

ры А.Ф. Булат, В.В. Виноградов, В.Н. Потураев, А.Н. Зорин), диплом № 1, выдан ассоциацией авторов научных открытий в 1992 г. с формулой открытия "Экспериментально установлена неизвестная раньше закономерность разрушения предельно напряженных пород при слабых воздействия", которая состоит в том, что активизация разрушения горного массива возрастает при слабых (на один и более порядков, значениях меньших значениях текущего предела прочности) возмущениях его напряженного состояния пропорционально степени разрыхляемости пород.

Блокирование или деблокирование разрыхления малоэнергоемкими воздействиями реализовано в ряде технологий горных работ, как механизм управления состоянием и свойствами массива горных пород, а именно в технологиях малоциклового управления состоянием призабойной зоны угольного пласта, гидродинамического воздействия на выбросоопасные пласты, охраны горных выработок. Эти разработки вошли в цикл работ по научному обоснованию, разработке и внедрению ресурсосберегающих методов и технологий управления свойствами и состоянием напряженного угленосного массива малоэнергоемкими воздействиями, за который в 1996 г. присуждена Государственная премия Украины в области науки и техники (А.Ф. Булат, В.В. Виноградов, К.К. Софийский, В.В. Репка, А.П. Калфакчян, Е.А. Воробьев). Дальнейшее развитие работ в этом направлении позволит решить ряд острейших проблем освоения недр на больших глубинах.

УДК 622.363

Б.М. Усаченко, В.Д. Кожушный, Р.Б. Лесовицкая

### **КОНЬЮНКТУРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГИПСА**

Специфика эксплуатации гипсовых месторождений определяется их инженерно-геологическими условиями, литолого-геомеханическими особенностями пластов полезных ископаемых и принятыми системами разработки. Относительно широкое распространение гипсовых месторождений, залегающих на небольших глубинах (100 – 250 м), большая мощность пластов (10 – 60 м), поликомпонентное содержание минерального сырья (гипс, ангидрид, доломит) и высокая устойчивость гипсовых обнажений в условиях применения камерно-столбовых систем разработки определяют две



главные предпосылки их комплексного освоения: максимальное использование гаммы минерального сырья и повторное использование образующихся в процессе выемки пластов крупномасштабных (сечением 150-250 м<sup>2</sup>) подземных выработанных пространств для нужд хозяйственного комплекса [1]. Разработка сформулированной задачи осуществлена на примере Артемовского месторождения гипса, являющегося основным поставщиком гипсового сырья в Украине.

Три главные доминанты предопределили направления анализа по проблеме: 1) формирование самостоятельного комплекса Украины и переход ее экономики на рыночную модель хозяйствования; 2) характерные особенности трансформации гипсовой отрасли в условиях нового экономического механизма и специфики ее взаимодействия в условиях перехода к рынку; 3) изменяющаяся ситуация по минерально-сырьевой базе и на рынке гипса (исчерпание в Донбассе запасов гипса лучших по качеству и условиям добычи; утверждение больших запасов гипса гипсоносной провинции в Прикарпатье; резкое сокращение поступления гипса на рынках стройматериалов России, Молдавии, Прибалтики).

Характеризуя минеральные ресурсы гипса Украины, следует указать на неравномерность их географического размещения (Донецкая, Ивано-Франковская, Тернопольская, Черновицкая области). Прогнозно оценивая формирование рынка гипса в Украине, можно отметить следующее. В последнее время на Украине наметилась тенденция к стабилизации объемов производства гипса. В то же время развитие строительной индустрии и, в частности производства цемента, обуславливает постоянное увеличение потребности в гипсе. Гипсовый камень используют: 45,4% - для производства гипсовяжущих; 51,5% - для производства цемента; 2,4% - для нужд сельского хозяйства; 1% - на экспорт. По прогнозам процентное соотношение по видам использования не должно существенно измениться, однако возможно определенное увеличение доли экспортных поставок, что связано с либерализацией условий внешнеэкономической деятельности. Прогноз потребных объемов производства гипса в Украине оценивается (тыс. т): 2000 г. - 2082; 2005 г. - 3300; 2010 г. - 3663. Рынок гипса в Украине далек от насыщения. В настоящее время наблюдается резкий рост себестоимости добычи гипса, что связано с несбалансированностью рынка, ростом цен на технологическое оборудование, энергоносители, усложнением горно-геологических условий,



некоторым снижением спроса на гипс и гипсовяжущие материалы. Однако это явление временное. Потребность в увеличении объемов строительства, особенно жилья, настолько велика, что временное уменьшение спроса на гипс должно смениться еще большим его ростом. Это подтверждается и опытом развитых западных стран. Так, в США при меньшем, чем в СНГ населении производится 16,3 млн. т. гипса и дополнительно экспортируется 5 млн. т. Таким образом, Украина весьма далека до насыщения рынка, а для удовлетворения потребностей промышленности необходимо предусмотреть развитие добычи гипса за счет ввода в эксплуатацию новых месторождений. Весьма перспективным для развития гипсодобывающей отрасли Украины является освоение месторождений гипса Прикарпатья, где разведанные запасы гипса оцениваются около 5 млрд. т.

Имеющие место диспропорции в развитии гипсовой отрасли, ужесточающиеся требования рынка и по решению экологических задач, в ранг важнейших выдвигают проблемы как организационно-управленческого, так и технико-технологического характера по развитию гипсоперерабатывающей промышленности Украины. Основопологающим должен стать принцип комплексности освоения месторождений с оценкой его уровня по ресурсно-производственным критериям. Исходя из этого, рассмотрим на примере Артемовского месторождения гипса возможные направления повышения комплексности его освоения.

Это крупное месторождение, в продуктивной толще которого прослеживается десять пластов, однако разрабатывается только V. пласт сложного строения максимальной мощностью до 25 м. Пласт сложен гипсом, ангидридом и доломитом. Образующиеся камеры от его отработки имеют размеры: высота – 15-18 м, ширина – 8-11 м, при этом коэффициент извлечения гипса составляет 0,32-0,42. Прогнозные расчеты показывают, что при производительности гипсовой шахты 1 – 1,2 млн. т. в год, разведанных запасов гипса достаточно для ее работы в течение 15-20 лет, а при снижении коэффициента извлечения до 0,28 – на 10-12 лет. Образующиеся в продуктивной толще непогашаемые выработанные пространства по площади превышают 1500 тыс. м<sup>2</sup> (площадь горного отвода 3690 тыс. м<sup>2</sup>), что составляет 40% горного отвода. При этом объем пустот превысил 15000 тыс. м<sup>2</sup>, а их годовой прирост колеблется в пределах 300-500 тыс. м<sup>2</sup>.

Несмотря на то, что в мировой практике накоплен большой опыт ис-



пользования выработанных пространств шахт, в том числе и гипсовых [2], на Артемовской гипсовой шахте только 7% подземных камер занято для размещения в них складов и завода по производству вин.

Выработанные пространства гипсовой шахты один из самых богатых природно-техногенных ресурсов месторождения, который практически не осваивается. Это при условии, что Донецкий регион испытывает большую потребность в изоляции и захоронении различных отходов производств. Активными потребителями выработок гипсовой шахты могут быть различные ведомства и региональные организации. Очевидна необходимость создания специальной программы по освоению выработанных пространств Артемовской гипсовой шахты. В настоящее время целесообразно выявить пользователей уже имеющегося выработанного пространства для организации подземного производства и хранения различной продукции и желающих получить специальные подземные пустоты с техническими требованиями, соответствующими проектируемому виду использования. При этом можно получать доход: 1) от арендной платы за использование имеющихся подземных пустот; 2) от предоставления пользователям услуг по вентиляции, водоотливу, надзору за состоянием горных выработок, организации энергосбережения, бытового обслуживания и т. д.; 3) от выполнения заказов на строительство и поддержание специальных транспортных и вентиляционных выработок, подземных складских и производственных камер с ограниченным доступом и т. п.; 4) от долевого участия в совместных предприятиях, использующих подземные пустоты; 5) от использования подземных пустот для собственных производственных нужд. Важной задачей по комплексному освоению Артемовского месторождения должно стать использование гипсоангидрита и ангидрита.

Развитая инфраструктура добычи и переработки гипса, сравнительно недорогие технологии буровзрывной добычи и имеющийся доступ к запасам ангидрита, позволяют без больших дополнительных затрат организовать производство строительных смесей для выполнения в угольных шахтах тампонажных, закладочных и набрызгбетонных работ. Проект организации производства ангидритного вяжущего вещества целесообразен также с той точки зрения, что в его состав в качестве катализатора твердения добавляется 3-8% обожженного доломита (800-900°C), потребность в котором можно обеспе-



чить из карьера Артемовского керамико-трубного комбината. Даже при определенных долевыми инвестициях в этот проект со стороны потребителей, очевидны экономические выгоды от применения ангидритовых вяжущих взамен цемента, что существенно может снизить материалоемкость поддержания горных выработок. Разработка такого проекта крайне необходима в связи с прекращением строительства Бахмутского гипсо-ангидритового комбината и намечающейся реконструкцией глубоких горизонтов действующих угольных шахт. Создание рынка гипсо-ангидритовых вяжущих смесей – одно из перспективных направлений более полного использования минерального сырья Артемовского месторождения гипса.

Ключевой задачей в комплексном освоении месторождения следует считать организацию выпуска ассортимента новой продукции, в первую очередь высокопрочного гипса (ВПГ), а также изделий на его основе. Известно, что потребность Украины в ВПГ удовлетворялась лишь на 30 – 40%, а ныне этот показатель трудно определим. За рубежом ВПГ пользуется большим спросом, а предприятия, производящие его, имеют стабильные поступления валютных средств. Статьей особого дохода должно стать производство гипсо-бинта.

Особое внимание надо обратить на ресурсные потенциальные возможности использования гипсовых пород месторождения для производства облицовочных материалов. Исследованиями ВНИИСТРОМ и практикой Львовского камнеобрабатывающего завода доказаны выгоды такого производства [3]. В связи с этим возникает необходимость разработки технологий добычи блоков и монолитов гипса и ангидрита на облицовочные плиты. В ключе сказанного представляет интерес задача организации производства облицовочного материала агилита на основе гипсового вяжущего и аминокальдегидной смолы по литьевой технологии [4], который перспективен для облицовки помещений с повышенной влажностью и фасадов зданий.

Говоря о расширении ассортимента продукции, следует указать на большой дефицит в Украине сортовых гидроизоляционных водонепроницаемых, расширяющихся и безусадочных цементов, выпускаемых с добавлением гипса. Катастрофическое состояние доковых частей насосных станций (более 500) в системе Госводхоза Украины, проблему выпуска таких цементов ставит в ранг важнейших. В настоящее время материалы для гидроизоляции таких объектов эпизодически поставляются из Финляндии и Бельгии.



Таким образом, составляющие направлений усиления экономических выгод комплексного освоения месторождений гипса должны включать три стратегии возрастания производства [5]: интенсивное возрастание (расширение «пояса рынков» и совершенствование продукции); интеграционное возрастание (контроль за деятельностью смежников и конкурентов); диверсификационное возрастание (расширение номенклатуры продукции).

Очевидна необходимость минимальной продажи гипсового щебня в виде товарной продукции и увеличение объемов его переработки собственными силами. Это значительно сократит убытки предприятия в будущем, связанные с необходимостью после отработки запасов искать источники сырья взамен добываемому на собственном месторождении, а также значительно возрастут прибыли от общего увеличения объемов реализации продуктов переработки гипса собственными силами.

В соответствии с мировой практикой необходимо дать экономическую оценку минеральному сырью в недрах, определить дифференциальную горную ренту и включить стоимость гипсового камня в себестоимость товарной продукции, что позволит в условиях ограничения рентабельности получить дополнительные прибыли.

Исходя из изложенного выше, сформулированы направления и цели инвестиционного комплекса для обеспечения максимальной прибыли от комплексного освоения Артемовского месторождения гипса, которые представлены в виде блок-схемы, приведенной на рис. 1. Максимальная прибыль, учитывая отмеченные особенности освоения гипсовых месторождений, в общем виде может быть выражена

$$P = Q_{г.щ.} (C_{г.щ.} - C_{г.щ.}) + Q_{г.пл.} (C_{г.пл.} - C_{г.пл.}) + Q_{анг.} (C_{анг.} - C_{анг.}) + \\ + Q_{г.м.} (C_{г.м.} - C_{г.м.}) + S_{в.п.} (D_{в.п.} - P_{в.п.}) + \left( E_{в.п.} - \sum_1^n K_{о.с.} \right) \rightarrow \max,$$

где  $P$  – это прибыль, получаемая от реализации различных видов продукции и эксплуатации подземных пространств, грн.;  $Q_{г.щ.}$ ,  $Q_{г.пл.}$ ,  $Q_{анг.}$ ,  $Q_{г.м.}$  – объемы производства гипсового щебня, гипсовых плит, ангидритового вяжущего и других гипсовых материалов, т;  $C_{г.щ.}$ ,  $C_{г.пл.}$ ,  $C_{анг.}$ ,  $C_{г.м.}$  – соответственно отпускная цена 1 тонны продукции, грн.;  $C_{г.щ.}$ ,  $C_{г.пл.}$ ,  $C_{анг.}$ ,  $C_{г.м.}$  – соответственно себестоимость производства 1 т продукции, грн.;  $S_{в.п.}$  – площадь повторно используемых выработанных пространств, м<sup>2</sup>;  $D_{в.п.}$  – сумма доходов от эксплуа-



тации единицы площади выработок, грн.;  $P_{a.n.}$  – сумма затрат на их поддержание в эксплуатационном состоянии, грн.;  $E_{a.n.}$  – сумма доходов от переноса технологического передела гипса в подземные камеры, грн.;  $K_{o.c.}$  – сумма дополнительных затрат на компенсацию экологического ущерба, наносимого окружающей среде, грн.



Рисунок 1 - Блок-схема структуры целей инвестиционного комплекса

Анализ приведенной зависимости показывает, что итоговый показатель - прибыль - зависит от технологии добычи и переработки гипса, а также от уровня ее экологического воздействия на окружающую среду. Учитывая это, повышение эффективности комплексного освоения месторождения может быть достигнуто при условии максимального применения машинной технологии добычи гипса с использованием комбайнов с планетарным (Урал - 20КС), роторным (ПК - 8М), избирательным (4ГШ - 2М) исполнительными



органами. Применение комбайнов на Артемовской гипсовой шахте позволило повысить коэффициент извлечения гипса на 6 - 10%, обеспечить совмещение в едином процессе добычи и подготовку гипса для потребления, а выработанных пространств для повторного использования. Внедрение машинной технологии обеспечило темпы проходки выработок 250 - 500 пог. м в месяц, повышение устойчивости подземных камер и полноту извлечения гипса, рост в 2 - 4 раза производительности труда подземных рабочих, исключение операций дробления гипсового камня на поверхности и ее запыление, снижение на 17 - 20% себестоимость одной тонны гипса. В совокупности это значительно повысило показатели комплексного освоения Артемовского месторождения гипса по факторам минерально-ресурсного и производственного потенциала, а также эколого-экономическим показателям. Предложенные подходы и разработки имеют перспективу применения на месторождениях гипса в Прикарпатье и других нерудных месторождениях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усаченко Б.М. Геомеханика подземной добычи гипса. – Киев: Наук. думка, 1985. – 216 с.
2. Папернов М.М., Зильберборд А.Ф. Производственные и складские объекты в горных выработках. – М.: Стройиздат, 1984. – 184 с.
3. Совершенствование техники и технологии добычи блоков природного камня: ВНИИЭСМ. – М.: 1986. – сер. 7. – Вып. 1. – 13 с.
4. Строительные материалы и конструкции. – 1990. - №1. – С. 17.

УДК 622.831

Л.Я. Парчевский, А.А. Татаринов, А.Н. Шашенко

#### УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ПУЧАЩИХ ПОРОД В СТАТИСТИЧЕСКИХ ОЦЕНКАХ

Потеря устойчивости основных капитальных и подготовительных выработок в угольных шахтах ряда регионов происходит в значительной степени за счет пучения пород почвы.

В условиях высоких концентраций напряжений окружающие выработку