

УДК 622.831

**А.С. Пугач**

## **КОМПЬЮТЕРНЫЙ АУДИТ ИНЦИДЕНТОВ НА ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

*Предложено осуществлять аудит по результатам компьютерного решения, на основании которого можно делать выводы о причинах инцидента и принимать меры по его предотвращению.*

*Ключевые слова:* компьютерная модель, инцидент, полость динамического явления, пятиульевой бремсберг, жёсткие и податливые целики.

---

**Н**а глубоких горизонтах угольных шахт имеют место инциденты, связанные с повышенным горным давлением [1]. Возникает задача аудита с целью анализа напряжённого состояния массива для оценки причин и предупреждения особых горно-геологических явлений. Физика состояния, по нашему мнению, объясняется геометрией геологических нарушений, физическими свойствами слагающих пород и угольных пластов. Полученные нами результаты согласованы с известной теорией механики динамических явлений [2].

Наиболее эффективным решением по временным затратам является применение компьютерных программ. Такой программой может служить «Plaxis», имеющая аккредитацию при освоении подземного пространства. Для этой программы нами впервые разработан алгоритм для решения инженерных задач применительно к угольным шахтам.

В первую очередь, следует изучить геометрию месторождения для представления её в электронном виде. Последнего достигают на основе подпрограммы «Input». С помощью инструментов интерфейса устанавливаем границы рассматриваемого участка шахтного поля, дизъюнктивы, границы пластов и пропластков. В отдель-

ных задачах, например при скважинных работах, задаём границы скважин; при необходимости рассмотрения действующих на крепь нагрузок изображаем крепь. Создаём базу данных физических свойств каждой горной породы, слагающей массив, и угольных пластов. Задаём геологию массива. Затем представляем математическую модель задачи как:

- ввод граничных условий;
- выбор направлений и силы нагрузок, действующих на массив;
- определение параметров сетки, так как задачу решаем методом конечных элементов (Finite elements).

В подпрограмме «Calculations» по умолчанию приведена начальная фаза (Initial phase), остальные фазы определяет пользователь в зависимости от типа анализируемых задач – выемка пласта, активация нагрузок, крепей, действия дизъюнктивов. Производят расчёт фазы, полученные результаты выводят в подпрограмме «Output».

Предоставляется возможность оценить:

- деформации, численное значение которых 26;
- напряжения в количестве 32;
- деформации и напряжения в эпюрах по произвольно проводимым сечениям;



**Рис. 1. Ситуационный план инцидента**

- несущую способность крепи по эпюрам осевых и касательных сил и по изгибающим моментам.

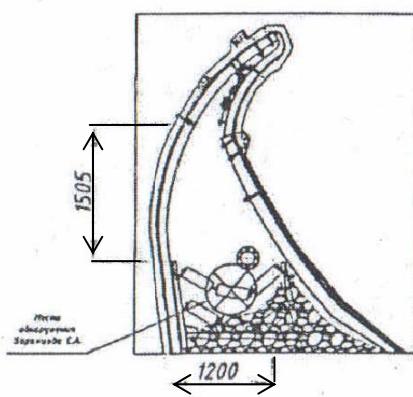
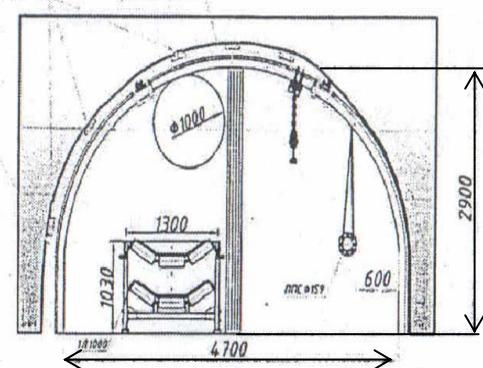
В подпрограмме «Curves» отображаются графическая и табличная зависимости интересующих исследователя параметров.

На шахте «Северная» произошёл инцидент с деформированием арочной крепи и завалом выработок, что привело к нарушению трудового ритма. На рис. 1 приведён ситуационный план произошедшей аварии, на рис. 2 — деформирование крепей.

Мы предлагаем производить компьютерный аудит, что позволит заранее прогнозировать возможность инцидента и разработать меры по его предупреждению. Процесс развития полости динамического явления при наличии соседней сбояки, расположенной ортогонально к направлению вентиляционных бремсбергов. Процесс разрушения, по нашему мнению, мог быть инициирован резким обрушением нависшей породной консоли (балки), которая сформировалась над вентиляционным бремсбергом. В результате этого произошло инициированное обрушение консоли с запозданием на 1,5 часа.

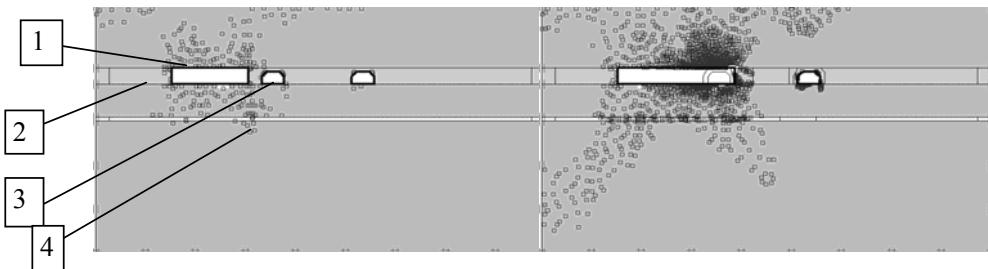
Замоделированная задача показана на рис. 3.

По скоплению квадратов, то есть точек перехода из упругого состояния в пластичное, видно, что приближение

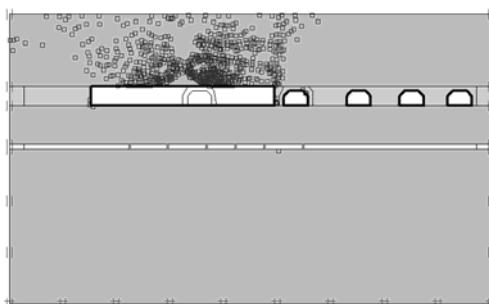


**Рис. 2. Деформирование крепи**

полости к вентиляционным бремсбергам может привести к деформированию арочной крепи, к обрушению и завалу выходов. Произошедший инцидент с деформированием крепи, показанным на рис. 2, соответствует данному положению.



**Рис. 3. Процесс развития полости динамического явления:** 1 – полость динамического явления; 2 – угольный пласт; 3 – бремсберг; 4 – точки пластичности



**Рис. 4. Развитие полости динамического явления при пятиустьевом проведении бремсбергов**

Как решение поставленной технической задачи, предлагаем пятиустьевое проведение бремсбергов на основании анализа практики работы шахт США, Австралии. В случае аварии, тектоническое влияние не сможет дойти до дальних выработок, и как следствие, не будет происходить завала этих выработок. Так как выработки сообщающиеся, рабочие скро-

ются от опасности, сохранят здоровье и жизнь.

Геометрия модели с пятиустьевым проведением бремсбергов с жёсткими и податливыми целиками приведено на рис. 4.

Рис. 4 показывает, что влияние динамического явления не достигает дальних выработок.

Таким образом, значимым шагом в решении задач подземного освоения угольных шахт на глубоких горизонтах, становится переход на компьютерный аудит. Благодаря компьютерному анализу большого количества задач; появляется возможность своевременно планировать безопасную отработку угольных пластов, предлагать решения и оценивать результаты, к которым они могут привести, и, как следствие, — внедрять идеи и предложения в технические проекты шахтного производства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николаевский В.Н. Геомеханика и флюидодинамика. — М.: Недра, 1996. — 447 с.
2. Петухов И.М., Линьков А.М. Механика горных ударов и выбросов. — М.: Недра, 1983. — 280 с. **ГИАБ**

#### КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Пугач Александр Сергеевич — горный инженер, Московский государственный горный университет, e-mail: ud@msmu.ru.

