

приймається не нижче 100. Залежно від розмірів виробки і стійкості порід товщина бетонного кріплення приймається від 200 до 400 мм.

Монолітне залізобетонне кріплення найбільш поширене для кріплення камер великого перерізу, зважаючи на великі площі оголення породи. За проектними даними на 1 м<sup>3</sup> виймки камери витрачається 0,15-0,3 м<sup>3</sup> бетону. Фактичні витрати бетону у зв'язку з незадовільним оконтурюванням виробок іноді перевищує проектний в 1,2-1,5 рази.

Укладання бетону за опалубку проводиться бетоноукладачами типу ЛПБУ-2, БУ-0,5-2, БУК-1, УБ-1.

Застосування монолітного залізобетону в якості постійного кріплення камер пов'язана зі спорудженням і подальшим розбиранням складної опалубки, вузької арматурної сітки в робочому забої, а також з пристроєм декількох робочих та запобіжних полків. Все це і повільний набір проектної міцності бетону подовжує строки спорудження камер великого перерізу і зумовлює необхідність у пошуку і розробці нових, більш ефективних видів кріплення, міцність і несуча здатність яких не поступалася б монолітного залізобетону.

При спорудженні камер в стійких міцних породах, коли напружений стан приконтурного масиву порід не перевищує межі міцності порід, тобто відсутній прояв гірського тиску - економічно доцільним буде використання комбінованого кріплення, так як воно є менш трудомістким та матеріалозатратним у порівнянні з монолітним бетонним кріпленням.

Набризк-бетонне кріплення має, як правило меншу пористість і водопроникність, більш високі міцнісні характеристики, ніж монолітне бетонне. При використанні набризк-бетону або його поєднань з анкерами, металевою сіткою і арками, виробку можна кріпити не встановлюючи спеціального тимчасового кріплення – його заміняє перший шар набризк-бетону, анкера або шар набризк-бетону з анкерами. Таке тимчасове кріплення – складовий елемент конструкції постійного кріплення, і його зведення не вимагає додаткових капітальних і трудових витрат, а також витрат матеріалів і часу.

#### *Список літератури*

1. Насонов И. Д., Федюкин В. А., Шуплик М. Н. Технология строительства подземных сооружений. Учебник для вузов в 3-х частях. Ч. 11. Строительство горизонтальных и наклонных выработок. - М., Недра, 1983. - 272 с.
2. Смирняков В. В., Вихарева В. И., Очкуров В.И. Технология строительства горных предприятия: Учебник для вузов. - М: Недра, 1989. - 573 с.
3. Мостков В. М. Строительство сооружений большого сечения, Гостехиздат, 1963. – 307с.
4. Мостков В. М. Подземные сооружения большого сечения. – М., Недра, 1974. – С. 186 – 187.

Рукопис подано до редакції 27.03.13

УДК 622.14+681.332

С.В. БОРЩЕВСКИЙ, д-р техн. наук, проф.,

Е.В. ПРОКОПЕНКО, канд. техн. наук, доц., С.В. МАСЛО, ассистент,

В.В. ГЛЕБКО, студент ГВУЗ "Донецкий национальный технический университет"

#### **СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НАХОЖДЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА СОСТАВА ПОРОД ПО ПЛАСТАМ**

В статье рассмотрены вопросы применения линейного программирования для нахождения максимального компонента среди работающих пластов в результате чего имеется возможность построить хронологическую модель данного месторождения. Данная модель позволит выявить экологически опасные зоны в пределах месторождения и дать рекомендации для дальнейшего использования месторождения.

В отвалах угольных шахт много запасов некоторых металлов, соизмеримых по объему с природными месторождениями полезных ископаемых, получение которых для Украины будет

экономически выгодным, тем более что в настоящее время многие из минеральных ресурсов уже исчерпаны, что является одной из глобальных проблем. Порода попадает на породный отвал не хаотически, а в определенных объемах и последовательности. Основой для этого могут служить маркшейдерская горно-графическая документация, которая, по сути, является единственным достоверным источником информации за весь период эксплуатации шахты, и, следовательно, за весь период отсыпки породы на отвал.[1]

Крупные скопления отходов угольной промышленности оказывают негативное воздействие на окружающую среду. В частности происходит загрязнение атмосферного воздуха, особенно в случаях возгорания отвалов, а также почв и водных объектов.

Технология формирования породного отвала заключается в насыпке породы на отвал отдельными ярусами. Так как отдельный ярус породного отвала насыпается определенное количество лет, то можно составить карту насыпки отвала за определенный период времени. Так как каждый пласт имеет свое геологическое строение, то можно составить прогноз тех химических реакций, которые произойдут при соприкосновении тех или иных элементов, содержащихся в различных пластах, то есть, заранее выявить неблагоприятные зоны на отдельном ярусе и в целом на отвале [2,3]. Используя выше сказанное, можно сформулировать задачу о нахождении максимального компонента среди состава пород, входящих в пласт, а также сформировать вектор, позволяющий оценить объем выдачи на отвал породы, содержащий максимальный компонент по пластам [4].

С точки зрения линейного программирования, данная задача формулируется следующим образом. Существует функция

$$f(v_1, v_2, \dots, v_m), \quad (1)$$

$$V_1 = (x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, \dots, x_j^{(1)}, \dots, x_k^{(1)})$$

$$V_2 = (x_1^{(2)}, x_2^{(2)}, \dots, x_j^{(2)}, \dots, x_k^{(2)})$$

...

$$V_i = (x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, \dots, x_j^{(i)}, \dots, x_k^{(i)})$$

...

$$V_m = (x_1^{(m)}, x_2^{(m)}, \dots, x_j^{(m)}, \dots, x_k^{(m)})$$

(2)

при ограничениях

$$g_1(x_1^{(1)}, x_1^{(2)}, \dots, x_1^{(i)}, \dots, x_1^{(m)}) \leq b_1$$

$$g_2(x_2^{(1)}, x_2^{(2)}, \dots, x_2^{(i)}, \dots, x_2^{(m)}) \leq b_2$$

...

$$g_j(x_j^{(1)}, x_j^{(2)}, \dots, x_j^{(i)}, \dots, x_j^{(m)}) \leq b_j$$

...

$$g_k(x_k^{(1)}, x_k^{(2)}, \dots, x_k^{(i)}, \dots, x_k^{(m)}) \leq b_k$$

(3)

где  $f(v_1, v_2, \dots, v_m)$  - целевая функция или критерий эффективности. В данном случае, вектор  $f$  характеризует значение максимального объема по пластам в зависимости от максимального компонента в составе пород пласта,  $X = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_k)$  - варьируемые параметры, которые обозначают соответствующую компоненту в составе пород пласта,  $g_1(x_1^{(1)}, x_1^{(2)}, \dots, x_1^{(i)}, \dots, x_1^{(m)}) \leq b_1$ ,  $g_k(x_k^{(1)}, x_k^{(2)}, \dots, x_k^{(i)}, \dots, x_k^{(m)}) \leq b_k$  - функции, которые задают ограничения на компоненты, входящие в состав пород пласта.

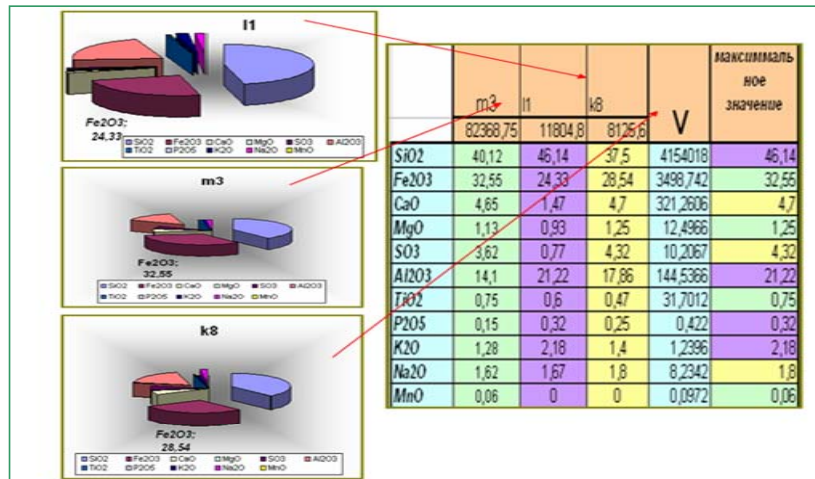
Таким образом, используя данные выше приведенных функций, можно составить матрицу размерностью  $[1..k, 1..m]$ , где  $k$  - количество компонент,  $m$  - количество пластов. Данная матрица будет иметь вид, представленный ниже.

$$\begin{matrix}
 V_1 & V_2 & \dots & V_i & \dots & V_m \\
 x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & \dots & x_1^{(i)} & \dots & x_1^{(m)} \\
 x_2^{(1)} & x_2^{(2)} & \dots & x_2^i & \dots & x_2^m \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 x_j^{(1)} & x_j^{(2)} & \dots & x_j^{(i)} & \dots & x_j^{(m)} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 x_k^{(1)} & x_k^{(2)} & \dots & x_k^{(i)} & \dots & x_k^{(m)}
 \end{matrix} \tag{4}$$

Для нахождения вектора  $V = (V^{(1)}, V^{(2)}, \dots, V^{(m)})$ , характеризующего максимальное значение объемов по пластам в зависимости от химического компонента, необходимо вычислить параметры, входящие в вектор, по формуле

$$V^{(l)} = \sum_{i=1}^m x_i^{(i)} \cdot V_i \tag{5}$$

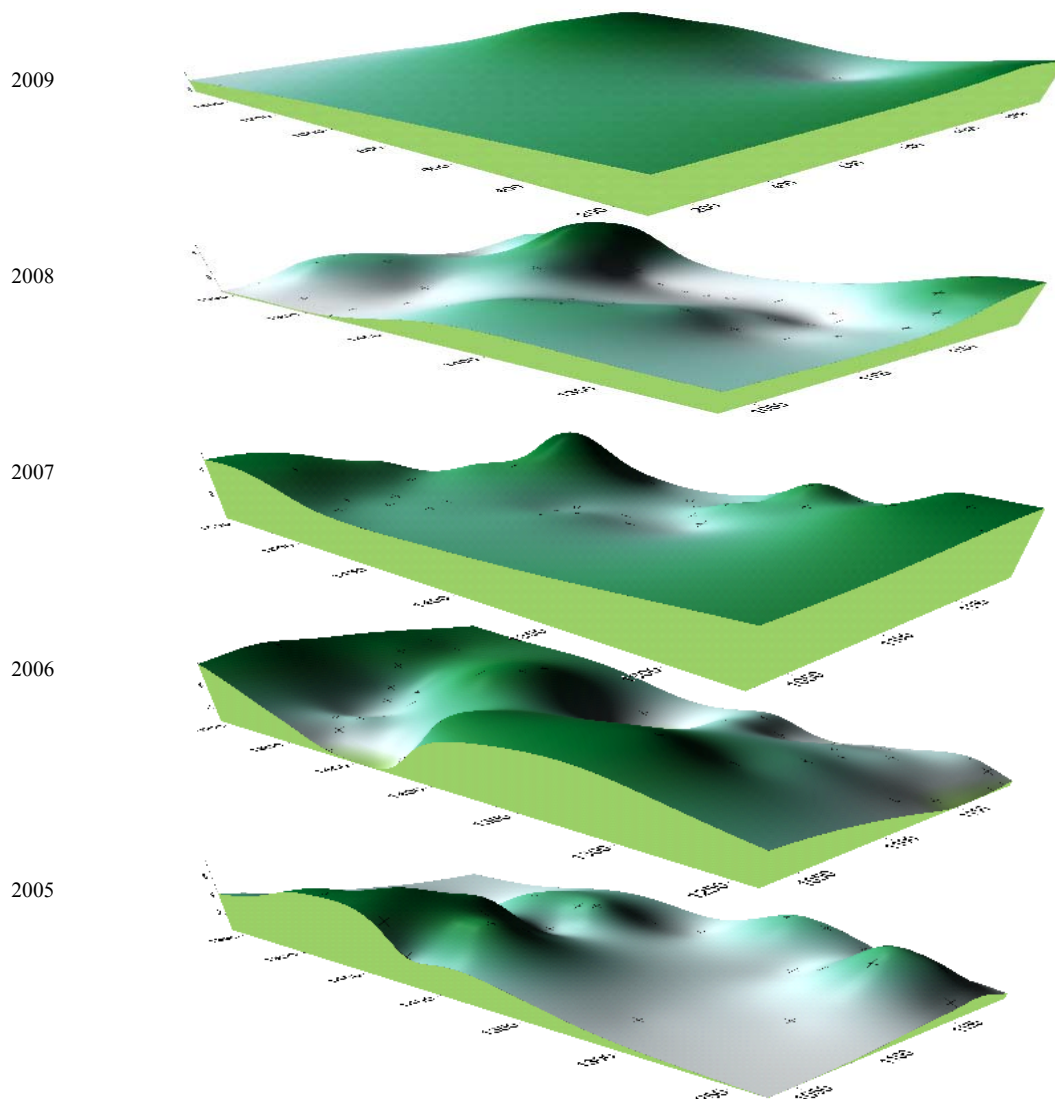
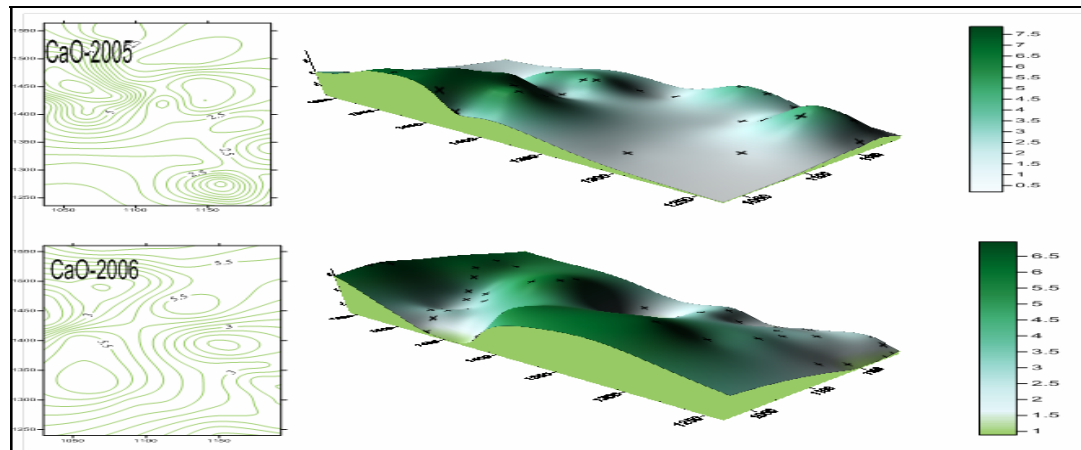
Используя найденные объемы, можно составить вывод о составе компонент, входящих в пласт, то есть, какие компоненты больше содержатся в объеме породы, отсыпанной на отвал, в зависимости от графика проведения подготовительных выработок. На рис. 1 показан процесс нахождения такого компонента и дальнейшее его применение для формирования техногенного месторождения (рис. 2).



**Рис. 1.** Нахождение максимального компонента среди работающих пластов

Данная методика вычисления была апробирована на примере использования данных по разрабатываемым пластам шахты "Щегловская-Глубокая", так как насыпка породы на отвал начиналась практически с основания отвала. Для нахождения объема использовался график ввода-вывода производческих выработок и маркшейдерские планы по съемкам породных отвалов. Данные съемки проводятся 2 раза в год, перед уплотнением очередного этапа насыпки породы при формировании яруса.

Используя данные съемок, были составлены базы данных по каждой съемке, и используя среду SURFER, по каждому году была построена пространственная модель, которая отражает изменение отвала по высоте во времени. Используя данные поверхностных моделей, были найдены разности между двумя поверхностями, построенными по результатам съемок. Полученные разности соответствуют тому объему насыпки породы, который зафиксирован в графиках ввода-вывода на основе планогаммы развития горных выработок.



**Рис. 2.** Построение поверхности техногенного месторождения в зависимости от найденного максимального компонента

На рис. 3 показана структурная схема, определяющая этапы нахождения объемов в период между маркшейдерскими съемками отвалов

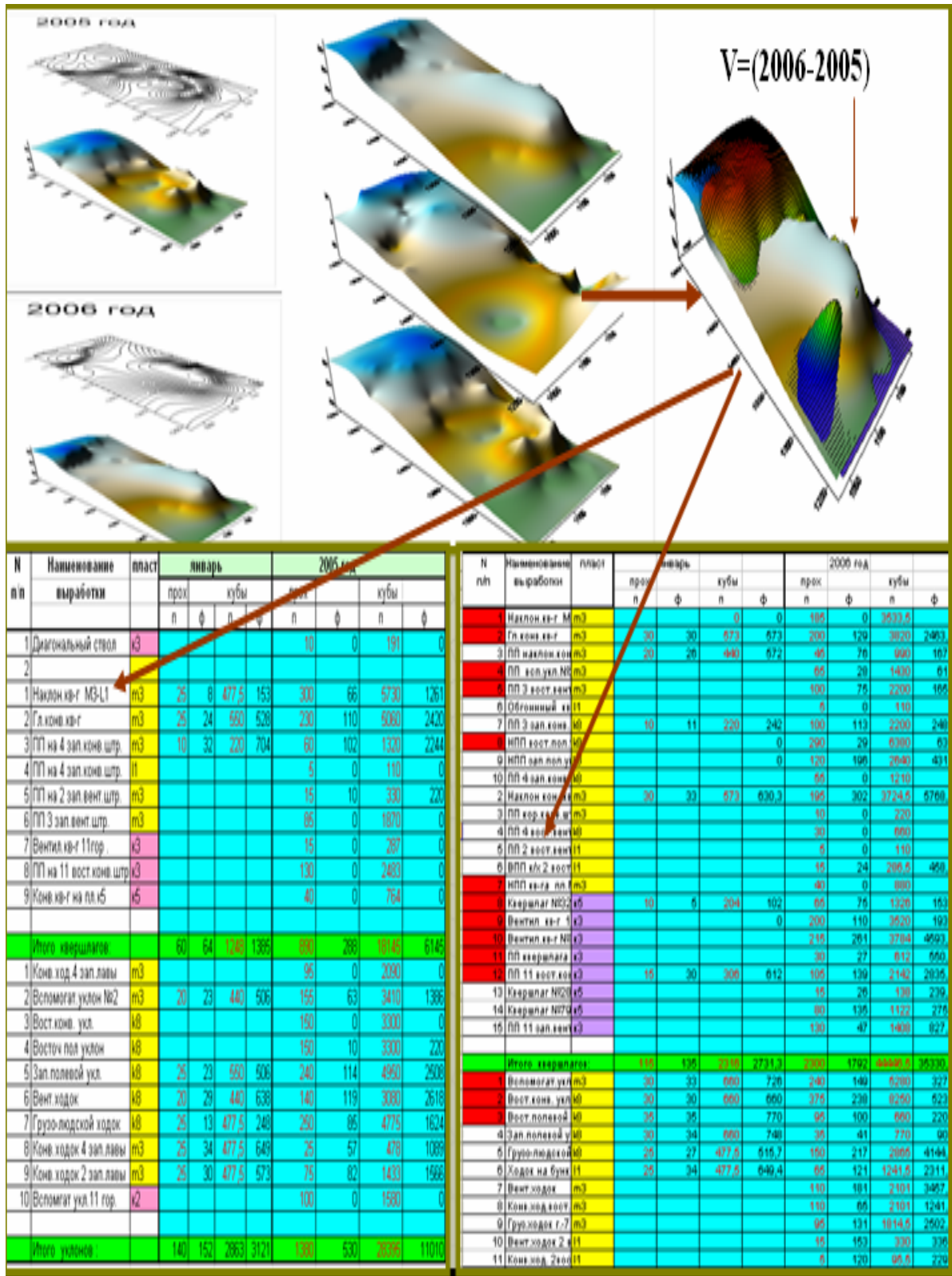


Рис. 3. Структурная схема определения объемов вынутаой горной массы в период между съемками

Таким образом, зная, что происходит с насыпкой породы в пределах одного пласта, и, зная какие работают пласты, то ли одновременно, то ли каждый по отдельности, можно составить хронолитологическую модель насыпки породы, в результате которой могут быть выявлены места с накоплением вредных веществ. По данной модели можно составить рекомендации по контролю за данными веществами, а также дать рекомендации по дальнейшему использованию этих веществ.

## Список литературы

1. Разработка динамической модели породных отвалов угольных шахт/ **Прокопенко Е.В., Борщевский С.В.**//Наукові праці УкрНДМІ НАН України. Випуск 6 /Під заг.ред. А.В.Анциферова.-Донецьк, УкрНДМІ НАН України, 2010.-14с.
2. **Проскуря Ю.А., Бредихина Н.П.** Породные отвалы Донецка и их влияние на экологическую ситуацию.- Донецк, 2002.
3. **Вахмянин И.С.** Разработка модели алгоритма управления информационными потоками в ситуационных центрах органов государственной власти / **Вахмянин И.С., Ильин Н.И., Новикова Е.В.**—Бизнес-Информатика №1(15)-2011.—С. 3—9.
4. **Прокопенко Е.В.** Построение пространственной модели участков ярусов породного отвала с использованием программного пакета Surfer /**С.В.Борщевский, Е.В.Прокопенко**// Збірник наукових праць НГУ. - Національний гірничий університет, 2010. —№34, т.1.— С. 82—87.

Рукопись поступила в редакцию 23.03.13

УДК 622.14+681.332

Е.В. ПРОКОПЕНКО, канд. техн. наук, доц.  
ГВУЗ "Донецкий национальный технический университет"

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ОТВАЛА С УЧЕТОМ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

В данной статье рассматривается концепция взаимосвязи формирования отвала с развитием горных работ. Принятая схема складирования пород в отвале позволяет определять конкретный горнопроходческий участок, с которого получен состав пород и характеристику состава пород этого участка.

В настоящее время внимание промышленности, как в дальнем, так и в ближнем зарубежье вновь обращается к породным отвалам угольных шахт, поскольку отвальные породы могут представлять интерес в качестве источника вторичного минерального сырья. Широкий спектр различных химических соединений и элементов, включающих германий и редкоземельные, а так же глинозем для производства бокситов, железная руда и непосредственно уголь при высокой доступности, низкой цене и практически неограниченных объемах исходного сырья - породы, делает перспективным указанное техническое направление, тем более что на территории Восточного Донбасса насчитывается более 450 отвалов угольной промышленности (шахт и обогатительных фабрик), а общий объем складированных в отвалах шахт и обогатительных фабрик пород (углеотходов) оценивается в 273 млн м<sup>3</sup>.

Технология формирования породного отвала предусмотрена с выполнением мероприятий по предупреждению самовозгорания отвальной массы. При формировании ярусов учитываются следующие факторы: время работы шахты, максимальная высота отвала.

Данная технология формирования породного отвала предполагает проектное наращивание отдельного яруса в случае, если предусмотрены все технологические мероприятия, что не всегда выполняется при отсыпке пород на отвал. В основном это связано с тем, что породы в отвал отсыпаются в различных соотношениях литологических разностей, которые определить или прогнозировать достаточно сложно.

Проектирование отвалообразования необходимо осуществлять с учетом всех возможных факторов и особенностей вскрышного массива месторождения, состояния основания, которые могут оказать влияние на устойчивость отвала, степень его воздействия на окружающую среду [1].

Формирование отвала должно осуществляться с учетом его последующей рекультивации [2-4] при непрерывном геомеханическом контроле устойчивости, несущей способности и осадок. По технологии отвалообразования порода насыпается на отвал последовательно небольшими порциями (дискретно), т.е. за определенное время и в определенном месте, в соответствии с плановой программой развития горных работ (рис. 1).

Разработка комплексного подхода к исследованию процесса формирования породного отвала с учетом технологии проведения горных подготовительных выработок и технологической транспортной цепочки доставки породы на отвал для рационального размещения этой породы в отвале для дальнейшего хранения и утилизации.