

ЛР. 6.1
635

ISSN 0136-3549

0203-9737

**TALLINNA
POLÜTEHNILISE INSTITUUDI
TOIMETISED**

635

**ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА**

**ТПИ
'87**

ПРОБЛЕМЫ
РАЗРАБОТКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ
ЭСТОНСКОЙ ССР

635

ТР
'87

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

УДК 622

ПРОБЛЕМЫ
РАЗРАБОТКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
ЭСТОНСКОЙ ССР

Горное дело X14

Таллин 1987

ПРОБЛЕМЫ

РАЗРАБОТКИ

МЕСТОРОЖДЕНИЙ

ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ТАЛЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Труды ТПИ № 635

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ЭСТОНСКОЙ ССР

Горное дело Х1У
На русском языке
Отв. ред. К. Оясте
Техн. ред. В. Ранник

Сборник утвержден коллегией Трудов ТПИ 17.04.87
Подписано к печати 16.07.87

МВ-04397

Формат 60x90/16

Печ. л. 4,5+приложение 0,25

Уч.-изд. л. 3,8

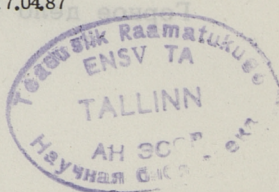
Тираж 300

Зак. № 291

Цена 75 коп.

Таллинский политехнический институт
200108, Таллин, Эхитаяте тее, 5

Ротапринт ТПИ, 200006, Таллин, ул. Коскла, 2/9



© Таллинский политехнический институт, 1987

К ПРОБЛЕМЕ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ В ЭКОНОМИКЕ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Одной из центральных проблем экономики является создание расчетного механизма для адекватного соизмерения затрат и эффектов, характеризующихся разновременностью их возникновения. Общепринятым методом учета фактора времени и приведения к сопоставимому виду является дисконтирование — их корректировка с помощью весовых коэффициентов функции времени. В качестве функции времени принята формула сложных процентов, а утвержденным нормативным коэффициентом приведения разновременных величин (нормой дисконта) в народном хозяйстве является $E_{н.п} = 0,08$. Таким образом, любая предстоящая величина затрат или результатов может быть приведена к текущему моменту путем его умножения на взвешивающий коэффициент $(1 + E_{н.п})^{-t}$, где t — период времени между моментами проявления и приведения оцениваемой величины.

Дисконтирование в своем общепринятом виде и при действующей норме дисконта дает неприемлемые результаты при применении в экономике природоэксплуатирующих отраслей народного хозяйства, в том числе при оценке запасов минерального сырья и решении других горно-экономических задач. Эти отрасли имеют очень большую продолжительность экономического цикла от вложения средств до получения результата, а дисконтирование практически нулифицирует все будущие прибыли за пределами 20–25 лет. В результате предпочтительными оказываются мелкие и некапиталоемкие варианты, извлечение лишь наиболее богатой части запасов месторождений, расточительное использование природных богатств. Характерно, что причиной такого парадокса является не сам метод дисконтирования, а принятая величина нормы дисконта.

Проблема учета фактора времени в экономике природопользования стала предметом широких обсуждений (причем, не в первый раз) после выхода в свет типовой методики экономической оценки месторождений полезных ископаемых [1]. В процессе дискуссии были высказаны предложения о полном отказе в горно-экономических расчетах от дисконтирования [2], о дифференциации нормы дисконта и ее существенном снижении в природоэксплуатирующих отраслях [3, 4], о выборочном использовании метода дисконтирования в зависимости от вида решаемой задачи и отказе от него, например, при расчетах контуров промышленных запасов месторождений [5]. На основе анализа межвременных связей в экономическом развитии доказывается правомерность возникновения отрицательного дисконта в моделях ресурсосберегающего типа [6]. Известны рекомендации по применению снижающейся во времени нормы дисконта [7, 8]. Как видим, проблема еще не нашла исчерпывающего решения и требует дальнейшего исследования. Настоящая статья касается одного из не совсем ясных пока вопросов проблемы — обоснования величины нормы дисконта, а также установления динамики возможного изменения ее во времени. Методический подход основан на известной теории фактора времени в экономике и на учете взаимосвязей между отраслевыми и народнохозяйственными параметрами развития.

Теоретический смысл фактора времени основан на законах многопериодного процесса экономического развития, имеющего особые свойства возникновения межвременных связей и норм замещения участвующих в производстве ресурсов. Замкнутая агрегированная модель динамики экономического развития в наиболее простом виде (без учета запаздывания отдачи инвестиций и без учета амортизации основных фондов) описывается, как известно, соотношением

$$V_t = V_{t-1} (1 + \sigma \cdot \mu), \quad (I)$$

где V_t — продукция системы (например, конечный продукт);
 σ — доля фонда накопления в конечном продукте, расходуемая для производства;
 μ — коэффициент капиталоотдачи (годовой выпуск продукции на единицу вложенного капитала)

Произведение $\sigma \cdot \mu$ интерпретируется как величина дисконтной ставки, по смыслу же оно характеризует относитель-

ный прирост продукции системы за год. Если эта величина положительная, то развитие будет представлять расширенное воспроизводство, если она постоянная во времени — развитие будет экспоненциальным. В результате получается модель автономного непрерывного развития экономической системы за счет эндогенного источника в виде накапливаемой для производственных целей части производимого продукта, имеющая вид:

$$V_t = V_0(1 + \sigma\mu)^t = V_0(1 + E_{н.п.})^t. \quad (2)$$

Такова в общих чертах одна из распространенных теоретических трактовок существа фактора времени и дисконтной ставки. Установление положительной и постоянной нормы дисконта $E_{н.п.} = 0,08$ означает, что предполагается экспоненциальный рост продуктивности народного хозяйства с постоянным темпом годового прироста 8 %. Утвержденная норма дисконта приобретает значение народнохозяйственного критерия, по которому должна сверяться эффективность любого хозяйственного мероприятия. Вложения средств, не обеспечивающие этого минимума прироста продуктивности, считаются убыточными.

Важно отметить, что норма дисконта характеризует продуктивность экономической системы на низшем уровне, т.е. при существующей технологии и без привлечения дополнительных ресурсов со стороны. Она показывает темп экономического роста при зафиксированных значениях всех материально-технических факторов производства или, иначе говоря, при прочих равных условиях. Именно это свойство позволяет отличить экономическую неравнозначность одновременных величин вследствие проявления фактора времени от изменения последних по иным причинам, например, из-за проявления научно-технического прогресса, изменения природных условий и т.д. Оба эти фактора действуют одновременно и независимо друг от друга. Однако, между ними возникают определенные взаимосвязи, в наличии которых можно убедиться на примере экономики минерального сырья.

Минерально-сырьевой сектор народного хозяйства представляет собой комплекс геологоразведочных и горнодобывающих предприятий и отраслей, удовлетворяющих потребности страны в сырье. Функционирование этого комплекса протекает в условиях ухудшения качественных показателей эксплуатируемой ми-

нерально-сырьевой базы. В хозяйственный оборот приходится вовлекать месторождения с более глубоким залеганием пластов и рудных тел, с более низким содержанием в них полезного компонента и, наоборот, с повышенным содержанием вредных примесей. Происходит постепенное перемещение горнодобывающих отраслей в малодоступные и необжитые районы страны, освоение которых требует больших затрат. Экономическим выражением этих обстоятельств является тенденция усугубляющегося во времени роста затрат общественного труда на единицу добываемого сырья, наблюдающаяся во всех отраслях комплекса [9]. Предотвратить эту тенденцию пока не в состоянии ни новые геологические открытия, ни научно-технический прогресс в горном деле.

Являясь составной частью народного хозяйства и занимая в нем значительный удельный вес, минерально-сырьевой сектор оказывает влияние на экономику страны в целом. Деграция сырьевой базы и тенденция роста удельных затрат на добычу полезных ископаемых из вновь осваиваемых месторождений влияют на показатели развития народного хозяйства, в том числе на темпы роста национального дохода. Если зафиксировать значения всех прочих производственных и экономических факторов развития, то получим "частную" динамику продуктивности народного хозяйства, обусловленную лишь тенденцией истощения запасов и ростом затрат на добычу минерального сырья. Полученное изменение во времени темпов экономического роста будет одновременно характеризовать, по нашему мнению, динамику дисконтной ставки в минерально-сырьевом секторе, ее отклонение от первоначально заданной величины.

В целях анализа отмеченных закономерностей составим простейшую модель народного хозяйства как замкнутой экономической системы, состоящей из двух взаимосвязанных секторов: минерально-сырьевого и обрабатывающего. Условиями сбалансированного развития такой замкнутой системы являются внутреннее использование всего добываемого сырья и расходование всего выработанного продукта также внутри системы. Введем в модель функционирования системы следующие условия: постоянства удельного расхода сырья в натуральном исчислении на единицу продукции обрабатывающего сектора, постоянства продуктивности единицы капитала в обрабатывающем сек-

торе (постоянства фондоотдачи), а также роста затрат на добычу единицы сырья, заданного в виде временного тренда. При этом, наконец, условие, что рост затрат на добычу сырья не влияет на благосостояние общества, и динамика фонда потребления остается такой же, какой она была бы без роста затрат на сырье. С учетом отмеченных ограничений и условий модель описывается системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_t = V; \\ V'_{t+1} = \frac{V_t}{\alpha S_{t+1+1}}; \\ V'_{t+1} = V_t - V''_{t+1}; \\ \Delta V_{t+1} = \varphi V''_{t+1}; \\ \phi_{t+1} = \Delta V_{t+1} - \phi^*_{t+1}; \\ V_{t+1} = V_t + \phi_{t+1}; \\ \delta_{t+1} = \frac{V_{t+1}}{V_t} - 1; \\ V''_{t+2} = \frac{V_{t+1}}{\alpha S_{t+2+1}}; \end{array} \right. \quad (3)$$

Обозначения в уравнениях показывают следующее:

t - текущее время с интервалом дискретизации 1 год;

V - конечный продукт, накопленный путем инвестиций в минерально-сырьевом (V') и обрабатывающем (V'') секторах системы;

α - удельный расход минерального сырья в натуре на выпуск единицы конечного продукта системы;

S - затраты на добычу единицы минерального сырья - растущая во времени величина;

ΔV - прибавочный продукт;

φ - коэффициент капиталоотдачи в обрабатывающем секторе системы;

ϕ - накапливаемая для развития часть прибавочного продукта;

ϕ^* - фонд потребления в базисном варианте экономического развития (без повышения затрат на добычу минерального сырья), найденный путем расчета экспоненциального роста в соответствии с выражением (2);

δ - темп прироста продукции системы.

По изложенному алгоритму была выполнена на условном материале серия расчетов с варьированием интенсивности роста затрат на добычу минерального сырья. Результаты одного из расчетов приведены на рис. 1 в виде динамик абсолютного и относительного роста продуктивности системы. По результатам можно сделать несколько выводов.

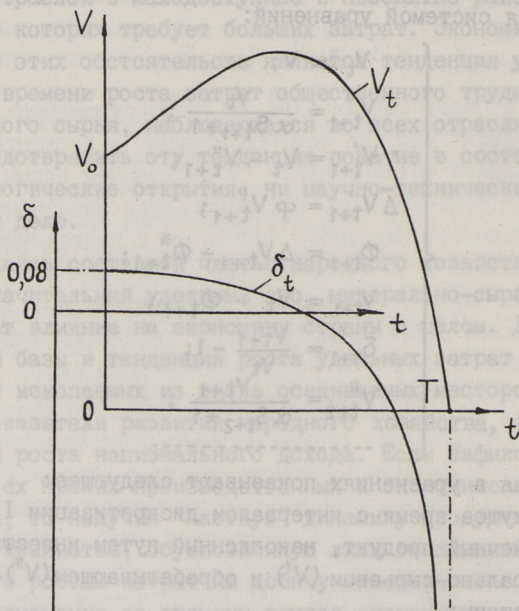


Рис. 1. Параметры динамики сбалансированного развития замкнутой экономической системы.

V_t — конечный продукт; δ_t — темп прироста продукции, или переменная во времени дисконтная ставка.

Во-первых, деградация минерально-сырьевой базы вызывает опережающий рост инвестиций в добывающие отрасли промышленности по сравнению с обрабатывающими. Растет удельный вес производственных фондов минерально-сырьевого сектора. Именно такую ситуацию мы наблюдаем сейчас в народном хозяйстве Союза [9].

Во-вторых, рост затрат на добычу минерального сырья оказывает тормозящее влияние на развитие экономики. Речь идет не просто о замедлении темпов роста, а о возникновении неустойчивого развития. Как видно из рисунка, кривая

развития "опрокидывается" даже при весьма незначительном повышении затрат в минерально-сырьевом секторе. Интенсивность роста затрат на добычу сырья определяет лишь момент возникновения этого явления. В результате расширенное воспроизводство трансформируется в свернутое.

В-третьих, объективная тенденция роста затрат на добычу единицы сырья может быть уравновешена только за счет вмешательства экзогенных по отношению к минерально-сырьевому сектору факторов. В принципе возможны несколько способов противодействия свертыванию производства. Это могут быть сокращение удельного расхода сырья на единицу конечной продукции системы, рост продуктивности и фондотдачи в обрабатывающих отраслях, либо, наконец, снижение фонда потребления по сравнению с гипотетическим вариантом экономического роста при постоянных затратах на единицу сырья. В действительности свертывания производства по народному хозяйству не происходит именно за счет действия таких уравновешивающих факторов. В рассматриваемой же модели, как уже отмечалось, процесс развития системы описывается в чистом виде, т.е. без их влияния.

И наконец последний вывод, непосредственно касающийся учета фактора времени. Темп прироста продукции системы δ_t , определенный в условиях истощения минерально-сырьевой базы и при прочих неизменных факторах производства, можно рассматривать как дисконт времени. Как видно из графика, он уменьшается по мере продления исследуемого периода времени. Причем речь идет не о малозначительном уменьшении, которое можно было бы учесть введением поправочного ко-

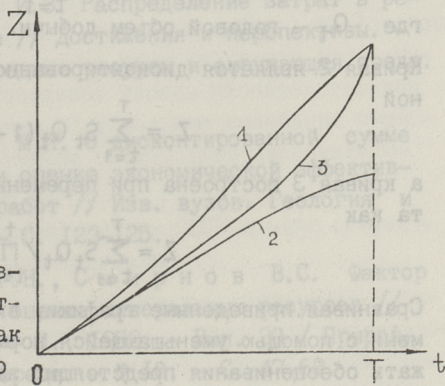


Рис. 2. Сравнение траекторий формирования во времени интегральных затрат на добычу минерального сырья.
1 — без дисконтирования;
2 — с дисконтированием при $E_{н,п} = 0,08$; 3 — при переменной норме дисконта.

коэффициента к действующей норме дисконта, как это предлагается в [7, 8]. С момента трансформации воспроизводства в системе от расширенного к свернутому (область максимума кривой V_t) дисконт переходит в область отрицательных значений, причем его абсолютная величина прогрессивно растет. Аналогичный вывод был получен в [6] при ином подходе к проблеме. Решением задачи линейного программирования на минимум суммы прошлых и будущих затрат в экономической системе доказывалась правомерность возникновения отрицательного дисконта, причем траектория перехода нормы дисконта к отрицательным значениям зависит, в частности, от заданного соотношения уровней прошлых и будущих затрат.

Рассмотрим результаты, которые дают расчеты с использованием изменяющейся величины дисконтной ставки. На рис. 2 представлены графики формирования нарастающим итогом затрат на добычу минерального сырья Z , имевших место при моделировании экономического развития по изложенному выше алгоритму. Кривая 1 построена без учета фактора времени и представляет простую сумму

$$Z = \sum_{t=1}^T S_t Q_t,$$

где Q_t - годовой объем добычи.

Кривая 2 является дисконтированной (при $E_{н.п} = 0,08$) величиной

$$Z = \sum_{t=1}^T S_t Q_t (1 + E_{н.п})^{-t},$$

а кривая 3 построена при переменной во времени норме дисконта как

$$Z = \sum_{t=1}^T S_t Q_t / \prod_{t=1}^t (1 + \delta_t).$$

Сравнивая приведенные графики, видим, что учет фактора времени с помощью уменьшающейся нормы дисконта позволяет избежать обесценивания предстоящих затрат и результатов, поскольку присущие последним весовые коэффициенты с течением времени начинают возрастать. Более того, в целом за период T , соответствующий смоделированному циклу "развитие-затухание", величины дисконтированных и недисконтированных затрат совпадают (кривые 1 и 3 сливаются).

Рассмотренный подход к обоснованию величины переменной нормы дисконта будет, по нашему убеждению, способствовать

более полному использованию природных ресурсов и в то же время объективно отражать проявление фактора времени в условиях истощения сырьевой базы экономики.

Л и т е р а т у р а

1. Временная типовая методика экономической оценки месторождений полезных ископаемых. - М.: ГИИТ и Госкомцен СССР, 1980.

2. К о з л о в с к и й Е.А. Минерально-сырьевая база и фактор времени // Сов. Геология. - 1979. - № 3. - С. 9-22.

3. Г о ф м а н К.Г. Экономическая оценка природных ресурсов в условиях социалистической экономики. Вопросы теории и методологии. - М.: Наука, 1977.

4. А г о ш к о в М., К о з а к о в Е. Учет фактора времени в горноэкономических расчетах // Вопросы экономики - 1985. - № II. - С. 72-75.

5. А с т а х о в А.С. Экономическая оценка запасов полезных ископаемых. - М.: Недра, 1981.

6. К а г а н о в и ч И.З. Распределение затрат в ресурсосберегающей экономике // Достижения и перспективы. - М., 1984. - Вып. 39 / Природные ресурсы и окружающая среда. - № 12. - С. 58-64.

7. А с т а ф ъ е в а М.П. О дисконтированной сумме дифференциальной ренты при оценке экономической эффективности геологоразведочных работ // Изв. вузов. Геология и разведка. - 1983. - № 5. - С. 123-125.

8. К у з н е ц о в Г.Н., С м и р н о в В.С. Фактор времени при экономической оценке минеральных ресурсов // Достижения и перспективы. - М., 1983. - Вып. 30 / Природные ресурсы и окружающая среда. - № 10. - С. 47-62.

9. С м и р н о в В.С. Экономические аспекты развития минерально-сырьевого комплекса СССР // Достижения и перспективы. - М., 1984. - Вып. 33 / Природные ресурсы и окружающая среда. - № II. - С. 62-74.

On Time Factor in the Economics of Mineral
Raw Materials

Abstract

The paper analyzes the problem of taking into consideration the time factor by means of discounting the exploitation costs of the deposits of mineral raw materials. The effect of the degradation of mineral raw materials resources and the rise of costs in the mining industry on the dynamics of the development of the national economy as a closed economic system is modelled. The regularity of the transformation from expanded reproduction to curtailed growth is elucidated. The dynamics of the ratings of resources changes over the system's development process. At first the ratings fall, later they start to grow, this gives evidence of the fact that the discount has acquired a negative value.

УДК 622.364

А.П. Адамсон, Х.Э. Хинтс,

Ю.В. Зайцев

О ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ ФОСФОРИТОВ РАКВЕРЕСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ведение горных работ в условиях Раквереского месторождения фосфоритов исключительно сложно по двум обстоятельствам:

- месторождение является комплексным - сланцефосфоритовым (над фоспластом в расстоянии 30...35 м располагается промышленный пласт горючих сланцев мощностью 2 м) и наличием нескольких водоносных горизонтов, служащих источником водоснабжения района;

- неблагоприятные горно-геологические условия с точки зрения как ведения самих горных работ по добыче фосфоритов (возможная неустойчивость массива промпласта при его мощности до 12 м, самообрушивающиеся породы непосредственной кровли (глауконитовый песчаник) и большие колебания мощности промпласта), так и в смысле последствий эксплуатации месторождения на природную среду.

В горнодобывающей промышленности СССР и мире отсутствует аналог Ракверескому месторождению.

Выбор технологии добычи и обогащения фосфоритов должен определиться условиями полного и комплексного использования полезных ископаемых месторождения, организации современного высокопроизводительного и безопасного производства, выпуска качественного фосконцентрата для получения эффективных минеральных удобрений, минимизации влияния производства на существующий социально-экономический комплекс, состояние окружающей среды и водных ресурсов.

Минимизация ущерба от горных разработок природному и социально-экономическому комплексам региона предопределяет

необходимость подземной разработки месторождения без обрушения налегающей толщи пород.

Структурный разрез естественного целика сложен

- в верхней части находится слабопрочный слой глауконитового песчаника;
- средняя часть фоспласта состоит из малоцементированных песков;
- средняя высота целиков около 10 м.

Это ставит под сомнение возможность использования рудных целиков в качестве опорных в приемлемых размерах с точки зрения потерь руды в недрах.

Малая величина допустимого наклона известняковой кровли Раквереского месторождения - 0,004 - усложняет применение камерно-целиковой системы разработки, особенно при отработке вторичных камер.

По опыту рудников в таких случаях нормальная работа обеспечивается применением сплошной твердеющей закладки выработанного пространства без рудных целиков. Этот способ исключает возможность обрушения вышележащей толщи пород и обеспечивает:

- сокращение потерь до минимума;
- повышение безопасности труда при очистной выемке руды;
- сохранение вышележащего пласта горючих сланцев и земной поверхности;
- размещение флотохвостов и пород от проходческих забоев в выработанном пространстве, предохраняя этим земную поверхность, уменьшая площади отвалов хвостов обогащения и других отходов;
- предохранение подземных вод от загрязнения флотореагентами, т.к. флотохвосты вместе со связующим материалом образуют цементированный массив, не подвергающийся размыву подземными водами.

Нарушение земной поверхности зависит только от применяемой технологии отработки пласта горючего сланца.

Применение систем разработки с твердеющей закладкой выработанного пространства при первоочередной отработке фоспласта с сохранением вышележащего пласта сланца и зем-

ной поверхности, учитывая опыт рудников, не вызывает сомнений. Следует отметить, что наличие в разрабатываемом регионе большого количества отходов обогащения фосфоритов (флотхвосты), золы ГРЭС и пород из проходческих забоев позволит получать дешевые бесцементные твердеющие смеси, что значительно повышает эффективность предложенной технологии.

Институтом НИПСиликатобетон совместно с ТПИ проводили исследования по определению состава твердеющей закладки с использованием местных отходов промышленности — золы сжигания сланца-кукерсита и хвостов обогащения фосфурды. Проведенные лабораторные исследования доказали возможность изготовления бесцементной смеси с требуемыми показателями прочности.

С марта 1986 г. по ноябрь 1986 г. были проведены испытания состава твердеющей закладки в условиях сланцевой шахты "Виру" ПО "Эстонсланец". По результатам шахтных испытаний межведомственная комиссия приняла полученный материал, отвечающий по прочностным характеристикам соответствующим требованиям.

В настоящее время продолжают испытания по определению составов закладки с добавлением породы из проходческих забоев глауконита с известняком волховского горизонта и алевролитов, а также с другими отходами промышленности республики.

Закладка выработанного пространства, как способ поддержания налегающих пород и управления горным давлением нашла широкое распространение в горной практике. При закладке выработанного пространства твердеющей смесью происходит перераспределение горного давления между рудными и искусственными целиками. При большом различии деформации руды и закладки основную нагрузку несут рудные целики, по мере выемки которых постепенно нагружаются и искусственные целики. С уменьшением крепости пород эффективность применения закладки увеличивается, что должно иметь место и в условиях отработки фосфорита.

Учитывая невысокую прочность целиков целесообразно применять способ управления кровлей, обеспечивающий быстрое перераспределение опорного давления на искусственный массив.

Исследованиями ВНИИ и Эстонского филиала ИГД им. А.А. Скочинского [1] установлено, что зоны влияния размеров отработки, влияющие существенно на параметры горного давления, для Эстонского месторождения 60...65 м и Ленинградского месторождения 70...75 м. Исходя из этого, с целью разгрузки рудных целиков и полного нагружения искусственных целиков размеры выемочного участка со сплошной закладкой должны быть более 100 х 100 м.

Изучение физико-механических свойств непосредственной кровли (глауконитовый песчаник и известняки волховского горизонта) и опыт работы сланцевых шахт показывает, что глауконитовый песчаник как "ложная кровля" подлежит выемке. Кроме того нижняя часть известняков волховского горизонта имеет расслоения в пределах от 0,05 до 0,20 м, удержание которых, применением анкерной крепи, осложнено.

С целью обеспечения полной безопасности ведения горных работ рекомендуется опережающая выемка глауконитового песчаника совместно с нижней частью известняков волховского горизонта, общей мощностью 3...3,5 м. Этим обеспечивается предварительное крепление кровли камер анкерами и возможность отработки фосруды одним уступом вертикальными скважинами. Таким способом достигаются высокая концентрация работ по добыче фосруды и малое разубоживание руды глауконитовым песчаником.

Высота камер (в среднем 10...12 м) и известняковая кровля (верхняя пачка волховского горизонта) обуславливает применение анкерного крепления.

По аналогии сланцевых шахт Эстонского месторождения при анкерном креплении допустимый пролет выработки составляет от 9 до 14 м, в зависимости от нарушенности кровли тектонической трещиноватостью.

Для крепления следует применять анкера с фосфогипсовым, полимерным или бетонным наполнителем. Возможно также применение винтовых анкеров. По сравнению с клинораспорными анкерами они не требуют повторного подтягивания во время эксплуатации, что необходимо учитывать при высоких камерах.

Подготовка шахтного поля - панельная. Порядок отработки - прямой, от ствола к границам. Направление подгото-

вительных выработок определяется по минимальному влиянию трещин на очистные и подготовительные работы.

Для подготовки выемочных участков шахтное поле главными и панельными штреками разрезается на двухсторонние панели шириной 800...1000 м. Для каждой панели приходится три панельных полевых штрека в подстилающих фоспласт породах. В пределах панели подготавливаются выемочные участки (4 камерных блока по 2 блока в обе стороны панельных штреков) шириной 250...350 м, которые обрабатываются камерами со сплошной твердеющей закладкой.

Длину камер принимаем с учетом производительности погрузочно-транспортных средств, но не менее 100 м.

Для поддержания фронта очистных работ одновременно должно быть в работе 4 камеры со следующей последовательностью отработки:

- выемка глауконита;
- выемка фосруды;
- закладка;
- твердение закладочного массива.

С целью повышения концентрации очистных работ в выемочном участке принимаем к одновременной отработке 2...3 камеры по добыче фосфоритов. Тогда одновременно в работе на выемочном участке находится 10...15 камер.

Камерный блок разделяется на элементарные блоки шириной более 70 м. Порядок отработки камер в пределах элементарного блока принимается последовательный, без оставления рудных целиков.

Одновременно с отработкой выемочного участка подготавливается следующий участок к очистной выемке.

После отработки блоков погашаются внутриблоковые целики, оставленные около блоковых транспортных и вентиляционных штреков.

Высокая абразивность пород фоспласта и подстилающих его алевролитов предопределяет применение буровзрывного способа отбойки.

Комбайновая проходка применима при проходке выработок по глауконитовому песчанику с прихваткой вышележащих известняков волховского горизонта.

Для очистных и подготовительных работ рекомендуется применение мобильного высокопроизводительного самоходного оборудования на базе погрузочной машины ПНБ-ЗД, погрузочно-доставочных машин ПД-5 и ПД-8 и рудничных автосамосвалов МоАЗ-7405-9586.

Все вышеуказанные рекомендации потребуют всесторонней проверки в ходе промышленного эксперимента в условиях опытного рудника.

Л и т е р а т у р а

И. Курапей Г.А., Иванов Г.А. Расчет силовых параметров крепи в лавах с обрушением кровли при выемке пласта горючего сланца на полную мощность // Горючие сланцы. - 1981. - № 10. - С. 4-14. (Инф. сер. I/ЭстНИИТИ).

A. Adamson, H. Hints, J. Zaitsev

Über Abbau der Phosphorite in der Lagerstätte Rakvere

Zusammenfassung

Als Methode wird der Kammerpfeilerbau mit Füllung des abgebauten Raumes vorgeschlagen.

Es werden die technologischen Parameter des Abbaus und der angewandten Mechanismen gegeben.

Э.Х. Томберг, Т.Э. Томберг

ОБ УПОРЯДОЧЕНИИ РАЗРАБОТКИ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЭСТОНСКОЙ ССР

Добыча и использование песка и гравия является одной из наиболее отсталых отраслей промышленности в Эстонии. К пескам и гравию относятся не как к ценному ископаемому, а как ко второстепенному ресурсу. Многим кажется, что песка и гравия хватит еще на долгое время. Иллюзию богатства углубляют опубликованные геологами сводные балансы полезных ископаемых. Из них выясняется, что исследованных запасов в ЭССР хватит на 50 лет и больше.

Неясность начинается с определения геологических запасов. Главным образом исследуют запасы полезных ископаемых при сооружении какого-либо конкретного объекта или участка дороги. Многие предприятия сооружают карьеры в удобном для них месте, исходя только из своих производственных интересов. Они вырабатывают нужный для них участок по объему и качеству, затем прекращают работу в карьере. Так обстоят дела во всех районах республики: у каждой фирмы есть свои карьеры в отдельных частях района. Подводные запасы не исследуют, гранулометрический состав не определяют.

Как правило, все карьеры считаются отдельными месторождениями и также показывают их в балансовых запасах. Из этого возникает иллюзия, что в республике свыше 900 песчано-гравийных месторождений. Фактически горные работы ведутся только на половине из них. Большинство карьеров маломощные, с годовой добычей менее 10 тыс. м³, а с годовой добычей более 50 тыс. м³ — всего лишь 36.

Карьеры изымают из народнохозяйственного оборота 4700 га земли, причем годовая добыча с одного м² всего 0,3 м³ песка и гравия.

Суммарные геологические запасы месторождений не представляют правдивую картину об обеспеченности песком и гравием по следующим причинам:

- часть запасов находится на охраняемых территориях;
- качественные характеристики песчано-гравийных смесей многих месторождений не определены, а следовательно, не известна область применения и возможности обогащения.

Всего половина добываемых песков используется в строительных смесях и на производстве асфальтобетона, остальная часть используется для засыпки дорог и строительных площадок. Высококачественные строительные пески Панньярвесского карьера в 1982-1986 гг. в количестве 2 млн. м³ возили в новый Таллинский порт и использовали в качестве балластного материала.

При эксплуатации карьеров допускают целый ряд грубых нарушений:

- плодородный слой не удаляют и не сохраняют, в результате чего последующую рекультивацию проводить нечем;
- в пределах горного отвода работы ведутся не сплошным фронтом, а выбираются наиболее удобные с точки зрения добычи или качества материала участки, тем самым нарушая рельеф местности и расширяя границы горного отвода;
- горные работы ведутся до границ горного отвода, но не производится сглаживание добычных уступов, что необходимо для качественной рекультивации;
- чрезмерно углубляя карьеры не оставляют и полуметрового слоя над уровнем грунтовых вод для рекультивации, и тем самым дают возможность образованию болот;
- в карьеры вывозят бытовой мусор, даже солома и жидкий навоз, загрязняя тем самым подземные воды.

Основными причинами вышеприведенных нарушений являются недостаточные горно-экономические и экологические знания руководителей горных работ, а также неудобная форма и трудности получения геологических отчетов и данных о землепользовании. Чтобы решить вопрос об использовании запасов конкретного месторождения или снабжения локального строительного объекта нерудными материалами, нужно иссле-

довать несколько геологических отчетов и каталогов запасов, изучить многие территориальные схемы использования и охраны земли, которые находятся в различных местах, многие из них находятся только в столице республики.

В настоящее время по постановлению Госплана ЭССР № 63 от 27.02.86 г. разрабатывается единая территориальная схема развития добычи полезных ископаемых и торфа северо-восточной Эстонии, с целью определения оптимального территориального расположения карьеров, очередности отработки запасов и разработки технологии с наименьшим отрицательным влиянием на окружающую среду.

Одна часть схемы рассматривает нерудные материалы. Для этого составляют банк данных месторождений песка, гравия и известняков.

Комплект данных выполняется в трех частях :

1. Обзорная схема района в масштабе 1:100000.
2. План использования земель территории месторождений в масштабе 1:10000.
3. Перфокарты с данными месторождений (условия залегания полезного ископаемого, качество и объем запасов, использование земли, ее бонитет, ограничения с точки зрения охраны с точки зрения охраны окружающей среды и т.д.).

Комплект данных представляет следующие возможности:

- отыскание для потребителя месторождения с нужным для него качеством полезного ископаемого;
- координация добычных работ в районе под контролем райисполкомов;
- обоснование целесообразности выделения горных и земельных отходов;
- составление единой территориальной схемы добычи и использования полезных ископаемых.

Далее всю информацию из комплекта данных вводят в ЭВМ, в общий территориальный банк данных природных ресурсов. Оттуда можно в будущем получить данные об атмосфере, земле, лесах и полезных ископаемых о любой части республики.

Дополнительно к банку данных с участием кафедры горного дела ТПИ разрабатываются технические параметры и экономические (стоимостные) показатели разработки месторождений в зависимости от условий залегания, способа рекультивации, использованного оборудования и производственной мощности карьера. С помощью их можно решать многие задачи по оптимизации использования полезных ископаемых.

Далее разрабатываются экономические оценки месторождений в зависимости от качества материала в естественном виде и после обогащения.

В ближайшие годы составляется банк данных по нерудным материалам всех районов республики. Необходимо предусмотреть, чтобы в отчетах геолого-разведочных работ были заполнены перфокарты и схемы месторождения и чтобы вместе с годовым балансом использования месторождения непрерывно дополнялся и банк данных.

Для упорядочения карьерного хозяйства рекомендуется:

1. Организовать бесперебойно действующую систему обучения и повышения квалификации руководителей горных работ на базе кафедры горного дела ТПИ и Института повышения квалификации. До того времени направлять тех руководителей горных работ, у которых нет соответствующей квалификации, в ТПИ на 4-месячные курсы для получения прав ответственного руководителя горных работ.

2. Создать и издать сборник документов (указаний, инструкций, положений) по нерудным материалам, начиная с геологического изучения, и выделения горного отвода, плана горных работ карьера и кончая с рекультивацией и возвращением земель народному хозяйству.

3. Составить для всех карьеров проекты или перспективные планы горных работ, планы рекультивации и ежегодные планы горных работ.

4. Ввести маркшейдерское и геологическое обслуживание карьеров совместно с составлением документации учета полезного ископаемого и плодородного слоя земли.

5. Не допускать разработки возвышенностей рельефа и тонких слоев ископаемого, шире использовать обводненные запасы, обогатить ландшафт водоемами и сооружениями для отдыха.

6. Управлению геологии ЭССР направить исследования для поиска в зонах геологических нарушений месторождений рассыпных полезных ископаемых, а также дополнительно исследовать дно и окрестности уже действующих карьеров. Дополнительными исследованиями превратить малые отдельные карьерные поля в крупные месторождения. Дополнительно исследовать породы вскрыши сланцевых разрезов и пески, залегающие под торфяными полями Ору.

7. Управлению охраны природы сформировать фонд возмещения ущерба природы дополнительными вложениями за счет разработки песчано-гравийного материала и известняков с новых горных отводов.

8. Ввиду ускорения отдачи земель народному хозяйству и значительного уменьшения территории под карьерами не допускать разбивки месторождений на множество ведомственных карьеров, а разрабатывать их в централизованном порядке. Для этого районным исполкомом организовать несколько централизованных карьеров в разных частях района для обеспечения всех потребителей данного района соответствующим материалом.

9. Приступить к выпуску фракционированного известнякового щебня из отходов обогащения сланцевых шахт и добывать пески со вскрыши сланцевых разрезов.

10. Соорудить в отдаленных от сланцевого бассейна районах приемно-разгрузочные узлы для разгрузки отходов обогащения горючего сланца, доставляемого железной дорогой.

11. Изменением цен стимулировать более широкое использование промышленных отходов и материалов с низким для засыпки качеством и использовать качественные материалы по назначению.

Были собраны данные об вспомогательному транспорту, а также обработаны диспетчерские графики по основному транспорту на сланцевых шахтах "Актме" и "Виру" [3].

В табл. 1 приводится технологическая карта вспомогательного транспорта, на основе которого можно в отдельности определить интенсивности различных вспомогательных грузов (БМ, люди, материалы) при замкнутой системе разработки.

В табл. 2 приводится статистическая оценка интенсивности вспомогательных и основных (из очистных и подготовительных забоев) грузопотоков.

On the Improvement of Exploitation of
Sand and Gravel Deposits in Estonia

Abstract

At the present time sand and gravel are excavated in Estonia in numerous (over 900) small open-pits which altogether cover a territory of 4700 ha. Lack of any centralized administration has led to erroneous exploitation of the reserves as well as to environment pollution.

The authors of the article suggest that the exploitation of sand and gravel deposits be given under the administration of local organs of government relying on the data bank which provides information about the location, reserves and quality of local gritting materials.

Also a number of proposals are presented concerning the improvement of management problems.

ОБ ИНТЕНСИВНОСТИ ГРУЗОПОТОКОВ НА ЭСТОНСКИХ
СЛАНЦЕВЫХ ШАХТАХ

Вопрос структуры грузопотоков и их объемов возникает при разработке основных положений подземного транспорта на стадии ТЭО проектирования шахты при конкретных горнотехнических условиях. При этом основные грузопотоки, образующиеся в очистных и проходческих забоях, устанавливаются обычно проектной (сменной, суточной) производительностью шахты. Зато вспомогательные грузопотоки оцениваются удельными расходами различных материалов на 1000 т добычи полезного ископаемого (т/1000 т, м³/1000 т) или количеством вагонеток в сутки (ваг/сутки) [1, 2].

В данной статье излагается другой подход к объемам грузопотоков в условиях сланцевых шахт, а именно, различные грузопотоки оцениваются по интенсивности (по среднему числу рейсов в сутки на 1000 т добычи). В результате появляется еще одна возможность укрупненно определить число рабочих электровозов и величину вагонеточного парка при известной средневзвешенной длине откатки по шахте.

С целью определения интенсивности различных видов грузопотоков были собраны данные по вспомогательному транспорту, а также обработаны диспетчерские графики по основному транспорту на сланцевых шахтах "Ахтме" и "Виру" [3].

В табл. 1 приводится технологическая карта вспомогательного транспорта, на основе которого можно в отдельности определить интенсивности различных вспомогательных грузов (ВМ, люди, материалы) при камерной системе разработки.

В табл. 2 приводится статистическая оценка интенсивности вспомогательных и основных (из очистных и подготовительных забоев) грузопотоков.

Т а б л и ц а 1
Технологическая карта вспомогательного транспорта
на сланцевых шахтах "Ахтме" и "Виру" (по состоянию
1985 года)

Наименование рейсов	Среднее число рейсов в сутки по шахте	
	"Ахтме"	"Виру"
1. Перевозка людей	64	47
2. Перевозка взрывчатых ма- териалов (ВМ)	16	18
3. Перевозка материалов для добычных участков	5...6	5...6
4. Перевозка материалов и оборудования для монтажных и демонтажных работ	5	5
5. Рейсы для нужд участка ШТ	5...10	8...16
6. Прочие рейсы	1...2	1...2
Всего	96...103	84...94

Основной грузопоток разбивается на 2 части на основании того, что современными нормами технологического проектирования новых шахт требуется принимать секционные поезда (ПСЗ,5) для обслуживания очистных забоев, а для проходческих забоев – вагонетки с донной разгрузкой (ВДК2,5). При этом объем перевозимой горной массы за 1 рейс определялся величиной состава из 20 вагонеток ВГЗ,3 и равнялся 66 м^3 (80 т). В то же время поезд для вспомогательного транспорта включал 1–8 вагонеток специального, иногда общего назначения.

В табл. 3 дается распределение основных и вспомогательных грузопотоков по интенсивности, на основе которого можно определить число рейсов в сутки, приходящееся на 1000 т добычи сланца или на 1000 м^3 горной массы.

На основе данных, приведенных в табл. 3, интенсивности грузопотоков распределяются следующим образом:
основной грузопоток из очистных забоев,

рейсы на 1000 т сланца 17,7

рейсы на 1000 м^3 горной массы 12,7

Т а б л и ц а 2

Статистическая оценка интенсивности работы локомотивного транспорта

Виды грузопотоков	Обозначения статист. показателей	На ш. "Ахтме" в период 02-04 1985 г.	На ш. "Виру" за январь 1983 г.	Примечания
1. Грузопоток из очистных забоев ($\chi_{оч}$), рейсы/сутки	n $\chi_{\max}$ $\chi_{\min}$ $\bar{\chi}$ σ γ	15 136 116 127 8,1 6,4	15 136 107 122 7,7 6,3	На ш. "Ахтме" и "Виру" 5 действующих камерных блоков
2. Грузопоток из подготовительных забоев ($\chi_{пр}$), рейсы/сутки	n $\chi_{\max}$ $\chi_{\min}$ $\bar{\chi}$ σ γ	15 28 13 22 4,1 18,6	15 36 24 30 3,8 12,7	На ш. "Ахтме" - 6 действующих забоев на ш. "Виру" - 8 действующих забоев
3. Вспомогательный транспорт ($\chi_{всп}$), рейсы/сутки		99,5	89	Средние данные, полученные от шахт за 1985 г.

Примечания: n - число наблюдений; $\chi_{\min}$, $\chi_{\max}$, $\bar{\chi}$ - минимальное, максимальное и среднее значения признака; σ - среднеквадратичное отклонение признака; γ - коэффициент вариации признака.

Т а б л и ц а 3
Распределение шахтных грузопотоков по интенсивности

Наименование шахты	Распределение основных суточных грузопотоков по рейсам, %		Распределение всех суточных грузопотоков по рейсам, %		
	из очистных забоев	из подгот. забоев	из очистных забоев	из подгот. забоев	вспомогательные

"Ахтме"	85,23	14,77	51,11	8,85	40,04
"Виру"	83,56	16,44	50,62	12,45	36,93

основной грузопоток из проходческих забоев,

рейсы на 1000 т сланца 3,7

рейсы на 1000 м³ горной массы 2,6

общий вспомогательный грузопоток,

рейсы на 1000 т сланца 13,4

рейсы на 1000 м³ горной массы 9,6

Л и т е р а т у р а

1. Ш о р и н В.Г., Кузюков Ф.Ф., Кузнецов К.К. и др. Системы внутришахтного транспорта. - М.: Недра, 1977. - 335 с.

2. Шахтный и карьерный транспорт / Под ред. чл.-кор. АН СССР А.О. Спиваковского. Вып. 10. - М.: Недра, 1986. - 288 с.

3. Исследование путей совершенствования основного транспорта на сланцевых шахтах с электровозной откаткой. Отчет работы АМ-2020/2 / ТПИ. Таллин, 1985. - 34 с.

On the Intensity of Transportation Flows
in Oil Shale Mines

Abstract

The article examines the structure and intensity of the transportation flows in oil shale mines, which is expressed by the number of journeys per diem.

Transportation flows of main and auxiliary transport are presented for the day production of 1000 tons.

The results of the work are based on the analyses of travelling schedules and enable to foresee an approximate number of locomotives and wagons for the car parks of future oil shale mines.

А.Э. Ряни, А.И. Севастьянова

О ЗАКЛАДКЕ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ПОДЗЕМНОЙ
РАЗРАБОТКЕ ФОСФОРИТОВ РАКВЕРЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В соответствии с Основными направлениями экономического и социального развития СССР в XI и XII пятилетках ускоренными темпами должна развиваться сырьевая база горно-рудных предприятий при полном и комплексном использовании недр.

В Эстонской ССР намечается освоение крупного месторождения фосфоритов в Раквереском районе. В ходе разработки должна обеспечиваться добыча фосфоритной руды с максимальным извлечением полезных ископаемых и минимальным повреждением окружающей среды, сельскохозяйственных угодий, лесных массивов и подземных вод.

По данным отечественного и зарубежного опыта этим требованиям отвечает только способ подземной разработки месторождения с заполнением выработанного пространства монолитной закладкой, предотвращающей обрушивания кровли.

В странах с высоко развитой горнодобывающей промышленностью этот способ занимает существенное место. Например, при добыче цветных металлов за рубежом удельный вес указанного способа в общем объеме добычи составляет около 70 %, в частности, в ЮАР — до 95 %, в ФРГ и Франции — 80 %, а в Швеции и Японии разработка таких месторождений почти полностью производится подземным способом. Этот способ дает возможность организовать эксплуатацию рудников и под озерами, городами и другими наземными сооружениями.

Из-за комплексности месторождения и сложности горно-геологических условий Раквереского месторождения здесь предлагается применять камерно-столбовую систему разработки с последующим заполнением выработанного пространства самозатвердевающей закладкой.

Твердеющая закладка представляет собой низкомарочную бетонную смесь, которая по сравнению с другими видами закладки (сухой и гидравлический) обеспечивает надежное управление горным давлением, обеспечивает значительное повышение безопасности труда, сокращает потери на разубоживание руды до минимума и обеспечивает сохранение земной поверхности.

Недостатком применения твердеющих смесей является значительный расход цемента, дополнительные затраты на строительство закладочных комплексов, более высокие трудозатраты.

С целью экономии цемента в ряде рудников уже применяются молотые шлаки, пыль электрофильтров цементных заводов, зола и шлаки тепловых электростанций, нефелиновые и бокситовые шламы и др. В качестве заполнителя применяют природный песок, гравий, щебень, дробленые шлаки, ангидрит, легкую фракцию обогащения руд в тяжелых суспензиях, хвосты обогатительных фабрик, наиболее дешевые дробленые породы и т.д.

Для производства твердеющей закладки будущему руднику требуется ориентироваться на местные материалы, которые одновременно являются и отходами промышленности. В условиях республики такими материалами являются зола от сжигания сланца-кукерсита, обладающая вяжущими свойствами, и дробленые попутные руды и хвосты обогащения самой фосфоритной руды.

Как показали проведенные исследования, составленные на основе этих отходов композиции закладочных смесей могут быть вполне применимы в условиях Кабалаского рудника, так как прочностные показатели колебались в пределах $R_{сж}^{28}$ от 1,3 до 2,0 МПа, $R_{сж}^{90}$ - от 5,5 до 7,5 МПа и $R_{сж}^{180}$ - от 12,5 до 15,5 МПа, что полностью отвечает расчетной нормативной прочности. Одновременно, опробованные бесцементные смеси способны расширяться, при этом отпадает необходимость дозакладки.

Высокая плотность и малый коэффициент фильтрации закладочного массива предотвращает попадание вредных примесей в грунтовые воды после окончания эксплуатации рудника.

Опыты, проведенные в шахте "Виру" в 1986 г., подтвердили, что в подземных условиях материал обладает такими же свойствами, как установлено в ходе лабораторных исследований.

Исходя из вышеизложенного установлено, что разработанный твердеющий закладочный состав позволяет:

1) обеспечить неприкосновенность всех наземных объектов, сельскохозяйственных угодий и лесов;

2) сохранить для будущей эксплуатации руды, лежащие над фосфоритами (сланцы, торф);

3) частично решить вопрос загрязнения глубинных и грунтовых вод.

Однако, для полного решения вопросов эксплуатации Кабалаского рудника требуется еще продолжить исследование процесса миграции вредных веществ в водоносные горизонты.

A. Räni, A. Sevostjanova

Über die Anwendung selbstverfestigender Versätze für den Phosphoritenbergbau in Rakvere

Zusammenfassung

Für den Phosphoritenbergbau in Rakvere wird das Kammer-Pfeilersystem, wobei die ausgeertzten Kammern mit selbstverfestigendem Versatz gefüllt werden, vorgestellt. Als Ausgangsmaterialien werden die feinkörnigen Aufbreitungsabgänge (Flotationsabgänge) und die Flugasche von Kukersiten eingeführt. Der Versatz hat eine einaxiale Druckfestigkeit nach 28 Tagen 1,3 bis 2,0 MPa, nach 90 Tagen von 5,5 bis 7,5 MPa und nimmt mit der Zeit zu.

ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ГОРНЫХ ПОРОД ЭСТОНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГОРЮЧИХ
СЛАНЦЕВ ПРИ РЕШЕНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

Разработка Эстонского месторождения горючих сланцев ведется на севере центральной и восточной его частей. Расчеты технологических процессов и устойчивости горных выработок осуществляются по параметрам, которые определены на основе исследований, выполненных по отработанной его площади, а границы применимости их распространены на все месторождение или даже на весь Прибалтийский бассейн горючих сланцев в целом (например, [1]). Насколько правомерно опираться на опыт отработанной части месторождения при проектировании и разработке новых шахт в других частях месторождения (например, шахт Кабала и Пермискола), в литературе не рассматривается.

При разработке мы сталкиваемся чаще всего с вопросом управления процессом трещинообразования, имеющим в горном деле большое значение. При отбойке, например, для получения горной массы желаемой кусковатости, требуется определенное их развитие, в охранных же целиках, наоборот, желательно их отсутствие. В настоящее время для аналитического моделирования процесса трещинообразования в массиве отсутствует апробированный математический аппарат, и без учета параметров физико-технических, а особенно, механических свойств, вряд ли его можно создать.

На общетехнической кафедре ТПИ по заказу Управления геологии ЭССР с 1969 года ведутся работы по определению физико-технических параметров горных пород в лабораторных условиях по керновым пробам. При предварительной и детальной разведке Эстонского месторождения для этого был отобран материал из более чем 100 скважин. Нам кажется, что в на-

Опыт, проведенные в шахте "Вир" в 1986 г., подтвер-
стоящее время накоплена достаточная информация, которая
позволит составить сводную карту параметров горных пород,
установить закономерности их изменения [2], их связь с ли-
тогенным процессом, прогнозировать параметры физико-техни-
ческих свойств горных пород месторождения [3], даже по от-
дельным его частям.

За период 1969–1985 гг. изменились требования к объе-
му и качеству работ по определению параметров физико-техни-
ческих свойств горных пород и поэтому исследуемые скважи-
ны были опробованы не в одинаковом объеме. Так до 1976 го-
да определялись, в основном, лишь прочностные параметры
основной и непосредственной кровли и почвы.

В настоящее время практически во всех частях месторож-
дения имеются скважины, по которым определены основные
плотностные и механические параметры горных пород. Эти
скважины находятся в местах как с высокими, так и с низки-
ми значениями параметров свойств, но они составляют всего
около 30 % из общего числа опробованных скважин. Ниже рас-
сматриваются вопросы использования имеющейся разнородной
информации для решения инженерных задач.

В начальной стадии исследований было установлено, что
коэффициент вариации (W) параметров, особенно механических
свойств (кроме некоторых плотностных), весьма высокий –
свыше 20 %. Предполагалось, что причиной этого является:

- несовершенная методика испытаний;
- изменчивость свойств пород по напластованию;
- изменчивость свойств в крест напластования.

Для проверки надежности методов опробования необходи-
мо было иметь из различных скважин несколько (3–4) образ-
цов горной породы с точно фиксируемых слоев, имеющих
небольшую мощность (0,1–0,2 м). Исходя из этих условий, на-
ми были выбраны для западной части месторождения слои горю-
чего сланца C, F_2 и $F_{I/II}$ и прослой известняковых пород
 $D-C$, $L.K.$ и $F_3 - F_{I/II}$ промышленной пачки и непосред-
ственной кровли. Для получения проб по перечисленным слоям
был использован керн из близрасположенных кустовых скважин
(рис. 1):

– № 9880–9905 (9880–9883, 9885, 9886, 9890, 9892 и
9905), глубина залегания 94 м;

– № 9910–9934 (9910, 9914, 9916, 9918, 9924, 9928, 9929, 9903, 9934), глубина залегания 91 м;

– № 8502–8510 (8502, 8504, 8505 и 8510), глубина залегания 54 м, вблизи Раквереского нарушения (1 км).

Результаты их испытания, а также параметры по Эстонскому месторождению в целом [3] приведены в табл. I.

Как следует из таблицы I, из значений W предела прочности образцов при сжатии ($W_{\sigma_{сж}}$) половина значений оказалась менее 10 %, при растяжении (W_{σ_p}) – треть менее 15 %. Следовательно, методика испытаний не могла быть основной причиной высоких значений W – 30–50 % и более, хотя некоторые скважины в кустах могли находиться друг от друга на расстоянии несколько сот метров. Благодаря более точной фиксации проб в слоях, значения W параметров прочностных свойств маломощных слоев горных пород по кустовым скважинам значительно ниже, чем соответствующие значения коэффициента в целом по месторождению.

Необходимо отметить, что значения коэффициента $W_{\sigma_{сж}}$ почти в два раза ниже соответствующего значения W_{σ_p} , что мы объясняем следующим:

– Различные слои играют различную роль в трещинообразовании и при разрушении осадочных пород. Поскольку при испытании на сжатие сжимающая сила действует перпендикулярно напластованию, то здесь трещинообразование начинается в слабых слоях. При испытаниях методом бокового раздавливания сжимающая сила действует вдоль напластования и основную роль в сопротивлении играют прочные слои.

– При испытании на сжатие образцов по маломощным слоям их границы достаточно точно фиксируются. При испытании же образцов на растяжение высота (толщина) образца в 2–3 раза меньше, чем при испытании на сжатие, и таким образом могут испытываться разные части исследуемого слоя. Этому способствует и то, что образцы для испытания на растяжение изготавливаются, как правило, из менее сохраненного керна (столбики меньшей высоты). Аналогичные значения параметров механических свойств горных пород приведены в [4]. Отношение $W_{\sigma_{сж}}/W_{\sigma_p}$ близко значению, полученному нами.

Т а б л и ц а I

Пределы прочности некоторых маломощных слоев и прослоев горных пород некоторых технологических кустов (рис. I) и Эстонского месторождения горючих сланцев

Слой или прослой и группа скважин	Предел прочности при					
	растяжении			сжатии		
	кол-во определений	среднее значение σ_r , МПа	коэффициент вариации	кол-во определений	среднее значение $\sigma_{сж}$, МПа	коэффициент вариации
I	2	3	4	5	6	7
C						
9980-9905	4	1,10	39	4	9,7	9
9910-9934	5	0,75	27	4	11,2	9
8502-8510	5	1,70	61	4	13,7	32
По месторождению	76	0,66	121	48	12,4	73
F ₂						
9980-9905	4	1,82	13	4	17,4	21
9910-9934	4	1,42	44	4	12,7	35
8502-8510	4	2,36	28	4	11,6	28
По месторождению	72	0,76	91	50	13,1	47
F _{I/L}						
9980-9905	4	1,68	25	4	20,1	8
9910-9934	4	1,64	19	4	17,1	9
8502-8510	4	0,92	41	2	17,2	7
По месторождению	57	1,12	63	35	15,8	34

Продолжение табл. I

I	2	3	4	5	6	7
Д-С						
9980-9905	4	4,98	7	4	55,2	8
9910-9934	4	4,42	17	3	53,4	7
8502-8510	5	2,30	45	3	52,4	19
По месторождению	99	3,16	52	83	50,3	27
Ложная кровля						
9980-9905	4	2,23	27	4	18,7	10
9910-9934	5	1,69	36	2	14,2	5
8502-8510	3	1,46	30	3	19,9	58
По месторождению	83	1,23	59	49	16,3	44
$F_3 - F_{1/1}$						
9980-9905	4	3,40	26	3	34,9	4
9910-9934	4	3,33	14	4	35,0	14
8502-8510	3	1,41	14	2	39,4	13
По месторождению	67	1,88	58	53	28,2	31

В пределах промышленной пачки и непосредственной кровли определить адекватные части отдельных слоев и прослоев в близрасположенных скважинах не сложно, и для прогноза поведения конструктивных элементов горных выработок можно использовать алгоритм подбора ранжированных по свойствам горных пород типовых выработок [5]. Но затруднительно это по физико-техническим параметрам пород отдельных геологических горизонтов, пачек. Было предложено начинать с более глубокого изучения изменения свойств в крест напластованию.

В этих целях было произведено опробование нижней части Кейлаского горизонта (O_{2kl}) мощностью около 3 м, взятого из двух недалеко (200 м) расположенных друг от друга скважин № 8523^Г и 8528^Г (гидрокуст вблизи Раквереского нарушения (рис. 1)). Изменчивость параметров механических свойств: пределов прочности при растяжении σ_p , сжатии $\sigma_{сж}$ и модуля упругости E исследуемых образцов была значительной, коэффициент вариации достигал 61 % [6]. Вследствие широкого доверительного интервала параметров нельзя было оценить, по какой из скважин породы имеют более высокие параметры механических свойств.

Позже в этом же районе, на шахтном поле "Кабала", была опробована скважина К-6 из технологического куста. При опробовании этой скважины выбирались представительные пробы так, чтобы из визуально однотипной породы были получены образцы как для испытания на растяжение, так и на сжатие. Таким образом, оказалось, что из скважины К-6 пригодных для испытания образцов в два раза меньше, чем из керна того же интервала каждой из ранее испытанных скважин. Этим можно объяснить отсутствие на гистограммах (рис. 2) образцов с низкими значениями параметров механических свойств, особенно значений σ_p . На рис. 3 даны параметры механических свойств пород по глубинам их взятия. По скважинам № 8523^Г и 8528^Г можно заметить, что примерно через каждый метр чередуются интервалы с пониженными механическими свойствами. Эти интервалы имеют небольшую мощность и образцы можно было изготовить только для испытания на растяжение. По скважине К-6 этого не фиксируется, поскольку использовался только визуально однородный керн, из которого для опробования можно было изготовить образцы как на растяжение, так и на сжатие.

Сква- жина	Параметры					Отношения	
	б _р , МПа	б _{сж} , МПа	Е _с , ГПа	Р, %	ω, %	б _с /б _р	Е _с /б _р
8523Г	3,1	49	9,5	4,2	1,2	15,8	3,1·10 ³
8528Г	2,7	47	9,9	4,6	1,3	17,5	3,7·10 ³
К-6	3,9	56	17,3	6,7	2,0	14,4	4,4·10 ³

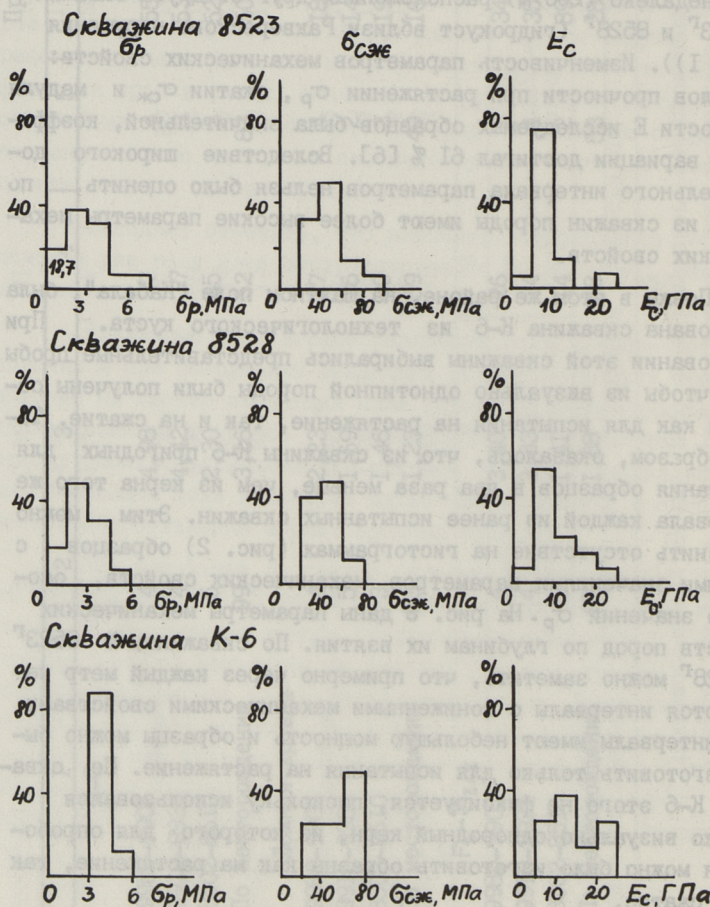


Рис. 2. Параметры и гистограммы механических свойств горных пород нижней части Кейлаского горизонта ($0_{2к1}$) по скважинам 8523Г, 8528Г и К-6.

Интервалы
глубины, м
по
скважинам

Параметры

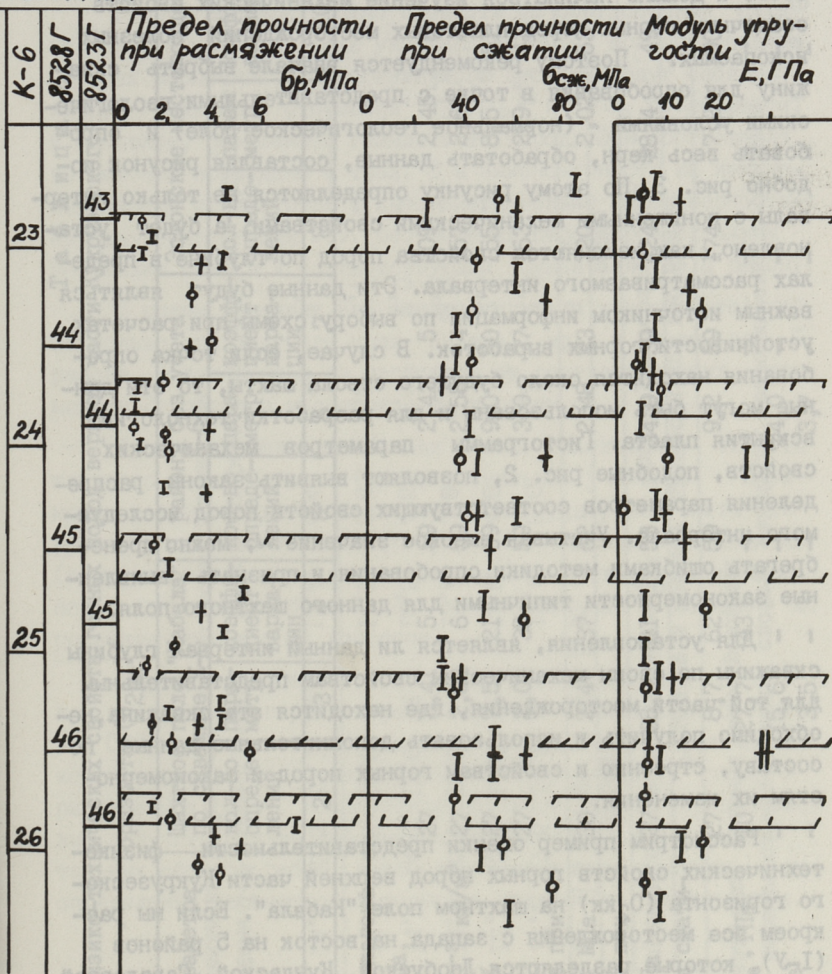


Рис. 3. Параметры свойств образцов горных пород из нижней части Кейлаского горизонта по глубине:

φ - по скв. 8528Г и † - по скв. К-8.

▨ - зона с пониженными параметрами механических свойств.

Очевидно, что основным источником высокого значения W является изменчивость свойств осадочных пород в направлении, перпендикулярном к пластованию. Полагаем, что с этого и должно начинаться изучение механических свойств осадочных горных пород пластовых месторождений полезных ископаемых. Поэтому рекомендуется вначале выбрать скважину для опробования в точке с представительными геологическими условиями (нормальное геологическое поле) и опробовать весь керн, обработать данные, составляя рисунок подобно рис. 3. По этому рисунку определяются не только интервалы с пониженными механическими свойствами, а будет установлено, как изменяются свойства пород по глубине в пределах рассматриваемого интервала. Эти данные будут являться важным источником информации по выбору схемы при расчетах устойчивости горных выработок. В случае, если точка опробования находится около будущего ствола шахты, то эти данные могут быть использованы и для разработки технологии вскрытия пласта. Гистограммы параметров механических свойств, подобные рис. 2, позволяют выявить законы распределения параметров соответствующих свойств пород исследуемого интервала. Учитывая высокое значение W , можно пренебрегать ошибками методики опробования и признать выявленные закономерности типичными для данного шахтного поля.

Для установления, является ли данный интервал глубины скважины по своим механическим свойствам представительным для той части месторождения, где находится эта скважина, необходимо получить и использовать дополнительные данные по составу, строению и свойствам горных пород и закономерностям их изменения.

Рассмотрим пример оценки представительности физико-технических свойств горных пород верхней части Кукурузеского горизонта (O_2 кк) на шахтном поле "Кабала". Если мы раскроем все месторождения с запада на восток на 5 районов (I-V), которые разделяются Лообуской, Кундаской, Савалаской и Вазавереской погребными долинами, шахтное поле "Кабала" будет находиться в восточной части II района (рис. 1). В табл. 2 приведены значения физико-технических параметров по скважине К-6, а также по II району и в целом по Эстонскому месторождению.

Параметры физико-технических свойств горных пород верхней части Кукурузеского горизонта (O_2K)

Наименование параметра и соотношение	Шахтное поле "Кабала" по скважине К-6			П район К-6			Эстонское месторождение		
	кол-во определений	параметр	коэффициент вариации	кол-во определений	параметр	коэффициент вариации	кол-во определений	параметр	коэффициент вариации
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объемная масса влагонасыщенного образца,									
$\rho \times 10^{-3} \text{ кг/м}^3$	27	2,41	5	59	2,42	5	209	2,45	5
плотность, $\rho \times 10^{-3} \text{ кг/м}^3$	27	2,54	6	59	2,58	4	157	2,61	4
пористость, $P, \%$	27	7,5	21	59	9,0	50	155	8,5	51
влажность, $\omega \%$	27	2,0	38	59	3,0	77	163	2,9	43
предел прочности при растяжении, σ_p , МПа									
σ_p	30	2,47	37	62	2,48	43	320	2,02	53
предел прочности при сжатии, $\sigma_{сж}$, МПа									
$\sigma_{сж}$	27	38,9	41	58	34,9	39	424	28,4	49
модуль упругости статический, E_c , ГПа									
E_c	27	8,7	62	59	9,2	59	174	7,2	90
динамический, E_d , ГПа									
E_d	10	27,7	43	-	-	-	-	-	-
$\sigma_{сж} / \sigma_p$									
$\sigma_{сж} / \sigma_p$	-	15,6	-	-	14,0	-	-	-	-
$E_c / \sigma_p \times 10^{-3}$									
$E_c / \sigma_p \times 10^{-3}$	-	3,5	-	-	3,7	-	-	-	-

Таблица 3

Отношение параметров механических свойств некоторых геологических горизонтов в различных районах месторождения

Геологический горизонт	Отношение к пределу прочности при растяжении									
	предела прочности при сжатии, $\sigma_{сж}$					модуля упругости, $\frac{E}{\sigma_r} \times 10^{-3}$				
	район					район				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
O_{2k1}	17,1	17,6	14,2	-	13,4	5,0	4,2	2,9	-	2,2
O_{2jh}	15,4	15,8	13,3	-	13,8	4,8	3,4	2,4	-	1,8
O_{2id}	14,9	15,6	12,2	-	13,4	3,8	3,8	2,2	-	1,9
O_{2kk} верхняя	14,3	14,0	12,6	12,2	12,5	4,5	3,7	2,0	-	1,7
O_{2uh}	13,0	14,8	13,8	-	14,1	3,6	4,2	3,7	-	1,6
$O_{2k1}-O_{2uh}$	14,9	15,5	13,1	12,2	13,4	4,4	3,9	2,6	-	1,9

Примечание: Районы I-V взяты с запада на восток, их разделяют Лообуская, Кундаская, Савалаская и Базаверская погребные долины (рис. 1).

Как видно, параметры свойств пород, вычисленные по скважине К-6 (кроме пористости), значительно ближе к соответствующим параметрам П района, чем всего месторождения.

Вторую проверку можно провести по соотношениям механических параметров. Как указывалось выше, при применяемых методах испытания, слои различного состава ведут себя различно. Уменьшение отношений $\sigma_{сж}/\sigma_p$ и E/σ_p объясняется, в основном, повышением глинистости пород. Эти соотношения по районам приведены в табл. 3 и закономерности их изменения хорошо согласуются с литогенетическими закономерностями осадконакопления [7]. Соотношения параметров скважины К-6 также близки к соответствующим показателям по П району.

В целом скважину К-6 следует считать представительной не только для шахтного поля "Кабала", но и в целом для П района, отличающуюся по свойствам от соответствующих параметров Эстонского месторождения в целом.

При дальнейших испытаниях физико-технических свойств шахтного поля "Кабала" (кроме аномальных участков) параметры механических свойств горных пород верхней части Кукрузеского горизонта в целом будут незначительно изменяться (в пределах доверительного интервала), поэтому дальнейшее опробование может быть выборочно-контрольным и связано с решением специальных вопросов.

Вышеизложенное не согласуется с существующим порядком опробования горных пород по физико-техническим свойствам [8], которым предусматривается увеличивать количество испытываемых проб по мере увеличения детальности геолого-разведочных работ. Комплексное изучение горных пород позволит получить больше информации без значительных дополнительных объемов работ, и тем самым сократить расходы по определению параметров и повысить надежность результатов.

Л и т е р а т у р а

1. Временные указания по определению конструктивных элементов систем разработки с управлением кровлей целиками на сланцевых шахтах Прибалтийского бассейна. - Л.: ВНИМИ, 1972.

2. Крипсаар Э.А., Соминский С.М., Шультс Н.С., Эйнаул Ю.А. О повышении информативности и достоверности параметров физико-технических свойств горных пород пластовых месторождений // В сб.: Комплексные исследования физических свойств горных пород и процессов. Тезисы докладов / Московский горный институт. - М., 1981. - С. 6.

3. Кацарская Н.Г., Крипсаар Э.А., Эйнаул Ю.А. Параметры плотностных механических свойств горных пород Прибалтийского бассейна горючих сланцев // Тр. Таллинск. политехн. ин-та. - 1986. - № 623.

4. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1984. - С. 34.

5. Крипсаар Э.А. и др. Применение ЭВМ при прогнозе поведения новых камерных блоков в шахтах Эстонского месторождения горючих сланцев // Информационная серия "Горючие сланцы". - 1979. - № 8. - С. 20.

6. Крипсаар Э.А. и др. Об оценке некоторых физико-технических параметров пород кровли Прибалтийского бассейна горючих сланцев // Информационная серия "Горючие сланцы". - 1981. - № 1. - С. 1-4.

7. Строение сланценосной толщи Прибалтийского бассейна горючих сланцев-кукерситов / Под ред. В. Пуура. - Таллин: Валгус, 1986.

8. Требования к определению механических свойств горных пород при геологическом изучении полей шахт Министерства угольной промышленности СССР. - Л.: Минуглепром, ВНИИ, 1977.

E. Kripsaar

A Variant for Comparing the Physical-
Technical Parametres of Rock Stratum
of the Estonian Oil Shale Deposit

Abstract

For the most part of the physical-technical parametres of rock strata there exist high values of coefficient variation. It is advisable to use a variational method for comparing these physical-technical parametres.

Абразивность горной породы определена на основе

Результаты испытания методом Барна-Кузнецова и на

АБРАЗИВНОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД РАКВЕРЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФОСФОРИТОВ

При подземной добыче фосфоритов Раквереского месторождения ЭССР (участок Кабала) предусмотрено применение камерной системы разработки со сплошной закладкой выработанного пространства. Среди проблем подземной добычи фосфоритов, требующих решения, является и ее оснащенность современными горными машинами и комплексами оборудования, т.е. средствами разрушения фоспласта и пород горных выработок, погрузка и транспорт разрушенной горной массы, а также комплекс оборудования для закладки выработанного пространства.

Выбор горных машин и комплексов оборудования, предназначенных для механизации процесса добычи фосфоритов и проведения горных выработок, является сложной задачей, в первую очередь, вследствие специфических условий работы этих машин, к которым относятся и абразивность разрушаемых, погрузаемых и транспортируемых пород. Важным фактором оценки свойств разрушаемых горных пород является их абразивность, определяющая при прочих равных условиях интенсивность изнашивания режущего инструмента, что в свою очередь определяет производительность и эффективность всего процесса разрушения.

Немаловажным фактором является высокая абразивность и при выборе и определении эффективности надежности погрузочно-транспортного оборудования.

Закладка выработанного пространства обуславливает большие объемы укладываемого закладочного массива, в состав которого входит остаток обогащения фосфорита — флотохвосты, основной составной частью которых является мелкозернистый кварцевый песок.

В данной работе абразивность горной породы оценена при геологическом исследовании месторождения на основе буровых керн. В зависимости от прочностных свойств породы буровые керны являлись и монолитными и сыпучими. Поэтому методы оценки абразивности были разные.

При определении абразивности монолитных проб в нашей стране широкое применение нашел метод, разработанный Л.И. Бароном и В.В. Кузнецовым [1]. Накоплено огромное количество данных об абразивности горных пород по этому методу. Установлена зависимость между интенсивностью изнашивания рабочих органов горнодобывающих машин и показателем абразивности по Барону-Кузнецову. Учитывая вышесказанное, метод Барона-Кузнецова используется как основной для решения поставленной в данной работе задачи.

Анализ методов оценки абразивности сыпучих материалов (метод Объединения заводов горной металлургии США, метод центрального котлотурбинного института, метод Допюи и других [1]) показывает, что все они обладают одними и теми же недостатками – неопределимость таких важнейших параметров изнашивания как скорость соударения или скольжения при изнашивании, углы атаки, давление абразивных частиц о поверхность изнашиваемого материала и т.д. Поэтому в данной работе при оценке абразивности сыпучих материалов нашел применение центробежный ускоритель абразивных частиц ЦУК [2]. При этом в стандартную методику испытаний по ГОСТ 23.201-78 было внесено дополнение, заключающееся в том, что в канавках ротора центробежного ускорителя устанавливаются образцы из материала, относительно которого определяется абразивность [3]. По износу этих образцов можно оценить абразивность сыпучего материала при скользяще-кориолисовом изнашивании.

Абразивность горной породы определена на основе проб из 3 буровых скважин участка Кабала (скважины № 4, 36 и 37) и одной пробы из скважины участка Тоолсе (скважина № II).

Результаты испытаний методом Барона-Кузнецова и на центробежном ускорителе ЦУК сопоставлены через т.н. приведенную абразивность

$$A_{np} = \frac{A_3 \cdot U}{U_3},$$

где A_0 - абразивность эталонного сыпучего материала;

U_0 - интенсивность изнашивания стального образца эталонным сыпучим материалом;

U - интенсивность изнашивания стального образца сыпучим материалом.

За эталонный сыпучий материал принята проба из скважины; для этой пробы определена абразивность методом Барона-Кузнецова, а после раздавливания пробы и на центробежном ускорителе.

Материалом, относительно которого определена абразивность на центробежном ускорителе, служила инструментальная сталь У8А (ГОСТ 1435-74) в состоянии поставки при твердости не более 187 кгс/мм². Результаты испытаний приведены в таблице, где даны при большом отличии пределы средних значений абразивностей, полученных при разных измерениях.

Т а б л и ц а

Абразивность горной породы

	Порода	Абразивность, мг
Покрывающие породы	Аргиллит	I
	Глауконитовый песчаник	I-2
	Глауконитовый песчаник известковый	6
Фоспласт	Песчаник детритовый	20-35
	Песчаник кварцевый	20-35
	Детрит, в том числе твердо-цементируемый	10-33
Подстилающие породы	Алевролит	20
	Алевролит кварцевый	26-33

Был определен и показатель абразивности фоспласта Маардуского месторождения. Результаты определений показали, что пласт фосфорита Маардуского месторождения не отличается по абразивности от фосруды Раквереского месторождения.

Более высокой абразивностью, чем фосруда (в 3-4 раза) характеризуются флотохвосты обогащения фосруды при скольжении-кориолисовом изнашивании, что необходимо учитывать при выборе комплекса оборудования для закладки выработанного пространства.

По показателю абразивности, определенному по методике Барона-Кузнецова (см. табл.), породы фоспласта и подстилающие их алевролиты относятся к средней и выше средней абразивности породам (класс IV-V), а глауконитовый песчаник и известняки — к весьма малоабразивным породам (класс I-II).

При выборе способа разрушения пород очистных забоев и горных выработок фосфоритного рудника одними из определяющих факторов являются прочность и абразивность разрушаемых пород. Эффективность применения проходческих комбайнов зависит от его производительности и удельного расхода резцов.

В 1964 году с участием сотрудников кафедры горного дела ТПИ были проведены опытные работы по определению возможности применения для отбойки фосфоритов очистного угольного комбайна ИК52Ш. Опытными работами установлена нецелесообразность применения для отбойки фосруды способа резания. Комбайном ИК52Ш было добыто $6,6 \text{ м}^3$ руды и израсходовано при этом 75 резцов, армированных твердым сплавом ВК6В.

В 1964 году был проведен опыт применения проходческого комбайна ППК-I на проходке коллектора в алевролитах (под городом Таллин). После проведения 250 м выработки (сечением 5 м^2), кроме высокого расхода резцов РКС-I, был зафиксирован и высокий абразивный износ погрузочного органа и скребкового конвейера, а также корпуса исполнительного органа и комбайн был выдан на поверхность.

По опытам эксплуатации проходческих комбайнов при проведении горных выработок в различных породах [4] и результатах эксплуатации экспериментального проходческого комбайна 4ППЗ в условиях сланцевой шахты можно рассчитывать техническую производительность комбайна типа 4ПП2 и расхода резцов. Так при разрушении пород (подобие фосруды) контактной прочностью 6 кгс/мм^2 и абразивностью 20-30 мг техническая производительность комбайна ограничивается кинематическими, а не силовыми параметрами и достигается $92 \text{ м}^3/\text{ч}$. Расход резцов типа РПП составляет $0,3-0,7 \text{ шт/м}^3$, или $1,5...3,5 \text{ руб/м}^3$. Необходимо еще учитывать, что время, затрачиваемое на замену одного резца составляет в среднем 2 минуты. Кроме повышенного расхода резцов можно ожидать и резкого снижения надежности работы других элементов комбайна.

Учитывая это, нельзя рекомендовать применение проходческого комбайна типа 4ПП2 для добычи фосфурды.

По таким же соображениям проходческие комбайны типа 4ПП2 не применимы для проведения выработок в подстилающих фоспласт породах. Ожидаемая техническая производительность составляет $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ и расход резцов РПП 2,4 шт/ м^3 .

Основным способом отбойки фоспласта и подстилающих его алевролитов следует считать буровзрывной способ.

Комбайн типа 4ПП2 может быть применен при проходке выработок по глауконитовому песчанику с прихваткой вышележащих известняков, расчетной технической производительностью $50 \text{ м}^3/\text{ч}$ и расходом резцов 0,2 шт/ м^3 .

Правоммерно ожидать, что в результате отбойки фоспласта основная доля горной массы будет в виде рассыпного песка, что приведет к резкому увеличению контакта абразивного материала с деталями погрузочно-транспортных машин. С целью уменьшения абразивного износа деталей машин следует использовать ковшовые типы рабочих органов погрузочных и опрокидывающие кузова транспортных машин. По возможности следует избегать применения для погрузки и транспортировки фосфурды нагребующих погрузочных органов и скребковых конвейеров (погрузочные машины типа ПНБ, проходческие комбайны типа 4ПП и ППК, самоходные вагоны типа ВС).

Л и т е р а т у р а

1. Барон Л.И., Кузнецов А.В. Абразивность горных пород при добычании. Изд-во АН СССР, 1961. - 168 с.

2. Клейс И.Р. Центробежный ускоритель ЦУК-ЗМ для определения относительной износостойкости материалов при абразивной эрозии // Тр. Таллинск. политехн. ин-та. - Серия А, - 1970. - № 294. - С. 23-33.

3. Клейс И.Р. Машина для исследования изнашивания свободным абразивом // Тр. Таллинск. политехн. ин-та. - Серия А. - 1958. - № 152. - С. 19.

4. Губенков К.К. Прогнозирование расхода инструмента и производительности комбайна со стреловидным исполнительным органом. Исследование по технологии сооружения горнотранспортных тоннелей. - М., 1980. - С. 40-45.

T. Pappel, A. Adamson

The Abrasivity of Rocks from the Rakvere
Deposits of Phosphorite

Abstract

This paper presents the results of an experimental study of the abrasivity of rocks and puts forward some proposals for the selection of mining equipment and technology.

Х.Х. Арукула, Э.А. Люотре

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД,
ЗАПАСОВ И КАЧЕСТВА ФОСФОРИТНОЙ РУДЫ УЧАСТКА
КАБАЛА РАКВЕРЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

При освоении нового месторождения первостепенным являются данные о геометрии рудного тела, о запасах и о качестве руды. Источником этой информации являются геолого-разведочные работы. Участок Кабала с площадью приблизительно 110 км^2 разведан сетью скважин $800 \times 800 \text{ м}$ (в западной части участка частично $200 \times 200 \text{ м}$). Сеть скважин не совсем регулярна. По различным техническим причинам имеются пропуски и отклонения от регулярной сети. В настоящее время в нашем распоряжении имеются данные по 320 скважинам. Из них 171 находится в пределах выделенного шахтного поля. На основе данных геолого-разведки была составлена информационная база месторождения, при составлении которой были выполнены следующие основные положения:

- 1) универсальность при решении различных задач;
- 2) полнота, достоверность и точность информации;
- 3) возможность агрегации и детализации данных по различным аспектам;
- 4) возможность непрерывного расширения по составу и объему информации;
- 5) многократность использования данных.

Создание информационных систем на основе изложенных выше принципов возможно только с применением ЭВМ.

В настоящее время организованы банки данных одновременно на двух ЭВМ Таллинского политехнического института — ЕС-1050 и персональный компьютер "Шарп" MZ-3500. Такая организация работ обусловлена техническими возможностями разных ЭВМ и дает возможность более оперативно решать ряд поставленных задач.

При проектировании рудника важное значение имеют статистические оценки всех параметров промпласта в пределах шахтного поля. При использовании основного банка данных с целью оценки интересующих нас параметров сталкиваются с рядом трудностей, а иногда это может привести к неправильным выводам, так как многие известные математические методы обработки данных применимы только при строго регулярной сети скважин. Кроме того, среди разведочных данных встречаются такие числовые значения, которые являются экстремальными, и при статистической обработке сильно влияют на окончательные результаты. Исключать аномальные значения на основе известных статистических критериев (например, 3σ) нельзя, так как нет оснований считать их необъективными. Кроме того, исключение отдельных скважин еще больше нарушает регулярность разведочной сети. Известно также, что проведение изолинии на картах, где встречаются экстремальные значения параметров, приводит к ярко выраженному "мелкосопочному" рельефу. Для устранения этих недостатков используются различные сглаживающие процедуры.

Нами принят метод локального сглаживания показателей на регулярную сеть, базирующийся на статистической идее взвешивания результатов наблюдений в соседних точках. Для этого шахтное поле разбили на элементарные блоки $0,5 \times 0,5$ км. Оценку некоторого параметра в середине блока приняли как характеризующую рассматриваемый блок.

Задача оценки параметров может быть успешно решена уравнениями Крайгинга [1], если модель размещения признака в пространстве не содержит закономерной составляющей (тренда). По данным литературы [2] для малых блоков достаточно привлечь для оценки три-шесть ближайших проб. Если линейные размеры ореола (площадь, где находятся скважины, по которым ведется оценка) превосходят среднее расстояние между скважинами несколько раз, а площади блоков значительно меньше площади шахтного поля, то нет необходимости применять все уравнения Крайгинга. Тогда в качестве оценки параметра можно использовать выражение

$$C = \lambda \bar{C}_n + (1 - \lambda) \bar{C}_n,$$

где $\bar{C}_n$ — средняя арифметическая оценка показателя по скважинам внутри ореола;

$\bar{C}_N$ - средняя арифметическая оценка по скважинам всего шахтного поля;

и

$$\lambda = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_n^2 - \frac{n}{N-n} \sigma_v^2}.$$

Если принять размеры ореола так, что число проб по всему полю значительно превосходит число проб внутри ореола, а $\sigma_n \approx \sigma_v$, то с достаточной точностью можно принять

$$C = \bar{C}_n.$$

т.е. среднеарифметическое ореола достаточно хорошо будет характеризовать значения параметров в блоке.

По данным литературы [2] вычисление уравнений случайного Крайгинга в таких случаях только незначительно улучшит результат.

В качестве ореола принят квадрат размерами 2х2 км. Таким образом при оценке параметров блока 0,5х0,5 км учитывают также влияние соседних скважин, которые находятся в пределах ореола.

Ореол представляет из себя "скользящее окно", которое передвинуто с шагом 0,5 км по обрабатываемой площади. В каждом новом положении окна вычисляют средние значения всех изучаемых параметров и полученные значения параметров присваивают точке, координаты которой совпадают с центром окна. Таким образом, шагом 0,5 км "обрабатывали" весь разведанный участок и получили регулярную сеть точек 0,5 х 0,5 км. В пределах шахтного поля находится 171 точка. Всю описанную обработку вели на персональном компьютере "Шарп" MZ -3500.

Полученный таким образом промежуточный банк данных является основой дальнейших исследований. В таблице приведены результаты статистической обработки параметров геометрии рудного тела и качества руды, полученных при оценке по скважинам и по регулярной сети на ЕС-1050. Видно, что средние значения параметров несколько различаются. Это объясняется тем, что густота сети скважин по шахтному полю изменчива. Средние значения параметров, полученные при статистической обработке по регулярной сети лучше характеризуют рудничное поле. Сглаживание первичных данных понизит

Статистическая оценка показателей геометрии и содержания компонентов шахтного поля

Параметр	По скважинам			По регулярной сети		
	$\bar{x}$	σ	V	$\bar{x}$	σ	V
Мощность пласта, м	7,39	1,27	17,2	7,01	0,88	12,7
Содержание P_2O_5 , %	13,59	3,22	23,7	13,07	2,86	21,9
Содержание MgO, %	0,86	0,48	55,8	0,96	0,34	36,1
Содержание Fe_2O_3 , %	1,01	0,28	27,7	1,01	0,14	13,5
Толщина непосредственной кровли, м	1,40	0,33	23,6	1,34	0,28	20,9
$\frac{MgO}{P_2O_5}$, %	7,0	5,0	71,4	8,0	4,0	50,1
$\frac{Fe_2O_3}{P_2O_5}$, %	8,0	2,0	25,0	8,0	4,0	52,4

$\bar{C}_H$ - средняя арифметическая оценка по скважинам всего
важного поля;

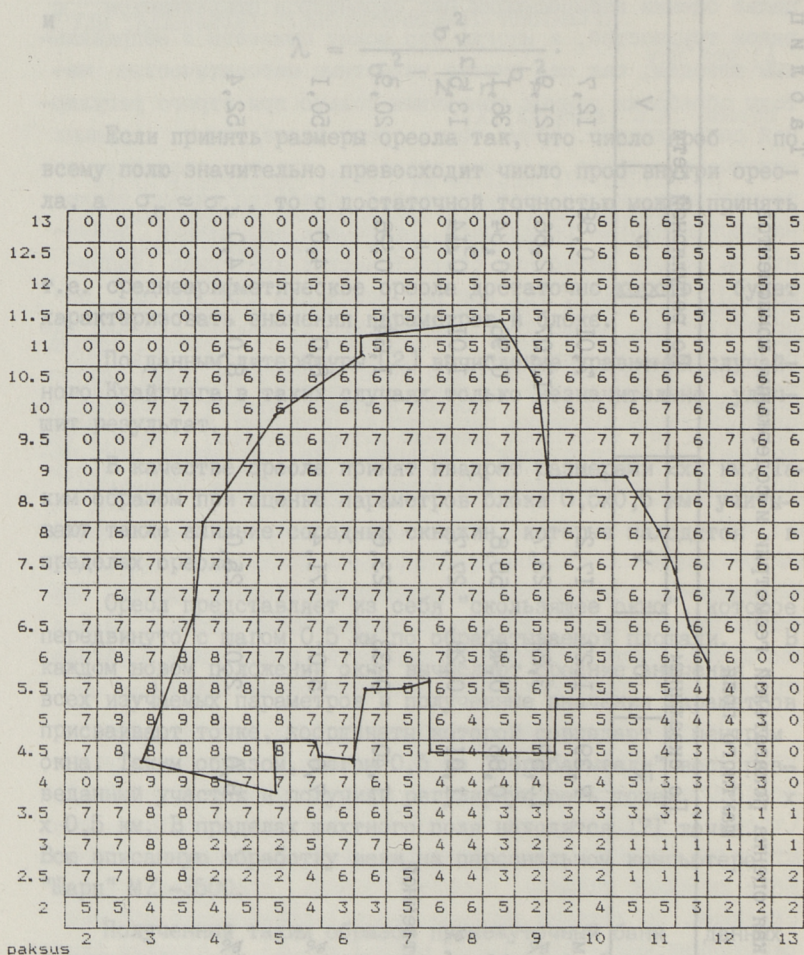


Рис. 1. Распределение мощности пласта h по разведанной площади.

роль случайного фактора, о чем свидетельствует снижение стандарта σ и коэффициента вариации V .

На основе цифровой информации, полученной при сглаживании данных геолого-разведки, персональным компьютером "Шарп" печатались цифрограммы основных параметров разведанного участка. На рисунке представлена цифрограмма мощностей промпласта разведанного участка и контуры шахтного поля. Впечатанная цифра определяет минимальную среднюю мощность промпласта в данном блоке. Цифра 0 означает, что отсутствуют данные геолого-разведки.

Полученная цифрограмма дает возможность быстро и наглядно судить об изменчивости параметра в пределах разведанного участка и может быть использована при выборе оборудования и определении параметров горных работ. Составленные программы дают возможность менять размеры блоков, а также пределы интервалов параметров. Предлагаемые нами цифрограммы во многих случаях могут заменить карты изолиниями.

Л и т е р а т у р а

1. М а т е р о н Ж. Основы прикладной геостатистики. - М.: Мир, 1968.

2. Е р ш о в В.В. Геолого-маркшейдерское обеспечение управления качеством руд. - М.: Недра, 1986.

H. Aruküla, E. Lüütre

Prognostication of the Massif Geometry for Phosphorite, its Reserves and Quality in the Rakvere Deposit

Abstract

On the basis of the ore processing data mathematical models have been made up for the indices of the phosphorite reserves and its quality. The analysis was carried out with the help of the statistical slipping quadrata and the averages of the random field were received. In comparison with the commonly known methods, this method enables to prognosticate the quality and the reserves of the ore with a much greater precision.

УДК 51.001.57:681.32 622.3:681.32

А.Р. Дусман, Н.А. Варрки

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ НА ЭВМ
МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ГОРНЫХ МАШИН В АСНИ
ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Сложная геологическая структура промышленных пластов, значительное разнообразие конструктивных параметров горных машин, используемых при добыче полезных ископаемых, а также технологических и экономических факторов, определяющих эффективность их работы, настоятельно требуют, при создании новых типов горного оборудования, проведения прогнозных исследований и выбора рациональных режимов их эксплуатации, постановки и проведения широкомасштабных модельных экспериментов на специально разработанных математических моделях, реализованных на ЭВМ [1].

Притом, развитие технических средств вычислительной техники, их программного обеспечения, а также накопленный опыт в создании математических моделей горных машин [1-3] позволяют в настоящее время ставить задачу более рационального и эффективного использования ЭВМ в научных исследованиях и проектных разработках, направленных на решение различных горнотехнических задач.

Одним из перспективных путей использования ЭВМ в решении многовариантных задач математического моделирования, особенно в тех случаях, когда разработанные модели разноплановы по своему характеру (геологические, технические, экономические) и должны объединяться в единую систему с целью последующего применения по запросам различных пользователей (исследователей, конструкторов, технологов, экономистов), является разработка автоматизированной системы научных исследований (АСНИ).

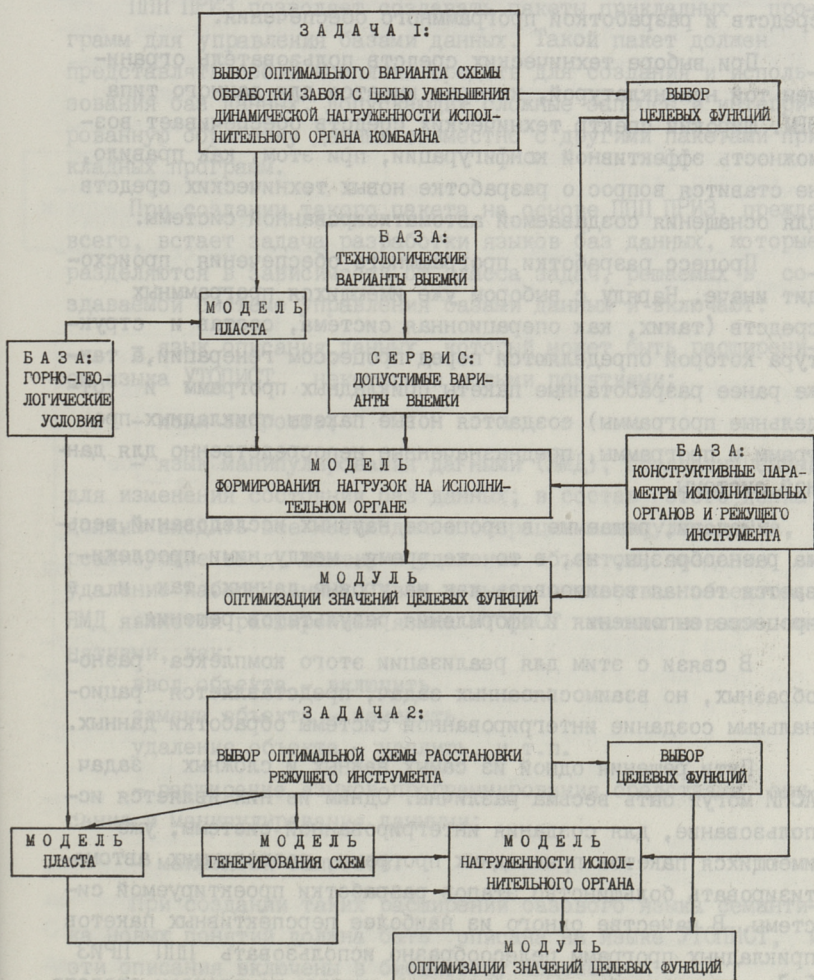


Рис. 1. Схема решения задач моделирования при их системной реализации.

На рис. I в качестве примера приведена общая блок-схема постановки задач в рамках АСНИ, используемой в исследовательских и проектных работах, направленных на создание очистных комбайнов. Разработка любой автоматизированной системы на этапе ее технической реализации на ЭВМ связана с выбором и организацией комплекса технических средств и разработкой программного обеспечения.

При выборе технических средств пользователь ограничен той номенклатурой, которая имеется для данного типа ЭВМ. Широкий спектр технических средств обеспечивает возможность эффективной конфигурации, при этом, как правило, не ставится вопрос о разработке новых технических средств для оснащения создаваемой автоматизированной системы.

Процесс разработки программного обеспечения происходит иначе. Наряду с выбором уже имеющихся программных средств (таких, как операционная система, состав и структура которой определяются перед процессом генерации, а также ранее разработанные пакеты прикладных программ и отдельные программы) создаются новые пакеты прикладных программ и программы, предназначенные непосредственно для данной системы.

Задачи, решаемые в процессе научных исследований, весьма разнообразны, но, в то же время, между ними прослеживается тесная взаимосвязь как на уровне данных, так и в процессе выполнения и оформления результатов решения.

В связи с этим для реализации этого комплекса разнообразных, но взаимосвязанных задач, представляется рациональным создание интегрированной системы обработки данных.

Пути решения одной из самых важных и сложных задач АСНИ могут быть весьма различны. Одним из них является использование, для создания интегрированной системы, уже имеющихся пакетов прикладных программ, позволяющих автоматизировать большинство этапов разработки проектируемой системы. В качестве одного из наиболее перспективных пакетов прикладных программ целесообразно использовать ППП ПРИЗ [4], который обладает достаточно мощным комплексом средств, способным облегчить решение задач, возникающих при создании АСНИ.

Центральным звеном любой современной интегрированной системы обработки данных является банк данных, который представляет собой совокупность создаваемых, в зависимости от классификации задач АСНИ, баз данных и системы управления этими данными.

ППП ПРИЗ позволяет создавать пакеты прикладных программ для управления базами данных. Такой пакет должен представлять собой комплекс средств для создания и использования баз данных, допускающих сложные запросы и интегрированную обработку данных совместно с другими пакетами прикладных программ.

При создании такого пакета на основе ППП ПРИЗ, прежде всего, встает задача разработки языков баз данных, которые разделяются в зависимости от класса задач, решаемых в создаваемой системе управления базами данных и включают:

- язык описания данных, который может быть расширением языка УТОПИСТ некоторыми новыми понятиями;

- язык запросов;

- язык манипулирования данными (ЯМД), предназначенный для изменения состояния баз данных; в состав этого языка должны входить все необходимые операции манипулирования, реализующие ввод, замену и удаление объектов, создание и удаление набора данных, ввод и вывод множества объектов; ЯМД является расширением языка УТОПИСТ такими новыми понятиями, как:

 - ввод объекта - включить

 - замена объекта - заменить

 - удаление объекта - удалить, и т.п.

- расширение языков программирования средствами описания и манипулирования данными;

- макроязык запросов.

При создании таких расширений базового языка семантика новых понятий должна быть описана на языке УТОПИСТ, и эти описания включены в библиотеку моделей.

Одним из преимуществ использования ППП ПРИЗ для создания баз данных АСНИ следует считать возможность создания баз иерархической структуры. При этом объекты, описы-

ваемые на языке УТОПИСТ, строятся в виде древовидной структуры, в отличие от классической реляционной модели, где элементы кортежей (строк) располагаются последовательно, на одном уровне.

Достоинством ППП ПРИЗ является также то, что он позволяет в тексте программы на входном языке описывать задачи, не задавая явно алгоритма их решения. Описание каждой задачи задается в виде оператора задачи. При выполнении программы, исходный текст которой содержит оператор задачи, происходит обращение к автоматически составленному модулю решения задачи. Модуль решения задачи, в свою очередь, может содержать обращения к другим модулям, которые нужны в ходе решения задачи, такие модули называются автоматически вызываемыми модулями. Автоматически вызываемыми модулями могут быть:

- подпрограммы, доступные редактору связей;
- макроопределения, которые должны быть доступны языку АССЕМБЛЕР, переводящему текст модуля решения задачи; обращением к данному модулю является макровывоз.

Эти средства ППП ПРИЗ позволяют создавать крупные и совершенно правильные программы.

Архитектуру разрабатываемой с помощью ППП ПРИЗ системы можно представить в виде структурной схемы, изображенной на рис. 2.

Под управлением ППП ПРИЗ работает совокупность объектных программ, которые реализуют совокупность моделей горных машин, а также ППП создания и управления баз данных, включающих в себя совокупность горно-геологических данных, конструктивных параметров режущих инструментов, технологических вариантов, экономических показателей комбайновой выемки и т.д.

При необходимости по запросу пользователя в конкретном варианте моделирования может быть использован ППП статистической обработки медицинской информации (СОМИ), входящий также в состав АСНИ и предназначенный для организации самой разнообразной и представительной обработки результатов моделирования с позиций современной теории математической статистики [5].

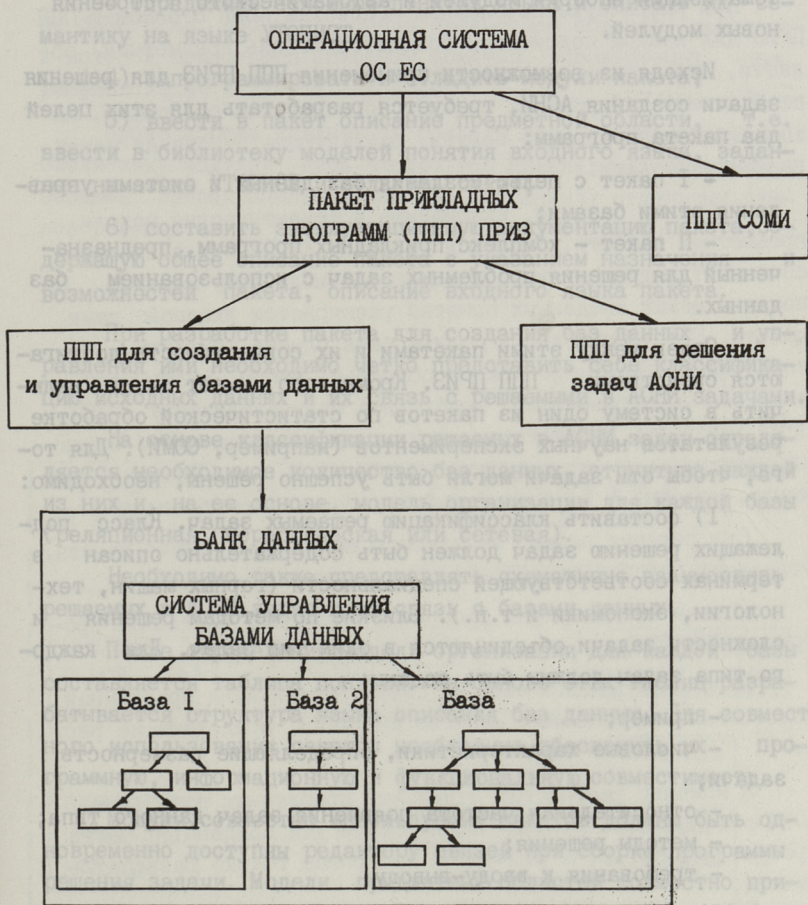


Рис. 2. Структурная схема АСНИ для решения горно-технических задач.

Основной принцип при разработке программ – принцип модульности – позволяет накапливать практически неограниченное количество модулей в библиотеках на магнитных дисках. Становится все труднее разобраться в большом числе модулей, выбрать нужный и задать информацию, необходимую для объединения их в единую программу. Кроме того, для построения новых моделей приходится создавать ряд новых модулей для стыковки уже существующих. ППП ПРИЗ содержит средства ав-

томатизации выборки модулей и автоматического построения новых модулей.

Исходя из возможности применения ППП ПРИЗ для решения задачи создания АСНИ, требуется разработать для этих целей два пакета программ:

- I пакет с целью создания баз данных и системы управления этими базами;
- II пакет - комплекс прикладных программ, предназначенный для решения проблемных задач с использованием баз данных.

Связи между этими пакетами и их совместимость достигаются средствами ППП ПРИЗ. Кроме того, имеет смысл включить в систему один из пакетов по статистической обработке результатов научных экспериментов (например, СОМИ). Для того, чтобы эти задачи могли быть успешно решены, необходимо:

1) составить классификацию решаемых задач. Класс подлежащих решению задач должен быть содержательно описан в терминах соответствующей специальности (горных машин, технологии, экономики и т.п.). Близкие по методам решения и сложности задачи объединяются в один тип задач. Для каждого типа задач должны быть заданы:

- пример;
- числовые характеристики, определяющие размерность задачи;
- относительная частота появления задач данного типа;
- методы решения;
- требования к вводу-выводу;

2) выполнить модульный анализ. На этом этапе должны быть выделены подзадачи, решение которых обеспечит решение задач данного класса, и разработаны алгоритмы решения подзадач. Целью модульного анализа является определение такой совокупности модулей, из которых можно составлять программы для решения всех задач разрабатываемого пакета;

3) разработать входной язык пакета:

- определить тип языка (независимый, в виде расширения языка УТОПИСТ или включенный в язык ФОРТРАН или АССЕМБЛЕР). Тип языка выбирается, исходя из классификации решаемых задач;

— определить основные понятия языка и описать их семантику на языке УТОПИСТ;

4) запрограммировать и отладить модули пакета;

5) ввести в пакет описание предметной области, т.е. ввести в библиотеку моделей понятия входного языка, заданные на языке УТОПИСТ и отладить пакет;

6) составить эксплуатационную документацию пакета, содержащую общее описание пакета с указанием назначения и возможностей пакета, описание входного языка пакета.

При разработке пакета для создания баз данных и управления ими необходимо четко представить себе классификацию исходных данных и их связь с решаемыми в АСНИ задачами.

На основе классификации решаемых в АСНИ задач определяется необходимое количество баз данных, структура каждой из них и, на ее основе, модель организации для каждой базы (реляционная, иерархическая или сетевая).

Необходимо также представлять схематично взаимосвязь решаемых в АСНИ задач и их связь с базами данных.

После определения модели организации для каждой базы составляется таблица понятий. На основе этих таблиц разрабатывается структура языка описания баз данных. Для совместного использования пакетов необходимо обеспечить их программную, информационную и функциональную совместимость.

Модули совместно используемых пакетов должны быть одновременно доступны редактору связей при сборке программы решения задачи. Модели предметных областей совместно применяемых пакетов должны помещаться в одной и той же библиотеке.

Для обеспечения информационной совместимости пакетов необходимо, чтобы понятия, которые в разных пакетах соответствуют друг другу и могут связываться отношением эквивалентности, имели сопоставимые виды.

При составлении интегрированной системы программирования из нескольких пакетов для каждого пакета определяют внешние понятия, т.е. понятия, которые могут связываться с понятиями других пакетов. Для внешних понятий составляется таблица соответствий, в которой для каждого внешнего поня-

тия указаны соответствующие понятия из других пакетов.

При разработке проблемных подсистем АСНИ с помощью ППП ПРИЗ для каждой подсистемы создается модель предметной области, куда вводятся содержательные (смысловые) понятия, необходимые для решения задач и составляются программы, автоматически вызываемые модули, реализующие отношения между понятиями модели.

Описания понятий, включаемые в семантические модели предметной области, задаются на языке УТОПИСТ и с помощью соответствующих директив вводятся в библиотеку моделей. С помощью новых введенных понятий расширяется входной язык пакета. Его терминология должна быть близка понятиям, используемым данной проблемной областью. Чтобы снять синтаксические ограничения, необходимо макробiblioteca ППП ПРИЗ дополнить соответствующими макроопределениями. Тогда пользователь имеет возможность описывать свои задачи на языке, который и по форме приближается к естественному.

При решении задач, задаваемых на входном языке пакета, управляет работой подсистемы организующая программа.

В роли организующей программы выступают системные программы ППП ПРИЗ.

Примерная функциональная схема организации проблемной подсистемы, создаваемой на базе ППП ПРИЗ, приведена на рис. 3.

К моменту разработки отдельных проблемных подсистем АСНИ обычно часть прикладных программ уже создана, часть требует доработки, а некоторые программы только разрабатываются.

Для повышения эффективности прикладного программного обеспечения подсистем оно должно разрабатываться в соответствии с принципами структурного программирования. При этом особенно строго должен быть выдержан принцип модульности, т.е. каждая отдельная задача, решаемая в подсистеме, а еще лучше отдельные этапы решения задач должны быть оформлены в виде модулей (программ).

При создании подсистем с использованием ППП ПРИЗ имеется возможность описывать задачи, решаемые в подсистеме на естественном языке, близком к проблематике решаемых задач.

С этой целью в тело прикладного пакета, создаваемого на базе ПРИЗ, вводится модель предметной области пакета, в которой приводятся описания понятий, используемых при решении задач в данной подсистеме.

Кроме модели предметной области тело пакета содержит библиотеку модулей, куда входят все прикладные программы, заранее запрограммированные для выполнения отдельных этапов решения задач из предметной области подсистемы.

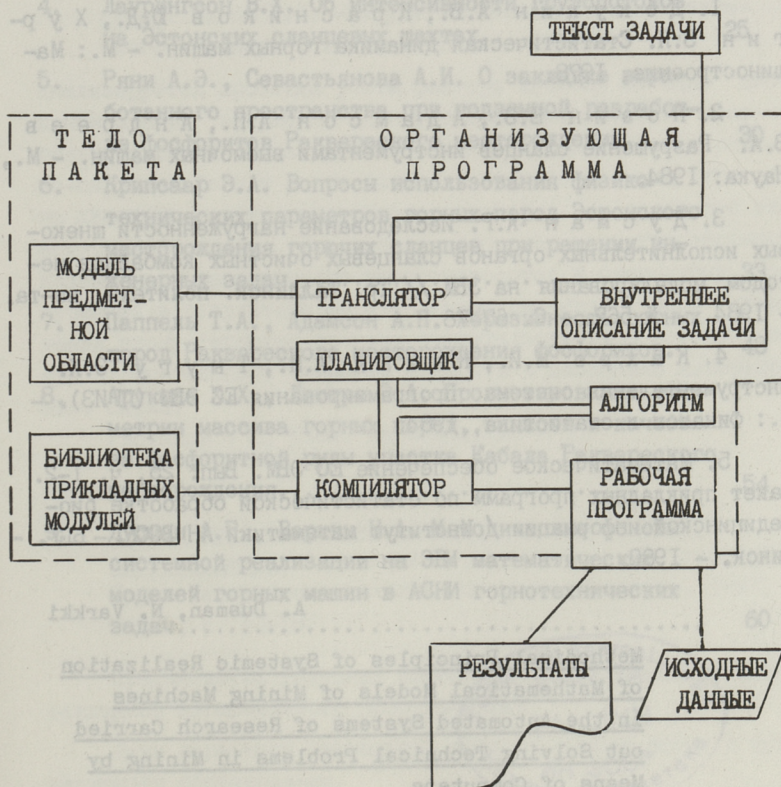


Рис. 3. Функциональная схема организации проблемной подсистемы.

Вышеизложенные методические основы разработки отдельных подсистем АСНИ на основе ППП ПРИЗ, включающие в себя этапы подготовки пакетов прикладных программ, пакета программ для создания и управления базами данных и комплексную отладку пакетов прикладных программ и баз данных, позволяют осуществить системную реализацию на ЭВМ математических моделей горных машин для решения различных горнотехнических задач.

Л и т е р а т у р а

1. Докукин А.В., Красников Ю.Д., Хургин З.Я. Статистическая динамика горных машин. - М.: Машиностроение, 1978.
2. Позин Е.З., Адамсон А.П., Андреев В.А. Разрушение сланцев инструментами выемочных машин. - М., Наука: 1984.
3. Дусман А.Р. Исследование нагруженности шнековых исполнительных органов сланцевых очистных комбайнов методом моделирования на ЭВМ // Тр. Таллинск. политехн. ин-та. - 1984. - № 567. - С. 67-76.
4. Кахро М.И., Калья А.П., Тыгу Э.Х. Инструментальная система программирования ЕС ЭВМ (ПРИЗ). - М.: Финансы и статистика, 1984.
5. Математическое обеспечение ЕС ЭВМ. Вып. 25, ч. 1-2. Пакет прикладных программ по статистической обработке биомедицинской информации / Институт математики АН БССР. - БГУ. - Минск. - 1980.

A. Dusman, N. Varkki

Methodical Principles of Systemic Realization
of Mathematical Models of Mining Machines
in the Automated Systems of Research Carried
out Solving Technical Problems in Mining by
Means of Computers

Abstract

The paper presents a study of methodical principles of systemic organization of the complete set of mathematical models for solving mining technical problems by means of computers.

С о д е р ж а н и е

1.	Пязок Р.А. К проблеме фактора времени в экономике минерального сырья.....	3
2.	Адамсон А.П., Хинтс Х.Э., Зайцев Ю.В. О подземной разработке фосфоритов Раквереского месторождения.....	13
3.	Томберг Э.Х., Томберг Т.Э. Об упорядочении разработки песчано-гравийных месторождений Эстонской ССР.....	19
4.	Лаурингсон В.Х. Об интенсивности грузопотоков на Эстонских сланцевых шахтах.....	25
5.	Ряни А.Э., Севастьянова А.И. О закладке выработанного пространства при подземной разработке фосфоритов Раквереского месторождения.....	30
6.	Крипсаар Э.А. Вопросы использования физико-технических параметров горных пород Эстонского месторождения горючих сланцев при решении инженерных задач.....	33
7.	Паппель Т.А., Адамсон А.П. Абразивность горных пород Раквереского месторождения фосфоритов..	48
8.	Аркула Х.Х., Люотре Э.А. Прогнозирование геометрии массива горных пород, запасов и качества фосфоритной руды участка Кабала Раквереского месторождения... ..	54
9.	Дусман А.Р., Варкии Н.А. Методические основы системной реализации на ЭВМ математических моделей горных машин в АСНИ горнотехнических задач.....	60



ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ ЭСТОНСКОЙ ССР

Горное дело XIV

УДК 622.14; 550.8

К проблеме фактора времени в экономике минерального сырья. Пязок Р.А. - Труды Таллинского политехнического института, 1987, № 635, с. 3-12.

Анализируется проблема учета фактора времени методом дисконтирования затрат на эксплуатацию месторождений минерального сырья. Моделируется влияние деградации минерально-сырьевой базы и роста затрат в горнодобывающих отраслях на динамику развития народного хозяйства как замкнутой экономической системы. Выявляется закономерность трансформации развития от расширенного воспроизводства к свернутому. Полученная в результате моделирования динамика темпов изменения продуктивности системы свидетельствует о возникновении отрицательного значения дисконта в экономике минерального сырья.

Рисунков - 2, библи. наименований - 9.

УДК 622.364

О подземной разработке фосфоритов Раквереского месторождения. Адамсон А.П., Хинтс Х.Э., Зайцев Ю.В. - Труды Таллинского политехнического института, 1987, № 635, с. 13-18.

Предлагается камерная система разработки со сплошной закладкой выработанного пространства.

Даны параметры технологии ведения горных работ и применяемого оборудования.

Библи. наименований - 1.



УДК 622.271.3

Об упорядочении разработки песчано-гравийных месторождений Эстонской ССР. Томберг Э.Х.,
Томберг Т.Э. - Труды Таллинского политехнического института, 1987, № 635, с. 19-24.

В настоящее время песчано-гравийные месторождения Эстонии разрабатываются множеством (свыше 900) мелких ведомственных карьеров, которые занимают площадь земельного отвода 4700 га.

Отсутствие централизованного управления и контроля приводят к нерациональному использованию ресурсов, а также загрязнению окружающей среды.

Предлагается поставить разработку месторождений под контроль местных Советских органов на основе создаваемого банка информации о расположении, запасах и качестве местных нерудных полезных ископаемых. Кроме того предлагается к применению ряд организационных мероприятий.

УДК 622.625.2

Об интенсивности грузопотоков на эстонских сланцевых шахтах. Лаурингсон В.Х. - Труды Таллинского политехнического института, 1987, № 635, с. 25-29.

В данной статье рассматривается структура и интенсивность (число рейсов в сутки) шахтных основных и вспомогательных грузопотоков на основе обработки диспетчерских графиков сланцевых шахт. Приводится также распределение грузопотоков по числу рейсов на 1000 т суточной добычи.

Приведенные данные позволяют укрупненно определить число рабочих электровозов и величину вагонеточного парка при проектировании подземного транспорта.

Таблиц - 3, библиографических наименований - 3.

УДК 622.273.217

О закладке выработанного пространства при подземной разработке фосфоритов Раквереского месторождения.

Ряни А.Э., Севостьянова А.И. – Труды Таллинского политехнического института, 1987, № 635, с. 30–32.

Для Раквереского месторождения фосфоритов рекомендуется применять камерно–столбовую систему подземной разработки, с последующим заполнением выработанного пространства самозатвердевающей закладкой. Исходными материалами при этом служат мелкозернистые отходы флотации самой руды и летучая зола обжига сланца–кукерсита. Прочность на сжатие закладочной смеси через 28 суток составляет от 1,3 до 2,0 МПа, а через 90 суток – от 5,5 до 7,5 МПа и увеличивается со временем.

УДК 622.02

Вопросы использования физико–технических параметров горных пород Эстонского месторождения горючих сланцев при решении инженерных задач. Крипсаар Э.А. – Труды Таллинского политехнического института, 1987, № 635, с. 33–47.

Анализируются изменения свойств горных пород Эстонского месторождения горючих сланцев с точки зрения использования опыта разработки северо–восточной части месторождения при проектировании новых шахт в других частях месторождения (например, шахт Кабала и Пермискула).

Доказывается, что перенос опыта эксплуатации существующих шахт на проектируемые в других частях месторождения шахты без учета существующего отличия физико–технических параметров может привести к серьезным ошибкам и нерациональному использованию природных ресурсов.

Таблиц – 3, рисунков – 3, библиографических наименований – 8.

УДК 620.178

Абразивность горных пород Раквереского месторождения фосфоритов. Паппель Т.А., Адамсон А.П. - Труды Таллинского политехнического института, 1987, № 635, с. 48-53.

В статье приводятся результаты исследования абразивности горных пород и предложения по выбору применяемого оборудования и технологии добычи.

Таблиц - I, библиографических наименований - 4.

УДК 622.14

Прогнозирование геометрии массива горных пород, запасов и качества фосфоритной руды участка Кабала Раквереского месторождения. Арукола Х.Х., Лютре Э.А. - Труды Таллинского политехнического института, 1987, № 635, с. 54-59.

На основе данных геологической разведки построены тематические модели случайного поля показателей запасов и качества фосфорита. Используя обработку при помощи статистического скользящего окна получены средние значения случайного поля, допускающие с большей точностью по сравнению с общепринятыми методами прогнозировать качество и количество руды в разных районах месторождения.

Таблиц - I, рисунков - I, библиографических наименований - 2.

УДК 51.001.57:681.32; 622.3:681.32

Методические основы системной реализации на ЭВМ математических моделей горных машин в АСНИ горнотехнических задач. Дусман А.Р., Варрки Н.А. - Труды Таллинского политехнического института, 1987, № 635, с. 60-71.

В статье показаны преимущества применения пакета прикладных программ (ППП) ПРИЗ в процессе создания и функционирования автоматизированной системы научных исследований (АСНИ), излагаются методические основы разработки отдельных подсистем АСНИ на основе ППП ПРИЗ, включающие в себя этапы создания пакетов прикладных программ для организации проблемных подсистем, пакета программ для создания и управления базами данных, комплексную отладку пакетов, позволяющих осуществить системную реализацию на ЭВМ математических моделей горных машин для решения различных горнотехнических задач в АСНИ.

Рисунков - 3, библиографических наименований - 5



EESTI AKADEEMILINE RAAMATUKOGU



1 0200 00082370 2

Цена 75 коп.