

сети / Li Tie-lei, Chen Kai-yan, Chen Fa-ming // - Zhongguo kuangye daxue xuebao=J. China Univ. Mining and Technol. - 2001. - 30. № 3 с. 277-280, 8 ил., табл. 2. Библ. 2 Кит.; рез. англ.

80. Wang Shu-gang. Математическая модель вентиляционной сети для обычных и аварийных условия / Wang Shu-gang, Wang Ji-ren, Hong Lin. // Liaoning gongcheng jishu daxue xuebao=J. Liaoning Techn. Univ.- 2003. - 22 - №4, с 436-438, 2 ил., табл. 2. Библ. 7. Кит.; рез. англ.

81. Zhang Jianhua. Количественный анализ надежности вентиляционной сети / Zhang Jianhua, Chen Chang-hua// Heilongjiang keji xueyuan xuebao=J. Heilongjiang Inst. Sci. and Technol. - 2006. - 16, №1.- с 12-15, 3 ил. Библ. 5. Кит.; рез. англ.

82. Zhou Li-hong. Принцип и производство расчёта сопротивления прямым замером количества воздуха / Zhou Li-hong, Lu Jun, Liu Xiao-jun.// - Xi'an keji xueyuan xuebao=J. Xi'an Univ. Sci. and Technol.- 2004. - 24, №2. - с 148-150, 165, 2 ил., табл. 3. Библ. 3. Кит.; рез. англ.

83. К вопросу экспертной оценки вентиляционных систем при отсутствии полной информации об их состоянии / А.Ф. Булат, Т.В. Бунько, И.Е. Кокоулин, О.С. Торопчин, Ю.Д. Беликов. // Геотехническая механика: межвед. сб. научных трудов. – Днепропетровск, 2003. – вып. 46. - С. 3-9.

84. Павловский Ю.Н. Имитационные модели и системы. / Ю.Н. Павловский. - М.: ФАЗИС: ВЦ РАН, 2000. 134 с

85. Кравченко М.В. Опыт внедрения программного комплекса "Вентиляция шахт" / М.В. Кравченко, Н.М. Кравченко // Уголь Украины. - 2003. - № 2. - С. 26-28.

86. Осинцев В.В. Программный комплекс (САПР-ВС) для расчета и проектирования сложных вентиляционных систем подземных рудников / В.В. Осинцев, А.Д. Вассерман, С.А. Козырев.// Труды 8 Международного симпозиума "Горное дело в Арктике", Апатиты, 20-23 июня, 2005. – СПб: Иван Федоров, 2005. – С. 172-179.

87 Прицкер А. Введение в имитационное моделирование и язык СЛАМ II: Пер. с англ. / А. Прицкер.. – М.: Мир, 1987.- 646с.

87. Бунько Т.В. Опыт внедрения компьютерной технологии организации проветривания на угольных шахтах Украины / Т.В. Бунько, И.А. Ефремов, И.Е. Кокоулин // Геотехническая механика: межвед. сб. научных трудов. – Днепропетровск, 2003. – Вып. 41. - С. 228-234.

УДК 622.234.5(088.8)

Инженер А.С. Крышнёв
(ГП «Дзержинскуголь»)

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ВИБРАТОРОВ ПРИ ВИБРАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА УГОЛЬНЫЙ ПЛАСТ ЧЕРЕЗ ВМЕЩАЮЩИЕ ПОРОДЫ

Представлено результати лабораторних досліджень системи гідравлічних вібраторів при вібраційній дії на вугільний пласт через вмещуючі породи. Встановлено основні параметри процесу дії – амплітуда та частота імпульсу.

RESULTS OF LABORATORY STUDIES VIBRATORS HYDRAULIC SYSTEM PARAMETERS UNDER VIBRATIONS INFLUENCE ON THE COALBED THROUGH HOST ROCKS

The results of laboratory studies vibrators hydraulic system under vibrations influence on the coalbed through host rocks. The basic parameters of the process of influence - the amplitude and frequency of the pulse.

Исследование характеристик работы систем вибраторов проводилось на лабораторном стенде в соответствии с разработанной и утвержденной методикой испытаний.

Основными задачами лабораторных исследований являются:

1) выбор наиболее приемлемой конструктивной схемы системы гидравлических вибраторов для установления параметров вибрационного воздействия на

массив горных пород;

2) исследование систем вибрационного воздействия на массив горных пород с целью определения их параметров;

3) подтверждение принципиальной возможности использования гидростоек механизированной крепи в качестве генератора колебаний для вибрационного воздействия на угольный пласт через вмещающие породы с целью его разупрочнения и разрушения.

Решение этих задач дает возможность не только разработать средства воздействия на массив горных пород но и установить основные параметры процесса воздействия, что позволяет провести горно-экспериментальные работы по разупрочнению и разрушению угольного пласта через вмещающие породы в шахтных условиях.

Испытания проводились на трех и двух гидростойках.

Фрагменты осциллограмм представлены на рисунках 1 и 2, а полученные при обработке осциллограмм данные сведены в таблицы 1 и 2. На основании их построены графики зависимости изменения давления в поршневых полостях гидростоек от частоты колебаний при различных начальных условиях, представленных на рисунках 3 – 5.

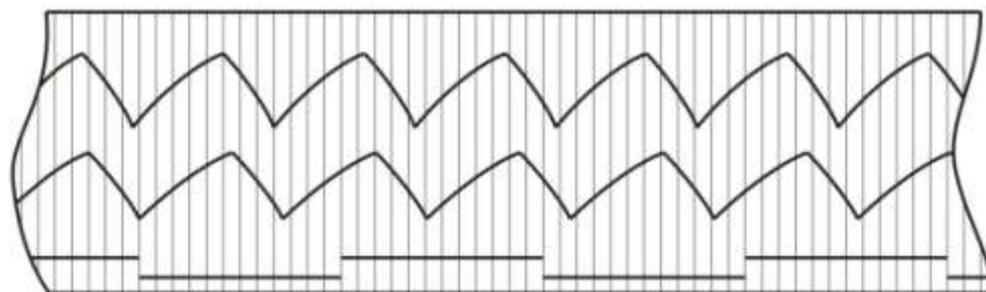


Рис. 1 – Фрагмент осциллограммы испытания системы вибраторов, работающих в непрерывном режиме

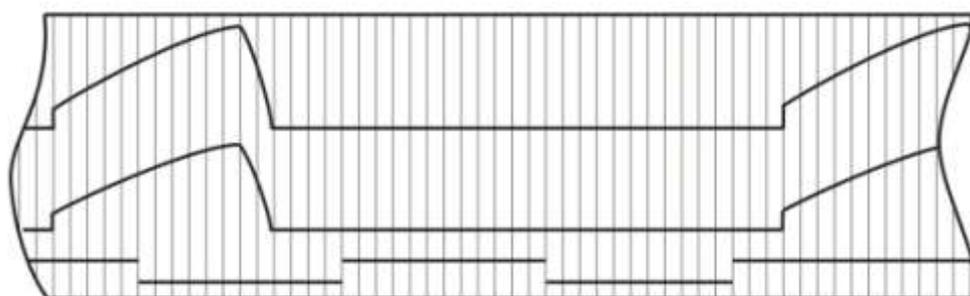


Рис. 2 – Фрагмент осциллограммы испытания системы вибраторов, работающих в импульсном режиме

Таблица 1 – Изменение давления в поршневых полостях трех гидростоек в зависимости от начального давления, начального объема и частоты колебаний поршня

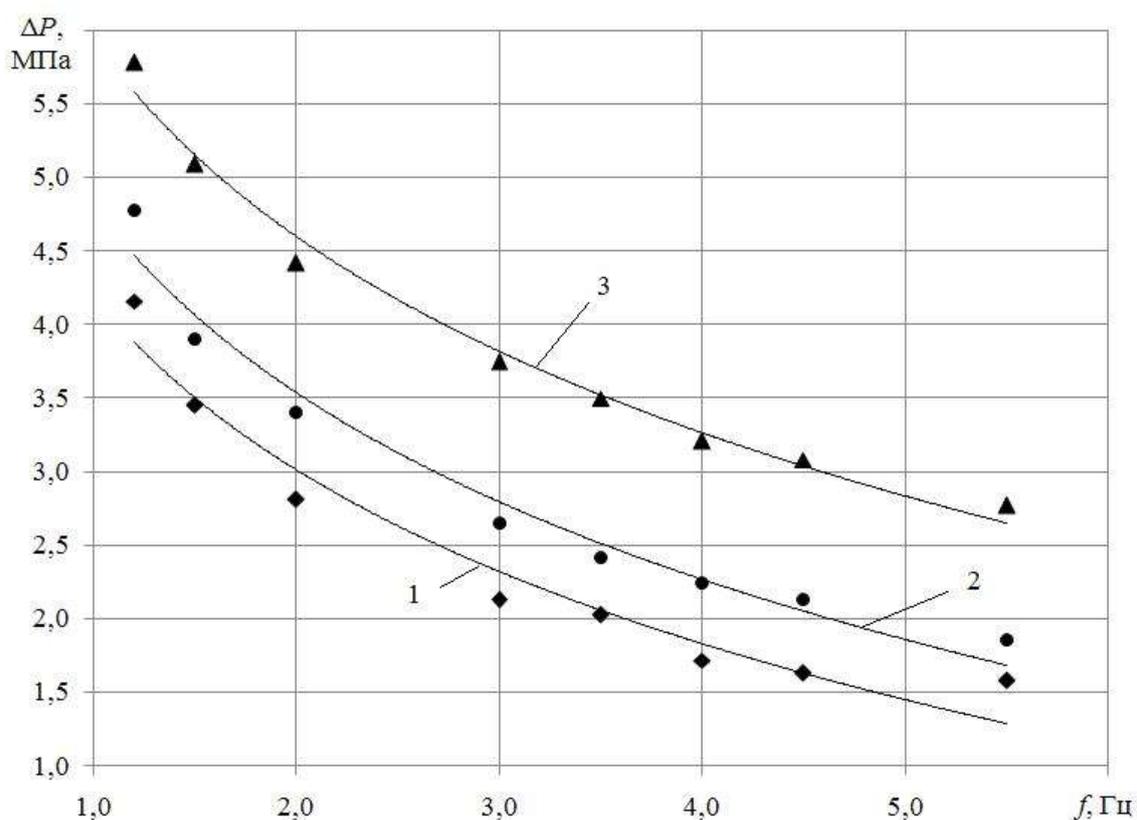
№ стойки	Частота колебаний поршня, f , Гц	Давление в гидростойке, P , МПа		Изменение давления в гидростойке, ΔP , МПа	Начальные условия	
		min	max		Давление в стойке, P_0 , МПа	Объем поршневой полости стойки, V_0 , м ³
1	1,20	2,69	6,85	4,16	8,00	0,00095
2	1,20	2,34	7,12	4,78	8,00	0,00095
3	1,20	2,15	7,93	5,78	8,00	0,00095
1	1,50	2,58	6,03	3,45	8,00	0,00095
2	1,50	2,28	6,18	3,90	8,00	0,00095
3	1,50	2,03	7,12	5,09	8,00	0,00095
1	2,00	2,83	5,64	2,81	8,00	0,00095
2	2,00	2,58	5,98	3,40	8,00	0,00095
3	2,00	2,03	6,45	4,42	8,00	0,00095
1	3,00	2,67	4,80	2,13	8,00	0,00095
2	3,00	2,28	4,93	2,65	8,00	0,00095
3	3,00	2,01	5,76	3,75	8,00	0,00095
1	3,50	2,49	4,52	2,03	8,00	0,00095
2	3,50	2,19	4,61	2,42	8,00	0,00095
3	3,50	1,64	5,14	3,50	8,00	0,00095
1	4,00	2,76	4,48	1,72	8,00	0,00095
2	4,00	2,33	4,57	2,24	8,00	0,00095
3	4,00	1,89	5,10	3,21	8,00	0,00095
1	4,50	2,39	4,02	1,63	8,00	0,00095
2	4,50	2,15	4,28	2,13	8,00	0,00095
3	4,50	1,84	4,92	3,08	8,00	0,00095
1	5,50	2,07	3,65	1,58	8,00	0,00095
2	5,50	1,95	3,81	1,86	8,00	0,00095
3	5,50	2,12	4,89	2,77	8,00	0,00095

Таблица 2 – Изменение давления в поршневой полости двух гидростоек в зависимости от начального давления, начального объема и частоты колебаний поршня

№ стойки	Частота колебаний поршня, f , Гц	Давление в гидростойке, P , МПа		Изменение давления в гидростойке, ΔP , МПа	Начальные условия	
		min	max		Давление в стойке, P_0 , МПа	Объем поршневой полости стойки, V_0 , м ³
1	2,00	3,95	7,00	3,05	7,50	0,00207
2	2,00	0,94	3,22	2,28	7,50	0,00207
1	3,00	3,68	6,11	2,43	7,50	0,00207
2	3,00	0,85	2,52	1,67	7,50	0,00207
1	4,00	3,56	5,59	2,03	7,50	0,00207
2	4,00	0,63	1,93	1,30	7,50	0,00207
1	5,00	3,27	5,07	1,80	7,50	0,00207
2	5,00	0,42	1,72	1,30	7,50	0,00207
1	5,75	3,27	4,84	1,57	7,50	0,00207
2	5,75	0,29	1,54	1,25	7,50	0,00207
1	6,05	3,74	5,21	1,57	7,50	0,00207
2	6,05	0,58	1,83	1,35	7,50	0,00207
1	2,75	5,02	10,99	5,97	11,00	0,00207
2	2,75	2,00	7,28	5,28	11,00	0,00207
1	3,75	5,02	9,65	4,63	11,00	0,00207
2	3,75	2,11	6,03	3,92	11,00	0,00207
1	4,75	5,43	9,23	3,80	11,00	0,00207
2	4,75	2,42	5,57	3,15	11,00	0,00207
1	5,25	1,58	5,11	3,53	11,00	0,00207
2	5,25	0,00	2,70	2,70	11,00	0,00207
1	6,00	1,65	5,02	3,37	11,00	0,00207
2	6,00	0,22	2,84	2,62	11,00	0,00207
1	1,20	5,94	12,30	6,36	13,00	0,00142
2	1,20	6,64	12,51	5,87	13,00	0,00142
1	1,50	5,74	10,88	5,14	13,00	0,00142
2	1,50	7,02	11,45	4,43	13,00	0,00142
1	1,70	5,53	10,86	5,33	13,00	0,00142
2	1,70	7,22	11,17	3,95	13,00	0,00142
1	2,00	5,53	10,15	4,62	13,00	0,00142
2	2,00	6,76	10,44	3,68	13,00	0,00142
1	2,20	5,53	10,04	4,51	13,00	0,00142
2	2,20	6,99	10,21	3,22	13,00	0,00142
1	2,70	5,53	9,63	4,10	13,00	0,00142
2	2,70	6,53	9,52	2,99	13,00	0,00142
1	3,20	4,92	8,61	3,69	13,00	0,00142
2	3,20	5,84	8,37	2,53	13,00	0,00142

Анализ графика на рис. 3 для трех гидростоек подтверждает, что с увеличением частоты колебаний уменьшается изменение давления в поршневых полостях гидростоек, что соответствует проведенным теоретическим исследованиям. Так при частоте колебаний штока $f = 1,2$ Гц среднее значение изменения давления в гидростойках составляет 4,9 МПа, а при $f = 5,5$ Гц – 2,1 МПа. Максималь-

ная частота колебаний поршней трех стоек составила 5,5 Гц.



1 – гидростойка №1, 2 – гидростойка №2, 3 – гидростойка №3

Рис. 3 – Изменение давления в поршневых полостях от частоты колебаний для трех гидростоек

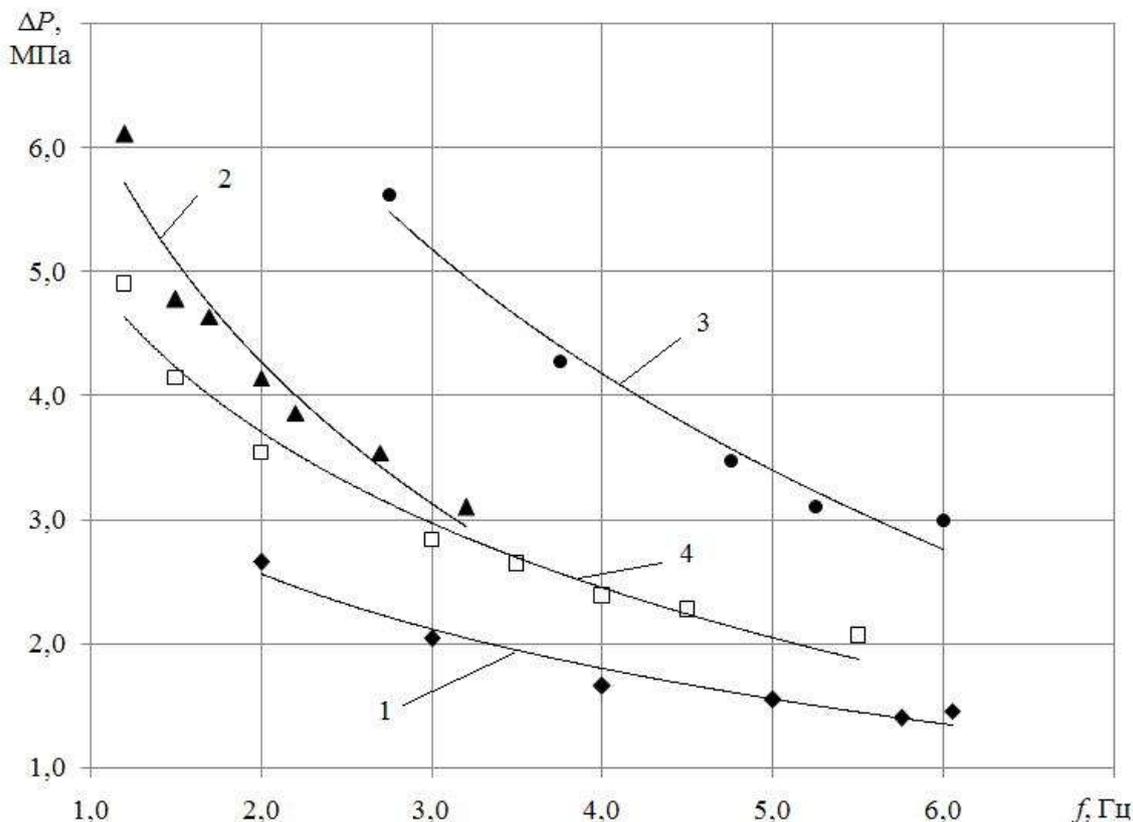
Кривые описываются следующими логарифмическими уравнениями: для гидростойки №1 $P(f) = -1,92\ln(f) + 5,928$ с достоверностью аппроксимации $R^2=0,99$; для гидростойки №2 $P(f) = -1,83\ln(f) + 4,804$ с достоверностью аппроксимации $R^2=0,97$; для гидростойки №3 $P(f) = -1,7\ln(f) + 4,189$ с достоверностью аппроксимации $R^2=0,96$.

Были рассмотрены зависимости изменения давления от частоты колебаний поршня при работе двух гидростоек, их анализ показывает, что характер установившихся зависимостей аналогичен полученным для системы из трех гидростоек. При уменьшении проходного сечения в сливной магистрали наблюдается смещение точки отсчета амплитуды давления в сторону ее увеличения. Определено, что при увеличении давления возрастает создаваемое системой вибраторов усилие воздействия, максимальная величина которого составляла при $P= 13$ МПа для системы из двух гидростоек ~ 710 кН и при $P= 8,0$ МПа для системы вибраторов их трех гидростоек ~ 600 кН

Графики зависимости изменения давления в поршневых полостях гидростоек по средним значениям результатов экспериментальных исследований приведены на рис. 4.

Кривые описываются следующими логарифмическими уравнениями:

- кривая 1 $P(f) = -1,1\ln(f)+3,331$ с достоверностью аппроксимации $R^2=0,96$;
- кривая 2 $P(f) = -2,82\ln(f)+6,237$ с достоверностью аппроксимации $R^2=0,94$;
- кривая 3 $P(f) = -3,49\ln(f)+9,024$ с достоверностью аппроксимации $R^2=0,98$;
- кривая 4 $P(f) = -1,81\ln(f)+4,974$ с достоверностью аппроксимации $R^2=0,98$.



- 1 – две гидростойки при $V_0=0,00207 \text{ м}^3$ и $P_0=7,5 \text{ МПа}$;
- 2 – две гидростойки при $V_0=0,00207 \text{ м}^3$ и $P_0=11,0 \text{ МПа}$;
- 3 – две гидростойки при $V_0=0,00142 \text{ м}^3$ и $P_0=13,0 \text{ МПа}$;
- 4 – три гидростойки при $V_0=0,00095 \text{ м}^3$ и $P_0=8,0 \text{ МПа}$

Рис. 4 – Зависимость средних значений изменения давления в поршневых полостях от частоты колебаний для двух и трех гидростоек при различных начальных условиях

При анализе осциллограмм установлена синхронность и сдвиг по фазе вынужденных колебаний поршней гидростоек. Сдвиг по фазе с повышением частоты колебаний поршней увеличивается с $\varphi = 3^\circ$ при $f = 1 \text{ Гц}$ до $\varphi = 26^\circ$ при $f = 6,5 \text{ Гц}$. На сдвиг по фазе оказывает влияние разность потерь давления на сопротивления трубопроводов после гидрораспределителя.

После проведения испытаний системы вибраторов в непрерывном режиме была проверена работоспособность системы в импульсном режиме. Вначале были проведены испытания системы с ручным управлением. При этом были получены частотно-амплитудные характеристики, время сброса давления жидкости, определена синхронность работы гидростоек.

При обработке осциллограмм получены данные изменения давления в поршневых полостях гидростоек, представленные в табл. 3, и построен график зависимости изменения давления от времени, представленный на рис. 5.

Таблица 3 – Изменение давления в поршневой полости гидростойки в зависимости от времени

Давление в гидростойке, P , МПа		Изменение давления в гидростойке, ΔP , МПа	Время спада давления в гидростойке, t , с
min	Max		
18,50	0,00	18,50	0,18
12,00	0,00	12,00	0,12
12,00	0,00	12,00	0,20
12,00	0,00	12,00	0,13
19,00	0,00	19,00	0,20
12,00	0,00	12,00	0,18
18,50	0,00	18,50	0,20
11,50	0,00	11,50	0,11
19,00	0,00	19,00	0,22
11,00	0,00	11,00	0,15
19,50	0,00	19,50	0,21
12,50	0,00	12,50	0,13
18,00	0,00	18,00	0,17
13,00	0,00	13,00	0,14
19,70	0,00	19,70	0,21
13,50	0,00	13,50	0,15
20,00	0,00	20,00	0,19
14,00	0,00	14,00	0,15
18,50	0,00	18,50	0,20
11,00	0,00	11,00	0,10

Анализируя полученную зависимость, установлено, что максимальная амплитуда колебаний давления составляет 15 МПа, время нарастания импульса от нуля до максимума 7-9 с, а время спада 0,10-0,15 с. Минимальный период повторения импульсов равен 15-20 с. Отсюда частота следования импульсов $f = 0,06$ Гц. Форма импульса треугольная.

При анализе осциллограмм, полученных при испытании системы вибраторов из трех стоек, установлена синхронность их работы при частоте следования импульсов $f = 0,05$ Гц. Сдвиг по фазе вынужденных колебаний поршней гидростоек составлял $\varphi = 5^\circ$. На это оказывает влияние разность усилия срабатывания пружин основных клапанов гидрозамков.

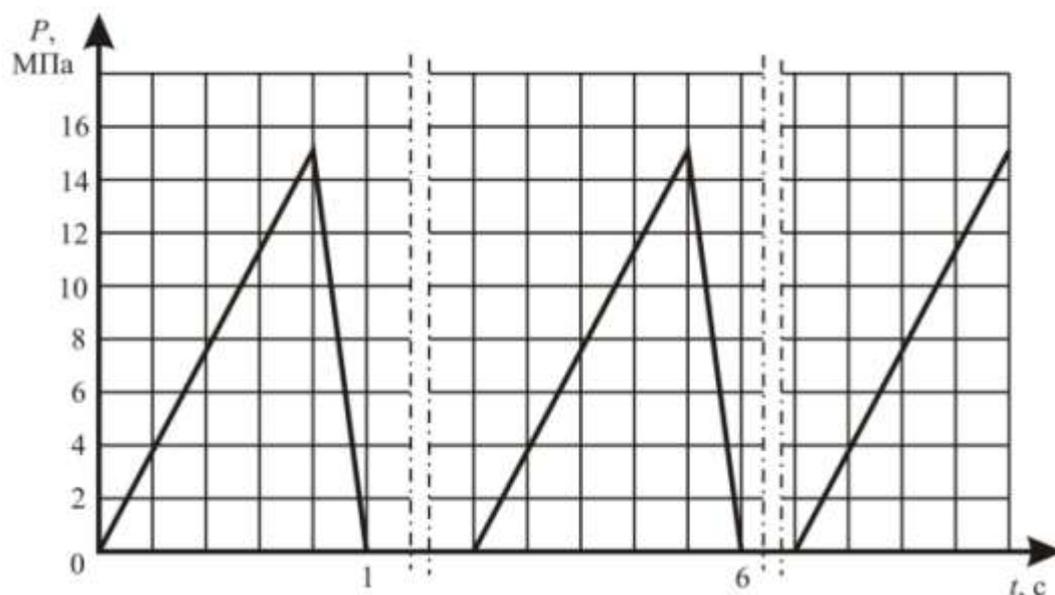


Рис. 5 – Зависимость изменения давления в поршневых полостях гидростоек от времени

Максимальное усилие воздействия, создаваемое системой вибраторов из трех гидростоек, составило 900 кН.

При проведении испытаний существенных неполадок в работе системы вибраторов не возникало. Это говорит о высокой надежности системы.

На экспериментальной установке были определены и характеристики работы системы вибраторов в импульсном режиме с автоматическим управлением.

Полученные данные идентичны характеристикам работы системы вибраторов в импульсном режиме с ручным управлением. Период следования импульсов составлял 15-20 с.

В результате проведенных лабораторных исследований можно сформулировать следующие основные выводы:

1) испытания системы вибраторов в импульсном режиме работы показали преимущества перед системой, работающей в непрерывном режиме и доказали принципиальную возможность ее использования в качестве средства импульсного и волнового воздействия на горный массив;

2) установлены основные параметры процесса вибрационного воздействия: амплитуда и частота импульса.

Канд. техн. наук С.В. Дзюба,
науч. сотр. Н.А. Шмелев,
мл. науч. сотр. Н.В. Коваль
(ИГТМ НАН Украины)

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПРИ ВЕДЕНИИ
ГОРНЫХ РАБОТ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Проведено аналіз технологій підземної розробки родовищ корисних копалин з урахуванням особливостей ведення гірничих робіт в складних гірничо-геологічних умовах та сучасних технологічних схем розробки вугільних пластів із застосуванням гідрозакладки виробленого простору. Представлено класифікацію систем доставки породи при гідрозакладці виробленого простору залежно від відстані місця розробки до місця закладки.

**ANALYSIS OF TECHNOLOGY OF UNDERGROUND DEVELOPMENT
OF MINERAL DEPOSITS FOR MINING WORK IN DIFFICULT
GEOLOGICAL CONDITIONS**

The analysis of technology underground mining of minerals with the peculiarities of mining in complex geological conditions and modern technological schemes for the development of coal seams using hidrolaying produced space. Presented classification systems delivery breed with hidrolaying produced space depending on the distance to the location space development laying.

Существенный опыт закладки выработанного пространства породой получен на шахтах Украины и обусловлен поиском эффективных решений охраны объектов на поверхности и способов управления геомеханическими процессами при отработке запасов в сложных горно-геологических условиях, а также необходимостью снижения объемов выдачи породы из шахт и складирования ее на поверхности [1-5]. Обоснованием соответствующих технологических решений занимались отраслевые институты – ИГД им. А.А. Скочинского, ДонУГИ, ВНИМИ, ВостНИИ; проектные – Днепрогипрошахт и Донгипрошахт; академические – ИГТМ НАН Украины и ИПКОН АН СССР; вузы – ДГИ, ДЛИ, МГИ, ЛГИ и другие организации. Одной из основных проблем при подземной разработке месторождений полезных ископаемых является учет влияния геофильтрационных процессов и явлений на межфазной границе на параметры ведения горных работ, что нашло отображение в трудах известных ученых.

При гидравлической закладке для подачи закладочного материала по трубам в выработанное пространство используется энергия воды. Применяется в основном самотечная или напорная технология закладки. При недостаточной разности геодезических отметок для обеспечения подачи закладки на дальние выемочные поля используется комбинированная закладка: самотечная с размещением насосов вдоль трубопровода. Основные недостатки гидрозакладки – подача большого количества воды в шахту, в 2 – 7 раз больше объема подаваемой породы, трудности отвода отработанной воды и водоотлива загрязненных вод, обводнение откаточных выработок, смежных забоев и выработок, расположенных ниже закладываемого пространства [2].

Достоинства гидравлической закладки – высокая плотность и наименьшая