

Пересечение различных систем трещин в массиве формируют блочную структуру массива. Для описания блочной структуры массива горных пород на практике используют программу «Unwedge», которая интерпретирует собой клиновидные блоки, в зависимости от ориентации трещин.

В начале задаются ориентации трещин (азимут простирания и угол падения), к примеру, задавая три системы трещин и направление проведения выработки. Затем задается форма и размеры сечения проводимой выработки с наложенными системами трещин. На рис. 3 представлены клиновидные блоки. Цифрами обозначен каждый из блоков с разных сторон. Поворачивая выработку на 180°, определяем максимально возможные блоки, которые могут выпасть.

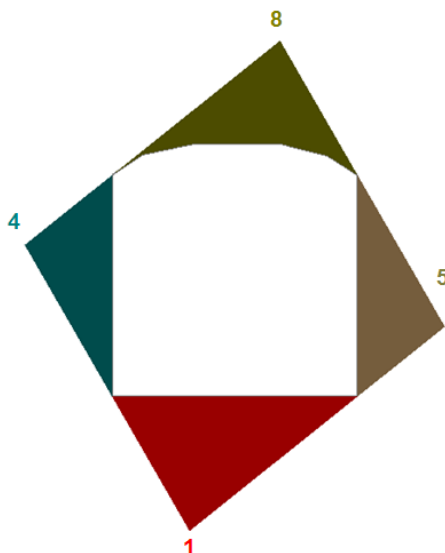


Рис. 3 Размеры блоков в заданных направлениях выработки

По результатам моделирования можно наблюдать размеры возможных блоков, которые могут выпасть внутрь выработки. При этом данная программа позволяет показать запас прочности горных пород заключенных в клиновидных блоках.

Таким образом, при определении нагрузки на крепь горных выработок большое значение имеет методика учета трещиноватости горного массива. Наличие определенных систем трещин вызывает не только увеличение зоны разрушения вокруг выработки, но и меняет форму данной зоны. Методики, определяющие нагрузку на крепь должны учитывать не только трещиноватость массива, но и направление трещин относительно выработанного пространства.

#### Литература

1. Судариков А.Е., Байкенжин М.А., Баймульдин М.К., Устойчивость горных выработок в крепких трещиноватых породах // Труды университета КарГТУ., 2003. - №4. - С. 5-6.
2. Оловянный А.Г. Некоторые задачи механики массивов горных пород. - СПб.: ФГУП «Множительный научный центр» ВНИМИ, 2003. - 234 с.
3. Имашев А.Ж., Зейтинова Ш.Б., Судариков А.Е., Бахтыбаев Н.Б., Бахтыбаева А.С. Особенности крепления горных выработок в трещиноватых породах // Горный журнал Казахстана., 2013. - №6. - С.14-17.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОИМПУЛЬСНОГО МЕХАНИЗМА БУРИЛЬНЫХ МАШИН С ПЛУНЖЕРНЫМ ГИДРОПУЛЬСАТОРОМ

**И.В. Кузнецов**

Научный руководитель профессор Л.А. Саруев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время при разработке месторождений полезных ископаемых, в строительстве, для бурения шпуров и скважин в горных породах, для разрушения каменных и бетонных блоков, твердых покрытий, забивки свай и труб широкое применение находят буровые машины ударно-вращательного действия. Перспективным направлением развития таких машин является их создание на основе безбойкового гидроимпульсного механизма.

В работах [3-8] рассмотрена оригинальная модель гидроимпульсного силового механизма бурильных машин, в которых силовые импульсы возникают за счет резонансных колебаний гидроцилиндра с реактивной массой. Возникает вопрос эффективности данного оригинального механизма и сравнения его с упрощенным механизмом без колебательного контура, в котором силовые импульсы формируются только плунжерным гидропульсатором.

Рассмотрим модель гидроимпульсного силового механизма без колебательного контура (рис. 1). Импульсы давления жидкости формируются следующим образом. При работе гидропульсатора, плунжер совершает возвратно-поступательное движение, при этом создаются импульсы давления жидкости, которые через поршень и буровую штангу передаются на обрабатываемую среду.

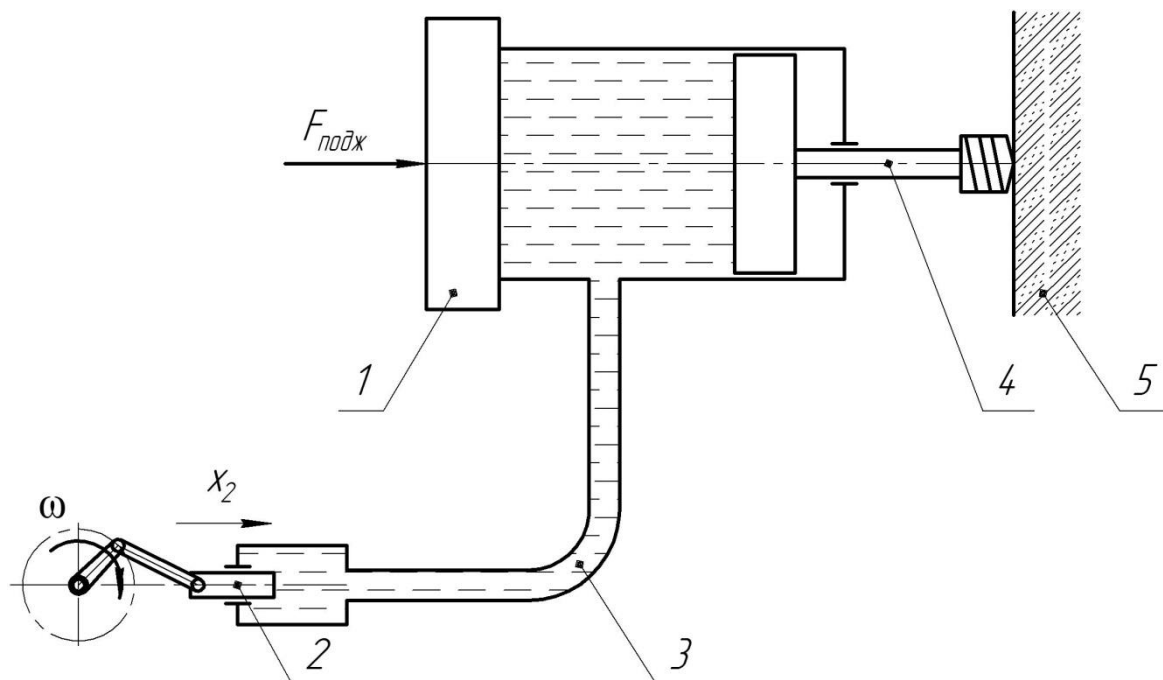


Рис. 2. Модель гидроимпульсного механизма без колебательного контура:  
1 – гидроцилиндр; 2 – плунжер (пульсатор); 3 – рукав высокого давления (РВД); 4 – бурильный инструмент; 5 – разрушаемая порода

Уравнение расходов:

$$S_{\text{пл}} \frac{dx_2}{dt} = C_v \frac{dp}{dt},$$

где  $S_{\text{пл}}$  – площадь плунжера,  $\tilde{N}_v$  – коэффициент упругости гидросистемы, определяющий расход на деформацию элементов гидросистемы и сжимаемость жидкости.

Преобразуем:

$$\frac{dp}{dt} = \frac{S_{\text{пл}}}{C_v} \frac{dx_2}{dt}$$

Проинтегрировав выражение, получаем

$$p = \frac{S_{\text{пл}}}{C_v} x_2 + C_1, \quad (1)$$

где  $C_1$  – постоянная интегрирования.

Подставляем начальные условия  $x_2 = 0$ ,  $p = \frac{F_{\text{ПОДЖ}}}{S_{\text{ГЦ}}}$  в (1), находим постоянную интегрирования

$$C_1 = \frac{F_{\text{ПОДЖ}}}{S_{\text{ГЦ}}}.$$

Плунжер движется по закону  $x_2 = r \sin(\omega t)$ , где  $r$  – радиус кривошипа привода плунжера. Подставляем закон движения плунжера и постоянную интегрирования в выражение (1), получаем уравнение колебаний давления в гидросистеме (усилия на бурильном инструменте):

$$p = \frac{S_{\text{ПЛ}}}{C_V} r \sin(\omega t) + \frac{F_{\text{ПОДЖ}}}{S_{\text{ГЦ}}}$$

Из выражения можно найти амплитуду колебаний давления и максимальные значения давления в гидросистеме:

$$A_p = \frac{S_{\text{ПЛ}}}{C_V} r,$$

$$p_{\text{max}} = \frac{S_{\text{ПЛ}}}{C_V} r + \frac{F_{\text{ПОДЖ}}}{S_{\text{ГЦ}}}$$

Полученное решение не учитывает наличия нелинейной зависимости давления жидкости в замкнутой гидросистеме от изменения объема РВД при работе плунжера. Во то же время, проведенные ранее эксперименты, показали работоспособность предложенной гидросистемы для формирования силовых импульсов [6]. Учет влияния указанной нелинейности и внедрения бурового инструмента в горную породу в процессе бурения на работу гидроимпульсного механизма, является предметом дальнейшего исследования.

#### Литература

1. Липин А. А., Танайно А. С., Тимонин В. В. Современные по-гружные машины для бурения скважи. Горная техника: Каталог-справочник. – СПб.: ООО «Славутич», 2006. – С. 116–123.
2. Сидоренко А.К., Савельев М.С., Жуковский Ю.Э. Новый ви-бросиловой способ бурения горных пород // Горная электро-механика и автоматика., 1965. – Вып. 3. – С. 34–38.
3. Патент на ПМ 69135 РФ. МПК7 E21B 6/02, B25D 16/00. Буровой станок для проходки скважин в подземных условиях / А. В. Шадрина, А. А. Казанцев, А. Л. Саруев, Л. А. Саруев. Оpubл. 10.12.2007 г.
4. Патент на ПМ 71369 РФ. МПК7 E21B 6/02, B25D 16/00. Станок для бурения скважин в подземных условиях / А. В. Шадрина, А. А. Казанцев, А. Л. Саруев, Л. А. Саруев. Оpubл. 10.03.2008 г.
5. Шадрина А. В., Саруев Л. А., Саруев А. Л. Динамические процессы в колонне труб при вращательно-ударном бурении скважин малого диаметра из подземных горных выработок – Томск.: Изд-во Томского политехнического университета. 2009.- 175 с.
6. Зиякаев Г. Р., Саруев Л. А., Мартюшев Н. В. Математическое моделирование гидроимпульсного механизма бурильных машин // В мире научных открытий., 2010. – № 6.3 (13) – С. 61-65.
7. Пашков Е.Н., Зиякаев Г.Р., Кузнецов И.В. Дифференциальные уравнения процессов гидроимпульсного силового механизма бурильных машин / Пашков Е.Н., Зиякаев Г.Р., Кузнецов И.В. // Приволжский научный вестник., 2013. – № 4 (20). – С. 32–36.
8. Пашков Е. Н., Саруев Л. А., Зиякаев Г. Р. Математическое моделирование гидроимпульсного механизма бурильных машин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М., 2011. – № 5 – С. 26-31.

### АКТУАЛЬНОСТЬ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ С ПРЯМЫМИ ВРУБАМИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ГОРНО-РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК

А.Н. Масловский

Научный руководитель профессор В.Г. Лукьянов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Буровзрывной способ был и остается основным способом механизации горнопроходческих работ в средней крепости и крепких породах, не смотря на агрессивное развитие в области механизаций.

Механизированный способ проявляет себя в мягких и средней крепости горных породах. Но в средней крепости взаимодействие элементов с горным массивом способствует быстрому износу, что и ведет к повышению себестоимость горнопроходческих работ.

Из диаграммы видно (рис. 1), что по итогам работ с применением буровзрывного способа можно сказать, что объемы постепенно увеличиваются.

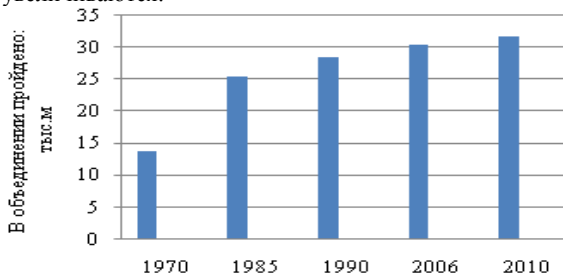


Рис. 1. Диаграмма средних значений годовой проходки при горно-разведочных работах