

где  $Q$  – сейсмобезопасная масса ВВ, кг;  
 $v$  – допустимая скорость колебаний грунта, м/с;  
 $\rho$  – плотность грунта, кг/м;  
 $C$  – скорость звука в грунте, м/с;  
 $S$  – площадь вертикальной проекции разрушаемого объема фундамента на поверхность грунта, м;  
 $r$  – расстояние между охраняемым объектом и разрушаемым фундаментом, м;  
 $D$  – скорость детонации ВВ.

Эта формула позволяет оценить интенсивность сейсмических колебаний на расстоянии  $r$  от объекта в форме скоростей смещения, выраженных в м/с.

УДК 622.22

### **Технология отработки калийных пластов в сложных горно-геологических условиях Старобинского месторождения**

Зольников Н. А., Цыганков С. Н., Шваб Р. Г.  
Белорусский национальный технический университет

Перспективными планами развития горных работ на РУП «ПО «Беларуськалий» Третьему калийному пласту отводится главная роль в деле поддержания и наращивания мощностей по выпуску калийных удобрений. В настоящее время в связи с истощением запасов Второго калийного пласта осуществляется перевод горных работ на Третий горизонт на рудниках 1 и 2 РУ, ведется проходка стволов на Краснослободском участке, планируется вскрытие Березовского участка Старобинского месторождения, начаты горные работы на I калийном горизонте рудника 1 РУ, запасы которого были отнесены ранее к забалансовым.

Преобладающая доля Третьего пласта в добыче руды планируется и на руднике 4 РУ. Однако широкое развитие горных работ на Третьем горизонте здесь сдерживается отсутствием эффективной технологии и средств механизации очистных работ с выемкой всех промышленных силвинитовых слоев (2, 3 и 4) в сложных горно-геологических условиях, под

которыми, в первую очередь, понимается большая (свыше 850 м) глубина разработки и связанная с этим, а также с геологическим строением и составом непосредственной кровли, чрезвычайно низкая ее устойчивость. Мелкостроенная и слабая непосредственная кровля Третьего пласта является причиной преждевременного разрушения подготовительных выработок, пройденных по верхнему 4-му сильвинитовому слою. В таких условиях выемка 4-го слоя не производится и он безвозвратно теряется в недрах. Учитывая, что в 4-ом сильвинитовом слое сосредоточено около 1/3 всех запасов пласта, а также то обстоятельство, что с ростом глубины разработки существенно увеличиваются размеры межпанельных целиков, общие потери полезного ископаемого на Третьем горизонте Четвертого шахтного поля составляют в настоящее время 46,0 %. Необходимо также отметить, что оставление широких межпанельных целиков является одной из основных причин динамических проявлений горного давления в очистных забоях, так как способствует образованию за крепью лавы со стороны широких целиков породных консолей увеличенных размеров.

В связи с выше изложенным назрела необходимость разработки в ближайшее время новых технических решений по технологии и оборудованию для выемки Третьего пласта в сложных горно-геологических условиях рудника 4 РУ с повышенным извлечением запасов из недр за счет вовлечения в отработку 4-го сильвинитового слоя и существенного уменьшения размеров оставляемых охранных целиков.

Результаты выполненных на Старобинском месторождении исследований и накопленный опыт отработки Третьего калийного пласта длинными очистными забоями, в том числе и в сложных горно-геологических условиях, а также зарубежный опыт отработки лавами пологих угольных и калийных пластов позволяют сформулировать основные принципиальные положения, которые необходимо учитывать при разработке технологических схем в сложных горно-геологических условиях залегания Третьего калийного пласта:

- выемку Третьего калийного пласта с вовлечением в отработку 4-го сильвинитового слоя на участках шахтного поля рудника 4 РУ с глубиной более 850 м необходимо осуществлять с применением технологических схем, предусматривающих

слоевую выемку или выемку сразу на полную мощность пласта одной лавой;

- количество панельных и других подготовительных выработок, необходимых для работы очистного комплекса, должно быть минимально необходимым, при этом минимальным должны быть и пролеты этих выработок, самым существенным образом влияющие на их устойчивость;

- разработку технологических схем для столбовой системы необходимо вести с учетом расположения подготовительных выработок в нижней части пласта по слоям 2, 2-3 и 3, которые должны иметь привязку под наиболее устойчивый прослой, охраняться с использованием компенсационных щелей и крепиться анкерами, а при необходимости и специальной крепью; подготовка панелей для отработки пласта сразу на всю мощность одной лавой может осуществляться с использованием полевых выработок;

- при сплошной системе разработки 4-го сильвинитового слоя выемочные штреки, оформляемые по этому слою очистным комбайном, нишенарезной машиной, стреловидным проходческим комбайном или другим видом оборудования, должны поддерживаться позади забоя лавы специальными видами крепей, бутовой полосой и т.д. в течение короткого промежутка времени, обеспечивающего устойчивое состояние выработок.

Для сложных горно-геологических условий Третьего калийного пласта, исходя из результатов выполненных на Старобинском месторождении исследований и накопленного опыта отработки Третьего калийного пласта длинными очистными забоями, а также зарубежного опыта отработки лавами пологих угольных и калийных пластов, разработаны технологические схемы со средствами механизации, которые условно можно разделить на 6 групп.

**Первая группа** – технологические схемы слоевой выемки с опережающей отработкой 4-го сильвинитового слоя сплошной системой на подготовительные выработки, проводимые в нижней части пласта вслед за продвижением лавы в разгруженной от горного давления зоне, и последующей отработкой слоев 2, 2-3 и 3 столбовой системой в противоположном направлении с

использованием ранее пройденных подготовительных выработок.

**Вторая группа** – технологические схемы слоевой выемки с опережающей обработкой 4-го сильвинитового слоя столбовой системой на подготовительные выработки, пройденные в нижней части пласта впереди очистного забоя, и последующей обработкой слоев 2, 2-3 и 3 также столбовой системой с проведением новых подготовительных выработок.

**Третья группа** – технологические схемы слоевой выемки пласта лавой переменной вынимаемой мощности с расположением одной полулавы по слоям 2, 2-3 и 3 под выработанным пространством верхнего слоя смежного столба, а другой полулавы по 4-му сильвинитовому слою – в нетронутым массиве, наличием в средней части наклонного участка длиной не менее 30 м для соединения полулав.

**Четвертая группа** – технологические схемы слоевой селективной выемки пласта сближенными лавами на общие выемочные штреки с вовлечением или без вовлечения в обработку 1-го сильвинитового слоя .

**Пятая группа** – технологические схемы последовательной селективной выемки пласта двумя трехслойными лавами с вовлечением в обработку 1-го сильвинитового слоя .

**Шестая группа** – технологические схемы селективной выемки пласта на полную мощность одной лавой с частичной или полной закладкой выработанного пространства разрушенным галитом.

Все разработанные технологические схемы характеризуются повышенным извлечением запасов из недр за счет отсутствия широких межпанельных целиков и небольшим удельным объемом горно-подготовительных работ. В технологических схемах с селективной выемкой пласта, кроме того, достигается высокое содержание полезного компонента (КС $\ell$ ) в добываемой руде и снижается вероятность динамических обрушений кровли в очистных забоях. Представленные технологические схемы приняты для выполнения технико-экономического анализа с целью окончательного выбора варианта технологии на опытно-промышленном участке рудника 4 РУ.