

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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
горного факультета ДонНТУ

Выпуск №19

Донецк - 2013

УДК 622.235.012

Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений. Сб. научн. трудов. Вып 19, – Донецк: «Норд – Пресс», 2013. – 356 с.

В сборнике приведены результаты научных разработок молодых ученых, аспирантов и студентов, которые представлены на международную конференцию 3 - 5 апреля 2013г., организованную кафедрой «Строительство шахт и подземных сооружений» Донецкого национального технического университета.

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

Утверждено на заседании ученого совета горного факультета ИГТ

Редакционная коллегия

докт. техн. наук, профессор ДонНТУ действительный член Академии строительства Украины, проф. ДонНТУ, зам.зав.каф. СШиПС	Борщевский С.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, Ген. дир. ШСК «Донецкшахтопроходка»	Левит В.В.
докт. техн. наук, профессор НГУ, действительный член Академии строительства Украины, зав.каф.ГС, НГУ	Шашенко А.Н.
канд. техн. наук, доцент зам.зав.каф. геостроительства ИЭЭ НТУУ (КПИ)	Вапничная В.В.
докт. техн. наук, профессор, проф. ТулГУ	Копылов А.Б.
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 техни-
ческий университет, кафедра «Строительство шахт и подземных
сооружений», тел. 301-09-23, 301-09-83, 301-03-23

E-mail: borshevskiy@gmail.com,
const@mine.dgtu.donetsk.ua

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КУСТОВОЙ АРМИРОВАННОЙ КРЕПИ

К.т.н., доц. Соловьев Г.И., д.т.н., проф. Борщевский С.В., к.т.н., доц. Формос В.Ф., асп. Белогуб О.Ю., студент Войтович А.Ю., ДонНТУ, г. Донецк, Украина, GISoloviev@gmail.com

Одной из наиболее применяемых в процессе крепления подземных горных выработок, наряду с металлическими крепями, является деревянная крепь в виде стоек, кустов, клетей и т.д. [1].

Эффективность широкого применения деревянной крепи при подземной угледобыче во многом снижается из-за недостаточной жесткости деревянных стоек, которые, как правило, в рабочем состоянии нагружены усилиями, направленными вдоль оси стоек.

Для определения жесткости деревянной крепи, используемой в виде опорного элемента на бровке лавы и обеспечивающей минимизацию величины обжатия опорной конструкции породами кровли и почвы, в работе были проведены лабораторные исследования деформационных свойств кустовой армированной крепи, на которую был получен патент на полезную модель [2].

Опыт использования деревянных стоек в качестве крепи показывает, что в условиях больших нагрузок деформация в стойках происходит за счет смятия торцевых поверхностей, а при увеличении давления происходит изгиб и перелом стоек в основном в их средней части.

Физические особенности процесса поддержания пород кровли с помощью деревянной крепи заключаются в том, что при воздействии на опорную конструкцию повышенного горного давления в деревянной стойке формируется напряженно-деформованное состояние, при котором вертикальные напряжения значительно превышают предел прочности стойки на одноосное сжатие. При этом в стойке возникают горизонтальные напряжения вследствие ее изгиба в средней части. При превышении нарастающих горизонтальных напряжений предела прочности деревянной стойки на изгиб она ломается, как правило, в средней части своей высоты.

Кустовая армированная крепь (рис. 1), в которой за счет регламентации конструктивных параметров крепи обеспечивается повышение ее несущей способности, позволяет снизить деформации крепи и повысить ее устойчивость, что приводит к снижению материальных и трудовых затрат при отработке угольных пластов на больших глубинах.

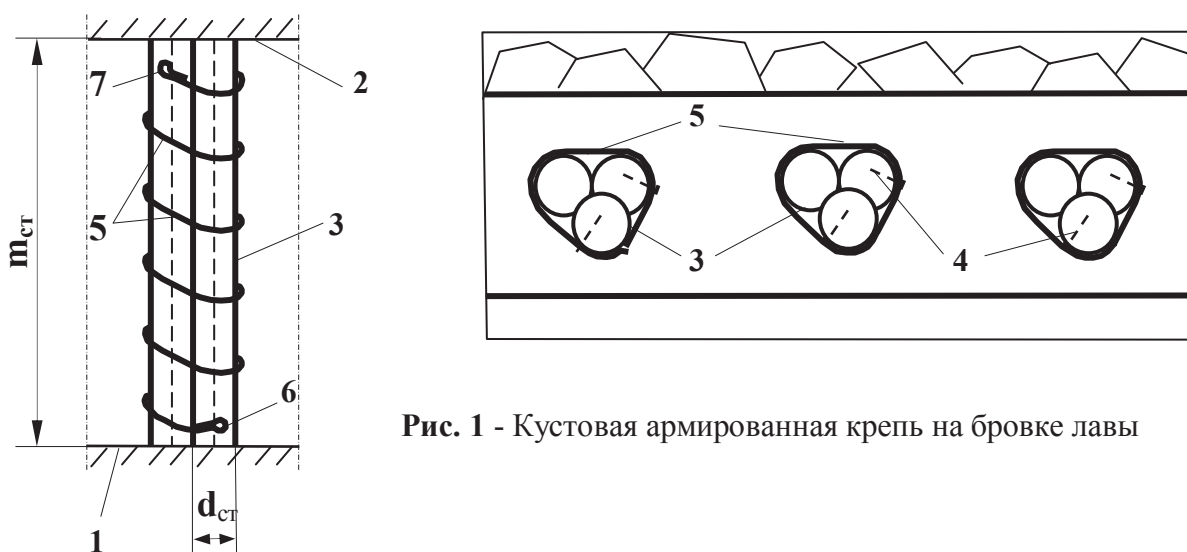


Рис. 1 - Кустовая армированная крепь на бровке лавы

При этом, вертикальные и горизонтальные напряжения, возникающие в деревянной стойке под действием повышенного горного давления, равномерно распределяются по длине стойки с помощью гибкой стяжки, что существенно замедляет процесс разрушения стоек из-

за трансформации работы разрушения стоек в средней их части в работу растягивания гибкой стяжки и вдавливания ее с проскальзыванием в боковую поверхность стоек.

Диаметр гибкой стяжки, количество ее витков по высоте стоек и количество стоек в одном армированном кусте определяется из выражений (1), (2) и (3):

$$D_{\text{гибк. ст}} = k_{\text{зап}} \cdot m_{\text{ст}} \left(\frac{[\sigma_{\text{изг}}]}{[\sigma_{\text{сж}}]} \right)^2 \quad (1)$$

где $D_{\text{гибк. ст}}$ – максимальный диаметр поперечного сечения гибкой стяжки, м;

$k_{\text{зап}}$ – параметр запаса прочности гибкой стяжки, $k_{\text{зап}} = 0,2 + \frac{m_{\text{ст}}}{m_0}$, м;

$m_{\text{ст}}$ – высота стойки, м;

$[\sigma_{\text{изг}}]$ – предел прочности деревянной стойки на изгиб, МПа;

$[\sigma_{\text{сж}}]$ – предел прочности деревянной стойки на одноосное сжатие, МПа;

$$n_{\text{витк}} = n_{\text{ст}} m_{\text{ст}} d_{\text{ст}} / A_{\text{кущ}}, \quad (2)$$

где $n_{\text{витк}}$ – количество витков гибкой стяжки по длине стоек, шт.;

$n_{\text{ст}}$ – количество стоек в одном кусте, шт.;

$d_{\text{ст}}$ – диаметр деревянной стойки, равный $d_{\text{ст}} = (0,12 \div 0,15) (m_{\text{ст}})^{0,5}$, м;

$A_{\text{кущ}}$ – общая площадь поперечного сечения стоек в одном кусте, м².

Количество сток в одном кусте определяется из выражения:

$$n_{\text{ст}} = 1 + \exp \left(k_{\text{гн}} \cdot k_{\text{зап}} \frac{[\sigma_{\text{изг}}]}{[\sigma_{\text{сж}}]} \right), \quad (3)$$

Предложенная кустовая армированная крепь позволяет значительно повысить несущую способность деревянных опорных конструкций и увеличить срок их службы. Конструкция кустовой крепи весьма проста в исполнении и может трансформироваться в зависимости от горно-геологических условий.

Кустовая армированная крепь сооружается как минимум из трех деревянных стоек, которые устанавливаются рядом друг с другом и обвиваются гибкой стяжкой, например, прядью подъемного каната по всей длине стоек. Петли гибкой стяжки фиксируются гвоздями в верхней и нижней частях куста за счет загибания их на 2/3 длины и загибания ударами молотка в сторону, противоположную направлению намотки стяжки на деревянные стойки.

Для установления деформационных характеристик кустовой армированной крепи были проведены стендовые испытания прочностных свойств различных сочетаний деревянной крепи на прессе кафедры «Строительство шахт и подземных сооружений», который обеспечивал максимальное осевое давление 5,0 т (рис. 2-4).

Для проведения исследований были изготовлены деревянные стойки в масштабе 1:10 из древесины бука, прочностные свойства которого приведены в таблице 1.

Для проведения испытаний были изготовлены стойки диаметром 0,008; 0,011; 0,014; 0,017; 0,02 м при соответствующей длине 0,08; 0,11; 0,14; 0,017; 0,2 м, что позволило обеспечить среднее соотношение между диаметром и длиной стойки, применяемое на угольных шахтах, которое в основном составляет 1:10.

Были проведены опыты по определению несущей способности от одной до пяти деревянных стоек без применения и при использовании гибкой стяжки. При этом количество витков варьировалось от 6 до 8 (рис. 1). Всего по каждому диаметру стоек были выполнено по 20 испытаний.

Таблица 1 - Прочностные свойства древесины

№/№	Параметры	Вид древесины		
		Бук	Дуб	Сосна
1	Плотность, кг/м ³	680 при 12% влаги	780 при 12% влаги	505 (12%) 480 (абс. сух)
2	Прочность, МПа			
	- параллельно волокнам	52,9	55,9	44,5
	- перпендикулярно волокам	5,4	5,7	4,54
3	Твердость, Н/м ²			
	- торцевая	65,3	57,31	30,5
	- радиальная	53,2	48,2	23
4	Модуль упругости, ГПа	12,4	-	10,55

Характерные примеры деформации стоек при воздействии на них вертикальной нагрузки приведены на рис. 2-4.



Рис. 2 - Расположение одной и двух стоек на рабочем столе пресса



Рис. 3 - Вид разрушения двух и трех деревянных стоек с гибкими стяжками при различной высоте разлома стоек



Рис. 4 - Вид разрушения четырех и пяти деревянных стоек с гибкими стяжками при различной высоте разлома стоек

Анализ механизма разрушения деревянных стоек при их осевом сжатии позволяет сделать вывод о том, что в основном разлом вертикальных деревянных стоек происходит в их средней части. При этом установлено, что увеличение диаметра стоек на 30% позволяет увеличить несущую способность стоек всего лишь на 8-15% и поэтому такой экстенсивный путь повышения несущей способности деревянной крепи приводит к значительному росту расхода лесоматериалов.

На рис. 5 представлены графики зависимости несущей способности стоек кустовой деревянной крепи от величины, действующей на них вертикальной нагрузки без применения и при использовании гибкой стяжки в качестве армирующего элемента.

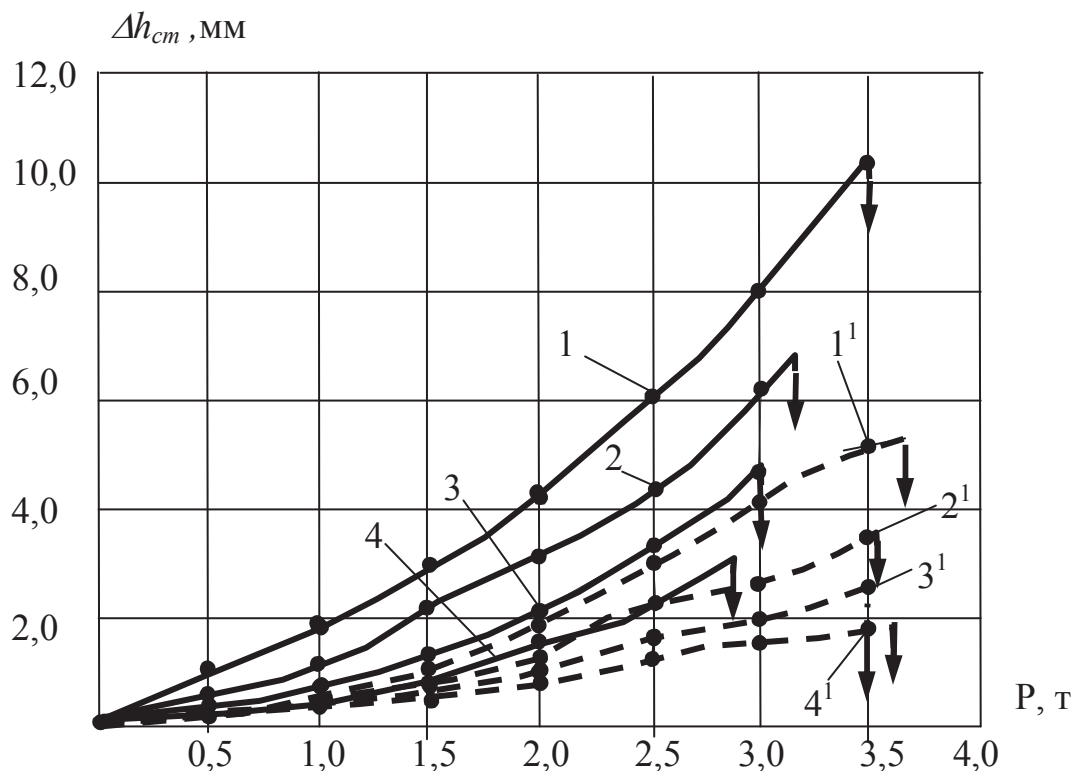


Рис. 5 – Зависимость величины деформаций деревянных стоек от величины осевого давления на них без применения (1, 2, 3, 4) и с использованием гибкой стяжки (1¹, 2¹, 3¹, 4¹) соответственно при 2-х; 3-х; 4-х и 5-и стойках (стрелка на графиках обозначает момент разрушения деревянной стойки)

Из приведенных графиков видно, что применение гибкой стяжки кустовой крепи позволяет повысить ее несущую способность в среднем в 2,2-2,3 раза.

Таким образом, применение кустовой армированной крепи на бровке лавы обеспечивает повышение жесткости, как самой крепи, так и опорных конструкций, что существенно повышает их несущую способность и обеспечивает минимизацию смещений боковых пород, а также позволяет, при прочих равных условиях, снижать шаг установки этих конструкций и уменьшать расход лесоматериалов.

Библиографический список

1. Каретников В.Н. Крепление капитальных горных выработок. Справочник. - М.: «Недра», 1989.– 571с.
2. Куцове армоване кріплення: Патент на корисну модель. 75593 Україна. МПК8 E21D 15/00/ Соловйов Г.І., Білогуб О.Ю., Чуяшенко С.В., Касьяненко А.Л. заявник і власник Донецький національний технічний університет. – № u2012 05417; заявл. 03.05.2012; опубл. 10.12.2012, Бюл. № 23. – 4 с.: ил.

УДК 622.267.3; 622.831.31

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗМА ВЫДАВЛИВАНИЯ ПРОЧНЫХ ПОРОД ПОЧВЫ КОНВЕЙЕРНОГО ШТРЕКА ПЛАСТА m_3 ШАХТЫ ИМ. Е.Т.АБАКУМОВА

К.т.н., доц. Соловьев Г.И., д.т.н., проф. Борщевский С.В., асс. Касьяненко А.Л., студент Войтович А.Ю., ДонНТУ, г. Донецк, Украина, GISoloviev@gmail.com

С увеличением глубины разработки одним из основных негативных проявлений горного давления в подземных горных выработках является выдавливание пород почвы, чему посвящено значительное количество исследований [1-4].

Выдавливание почвы подготовительных выработок глубоких шахт в значительной степени интенсифицируется при их поддержании зоне влияния очистных работ. При этом объемы ремонтных работ по подрывке почвы составляют до 30-40% общих затрат на ремонт подземных выработок. При наличии прочных пород почвы ($\sigma_{сж} = 60-80$ МПа и более) их подрывка производится буровзрывным способом, что существенно усложняет организацию ремонтных работ и повышает объем применения ручного труда.

Исследования сотрудников ДонНТУ показали [5, 6], что выдавливание крепких пород почвы выработок глубоких шахт, поддерживаемых перед очистным забоем вне зоны влияния очистных работ, происходит за счет радиального изгиба, расслоения и разуплотнения верхних слоев почвы с образованием симметричной породной складки вдоль выработки, ось которой отклоняется от вертикали на $\pm 5-7^\circ$ (рис. 1) [1, 2].

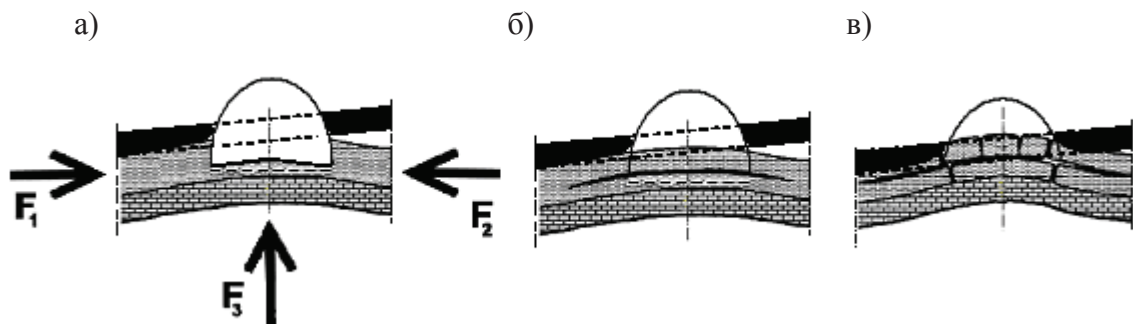


Рис. 1 – Механизм формирования симметричной складки в почве выработки

Из рис. 1 видно, что механизм формирования симметричной складки в почве выработки в основном предопределяется характером деформирования прочного слоя, залегающего в непосредственной почве выработки, который аккумулирует и передает давление нижележащих пород на верхний слой почвы.

97.	КРИТЕРІЙ ВИВАЛОНЕБЕЗПЕЧНОСТІ ПОРІД ПОКРІВЛІ ОЧИСНИХ ВИБОЇВ	252
	<i>Аспірант Білогуб О. Ю., к.т.н. Соловійов Г. І., ДонНТУ, м. Донецьк, Україна</i>	
98.	АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КРЕПИ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ	256
	<i>Магістр Коситский И.Б., магістр Ловков Д.Г., ГВУЗ «ДонНТУ»</i>	
99.	МЕТОД ПРОГНОЗА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОБДЕЛКИ ТРАНСПОРТНОГО ТОННЕЛЯ НЕКРУГОВОГО ОЧЕРТАНИЯ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ	259
	<i>К.т.н. Беляков Н.А., НМСУ «Горный», г. Санкт-Петербург, Россия</i>	
100.	ОПЫТ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК РАМНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ КРЕПИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ	261
	<i>Магістр Коситский И.Б., магістр Ловков Д.Г., ДонНТУ, г.Донецк, Украина</i>	
101.	ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОМБИНИРОВАННОГО ФУНДАМЕНТА РЕКОНСТРУИРУЕМОГО ЗДАНИЯ	266
	<i>К.т.н., доцент Очнев В.Н., НМСУ "Горный", СПб, Россия</i>	
102.	К ПРОБЛЕМЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ НАКОПИТЕЛЕЙ ТЕПЛА	268
	<i>К.т.н., доц. Хоменчук О.В., студ. Колесников А.Ю., ДонНТУ, г. Донецк, Украина</i>	
103.	К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ФИБРОНАБРЫЗГБЕТОННОЙ КРЕПИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК	269
	<i>К.т.н., доц. Хоменчук О.В., студ. Неделько Я.В., ДонНТУ, г. Донецк, Украина</i>	
104.	РАСЧЁТ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЛЕБЁДКИ МОСТОВОГО КРАНА	273
	<i>Студ. Кузнецов П. д.т.н., проф.Борщевский С.В., ст.преп. Масло С.В., ДонНТУ, г.Донецк, Украина</i>	
105.	ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ ШТРЕКОВ ПРИ СПЛОШНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ НА ШАХТЕ №22 «КОММУНАРСКАЯ»	277
	<i>К.т.н., доц. Каменец В.И., к.т.н., проф. Самойлов В.Л., студ. Гурзу В.А., Тепляков О.И., ДонНТУ, г. Донецк, Украина</i>	
106.	НОВЫЙ СПОСОБ ЛИКВИДАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК, ИМЕЮЩИХ ВЫХОД НА ЗЕМНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ	280
	<i>Доц. Пронский Д.В., асп. Фомин В.О., ДонГТУ, г. Алчевск, Украина</i>	
107.	ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗМА РАБОТЫ ЗАМКОВ ПОДАТЛИВОЙ КРЕПИ ПРИ ЕЕ ПРОДОЛЬНО-БАЛОЧНОЙ СВЯЗИ ПО ДЛИНЕ ВЫРАБОТКИ	282
	<i>К.т.н., доц. Соловьев Г.И., студ. Шелепа А.С., ДонНТУ, г. Донецк, Украина</i>	
108.	ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КУСТОВОЙ АРМИРОВАННОЙ КРЕПИ	289
	<i>К.т.н., доц. Соловьев Г.И., д.т.н., проф. Борщевский С.В., к.т.н., доц. Формос В.Ф., асп. Белогуб О.Ю., студент Войтович А.Ю., ДонНТУ, г. Донецк, Украина</i>	
109.	ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗМА ВЫДАВЛИВАНИЯ ПРОЧНЫХ ПОРОД ПОЧВЫ КОНВЕЙЕРНОГО ШТРЕКА ПЛАСТА МЗ ШАХТЫ ИМ. Е.Т.АБАКУМОВА	293
	<i>К.т.н., доц. Соловьев Г.И., д.т.н., проф. Борщевский С.В., асс. Касьяненко А.Л., студент Войтович А.Ю., ДонНТУ, г. Донецк, Украина</i>	
110.	ОБРАЗОВАНИЕ ПЛАЗМЫ ПРИ ДЕТОНАЦИИ ШПУРОВОГО ЗАРЯДА ВВ И ПРОЯВЛЕНИЕ КАНАЛЬНОГО ЭФФЕКТА	301
	<i>К.т.н., доц. Лабинский К.Н., студ. Сытник И.Ю., ДВНЗ ДонНТУ, г.Донецк, Украина</i>	
111.	ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА РАЗРУШЕНИЕ ПРИЛЕЖАЩИХ ОБЪЕКТОВ В ПРИСУТСТВИИ СЛАБОГО ПОДСТИЛАЮЩЕГО СЛОЯ И ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	303
	<i>Д.т.н. проф Самедов А.М., асп. Ткач Д.В., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г.Киев, Украина</i>	
112.	К ВОПРОСУ ОБ УЛУЧШЕНИИ МЕТОДОВ ВЗРЫВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	307
	<i>Доц. Рублева О.И., магистрант Стрильчук Р.А. ДонНТУ, г. Донецк, Украина</i>	
113.	ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ГЕКСАМЕТИЛЕНДИАМИНА	308
	<i>Пушкин С.П., канд. техн. наук (НТУУ «КПИ», г.Киев, Украина), Почкай М.В. магістр(НТУУ «КПИ», г.Киев, Украина)</i>	

Научно–техническое издание

В сборнике приведены результаты научных разработок студентов, аспирантов и молодых ученых, которые представлены на международную конференцию 3-5 апреля 2013 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 03.04.2013 . Формат 60x84 1/32.
Усл. печ. л. 16,95 . Печать лазерная. Заказ № . Тираж 200 экз.

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