выпускалась, перекачивалась в рассолосборник и подавалась по обратному трубопроводу в шахтном стволе на поверхность в смесительные баки.

Для проведения исследований возможности подземного размещения глинисто-солевых шламов для условий РУП ПО «Беларуськалий» был выбран опытный участок на 1-ой и 2-ой южной панели горизонта - 445 м на 2 РУ и разработана технологическая схема реализации эксперимента.

Исследованиями Борзаковского Б.А. и Кудрявцева В.Ф. по транспортабельности шламовой пульпы установлено, что статистическое напряжение сдвига нелинейно зависит от плотности пульпы. Так, например, при содержании нерастворимого остатка (н.о.) 19 % в пульпе с увеличением ее плотности от 1,30 до 1,52 г/см<sup>3</sup> напряжение сдвига нарастает медленно – с 0,5 до 0,85 МПа, а при дальнейшем увеличении плотности сопротивление сдвигу резко возрастает.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показал, что в условиях более совершенной выемки полезного ископаемого длинными очистными забоями наиболее приемлем пневматический метод закладки. Этот метод требует влажности подаваемого в рудник закладочного материала, не превышающей 6 %. Технологическая схема пневмозакладки выработок галитовыми отходами для РУП ПО «Беларуськалий» может состоять из следующих операций: обезвоживание солеотходов на центрифугах и их подача конвейерными установками к околоствольному приемному бункеру шахт; затем, по металлическому трубопроводу самотеком к бункерам эксплуатационных горизонтов и от них к месту закладки ленточными конвейерами до пневмозакладочных машин, которые забрасывают отходы в забой.