

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Горный факультет  
Кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых»

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**  
**кафедры разработки месторождений полезных ископаемых**  
**№3 (2017)**  
(Электронное издание)

# **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**по материалам межвузовской научно-практической  
конференции молодых ученых, аспирантов и студентов**

**г. Донецк, 24-25 мая 2017 г.**

Донецк  
2017

УДК 622.001.76 (082)

И 66

Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. труд. Вып. 3 / редкол.: Н. Н. Касьян [и др.]. – Донецк, ДонНТУ: 2017. – 305 с.

Представлены материалы научных разработок студентов, аспирантов и молодых ученых, которые обсуждались на межвузовской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в рамках проведения третьего международного научного форума ДНР «Инновационные перспективы Донбасса».

Сборник предназначен для научных и инженерно-технических работников угольной промышленности, аспирантов и студентов горных специальностей.

Статьи публикуются в авторской редакции, ответственность за научное качество материала возлагается на авторов.

Конференция проведена на базе ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» (г. Донецк) 24-25 мая 2017 г.

Организатор конференции – кафедра разработки месторождений полезных ископаемых Горного факультета ГОУВПО «ДонНТУ».

Организационный комитет:

Касьян Николай Николаевич – председатель конференции, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой РМПИ;

Новиков Александр Олегович – зам. председателя конференции, д-р техн. наук, профессор кафедры РМПИ;

Касьяненко Андрей Леонидович – секретарь конференции, ассистент кафедры РМПИ.

Члены организационного комитета:

Петренко Юрий Анатольевич д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры РМПИ;

Кольчик Евгений Иванович – д-р техн. наук, профессор профессор кафедры РМПИ;

Шестопалов Иван Николаевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры РМПИ.

УДК 622.232.8

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЩИТОВЫХ АГРЕГАТОВ НА ШАХТАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ДОНБАССА

**Квич А.В.**, студент гр. РПМ-12б (ГОУ ВПО «ДонНТУ», г. Донецк)\*

Основным средством комплексной механизации отработки крутых и крутонаклонных пластов Донбасса являются щитовые агрегаты. В среднем, в работе находятся 65–70 очистных забоев, оборудованных щитовыми агрегатами. В Центральном районе Донбасса большинство щитовых лав работает на пластах, отработка которых другими существующими средствами выемки невозможна или небезопасна. Это пласты, опасные по внезапным выбросам угля и газа и со сложными горно-геологическими условиями. Так применение щитовых агрегатов сделало возможным производить отработку таких пластов как толстый, Подпяток, Бабаковский, Юльевский, Романовский и другие, запасы в которых на многих шахтах из-за отсутствия средств для безопасной их разработки были законсервированы.

Удельный вес щитовой добычи угля по Центральному району Донбасса за 1995 год составил 30%, а на некоторых шахтах этот уровень составляет 40–50% и более (шахты им. Гаевого, Румянцева, Карла Маркса).

Вместе с тем технико-экономические показатели работы щитовых агрегатов являются низкими. Например, среднесуточная нагрузка на щитовой забой составляет около 130 т.

Низкие технико-экономические показатели объясняются как отрицательным воздействием ряда природных факторов, так и недостаточной решённостью ряда технологических вопросов. Из природных факторов наиболее негативное влияние оказывают выбросоопасность пластов и устойчивость боковых пород, а из технологических – несовершенство паспортов крепления и способов углеспускных печей.

Крепление углеспускных печей в настоящее время осуществляется различного рода конструкциями из дерева. При высокой трудоёмкости крепления и поддержания (65% от общего объёма работ), большом расходе лесоматериалов (30–50 м<sup>3</sup> на 1 т добычи угля) эксплуатационная надёжность печей невелика, что приводит к значительным потерям угля.

Промышленное применение щитовой технологии (агрегат АЩ и его модификации 1АЩ, 1АЩМ) выемки крутых пластов в Центральном районе Донбасса началась с 1970 г. в АО «Дзержинскуголь», а затем с 1973 г. в ПО «Артёмуголь». Начиная с этого времени количество лав, оборудованных щитовыми агрегатами и объём добычи из них возрастали.

---

\* *Научный руководитель* – ст. преп. Фомичев В.И.

Щитовые агрегаты типа АЩ (1АЩМ) предназначались для отработки пластов, мощностью 1,2–2,2 м, с углом падения свыше  $50^{\circ}$ , с боковыми породами не ниже средней устойчивости.

Опыт эксплуатации этих агрегатов выявил ряд существенных конструктивных недостатков, а именно:

- невозможность поддержания ложной кровли;
- вследствие недостаточной длины верхнего перекрытия после выемки угля на шаг посадки имеет место обрушение, отслаивание кусков породы;
- посадка щитового агрегата под собственным весом вызывает большие динамические нагрузки, приводящие к деформациям отдельных узлов;
- недостаточная ширина обрабатываемых полос (40 м) и другое.

Следует также отметить, что с увеличением глубины разработки в Центральном районе Донбасса наблюдается уменьшение угла падения пластов. Так на шахтах им. Ленина и Кочегарка ПО «Артёмуголь» ряд пластов Горловской и Алмазной свит на горизонте 970 м уже имеют угол падения 38–45 градусов, поэтому при применении агрегатов 1АЩМ возникали трудности при их передвижке.

Особенно затруднителен на таких пластах отход от монтажных ниш, так как в этом месте давление обрушенных пород на агрегат незначительно. Для принудительной передвижки агрегатов использовались гидравлические стойки. Всё это снижало эффективность выемки угля агрегатами 1АЩМ, а при встрече зон со слабоустойчивыми боковыми породами часто делало её невозможной.

В 1978 году начался серийный выпуск щитовых агрегатов типа 1АНЩ для разработки пластов, мощностью 0,7–1,3 м, и углом падения свыше 35 градусов, в 1984 году – 2АНЩ.

Щитовая крепь этих агрегатов состоит из поочередно передвигаемых двух групп секций: основных и вспомогательных, чередующихся через одну.

Принцип посадки щитовой крепи, предусматривающий принудительную последовательную передвижку вспомогательных и основных секций, а при необходимости – передвижку каждой отдельной секции самостоятельно, имеет существенные преимущества в сравнении с агрегатом 1АЩМ.

Если легкообрушающаяся кровля встречается на небольших участках по длине забоя, то возможно производить передвижку вспомогательных секций вслед за выемкой угля без потери контакта верхних перекрытий передвигаемых секций с кровлей пласта.

Как показала практика применения щитовых агрегатов на выбороопасных пластах, предположение, выдвинутое на начальной стадии их применения, о возможности предотвращения газодинамических явлений в горизонтально расположенном забое, не подтвердилось. При работе щитовых агрегатов имеют место внезапные выбросы угля и газа, выдавливание угля под щитовым агрегатом. Несмотря на это, на шахтах Центрального района Донбасса

разработка выбросоопасных пластов, мощностью более 0,7 м, в основном производится щитовыми агрегатами, выемка которыми может осуществляться без постоянного присутствия людей в забое.

Локальные противовыбросные мероприятия при щитовой выемке угля часто технологически невыполнимы из-за стеснённости рабочего пространства и не всегда исключают вероятность проявлений газодинамических явлений по всей длине щитового забоя.

Поэтому в настоящее время выемка одиночных выбросоопасных пластов, незащищённых при частичной или неэффективной защитах, производится щитовыми агрегатами с ограничением интенсивности выемки угля, с текущим прогнозом опасных зон и с оперативным управлением интенсивности технологического процесса выемки угля под контролем звукоулавливающей аппаратуры. При этом в неопасных зонах ограничения по интенсивности выемки угля снижается, а ограничение по совмещению операций выемки угля и креплению вентиляционной печи остаются в силе.

Щитовые агрегаты 1АНЩ и 2АНЩ предназначены для отработки пластов с боковыми породами не ниже средней устойчивости. На практике это условие часто нарушается по целому ряду причин. Так, в настоящее время, 34 щитовых забоя или 52,5% от общего их количества работали на пластах с неустойчивыми породами кровли, из которых 21 щитовой забой обрабатывали одиночные выбросоопасные пласты. Оработка этих пластов щитовыми агрегатами была рекомендована комиссией по определению порядка отработки пластов на шахтах Центрального района Донбасса.

Остальные щитовые забои были введены в эксплуатацию из-за отсутствия в настоящее время других более безопасных и эффективных средств выемки.

Отрицательное влияние на работу щитовых агрегатов оказывает также непрогнозируемые геологические нарушения местного характера в виде зон ослабленных боковых пород, обрушающихся вслед за выемкой угля. Выход этих зон существенно осложняет условия эксплуатации щитовых агрегатов и часто делает невозможным их переход очистными работами, что приводит к преждевременному их демонтажу.

Наличие местных незначительных геологических нарушений не является препятствием для применения щитовых агрегатов, однако это требует дополнительных работ, что увеличивает время выемочного цикла.

В настоящее время 52,5% лав, оборудованных щитовыми агрегатами, разрабатывают пласты с неустойчивыми и слабоустойчивыми боковыми породами. Для выемки этих пластов пока не создана более эффективная техника, отработка их отбойными молотками запрещена, следовательно, щитовые агрегаты в подобных условиях будут применяться и в дальнейшем, а удельный вес разработки пластов со сложными горно-геологическими условиями будет возрастать.

Для улучшения технико-экономических показателей работы щитовых агрегатов институтами ДонГИПроуглемаш, ДонНИИ, Автоматгормаш и др. ведутся работы по модернизации серийно выпускаемых щитовых агрегатов нового поколения и уровня, совершенствованию технологии добычи угля из крутонаклонных и крутых пластов широкими полосами по падению.

Модернизированные агрегаты типа АНЦМК предназначены для замены типоразмером 1АНЦМК – агрегата 1АНЦ, типоразмером 2АНЦМК – агрегата 2АНЦ.

Серийный выпуск щитовых агрегатов типа АНШМК начался с 1993 года.

Проведение модернизации по повышению технического уровня щитовых агрегатов 1АНЦ и 2АНЦ предусматривало:

- повышение технической производительности агрегатов в 1,5 раза (с 2 до 3т/мин) за счёт увеличения энерговооружённости агрегата и скорости передвижки крепи;
- увеличение сопротивления крепи в 1,4 раза;
- увеличение коэффициента перекрытия с 0,7 до 0,75;
- снижение трудоёмкости монтажно–демонтажных работ на 10% за счёт совершенствования и расширения номенклатуры вспомогательного оборудования, приспособлений, инструктажа.

Предполагаемая модернизация улучшит технические возможности щитовых агрегатов, но не сможет исключить основные недостатки щитовой выемки крутых и крутопадающих пластов. К ним надо отнести: высокую трудоёмкость возведения вентиляционной печи, большой расход лесоматериалов, зависимость подвигания очистного забоя лавы от скорости крепления вентиляционной печи, низкую эксплуатационную надёжность печей.

Один из вариантов решения этой проблемы был предложен институтами ДонГИПроуглемаш, ДонУГИ и ИГО «Автоматгормаш», которые разработали комплекс очистной щитовой типа КЩ. Он предназначен для комплексной механизации выемки полосами по падению крутых и крутонаклонных пластов, мощностью 0,7–2,2 м, с боковыми породами до неустойчивых включительно, с полной механизацией выемки угля и крепления, в том числе в монтажных нишах и печах.

Крепление углеспускных печей осуществляется гидравлическими секциями, которые, по мере подвигания очистного забоя, перемонтировались в вентиляционную печь.

В результате испытания опытного образца на пласте Мазур–восток шахтоуправления «Александровское» ПО «Орджоникидзеуголь» в 1988 г. выяснилось, что трудоёмкость монтажно–демонтажных работ в углеспускных и вентиляционных печах была довольно высока и не снята зависимость скорости подвигания очистного забоя от крепления вентиляционной печи гидравлическими секциями, перемонтируемыми из углеспускной печи (время составляло около 180 минут).

В результате проведения вышеизложенных испытаний можно сделать вывод, что наиболее рациональной щитовая выемка будет тогда, когда работы по выемке угля и креплению углеспускных печей будут разнесены во времени и пространстве.

Опыт применения щитовой выемки крутых пластов в Центральном районе Донбасса показывает целесообразность такой технологии. Однако процесс возведения углеспускных печей и их устойчивость оставляют желать лучшего.

## Оглавление

<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i> Обоснование технологии перекрепления горных выработок с исключением излишнего выпуска породы .....	4
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i> Основные направления и перспективы применения анкерных крепей для обеспечения устойчивости выработок глубоких шахт .....	11
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i> Общий анализ состояния и технологических схем ремонта горных выработок шахт ГП «ДУЭК» .....	20
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i> Об изучении деформирования массива горных пород в подготовительных выработках с применением анкерного крепления .....	25
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i> Основные особенности деформирования породного контура подготовительных выработок с анкерным креплением .....	28
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i> Обоснование своевременности применения эффективных способов охраны горных выработок .....	30
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i> Состояние и перспективы развития применения рамных конструкций для крепления подготовительных выработок угольных шахт .....	35
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i> Обоснование области применения анкерной крепи в подготовительных выработках глубоких шахт Донецко-Макеевского района .....	42
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i> Установление характера деформирования породного массива и аспекты применения пространственно-анкерных систем .....	45
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i> Современные технологии ремонта горных выработок глубоких шахт и перспективы развития данного направления .....	48



<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Комбинированные геотехнологии как перспективный метод комплексного освоения недр .....	56
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Возможность комплексного освоения подземного пространства и использования подземных выработок во вторичных целях .....	59
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Соловьев Г.И., Касьяненко А.Л., Нефедов В.Е.)</i>	
О полевой подготовке конвейерного штрека в условиях шахты им. Е. Т. Абакумова .....	62
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Костюк И.С.)</i>	
Роль управления производственными процессами при выборе способа охраны горных выработок угольных шахт .....	67
<i>Бабак Б.Н. (научный руководитель – Костюк И.С.)</i>	
Изучение и обобщение основных понятий процесса ресурсобеспечения горных предприятий и выявление взаимосвязи между ними.....	73
<i>Белюсов В.А. (научные руководители – Выговский Д.Д., Выговская Д.Д.)</i>	
Исходная информация к проектированию угольных шахт .....	81
<i>Гаврилов Д.И. (научный руководитель – Соловьев Г.И.)</i>	
Комбинированный способ охраны конвейерного штрека в условиях ПАО «Шахтоуправление «Покровское».....	85
<i>Гармаш А.В., Шмырко Е.О. (АФГТ ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В. Даля»)</i>	
Эффективные методы экономии электроэнергии на угольных шахтах .....	95
<i>Геков А.Ю., Краснов Д.С. (научный руководитель – Стрельников В.И.)</i>	
Экономико-математическое моделирование технологии разработки выемочной ступени.....	101
<i>Гнидаш М.Е. (научный руководитель – Соловьев Г.И.)</i>	
О продольно-жестком усилении основной крепи подготовительных выработок глубоких шахт .....	113
<i>Гончар М.Ю., Мошин Д.Н. (научные руководители – Выговская Д.Д., Выговский Д.Д.)</i>	
Подходы к выбору рациональной технологии ведения очистных работ .....	119
<i>Донских В.В. (научный руководитель – Касьяненко А.Л.)</i>	
Анализ состава пород почвы горных выработок на шахтах Донецкого бассейна ....	124

<i>Дрох В.В., Марюшенков А.В. (научные руководители – Ворхлик И.Г., Выговский Д.Д.)</i>	
Меры по уменьшению величин смещения боковых пород в участковых подготовительных выработках .....	130
<i>Елистратов В.А. (научный руководитель – Гомаль И.И.)</i>	
Опыт использования шахтных вод.....	137
<i>Золотухин Д.Е. (научный руководитель – Гомаль И.И.)</i>	
Способы утилизации шахтного метана .....	147
<i>Иващенко Д.С. (научные руководители – Соловьев Г.И., Голембиевский П.П., Нефедов В.Е.)</i>	
Особенности охраны подготовительных выработок глубоких шахт породными полосами .....	160
<i>Капуста В.И. (научные руководители – Костюк И.С., Фомичев В.И.)</i>	
Совершенствование технологии крепления вентиляционной и углеспускной печей при выемке угля щитовыми агрегатами .....	167
<i>Капуста В.И. (научный руководитель – Фомичев В.И.)</i>	
Локальные способы предотвращения выбросов угля и газа .....	175
<i>Квич А.В. (научный руководитель – Фомичев В.И.)</i>	
Опыт применения щитовых агрегатов на шахтах центрального района Донбасса ..	180
<i>Лежава Д.И. (научный руководитель – Дрипан П.С.)</i>	
Исследование способа закрепления анкера.....	185
<i>Лиманский А.В. (научный руководитель – Дрипан П.С.)</i>	
Лабораторные испытания ресурсосберегающего способа закрепления анкера ....	187
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Исследование влияния излишнего выпуска породы при ремонте выработки на ее последующую устойчивость .....	190
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Повышение устойчивости пород почвы горных выработок глубоких шахт на примере шахты имени В.М. Бажанова ГП «Макеевуголь» .....	199
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Механизм потери устойчивости горных выработок .....	202

- Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)*  
Способы управления состоянием массива горных пород, вмещающих выработки шахт Донбасса.....207
- Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)*  
Комплекс эффективных мероприятий по повышению устойчивости подготовительных выработок и особенности их деформирования на шахте «Степная» ПАО «ДТЭК «Павлоградуголь» .....217
- Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)*  
Контроль и изучение деформационных процессов кровли монтажных камер, закрепленных анкерной крепью .....224
- Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)*  
Исследование существующих технологических решений, которые направлены на повышение устойчивости крепи в подготовительных выработках угольных шахт...228
- Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)*  
Контроль и изучение деформирования породного контура монтажных ходков, закрепленных комбинированной крепью .....234
- Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)*  
Определение схемы позиционирования анкеров в зоне неупругих деформаций .....239
- Муляр Р.С., Агарков А.В. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)*  
Особенности влияния угла залегания пород и глубины заложения анкеров на устойчивость горных выработок шахт Донбасса.....242
- Муляр Р.С., Агарков А.В. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)*  
Перспективы внедрения технологий извлечения метана из угольных пластов и его последующее использование.....245
- Муляр Р.С., Агарков А.В. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)*  
Повышение эффективности альтернативного использования подземного пространства закрываемых шахт центрального района Донбасса, отработывающих крутопадающие пласты.....248
- Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Соловьев Г.И.)*  
Особенности поддержания конвейерных штреков при сплошной системе разработки в условиях шахты «Коммунарская».....250

<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Костюк И.С.)</i>	
Управление внедрением нового способа охраны горных выработок угольных шахт с помощью методики Swim lane .....	257
<i>Нескреба Д.А., Поляков П.И. (ГУ «ИФГП» г. Донецк)</i>	
Экспериментальная наработка разрушения слоистой структуры горного массива с использованием эквивалентных материалов .....	264
<i>Панин Ф.В. (научный руководитель – Соловьев Г.И.)</i>	
Особенности поддержания конвейерных штреков при сплошной системе разработки на шахте им А. А. Скочинского.....	266
<i>Посохов Е.В. («ВТС Ровенькиантрацит» г. Ровеньки, ЛНР)</i>	
Определение и локализация вредных факторов, влияющих на состояние выемочных выработок, охраняемых угольными целиками.....	271
<i>Рыжикова О.А. (АФГТ ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В. Даля»),</i>	
<i>Должикова Л.П. (ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ»)</i>	
Ликвидация прорыва грунтовой дамбы хвостохранилищ .....	283
<i>Степаненко Д.Ю. (научный руководитель – Дрипан П.С.)</i>	
Исследование результатов лабораторных исследований способа закрепления анкера методом прессовой посадки .....	287
<i>Хащеватская Н.В., Шатохин С.В., Вишняков А.В., Ожегова Л.Д., Вишняк Ю.Ю.</i>	
<i>(ГУ «ИФГП», г. Донецк)</i>	
Диффузионные процессы водородосодержащих компонентов в угле в условиях импульсного нагружения и высокоскоростной разгрузки.....	290
<i>Шаповал В.А. (научный руководитель – Дрипан П.С.)</i>	
Значение своевременного обнаружения пожара в подземных горных выработках ....	296
<i>Якубовский С.С. (научный руководитель – Дрипан П.С.)</i>	
Предупреждение самовозгорания угля с помощью применения антипирогенов .....	298

Сборник научных трудов  
кафедры разработки месторождений  
полезных ископаемых

«Инновационные технологии разработки  
месторождений полезных ископаемых»

№ 3 (2017)

(Электронное издание)

Статьи в сборнике представлены в редакции авторов