

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ  
Институт горного дела и геологии  
Академия строительства Украины



*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ*

**ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**ШАХТ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ**  
Материалы **Международной** научно-технической  
конференции молодых ученых, аспирантов и студентов,  
организованной кафедрой «Строительство шахт  
и подземных сооружений» ДонНТУ

Посвящается 90-летию  
Донецкого национального технического университета

Выпуск №17

Донецк - 2011

УДК 622.235.012

Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений. Сб. научн. трудов. Вып 17, – Донецк: «Норд – Пресс», 2011. – 285 с.

В сборнике приведены результаты научных разработок молодых ученых, аспирантов и студентов, которые представлены на международную конференцию 6 - 8 апреля 2011г., организованную кафедрой «Строительство шахт и подземных сооружений» Донецкого национального технического университета.

Сборник предназначен для специалистов шахтостроителей, строителей подземных сооружений и студентов вузов горных специальностей.

### ***Редакционная коллегия***

докт. техн. наук, профессор, директор Института горного дела и геологии	Булгаков Ю.Ф.
докт. техн. наук России, директор НТЦ «Шахтострой», действительный член Академии строительства Украины	Быков А.В.
докт. техн. наук, профессор ДонНТУ, действительный член Академии строительства Украины, зав. каф. СШиПС, ДонНТУ	Шевцов Н.Р.
докт. техн. наук, профессор ДонНТУ, действительный член АГН Украины, И.О. генер. дир. ШСК «Донецкшахтопроходка»	Левит В.В.
докт. техн. наук, профессор ДонНТУ действительный член Академии строительства Украины, проф. ДонНТУ, зам. зав. каф. СШиПС	Борщевский С.В.
докт. техн. наук, профессор НГУ, действительный член Академии строительства Украины, зав. каф. ГС, НГУ	Шашенко А.Н.
докт. техн. наук, профессор зав. каф. геостроительства ИЭЭ НТУУ (КПИ)	Кравец В.Г.
докт. техн. наук, профессор, проф. ТулГУ	Саммаль А.С.
докт. техн. наук, профессор, ШИ ЮРГТУ, иностранный член Академии строительства Украины	Прокопов А.Ю.

### ***Компьютерная верстка***

Д.т.н., проф,

Борщевский С.В.

За справками обращаться по адресу:  
83000, г. Донецк, ул. Артема, 58, Донецкий национальный тех-  
нический университет, кафедра «Строительство шахт и подзем-  
ных сооружений», тел. 301-09-23, 301-09-83, 301-03-23

E-mail: [borshevskiy@gmail.com](mailto:borshevskiy@gmail.com),  
[const@mine.dgtu.donetsk.ua](mailto:const@mine.dgtu.donetsk.ua)

32. **НАДІЙНІСТЬ ЗАКРІПЛЕННЯ ІН'ЄКЦІЙНОГО АНКЕРУ** 66  
*К.т.н., доц. Гузченко В. Т., маг. Волкова К. А., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна*
33. **НАДІЙНІСТЬ ЗАКРІПЛЕННЯ ІН'ЄКЦІЙНОГО АНКЕРУ** 67  
*К.т.н., доц. Гузченко В. Т., маг. Волкова К. А., Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна*
34. **ВОЗВЕДЕНИЕ НАБРЫЗГБЕТОННОЙ КРЕПИ ВЗРЫВОМ** 68  
*К.т.н., доц. Хоменчук О.В., д.т.н., проф. Борщевский С.В., студ. Гончаренко В.В., Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина*
35. **НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ БЕТОННОЙ КРЕПИ** 69  
*Д.т.н., проф. Сергеев С.В., студ. Бережной В.П., Национальный исследовательский университет «БелГУ», г. Белгород, Россия*
36. **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ МІЦНОСТІ БЕТОННОЇ СУМІШІ ПРИ ДИНАМІЧНОМУ ВПЛИВІ** 72  
*Шайдецька Л.В., ст. викладач, НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна*
37. **ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ РАБОТЫ ВИБРО-ОЧИСТИТЕЛЯ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ** 73  
*Инж. Арефьев Е.М., к.т.н., доц. Хищенко Н.В. студ. Пучка Р.С., ДонНТУ, Донецк, Украина*
38. **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВИБРОВДАВЛИВАНИЯ СВАЙ** 75  
*Д.т.н., проф. Минеев С.П., студ. Багаев А.П., Лукьяненко А.С., Выстороп Е.С., Быченко А.В., НГУ, г. Днепропетровск, Украина.*
39. **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ВЫРАБОТОК ШАХТ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА** 77  
*Д.т.н., проф. Солодянкин А.В., асп. Халимендик А.В., асп. Кравченко К.В., НГУ, г. Днепропетровск, Украина*
40. **ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ БОЛЬШИХ ЗОН РАЗРУШЕННЫХ ПОРОД** 80  
*Д.т.н. проф. Солодянкин А.В., асп. Кравченко К.В., асп. Халимендик А.В., НГУ, г. Днепропетровск, Украина*
41. **ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ТИСКУ ЗВОРотної ХВИЛІ НАПРУЖЕНЬ НА СТІНКИ ПОРОЖНИНИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ КОЛЬМАТАЦІЇ ҐРУНТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИБУХУ** 83  
*Ст. викл. Шайдецька Л.В., НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна*
42. **ПОСЛІДОВНІСТЬ УТВОРЕННЯ ПОЛЯ ДЕФОРМАЦІЙ ҐРУНТОВОГО МАСИВУ ПРИ ЦИКЛІЧНИХ ДИНАМІЧНИХ ВПЛИВАХ** 87  
*Зуєвська Н.В., Волик Ю.В., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ, Україна*
43. **ПІДСИЛЕННЯ ОСНОВ ТА ФУНДАМЕНТІВ МІСЬКИХ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД** 91  
*Доц., к.т.н. Фролов О.О., студ. Холод О.В., НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна*
44. **ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ЗАРЯДУ ВР НА РОЗВИТОК ПОЧАТКОВИХ МІКРОТРИЩИН ПРИ ВИБУХУ** 94  
*Доц., к.т.н. Фролов О.О., студ. Бритвин Ю.О., Кульчицький Р.Б., НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна*
45. **ТЕХНОЛОГИЯ «СТЕНА В ҐРУНТЕ»** 95  
*Студ. Дем'янюк К.И., Филиппова Н.С., Шенец М.В., НТУУ «КПІ», Киев, Украина*
46. **ОЦІНКА ВТРАТ ВУГІЛЛЯ ПРИ ВІДРОБЦІ ПЛАСТІВ З ГЕОЛОГІЧНИМИ ПОРУШЕННЯМИ** 97  
*Ст. викл. Бачурін Л. Л., студ. Ісаєнкова Ю. В. КП ДонНТУ, м. Красноармійськ, Україна*
47. **АНАЛІЗ ГЕОЛОГІЧНОЇ ПОРУШЕНОСТІ ШАХТНИХ ПОЛІВ КРАСНОАРМІЙСЬКОГО ВУГЛЕНОСНОГО РАЙОНУ** 99  
*Ст. викл. Бачурін Л. Л., студ. Фурман Р. О., КП ДонНТУ, м. Красноармійськ, Україна*
48. **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОНОЛИТНОЙ БЕТОННОЙ КРЕПИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ШАХТ В РАЙОНЕ СТЫКОВ** 101  
*Д.т.н., проф. Борщевский С.В., студ. Руднев А.И., маг. Торубалко Д.Т., , ДонНТУ, г.Донецк, Украина*

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ БОЛЬШИХ ЗОН РАЗРУШЕННЫХ ПОРОД

Д.т.н. проф. Солодянкин А.В., асп. Кравченко К.В., асп. Халимендик А.В., НГУ,  
г. Днепрпетровск, Украина

**Введение.** Спецификой подземной добычи угля является необходимость постоянного выполнения горнопроходческих работ для создания новых производственных мощностей и отработки уже подготовленных. С увеличением глубины разработки, выполнение таких работ усложняется, что характеризуется постоянным ростом расходов, необходимостью повышения металлоемкости крепи и проведения специальных мероприятий, что в конечном итоге приводит к увеличению себестоимости угля, поскольку в ее структуру входят и расходы на сооружение, ремонт и поддержание подготовительных выработок.

Проблема обеспечения устойчивости выработок, расположенных на большой глубине, связана с тем, что за короткий промежуток времени после её проведения вокруг выработки формируется значительная зона разрушенных пород, сопровождающаяся большими смещениями контура выработки, а также значительными деформациями крепи и пучением пород почвы. Длительность смещений пород и рост нагрузок на крепь зависят, в первую очередь, от глубины расположения выработки, прочностных и деформационных свойств пород и могут продолжаться от нескольких месяцев до нескольких лет. Технология возведения крепи и ее параметры должны учитывать размеры зоны неупругих деформаций (ЗНД) и закономерности формирования ее в окрестности выработки.

В связи с этим **целью настоящей статьи** является анализ результатов исследований направленных на изучение формирования зоны разрушенных пород протяженной выработки вне зоны влияния очистных работ.

**Основная часть.** Большое количество наблюдений за смещениями глубинных реперов подтверждает образование замкнутой зоны разрушенных пород вокруг выработки по всему периметру их сечения.

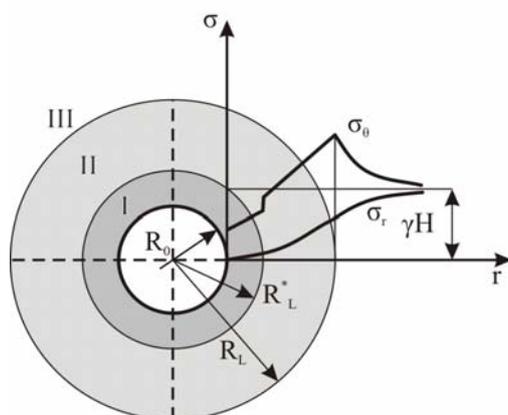
Смещение контура горных выработок может происходить без разрушения сплошности массива, с разрушением его через некоторый промежуток времени после проведения выработки или вслед за ее проведением.

Предупредить разрушение пород применением различных видов крепей, при высоких уровнях, действующих в массиве напряжений невозможно. Более того, на этапе про-

ведения выработки в ЗНД с течением времени часть этой зоны разрушается и переходит в зону длительного разрушения пород.

Во многом параметры крепи определяются характером и величиной смещений породного контура. При этом как было показано в [1-5] наибольшие деформации имеют породы приконтурной зоны (I зона рис.1).

Наблюдения за характером деформирования породного массива в окрестности выработки можно выполнить с помощью глубинных реперов расположенных на различном расстоянии от контура выработки (от 1 – 12 м с определенным шагом). По полученным данным строятся графики изменения величины,



**Рис.1** – Зоны деформирования пород массива вокруг одиночной выработки:

- I – зона разрушенных пород;
- II – зона неупругих деформаций;
- III – область упругих деформаций.

скорости смещения во времени и уменьшения смещений с удалением от контура выработки.

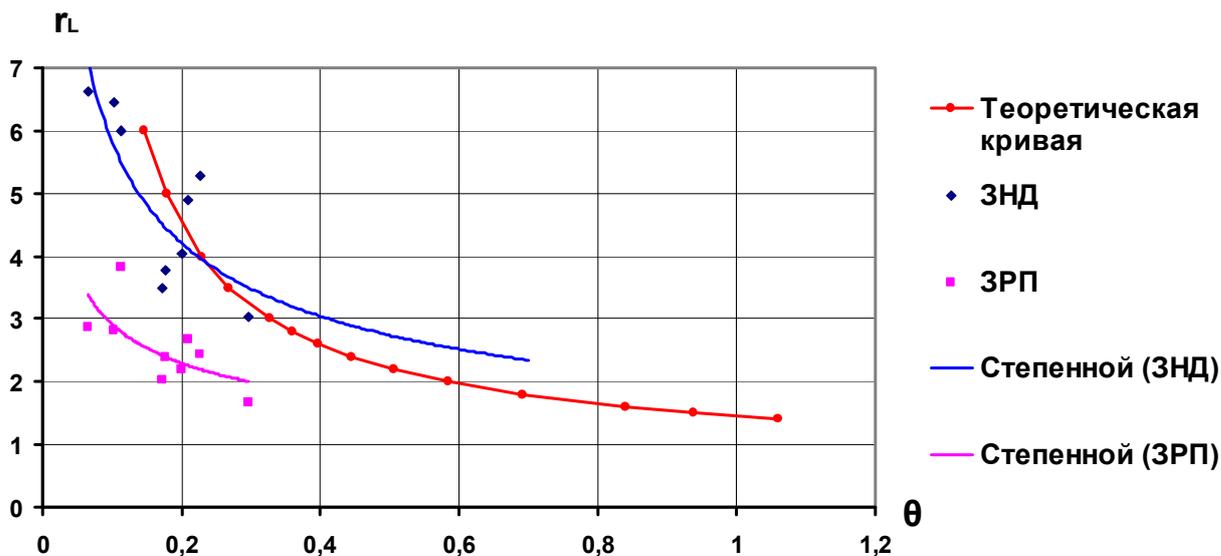
Для установления такой зависимости были собраны и обработаны результаты шахтных исследований, приведенных в работах [1-5].

**Анализ полученных результатов.** В результате проведенных исследований установлено, что размер зоны разрушенных пород (ЗРП) располагается на расстоянии 1,5 – 3,0 м от контура выработки (рис 1). Эта зона оказывает основную нагрузку на крепь горной выработки. При определенных размерах ЗНД обеспечивает статическое равновесие системы «выработка-крепь-приконтурный массив» при относительной стабилизации геомеханических процессов. Размер зоны повышенной трещиноватости находится в пределах 25 – 50% от зоны неупругих деформаций (рис.2).

ЗНД зависит от размеров выработки, прочности и деформационных свойств пород и может достигать размеров до 8 – 12 м в глубину массива. Это соответствует показателю условий разработки  $\theta < 0,2$  для категорий неустойчивых и весьма неустойчивых пород. Показатель  $\theta$  может быть получен из формулы:

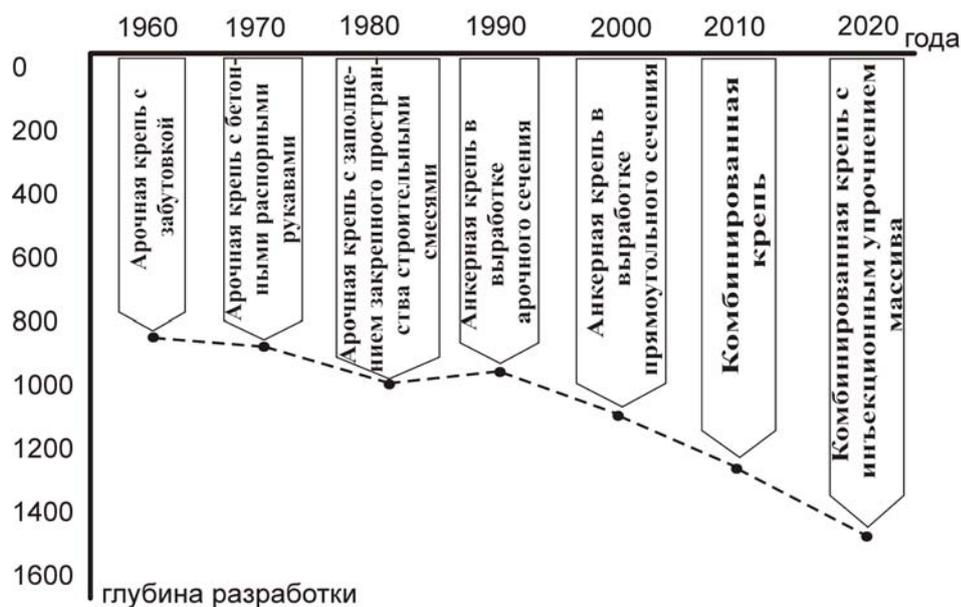
$$\theta = \frac{R_c k_c}{\gamma H}, \quad (1)$$

где  $R_c$  – предел прочности пород на одноосное сжатие;  $k_c$  – коэффициент структурно-механического ослабления;  $\gamma$  – объемный вес пород;  $H$  – глубина от поверхности.



**Рис.2** – График зависимости показателя устойчивости выработки от относительного радиуса зон неупругих деформаций и повышенной трещиноватости

Наиболее оптимальным временем проведения мероприятий по обеспечению устойчивости выработки является период относительной стабилизации процессов разрушения приконтурного массива и смещений пород, по причине того, что повлиять на уменьшение ЗНД не представляется возможным из-за ее значительных размеров. Сохранить устойчивость выработки в этом случае можно с помощью мероприятий направленных на упрочнение приконтурного массива в зоне повышенной трещиноватости до начала формирования ЗНД. Это можно осуществить с помощью вспомогательных элементов в сочетании с основной несущей конструкцией крепи, например установкой анкерной крепи. Это позволит повысить прочность приконтурной части массива за счет их армирования, снизит смещения контура выработки и расслоение пород.



**Рис.3** – Развитие во времени систем штрековой крепи на шахтах Германии

Упрочняя массив, анкерная крепь существенно уменьшает смещения контура, позволяет удешевить конструкцию основной поддерживающей крепи и повысить надежность эксплуатационного состояния подземного сооружения. Так, в сочетании с рамной крепью, анкерная позволяет уменьшить в 1,5...2 раза плотность установки рам [6].

Эволюция анкерного крепления тесно связана с созданием принципиально новых типов анкеров, стимулирующих поэтапное резкое увеличение объемов и расширение области применения этого вида крепи [3].

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что анкерная крепь в комбинации с металлической арочной или трапециевидной рамной крепью является неотъемлемой составляющей частью системы штрековой крепи на шахтах различных стран (рис.3) [7].

Поэтому изыскание рационального расположения подготовительных выработок, новых способов их охраны, рациональных типов и параметров крепи с целью улучшения их состояния, снижение затрат на их ремонт имеет большое народно-хозяйственное значение.

#### **Выводы:**

1. После проведения выработки в зоне неупругих деформаций с течением времени часть этой зоны разрушается и переходит в зону длительного разрушения пород.
2. Размер зоны разрушенных пород развивается в глубину массива на 1,5 – 3,0 м от контура выработки, а размер этой зоны находится в пределах 25 – 50% от размеров зоны неупругих деформаций.
3. Анкерная крепь в комбинации с металлической арочной или трапециевидной рамной крепью является неотъемлемой составляющей частью системы штрековой крепи, параметры которой должны учитывать размер зон разрушенных пород вокруг выработки.

#### **Библиографический список**

1. **Черняк И.Л., Бурчаков Ю.И.** Управление горным давлением в подготовительных выработках глубоких шахт. – М.: Недра, 1984. с. 304.
2. **Черняк И.Л.** Предотвращение пучения почвы горных выработок. – М.: Недра, 1978. – 237с.
3. **Заславский Ю.З.** Исследование проявлений горного давления в капитальных выработках шахт Донецкого бассейна. – М.: Недра, 1966. – 172 с.

4. **Заславский Ю.З.** Вопросы крепления капитальных горных выработок глубоких шахт в Донбассе. – М.: Недра, 1963. – 73с.
5. **Глушко В.Т., Цай Т.Н., Ваганов И.И.** Охрана выработок глубоких шахт. – М.: Недра, 1975. – 199с.
6. **Заславский Ю.З., Дружко Е.Б.** Новые виды крепи горных выработок. – М.: Недра, 1989. – 256 с.
7. **Юрген Айкхофф.** Техника и технология анкерного крепления в системе штрековой крепи // Глюкауф. – 2008 (август), - №2 (3). – С.28-35.

УДК 622.235

## **ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ТИСКУ ЗВОРотної ХВИЛІ НАПРУЖЕНЬ НА СТІНКИ ПОРОЖНИНИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ КОЛЬМАТАЦІЇ ГРУНТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИБУХУ**

*Ст. викл. Шайдецька Л.В., НТУУ «КПІ», м.Київ, Україна*

**Постановка проблеми та її зв'язок з науковими і практичними задачами.** На сьогоднішній день виконання деяких земляних робіт здійснюється із застосуванням енергії вибуху. Це, зокрема, влаштування протифільтраційних завіс, будівництво споруд типу «стіна в ґрунті» та ін. Основною проблемою при спорудженні таких об'єктів, незалежно від способу спорудження, є стійкість їх стінок в період будівництва. Для забезпечення стійкості стінок порожнини в масиві виконують кольматацію ґрунту за допомогою енергії вибуху. При цьому, розчин будь-якого складу, в якому розміщений заряд вибухової речовини (ВР), частково втискується в стінки порожнини тиском газів вибуху. Таким чином, кольматація відбувається задавлюванням розчину в ґрунт. Це створює певну зв'язаність масиву ґрунту до моменту отвердіння піщано-цементних домішок в розчині і може забезпечити стійкість стінок від статичного тиску ґрунтової маси і динамічної дії відбитої пружної хвилі, яка утворюється при зменшенні тиску на фронті ударної хвилі до граничного значення пружного тиску.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Авторами роботи [1] встановлено, що порожнини в сухих пісках починають обвалюватися одразу ж після вибуху. Тому забезпечення стійкості плоских порожнин в ґрунтових масивах є неможливим без застосування спеціальних закріплюючих засобів. Це також підтверджується дослідженнями, які проведені в роботі [2]. Зокрема, застосування закріплюючих засобів є необхідним при будівництві споруд з використанням комбінованої технології закладки в порожнину збірних залізобетонних виробів.

В публікації [3] виконано аналітичне розв'язання умов забезпечення стійкості стінок суцільних вертикальних щілин, які утворюються внаслідок застосування комбінованого вибухового методу в піщаних ґрунтах для наступного закладання елементів штучної споруди методом «стіна в ґрунті». Отримана величина тиску, який діє на стінки порожнини при проходженні зворотної хвилі напружень, при наявності в ґрунті кольматуючої і швидко твердіючої цементно-піщаної суспензії, занесеної в ґрунтове середовище вибухом з водою. Однак, значення цього тиску, що є меншим за значення руйнівної міцності закріпленого ґрунту, розраховано для конкретних технологічних умов і не може бути використано при іншій відстані утворення зворотної пружної хвилі.

**Постановка задачі.** Утворення зворотної хвилі напружень при її ослабленні до межі пружних деформацій відбувається на певній відстані від стінок порожнини і залежить технології виконання робіт. При деякому значенні відстані між порожниною і точкою утворення зворотної хвилі тиск на фронті цієї хвилі може бути меншим за напруження, яке забезпечує міцність стінок порожнини. Тому задачею дослідження є встановлення залежності максимального значення тиску зворотної хвилі та відстанню між точкою утворення зворотної хвилі і стінками порожнини.

## Научно–техническое издание

В сборнике приведены результаты научных разработок студентов, аспирантов и молодых ученых, которые представлены на международную конференцию 6-8 апреля 2011 г., организованную кафедрой «Строительство шахт и подземных сооружений» Донецкого национального технического университета.

Сборник предназначен для специалистов шахтостроителей, строителей подземных сооружений и студентов вузов горных специальностей.

Тезисы докладов представлены в редакции авторов.

Подписано в печать 19.05.2011 . Формат 60x84 1/32.  
Усл. печ. л. 12,95 . Печать лазерная. Заказ № . Тираж 200 экз.

Отпечатано в типографии ООО «Норд Компьютер»  
Адрес: Донецк, ул. Разенкова, 6, nordpress@gmailcom .  
тел.: 386-35-76.