

was carried out in specific geological and mining conditions of the mines “Im. F.E. Dzerzhinsky”, “Imeni Kosmonavtov” (State Enterprise “Rovenkiantratsit”) and “Dolzhanskaya-Kapitalnaya” (State Enterprise “Sverdlovantratsit”).

Originality. The factor considering the ratio of the ultimate strength of the immediate roof and the main one to their height has been determined. It allowed us to improve the accuracy of the assessment of the degree of breaks in considered work environment.

Practical value. We have obtained the dependence, with the accuracy sufficient for practical application,

which can be used for determining the values of limiting spans of roof caving in the mined-out space. This will contribute in development of activities aiming localization of the rock subsidence and ensuring of the stable operation of the working face without emergency stops under these conditions.

Keywords: *longwall face, poorly caving (hard) roof, rock strength, primary breaks, prediction*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук І.А. Ковалевською. Дата надходження рукопису 15.02.13.

УДК 622.831.322:532538

Ю.А. Жулай¹, канд. техн. наук, ст. научн. сотр.,
А.А. Потапенко²

1 – Институт транспортных систем и технологий Национальной академии наук Украины, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: zhulay@westa-inter.com

2 – Государственное предприятие „Донбасская угольная энергетическая компания“, г. Донецк, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УСТРОЙСТВА ДЛЯ ГИДРОИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УГОЛЬНЫЙ ПЛАСТ

Yu.A. Zhulay¹, Cand. Sci. (Tech.), Senior Research
Fellow
A.A. Potapenko²

1 – Institute of Transport Systems and Technologies of National Academy of Sciences of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: zhulay@westa-inter.com

2 – State Enterprise “Donbasskaya Ugolnaya Energeticheskaya Kompaniya”, Donetsk, Ukraine

RESEARCH OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE DEVICE FOR HYDRO PULSE ACTION ON COAL LAYER

Для повышения эффективности профилактических мероприятий по борьбе с внезапными выбросами угля и газа, взрывами метана в шахтах Институтом геотехнической механики (ИГТМ) НАН Украины разработаны способ и устройство гидроимпульсного воздействия на угольные пласты, обеспечивающие их качественное проведение.

Цель. Установить характер изменения динамических характеристик устройства для гидроимпульсного воздействия на угольные пласты (УГИВ) и кавитационного генератора упругих колебаний давления жидкости (КГ), провести их сравнительный анализ.

Методика. Базируется на экспериментально установленных зависимостях частоты и величины импульсов давления жидкости от значения подпора в диапазоне его изменения от 1 до 12 МПа, позволяющих определить характер изменения динамических характеристик КГ и УГИВ, и выполнить их сопоставление.

Результаты. Представлены экспериментальные динамические характеристики КГ и УГИВ, установлен характер их изменения

Научная новизна. Впервые обосновано снижение уровня пульсаций давления УГИВ по сравнению с уровнем, генерируемым КГ, установлена природа существования резонансов на амплитудно-частотной характеристике (АЧХ) трубопровода-имитатора скважины.

Практическая значимость. Рассмотрение приведенных зависимостей подтверждает возможность повышения эффективности гидрорыхления и дегазации выбросоопасного угольного пласта с глубиной его залегания до 1000 м в зонах низкой гидравлической проницаемости.

Ключевые слова: *выбросоопасность, генератор упругих колебаний давления жидкости, устройство гидроимпульсного воздействия, динамические характеристики*

Постановка проблемы. Увеличение добычи угля из газообильных пластов, залегающих на больших глубинах, сдерживается основным природным барьером их безопасной разработки – газодинамическим фактором. Внезапные выбросы, взрывы метана и угольной пыли приводят к катастрофическим последствиям. Гидрорыхление призабойной части угольного пласта статическим нагнетанием жидкости [1], как

ром их безопасной разработки – газодинамическим фактором. Внезапные выбросы, взрывы метана и угольной пыли приводят к катастрофическим последствиям. Гидрорыхление призабойной части угольного пласта статическим нагнетанием жидкости [1], как

основное профилактическое мероприятие борьбы с этими явлениями в шахтах, становится неэффективным [2]. Это связано с ухудшением горно-геологических условий (наличие пород, склонных к размоканию, обрушению и пучению), а также влиянием горнотехнического фактора (формированием впереди забоя выработки зон разгрузки и повышенного горного давления), что снижает эффективность фильтрации жидкости по всей мощности слоев и пропластков, слагающих угольный пласт.

Решение данной проблемы стало возможным после ряда исследований импульсного нагнетания жидкости в угольный пласт. Порождая в упругой среде переменное напряжение и не перегружая массив угля в целом, такое воздействие способствует образованию разветвленной системы микротрещин. Вследствие чего растет эффективная пористость угля, обеспечиваются условия для повышения его влажности и ослабления массива.

Одним из перспективных направлений гидроимпульсного воздействия является использование периодически-срывной кавитации в потоке технологической жидкости при рыхлении пласта. Такое течение организуется с помощью гидравлического канала (трубки Вентури специальной геометрии, названной КГ), преобразующего стационарный поток жидкости в дискретно-импульсный, как показано в работах академика НАН Украины В.В. Пилипенко.

Анализ последних исследований и публикаций. Проведенные ИГТМ НАН Украины исследования в развитии этого направления позволили разработать перспективное устройство для гидроимпульсного воздействия на угольные пласты [3]. Были обоснованы геометрические параметры этого устройства [4] и определены его динамические характеристики – зависимости импульсов давления и частоты их следования от давления подпора в пласте [5].

На рис. 1 приведена схема расположения устройства для гидроимпульсного воздействия (УГИВ) в скважине забоя подготовительной выработки. УГИВ состоит из напорного трубопровода 4, погружного КГ 5 с присоединенным к нему последиффузорным каналом 8.

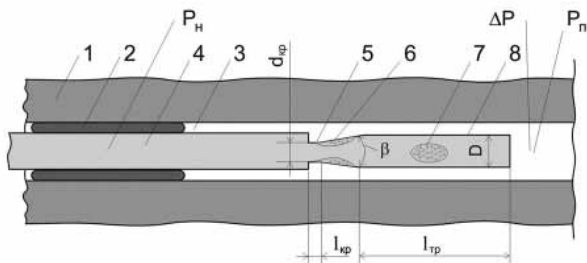


Рис. 1. Схема расположения УГИВ в скважине: 1 – угольный пласт; 2 – герметизатор; 3 – скважина; 4 – напорный трубопровод; 5 – кавитационный генератор; 6 – оседлая каверна; 7 – оторвавшаяся и снесенная по потоку часть каверны; 8 – последиффузорный канал

УГИВ характеризуется геометрическими, режимными и динамическими параметрами. Основным критерием выбора геометрических параметров УГИВ была реализация в скважине максимальных значений размаха колебаний давления технологической жидкости [4,5]. Геометрические размеры исследуемого УГИВ приведены ниже:

- диаметр критического сечения $d_{кр} = 2,5$ мм;
- длина критического сечения $l_{кр} = 3,0$ мм;
- угол раствора диффузора $\beta = 20$;
- диаметр выходного сечения диффузора $D = 10$ мм;
- длина последиффузорного канала $l_{тр} = 250$ мм.

Режимными параметрами устройства являются давление на входе в генератор P_n , давление подпора P_n и расход жидкости Q , а динамическими – частота f и размах колебаний давления жидкости ΔP .

Запитка УГИВ осуществлялась от реально действующей насосной установки, используемой на шахтах Донецкого бассейна, с расходом жидкости 54 л/мин и давлением нагнетания 20 МПа.

Устройство работает следующим образом. При подаче жидкости по напорному трубопроводу 4 на вход генератора 5 под давлением P_n со скоростью v_0 в его критическом сечении происходит резкое падение давления и рост скорости жидкости до значений – $P_{кр}, v_{кр}$. Это приводит к разрыву сплошности жидкости и образованию каверны 6, заполненной парами выделившегося из жидкости газа. Оседлая каверна распространяется вдоль стенок критики и диффузора и, при достижении определенных размеров, отрывается от стенок генератора, сносится по потоку и захлопывается в зоне повышенного давления 7 последиффузорного канала 8, создавая высокоамплитудное пульсирующее течение. Отличительной особенностью такого течения являются стабильность частоты роста и отрыва кавитационной каверны, расположенной в диффузоре, и её захлопывания (500 – 7000 Гц), а также отсутствие зависимости частоты колебаний от длины выходного трубопровода за местным сужением, которое указывает на неакустическую природу высокочастотных колебаний. Такую кавитацию называют гидродинамической.

Результаты горно-экспериментальных работ по оценке эффективности применения УГИВ в технологической схеме гидрорыхления показали, что устройство обеспечивает его качественное проведение и дегазацию выбросоопасных угольных пластов с низкой гидравлической проницаемостью в зонах повышенного горного давления при проведении подготовительных выработок комбайнами.

Нерешенными задачами в работах [4,5] являются сопоставление результатов автономных испытаний КГ (рис. 2) и испытаний УГИВ в трубопроводе-имитаторе скважины (рис. 3), объяснение природы резонансных частот на амплитудно-частотной характеристике (АЧХ) устройства.

Целью настоящей работы является определение характера изменения динамических характеристик УГИВ (по испытаниям в трубопроводе-имитаторе скважины) и КГ (по результатам автономных испытаний), проведение их сравнительного анализа.

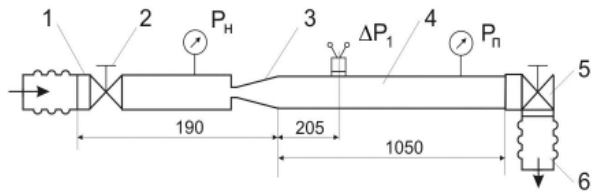


Рис. 2. Схема автономных испытаний КГ: 1 – входной трубопровод с регулируемым дросселем 2; 3 – кавитационный генератор; 4 – выходной трубопровод с бобышкой для установки датчика давления и подпорным дросселем 5; 6 – сливной трубопровод стенда

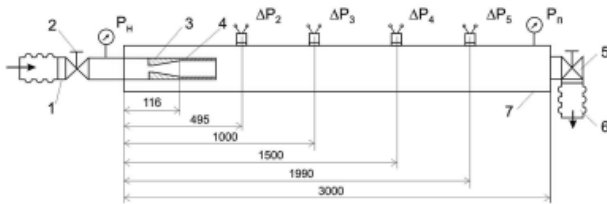


Рис. 3. Схема испытаний УГИВ: 1 – входной трубопровод с регулируемым дросселем 2; 3 – генератор; 4 – последиффузорный канал; 5 – подпорный дроссель; 6 – сливной трубопровод стенда; 7 – трубопровод-имитатор скважины

Изложение основного материала. Сопоставление динамических характеристик УГИВ и КГ проводим:

- по зависимостям частоты f и пульсаций ΔP от давления подпора P_n при его изменении от 1 до 12 МПа, так как именно этот диапазон характерен для выбросоопасных угольных пластов;
- по АЧХ устройства, позволяющим установить соответствие динамического нагружения угольного пласта минимально необходимым параметрам воздействия при его гидроимпульсном рыхлении.

На рис. 4 представлены экспериментальные зависимости частоты пульсаций давления жидкости f от давления подпора P_n при автономных испытаниях генератора (рис. 2) и при испытаниях погружного УГИВ в трубе-имитаторе скважины (рис. 3) при давлении нагнетания $P_n = 20$ МПа.

Анализ этих зависимостей показывает, что их характер близок к линейному. Пульсации давления жидкости по длине трубопровода-имитатора скважины зарегистрированы во всем диапазоне изменения давления подпора P_n от 1 до 12 МПа. В исследованном диапазоне давления подпора частота следования импульсов, обусловленных схлопыванием кавитационных каверн, находится в диапазоне от 1000 до 7000 Гц. С увеличением подпора частота растет, практически, по линейному закону. Отмечается также удовлетворительное согласование частот, полученных при автономных испытаниях генератора и испытаниях погружного устройства

гидроимпульсного воздействия в трубе-имитаторе скважины.

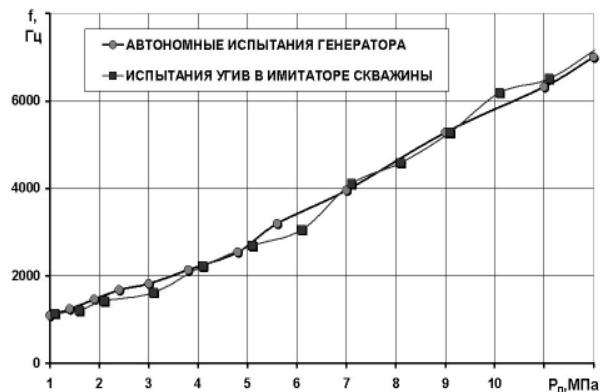


Рис. 4. Экспериментальные зависимости частоты пульсаций давления жидкости f от давления подпора P_n при $P_n = 20$ МПа и $Q = 54$ л/мин

Результаты автономных испытаний КГ (рис. 2) и испытаний УГИВ в трубопроводе-имитаторе скважины в виде зависимостей величин пульсаций ΔP в различных сечениях трубопровода по его длине (рис. 3) от давления подпора P_n представлены на рис. 5.

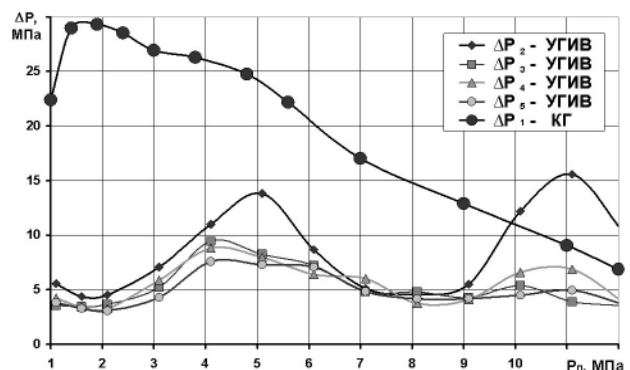


Рис. 5. Зависимости пульсаций давления ΔP в различных сечениях трубопровода-имитатора скважины от давления подпора P_n

Из представленных зависимостей видно, что при автономных испытаниях КГ размах ΔP_1 колебательной величины давления с ростом подпора P_n увеличивается, достигая максимального значения 28 МПа (при $P_n = 2$ МПа), и в дальнейшем уменьшается до 7 МПа при давлении подпора 12 МПа. Максимальное значение размаха ΔP_1 превышает давление на входе в генератор примерно в 1,4 раза.

Анализ результатов испытаний УГИВ в трубопроводе-имитаторе скважины показывает, что пульсации давления жидкости существуют во всем исследованном диапазоне изменения давления подпора P_n от 1 до 12 МПа. Изменение величин пульсаций давления

$\Delta P_2 - \Delta P_5$ от подпора P_n нелинейно. Имеется два ярко выраженных максимума: первый – в диапазоне значений давления подпора $P_n \approx 4,1 - 5,1$ МПа на частоте $f \approx 2200 - 2700$ Гц ($\Delta P_2 = 13,8$; $\Delta P_3 = 9,4$; $\Delta P_4 = 8,8$ и $\Delta P_5 = 7,6$ МПа) и второй – при $P_n \approx 11,1$ МПа на частоте $f \approx 6500$ Гц ($\Delta P_2 = 15,6$; $\Delta P_3 = 3,9$; $\Delta P_4 = 6,9$ и $\Delta P_5 = 5,0$ МПа).

Попытка обосновать наличие этих максимумов была предпринята в работе [4] и объяснялась взаимодействием прямой и обратной волны импульса при отражении его с торца трубопровода-имитатора скважины, что, на взгляд авторов работы, маловероятно.

Наличие двух максимумов на зависимости пульсаций давления ΔP от давления подпора P_n можно объяснить с позиции теории пассивных четырехполюсников к расчету распространения колебаний давления (Гризодуб Ю.Н.), совпадением частоты вынужденного воздействия (генератора) с одной из собственных частот последиффузорного канала и наступлением резонанса.

При значениях давления подпора $P_n \approx 4,1-5,1$ МПа и давлении нагнетания $P_n = 20$ МПа последиффузорный канал на конце можно считать открытым. Тогда первая собственная частота для такого трубопровода определяется по выражению

$$f = \frac{c}{2l_{тр}},$$

где c – скорость звука в жидкости; $l_{тр}$ – длина последиффузорного канала.

При скорости звука $c = 1300$ м/с и длине последиффузорного канала $l_{тр} = 0,25$ м его собственная частота равна 2600 Гц, что соответствует первой резонансной частоте зависимости пульсаций давления ΔP по длине имитатора скважины от давления подпора P_n .

При значении давления подпора $P_n \approx 11,1$ МПа последиффузорный канал на конце можно считать закрытым. Тогда собственные частоты для такого трубопровода определяются формулой

$$f = \frac{c}{4l_{тр}}(2n + 1),$$

где $n = 1, 2, 3, 4 \dots$, вторая собственная частота последиффузорного канала равна 6500 Гц и соответствует второй резонансной частоте зависимости пульсаций давления ΔP по длине имитатора скважины от давления подпора P_n .

Измерениями давления в жидкости, выполненными Харрисоном, установлено, что в центре схлопывания кавитационного пузыря диаметром от 5 мм величина импульса давления достигает 400 МПа. В то же время отмечается, что уменьшение максимального давления от центра схлопывания пропорционально

$1/R$ ($R = 5$ мм – в нашем случае радиус трубопровода, где схлопывается каверна).

При автономных испытаниях КГ соотношение $R/r = 2$ ($r = 2,5$ мм – радиус кавитационного пузыря) и максимальное давление уменьшается более, чем на порядок и составляет, как это видно из рис. 5, примерно 30 МПа.

Снижение уровня пульсаций давления (за исключением резонансных значений) в трубопроводе-имитаторе скважины при работе УГИВ по сравнению с размахами колебаний, генерируемых КГ, объясняется потерями колебательной энергии на внезапное расширение потока жидкости при выходе из последиффузорного канала в зависимости от интенсивности импульсной нагрузки. Так, при частоте следования импульсов давления 1500 Гц снижение уровня пульсаций при работе УГИВ, по сравнению с генерируемых КГ, составляет примерно 6 раз. Рост частоты до 6000 Гц приводит к снижению этого значения, уменьшение уровня пульсаций составляет примерно 2 раза.

По результатам испытаний УГИВ были определены амплитудно-частотные характеристики трубопровода-имитатора скважины на различных расстояниях от выходного сечения генератора (схема установки датчиков на рис. 3) в интересующем нас диапазоне изменения давления подпора P_n от 1 до 12 МПа.

Экспериментальные АЧХ представлены на рис. 6. Здесь же приведены рабочие параметры гидроимпульсного воздействия на выбросоопасные угольные пласты для разных значений модуля упругости $E = 3 \cdot 10^2(1)$; $5 \cdot 10^2(2)$ и $2 \cdot 10^3$ МПа (3) при их гидрорыхлении в направлении малой проницаемости [6].

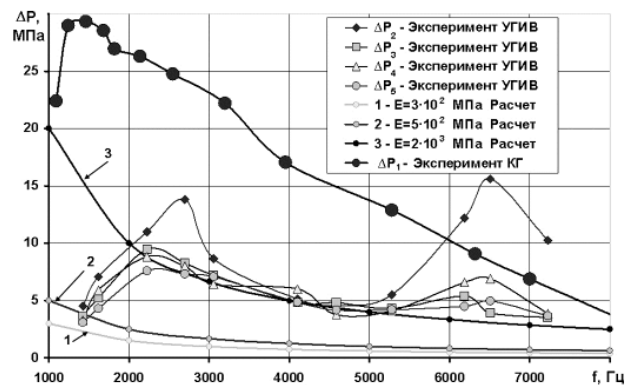


Рис. 6. Экспериментальные АЧХ в различных сечениях трубопровода-имитатора скважины и расчетные минимально необходимые значения параметров гидроимпульсного воздействия на угольный пласт

Как и следовало ожидать, на экспериментальных АЧХ трубопровода-имитатора скважины проявляются

два резонанса. Первый – на частоте $f \approx 2700$ Гц и связан с совпадением частоты вынужденного воздействия (генератора) с первой собственной частотой последиффузорного канала; второй резонанс – на второй собственной частоте этого канала при $f \approx 6500$ Гц.

Из сопоставления экспериментальных зависимостей размаха колебаний давления жидкости $\Delta P_2 - \Delta P_5$ от частоты их следования f и расчетных рабочих параметров импульсного гидрорыхления угольного пласта следует, что:

- динамические УГИВ при давлении нагнетания $P_n = 20$ МПа и расходе жидкости $Q = 54$ л/мин в диапазоне изменения подпора P_n от 1 до 12 МПа полностью удовлетворяют требованиям зависимости минимально необходимых значений параметров гидроимпульсного воздействия на угольный пласт при его рыхлении для значений модуля $E = 3 \cdot 10^2$ и $5 \cdot 10^2$ МПа. Давление нагнетания не превышает расчетную величину $P_n \leq 0,75\gamma H$, которая обеспечивает безопасность ведения горных работ, и для $H = 1000$ м составляет 21,8 МПа;

- при сжатии перпендикулярно напластованию ($E = 2 \cdot 10^3$ МПа) динамические характеристики генератора удовлетворяют требованиям зависимости рациональных значений импульсов давления от частоты в рабочем диапазоне изменения частот $f \approx 2,2-7$ КГц, что соответствует диапазону давлений подпора P_n от 4,1 до 12,1 МПа.

Однако, рассматривая физический процесс гидроимпульсного рыхления угольного пласта, следует отметить, что при первоначальной работе генератора в диапазоне низких значений давление подпора в пласте ($P_n \leq 4$ МПа), когда уровень значений импульсов и частота их следований находятся ниже минимально необходимых значений параметров гидроимпульсного воздействия, трещины в угольном пласте развиваться не будут. Давление подпора, за счет накачки жидкости в пласт, будет повышаться. При достижении значения $P_n \geq 4$ МПа режимные параметры генератора автоматически перейдут в область значений ΔP и f , равных или превышающих минимально необходимые значения гидроимпульсного рыхления угольного пласта. То есть, генератор способствует переходу на как бы саморегулирующийся процесс, самостоятельно устанавливая свои режимные и динамические параметры, соответствующие или превышающие минимально необходимые значения гидроимпульсного воздействия на угольный пласт. Это позволит провести эффективное рыхление угольного пласта в направлениях сжатия по напластованию и по нормали к нему.

Выводы. Анализ результатов испытаний динамических характеристик КГ и УГИВ, их сопоставление и определение характера изменения позволили установить, что:

- наблюдается удовлетворительное согласование частот, полученных при автономных испытаниях генератора и испытаниях погружного устройства гидроимпульсного воздействия в трубе-имитаторе скважины;

- снижение уровня пульсаций давления в трубопроводе-имитаторе скважины при работе УГИВ по сравнению с размахами колебаний, генерируемых КГ, объясняется потерями колебательной энергии на внезапное расширение потока жидкости при выходе из последиффузорного канала в зависимости от интенсивности импульсной нагрузки;

- наличие двух максимумов на АЧХ трубопровода-имитатора скважины вызвано совпадением частоты вынужденного воздействия (генератора) с одной из собственных частот последиффузорного канала и наступлением резонанса;

- динамические характеристики УГИВ при давлении нагнетания $P_n=20$ МПа и расходе жидкости $Q=54$ л/мин в диапазоне изменения давления подпора P_n от 1 до 12 МПа полностью удовлетворяют требованиям зависимости минимально необходимых значений параметров гидроимпульсного воздействия на угольный пласт. Это обеспечивает повышение эффективности профилактических мероприятий по борьбе с газодинамическими явлениями в шахтах.

Список литературы / References

1. СОУ 10.1.00174088.011-2005. Правила ведения гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ. Введений уперше 30.12. 2005 Мінвуглепром України. – К.: Вид-во Мінвуглепром України, 2005. – 225 с.

SOU 10.1.001740088-2005. Pravila vedennia girnychkykh robit na plastakh skhylnykh do gazodynamichnykh yavysch [Rules of Mining on Layers Prone to Gas-Dynamic Phenomena]. Introduced firstly on December 30, 2005, Minugleprom Ukrainy, Kyiv, 225 p.

2. Бойко Я.И. Повышение эффективности гидрорыхления выбросоопасных угольных пластов в подготовительных выработках и нишах. / Я.И. Бойко, А.В. Никифоров, А.А. Рубинский // Способы и средства создания безопасных условий труда в угольных шахтах: сб. научн. тр. МакНИИ. – Макеевка-Донбас, 2009. – № 2(24). – С. 52–57.

Boyko, Ya.I., Nikiforov, A.V. and Rubinskyi, A.A. (2009), "Increase of efficiency of hydro loosening of outburst-prone coal layers in development working and in niches", *Sposoby i sredstva soydaniya bezopasnykh usloviy truda v shakhtakh: sbornyk nauchnykh trudov MakNII*, no. 2 (24), pp. 52–57.

3. Пат. 87038 Україна, МПК E21F 5/02. Пристрій для гідроімпульсного впливу на вугільний пласт / Л.М. Васильев, Ю.О. Жулай, В.В. Зберовський, П.Ю. Моисеенко, М.Я. Трохимец; заявник і патентовласник ІГТМ НАН України. – № а 200710209/9822; заявл. 13.09.07; опубл. 10.06.09, Бюл. № 11.

Vasilyev L.M., Zhulay Yu.A., Zberovsky V.V., Moiseenko P.J. and Trokhimets, N.J. *Ustrojstvo dlya hidroimpulsnogo vozdejstviya na ugolnyj plast* [Device for Hydro Pulse Action on Coal Layer], Patent 87038 Ukraine, MKY E21F 5/02, declarant and patent holder: Institute of Geotechnical Mechanics of National Acade-

my of Science of Ukraine, declaration date 13.09.07, published June 06, 2009, Bulletin no. 11.

4. Моисеенко П.Ю. Обоснование параметров кавитационного генератора для гидрорыхления угольных пластов: автореф. дис. на соискан. научн. степ. канд. техн. наук: спец. 05.05.06 / П.Ю. Моисеенко – Днепрпетровск, 2010. – 20 с.

Moiseenko, P.Yu. (2009), “*Obosnovaniye parametrov kavitatsyonnogo generatora dlya rykhleniya ugolnykh plastov*” [Substantiation of parameters of cavitation generator for hydro loosening of coal layers], Abstract of Cand. Sci. (Tech.) dissertation, Institute of Geotechnical Mechanics of National Academy of Science of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine, 20 p.

5. Ангеловский А.А. Исследование динамических характеристик кавитационного генератора и оценка их соответствия параметрам выбросоопасных угольных пластов / А.А. Ангеловский, Ю.А. Жулай // Зб. наук. пр. НГУ України – Дніпропетровськ, 2012. – № 37. – С. 55–64.

Angelovskiy, A.A. and Zhulay, Yu.A. (2012), “Research of dynamic characteristics of cavitation generator and estimation of their compliance with the parameters of outburst-prone coal layers”, *Zbirnyk naukovykh prats' NGU Ukrainy*, no. 37, pp. 55–64

6. Исследование динамических характеристик генератора упругих колебаний при гидрорыхлении угольного пласта / А.А. Ангеловский, Ю.А. Жулай, В.В. Зберовский, А.С. Ворошилов // Збірник наукових праць НГУ України – Дніпропетровськ: РВК НГА, 2012. – № 38. – С. 35–41

Angelovskiy, A.A., Zhulay, Yu.A., Zberovskiy, V.V. and Voroshilov, A.S. (2012), “Research of dynamic characteristics of generator of elastic vibrations at hydro loosening of a coal layer”, *Zbirnyk naukovykh prats' NGU Ukrainy*, no. 38, pp. 35–41

Для підвищення ефективності профілактичних заходів щодо боротьби з раптовими викидами вугілля й газу, вибухами метану в шахтах Інститутом геотехнічної механіки (ІГТМ) НАН України розроблені спосіб і пристрій гідроімпульсного впливу на вугільні пласти, що забезпечують їх якісне проведення.

Мета. Установити характер зміни динамічних характеристик пристрою для гідроімпульсного впливу на вугільні пласти (ПГІВ) і кавітаційного генератора пружних коливань тиску рідини (КГ), провести їх порівняльний аналіз.

Методика. Базується на експериментально встановлених залежностях частоти та величини імпульсів тиску рідини від значення підпору в діапазоні його зміни від 1 до 12 МПа, що дозволяють визначити характер зміни динамічних характеристик КГ і ПГІВ, виконати їх зіставлення.

Результати. Представлені експериментальні динамічні характеристики КГ і ПГІВ, установлений характер їх зміни.

Наукова новизна. Уперше обґрунтоване зниження рівня пульсацій тиску ПГІВ у порівнянні з рівнем, генерованим КГ, установлена природа існування резонансів на амплітудно-частотній характеристиці (АЧХ) трубопроводу-імітатору свердловини.

Практична значимість. Розгляд наведених залежностей підтверджує можливість підвищення ефективності гідророзпушування й дегазації викодонебезпечного вугільного пласта з глибиною його залягання до 1000 м у зонах низької гідравлічної проникності.

Ключові слова: *викодонебезпека, генератор пружних коливань тиску рідини, пристрій гідроімпульсного впливу, динамічні характеристики*

To increase the efficiency of measures preventing the sudden outbursts of coal and gas and methane explosions in mines, Institute of Geotechnical Mechanics (IGTM) of National Academy of Sciences of Ukraine has developed the method and the device for hydro pulse action on coal layers, providing qualitative implementation of these measures.

Purpose. Determination of the character of dynamical characteristics of the device for hydro loosening of coal layers (UGIV) and cavitation generator of fluid pressure elastic oscillations (KG) and their comparative analysis.

Methodology. The study was based on experimentally obtained dependencies of frequency and size of fluid pressure on backup value within the variation range from 1 to 12 MPa that allows determining the behavior of KG and UGIV and making their comparison.

Findings. The experimental dynamic characteristics of KG and UGIV and their behavior have been determined.

Originality. Reduction of pressure pulsations of UGIV in comparison with ones of KG has been substantiated for the first time, the nature of resonance at amplitude-frequency characteristics of the hole simulating pipeline has been determined.

Practical value. The examination of the mentioned dependences confirms the possibility of improvement of efficiency of hydro loosening and degassing of an outburst-prone coal layer having occurrence depth up to 1000 m in the areas with low hydraulic permeability.

Keywords: *outburst hazard, generator of elastic vibrations of fluid pressure, device for hydro impulsive action, dynamic characteristics*

Рекомендовано до публікації докт. фіз.-мат. наук О.А. Зевіним. Дата надходження рукопису 13.02.13.