

УДК 622.271

<https://doi.org/10.37101/ftpgp22.01.013>

**ВЗРЫВЧАТЫЕ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ-  
НОГО ЭВВ IV КЛАССА**

А.В. Курляк<sup>1\*</sup>, В.В. Соболев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственное предприятие «Научно-производственное объединение «Павлоградский химический завод», г. Павлоград, Украина

<sup>2</sup>Национальный технический университет «Днепровская политехника», г. Днепр, Украина

\* Ответственный автор: e-mail: anton.kurlyak@yandex.ru

**EXPLOSIVE AND SAFETY CHARACTERISTICS OF A TEST SAMPLE  
OF A DOMESTIC SAFETY EMULSION EXPLOSIVE OF CLASS IV**

A.V. Kurlyak<sup>1\*</sup>, V.V. Sobolev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State Enterprise “Research and Production Association “Pavlohrad Chemical Plant”, Pavlohrad, Ukraine

<sup>2</sup>Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

\* Corresponding author: e-mail: anton.kurlyak@yandex.ru

**ABSTRACT**

**Objective** is to study explosive and safety properties of the samples of domestic safety emulsion explosive of class IV.

**Research methods.** To determine explosive characteristics of the stucked emulsion substances, laboratory methods developed at the State Enterprise “Research and Production Association “Pavlohrad Chemical Plant” (SE “RPA “PCP”) are applied. Detonation velocity of the charges of the emulsion explosives was defined involving the “Voodmate” device. Safety properties of the test samples of the emulsion explosives were analyzed in the experiment mine roadway.

**Findings.** The developed composition of the domestic safety emulsion explosive has been tested in terms of the specification of both explosive and safety properties.

Test results have made it possible to define that the explosive characteristics of the tested safety emulsion explosives (SEE) are not to be inferior than the trotyl-containing safety explosives of class IV. The tests of safety properties carried out in the mine roadway have demonstrated that the SEE test samples belong to class IV.

**Originality.** Explosive and safety characteristics of the samples of domestic safety emulsion explosives developed at the SE “RPA “PCP” have been identified. The safety emulsion explosives preserve the explosive and safety properties not to

be inferior than the trotyl-containing analogues in terms of the non-available toxic component.

**Practical implications.** The manufactured samples of the safety emulsion explosives were tested to define their explosive and safety characteristics. The obtained results concerning the manufacturing of the samples of the safety emulsion explosives may be used for further production of domestic admissible emulsion explosives of class IV.

**Keywords:** safety properties, emulsion explosives, ignition quality, experiment mine roadway, detonation velocity

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Существующий ассортимент предохранительных взрывчатых веществ (далее по тексту – ВВ) имеет ряд недостатков. Например, предохранительные аммониты способны к выгоранию, слеживаемости, они обладают малой водостойкостью, высокой чувствительностью к уплотнению и т.д. ВВ, содержащие тротил, имеют в своём составе токсичные соединения, обладают высокой чувствительностью к механическим воздействиям, имеют высокую стоимость.

Предохранительные ВВ не обеспечивают в полном объеме необходимый уровень безопасности для ведения взрывных работ во взрывоопасной атмосфере шахт. Поэтому необходимо их дальнейшее совершенствование в направлении увеличения массы предельного заряда в метано-воздушной смеси (МВС) (или повышения антигризутности) [1].

Некоторые специалисты считают [2], что наиболее перспективным направлением повышения уровня предохранительных свойств ВВ является применение в их составе химически активных солей-ингибиторов реакции окисления метана кислородом воздуха. В результате торможения этой реакции ингибитором, который находится в составе предохранительного ВВ, удастся обеспечить предупреждение взрывов МВС при взрывных работах.

С появлением в промышленности нового поколения эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ) возникла реальная возможность создания новых предохранительных ВВ, которые сочетают в себе безопасные свойства и требуемые детонационные характеристики. Тонкодисперсная структура этих ВВ при наличии воды, имеющих теплоту взрыва в пределах 700 ккал/кг и высокую детонационную способность без использования индивидуальных взрывчатых веществ, позволили создать промышленные ВВ IV класса.

В настоящее время Украина не располагает отечественными предохранительными ЭВВ – в этом направлении работы находятся пока на этапе научных исследований.

Основные требования, предъявляемые ко всем предохранительным ВВ, сводятся к следующему:

- иметь небольшую теплоту и температуру взрыва;
- иметь небольшую работоспособность – порядка 200–240 см<sup>3</sup> при взрывании по углю, а в особо опасных забоях – 170 см<sup>3</sup>; 240–300 см<sup>3</sup> – при взрывании по породе;
- энергия взрыва должны быть ограничена;

- ВВ должны обладать устойчивыми детонационными характеристиками;
- иметь кислородный баланс, близкий к нулю;
- в состав ВВ целесообразно вводить инертные вещества, обладающие отрицательными каталитическими свойствами относительно реакции окисления метана;

- не должны содержать посторонних включений (металлических и др.), способных гореть в воздухе с развитием высокой температуры.

Отвечая этим требованиям, предохранительные ВВ имеют свои, присущие только им особенности, благодаря которым они обеспечивают высокую степень безопасности при взрывных работах. Современные предохранительные ВВ, безопасные с точки зрения воспламенения МВС, можно считать безопасными и в отношении воспламенения пылевоздушной смеси (ПВС).

По оценкам специалистов ДонНТУ и МакНИИ до 25% от количества случаев воспламенения МВС и (или) ПВС в опасных выработках шахт являются взрывные работы. Расследование аварий, имевших место при производстве взрывных работ, показало, что основными причинами их являются склонность применяемых штатных предохранительных ВВ к слеживанию и к выгоранию, особенно при короткозамедленном взрывании комплекта шпуровых зарядов. Порошкообразная структура компонентов таких ВВ и их компоновка по принципу обеспечения безопасности путем снижения детонационных характеристик до предельных значений создает вероятность перехода детонации в режим взрывного горения. Стендовые исследования, проведенные МакНИИ, подтверждали эти недостатки предохранительных аммонитов и угленитов, которые могли быть наиболее вероятной причиной воспламенения взрывоопасной метано-воздушной смеси в угольных шахтах [2].

При создании отечественного предохранительного эмульсионного взрывчатого вещества необходимо решить следующие задачи:

- устойчивость к выгоранию;
- придание ВВ предохранительных свойств на уровне не ниже IV класса;
- обеспечение взрывчатых характеристик не хуже тротилсодержащих ВВ IV класса.

С учетом установленных физико-химических закономерностей процесса воспламенения горючих газов сформулированы следующие принципы создания рецептур устойчиво детонирующих предохранительных ВВ различных классов:

- ограниченная энергии взрыва до заданного верхнего предела. Такое ограничение обусловлено тем, что при более высокой теплоте газы взрыва имеют соответственно и более высокую температуру, в результате чего увеличивается вероятность воспламенения МВС.

Для снижения температуры взрыва и уменьшения вероятности воспламенения метано-воздушных и пылевоздушных смесей в шахтах в состав ВВ вводятся пламегасители. В качестве пламегасителей чаще всего используют NaCl и KCl. Пламегасители не участвуют в реакции при взрыве, только нагреваются и испаряются, снижая тем самым температуру газов взрыва. Перемешиваясь с МВС указанные хлориды выполняют роль ингибиторов;

– создание селективно детонирующих ВВ. Согласно этому принципу взрывчатые механические смеси представляют собой саморегулируемые системы: теплота их взрыва меняется в зависимости от условий взрывания. Селективность обеспечивается созданием ВВ из двух компонентов, отличающихся между собой по химической активности. Одна из них легко детонирует в любых условиях. Вторая представляет собой ионообменную пару солей, например, смесь натриевой или калиевой селитры с хлористым аммонием.

Такой состав ВВ приводит к тому, что при торцевом или боковом обнажении заряда взрывается только ЭВВ. Остальная часть ВВ играет роль пламегасителя. В результате выделяется около 50% расчётной теплоты, и газы взрыва нагреваются до температуры, которой недостаточно для воспламенения метана.

– применение в качестве окислителя аммиачной селитры (АС). При взрыве АС выделяет много газообразных продуктов ( $0,976 \text{ м}^3/\text{кг}$ ) и поэтому увеличивает работоспособность ВВ, при этом, имеет низкую температуру взрыва – 1623 К и характеризуется небольшим выделением теплоты – 1400 кДж/кг [1].

– создание ВВ, в котором тонкодисперсный пламегаситель образуется только в процессе его взрывчатого превращения. В этом случае наличие пламегасителя в продуктах взрыва не влияет на потенциальную теплоту взрыва [1].

Предохранительные ВВ IV классов созданы на приведённых выше принципах создания рецептур устойчиво детонирующих предохранительных ВВ.

Исходя из вышеизложенного в производственных условиях ГП «НПО «ПХЗ» была разработана рецептура предохранительного ЭВВ [3].

## **2. МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

После выбора рецептуры предохранительного ЭВВ взрывчатые характеристики опытных образцов предохранительных ЭВВ определялись с использованием методик, разработанных на ГП «НПО «ПХЗ». Определение скорости детонации зарядов эмульсионных взрывчатых веществ проводилось с помощью прибора «Voodmate». Исследование предохранительных свойств опытных образцов эмульсионных взрывчатых веществ проводилось в опытном штреке.

## **3. РЕЗУЛЬТАТЫ**

На основании разработанной рецептуры предохранительного ЭВВ были изготовлены опытные образцы и проведена оценка характеристик данного ВВ. Испытания опытных образцов ПЭВВ, производились в условиях полигона ГП «НПО «ПХЗ».

В ходе испытаний на полигоне ГП «НПО «ПХЗ» определялись следующие показатели:

- восприимчивость к инициирующему импульсу (электродетонатора);
- полнота детонации;

- передача детонации с определением скорости детонации;
- критический диаметр ;
- бризантность.

В таблице 1 приведены результаты испытаний.

**Таблица 1. Результаты испытаний образцов ПЭВВ в условиях полигона в сравнении с аналогичными показателями аммонитов марок Т-19, ПЖВ-20**

Наименование показателя	Опытные образцы ПЭВВ	Т-19	ПЖВ-20
Бризантность, мм	13-15	15-17	14-16
Передача детонации между патронами, см	2	5	5
Скорость детонации, м/с	3800-4500	3600-4300	3500-4000
Критический диаметр, мм	20	22	24

В таблице 2 приведены физико - химические характеристики ПЭВВ и тротилсодержащих ВВ аммонитов марок Т-19, ПЖВ-20.

**Таблица 2. Физико-химические характеристики ПЭВВ, аммонитов марок Т-19, ПЖВ-20**

Характеристики	ПЭВВ	Т-19	ПЖВ-20
Кислородный баланс, %	-0,5	-2,47	+0,62
Теплота взрыва, кДж/кг	2305	3408	3404
Температура взрыва, град. К	2054	2230	2220
Чувствительность к удару, мм	500	300	400
Чувствительность к трению, МПа	250-280	196-226	171-221

Из таблицы 1 видно, что по взрывчатым характеристикам опытные образцы ПЭВВ близки к тротилсодержащим предохранительным ВВ (Т-19, ПЖВ-20), исключение составляет показатель «передача детонации между патронами». У тротилсодержащих ВВ он выше, чем у эмульсионных. Данный недостаток решается тем, что в процессе зарядки в шпур патроны необходимо тщательно уплотнять.

Из таблицы 2 видно, что ПЭВВ в сравнении с Т-19 и ПЖВ-20 по показателю «температура взрыва» сходны, а по остальным показателям приведённым в таблице 3 превосходят Т-19, ПЖВ -20. В частности:

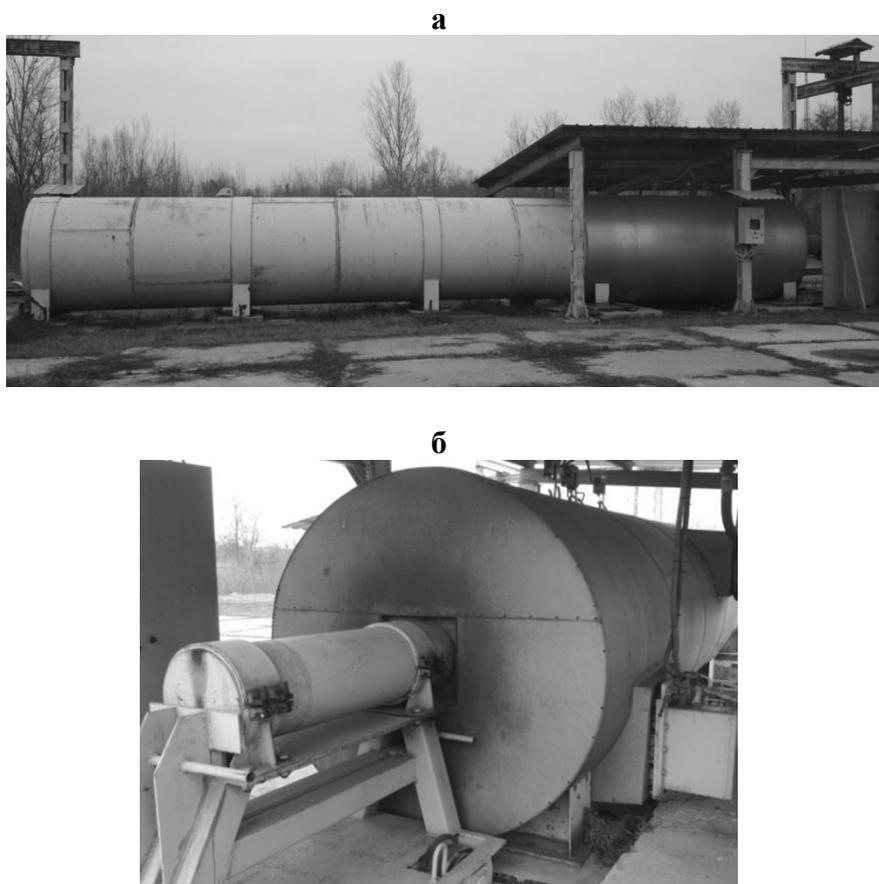
- показатель «кислородный баланс» близкий к 0 в ПЭВВ свидетельствует о том, что в составе ВВ кислород содержится в количестве необходимом для полного окисления горючих элементов [4];
- показатель «теплота взрыва» в ПЭВВ меньше Т-19, ПЖВ-20, свидетельствует о том, что ПЭВВ более безопасно при взрывании в МВС;

- показатель «чувствительность к удару» и «чувствительность к трению» выше у ПЭВВ, чем у Т-19, ПЖВ-20, что свидетельствует о более высокой безопасности к механическим воздействиям.

Уровень предохранительности ВВ, предназначенных для шахт, опасных по газу или пыли, устанавливают только экспериментальным путём воспламенения метано-воздушной (МВС) и пылевоздушной (ПВС) смесей зарядами ВВ при различных наиболее опасных условиях их взрывания. Это основной вид испытания, которому подвергаются ВВ классов III...VI. В процессе испытаний искусственно воспроизводятся наиболее опасные ситуации, возможные при взрывных работах в угольных шахтах. Чем выше класс предохранительности ВВ, тем жёстче условия испытаний и выше нормативы уровня предохранительности [5].

Дальнейшие испытания были направлены на определение предохранительных свойств. Основным оборудованием являлась лабораторная установка: штрек, находящаяся на ГП «НПО «ПХЗ». В штреке моделируются условия приближённые к условиям при взрывных работах в угольных шахтах.

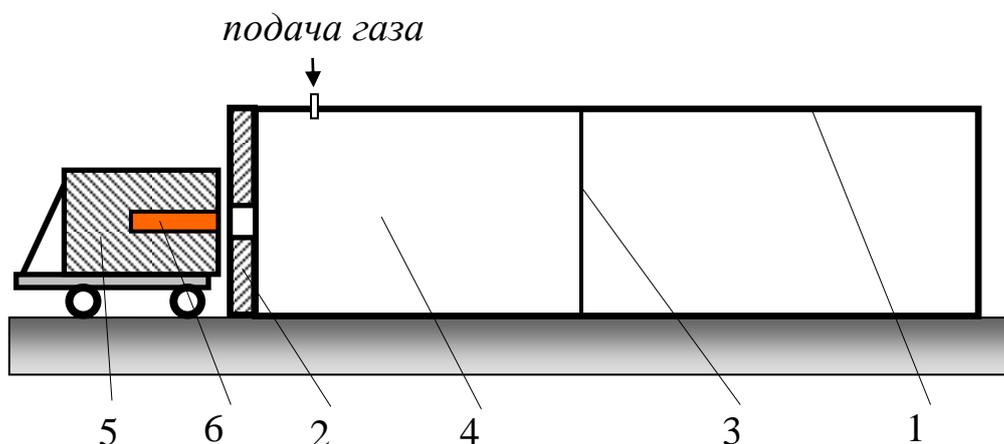
В условиях опытного штрека, показанного на рисунке 1, провели испытание на безопасность действия взрыва в МВС.



*а – общий вид штрека, б – вид канальной мортиры*

**Рисунок 1. Фотография опытного штрека**

Взрывание заряда предохранительного ВВ производилось в канальной мортире: показано на рисунке 2, т. е. моделировалось торцевое обнажение заряда.



**Рисунок 2. Схема опытного штрека, испытание ВВ в канальной мортире: 1 – стальная труба (опытный штрек); 2 – дно штрека с отверстием; 3 – диафрагма; 4 – взрывная камера ( $10 \text{ м}^3$ ); 5 – канальная мортира; 6 – заряд ВВ**

Различают следующие варианты пространственного размещения испытуемого заряда в канале мортиры:

- для классов III и IV заряд ВВ досылается до дна канала;
- при испытании ВВ классов V и VI заряд размещают на расстоянии 50 мм от устья канала [5].

В данной работе испытания проводились для IV класса ВВ.

Опытный штрек представляет собой стальную трубу диаметром 1,8 м и длиной 20 м. С одной стороны труба открыта, а с другой – имеет стальное днище с отверстием диаметром 400 мм для мортиры. Во внутренней полости опытного штрека устанавливается бумажная диафрагма, разделяющая штрек на две камеры. Объем камеры от днища до диафрагмы ( $10 \text{ м}^3$ ) называют взрывной камерой, в которой перед испытанием ВВ создается метано-воздушная атмосфера взрывоопасной концентрации ( $9 \pm 0,5\%$  метана по объему). Равномерное распределение компонентов смеси осуществляют с помощью лопастной мешалки. Концентрацию газа во взрывной камере измеряют электрическим газоанализатором.

Мортира представляет собой стальной цилиндр длиной 1200 мм и диаметром 550 мм с несквозным каналом диаметром 55 мм и глубиной 900 мм. В канал мортиры установили заряд предохранительного ВВ массой 300 г. Мортиру на тележке подкатили к днищу штрека, перекрывая отверстие в нём так, чтобы канал и заряд сообщались со взрывной камерой. Заряд ВВ взорвали электродетонатором.

Было испытано 20 патронов в условиях опытного штрека в пылевоздушной смеси согласно ГОСТ 7140, массой каждого заряда 0,3 кг. При этом не было воспламенения из 20 опытов, что удовлетворяет требованиям

ГОСТ 7140. Допускается получение до 50 % воспламенений (9 воспламенений из 20 опытов).

При взрывании в канале мортиры энергия взрыва была направлена на выброс (через устье канала) раскалённых продуктов взрыва (смесь газов, частиц ВВ, ЭД и пламегасителя). Выброшенные продукты взрыва расширились во взрывной камере и смешивались со взрывчатой метано-воздушной или пылевоздушной смесью. Часть их, способная к окислению, догорала в воздухе, что создаёт новое, более сильное пламя, чем то, которое при детонации вырвалось из канала мортиры.

Далее в условиях опытного штрека провели испытание на безопасность действия взрыва в пылевоздушной среде.

Для создания взрывоопасной взвеси угольной пыли (400...600 г/м<sup>3</sup>) в опытном штреке на расстоянии 8...11 м от днища под углом 20° к горизонтальной оси штрека устанавливалась пылераспылительная мортира, на дно которой помещали заряд ВВ массой 50 г с электродетонатором мгновенного действия.

Сверху заряд ВВ покрыли угольной пылью массой 6 кг. Угольную пыль распыляют за 2...10 с до взрыва основного испытываемого заряда. При проведении испытаний диафрагму в штреке не ставили.

Взрывчатые вещества считают выдержавшими испытание при массе заряда 700 г согласно ГОСТ 7140, если при испытании опытных предохранительных ВВ отсутствует воспламенение в 5 опытах.

Было проведено 5 опытов согласно ГОСТ 7140. При этом не было ни одного воспламенения.

В таблице 3 приведены нормативы по предохранительности, которым должен удовлетворять IV класс ВВ (при прямом инициировании).

Таблица 3. Нормативы по уровню предохранительности ВВ IV класса

Класс ВВ	Испытания в опасных условиях по	Норматив, г	
		m <sub>(50)</sub>	m <sub>пр</sub>
При взрывании в канальной мортире			
IV	Газу	300	-
IV	Пыли	-	700

Опытные образцы ПЭВВ соответствуют нормативам по уровню предохранительности ВВ IV класса, приведенным в таблице 3.

Исходя из приведенных выше результатов испытаний в опытном штреке образцов ПЭВВ следует: взрывчатые вещества, которые выдержали испытания в опытном штреке, считаются безопасными при применении их в шахтах, опасных по газу или пыли.

Использование таких зарядов ВВ предусматривает:

- обязательное выполнение назначенной им работы;
- в незаряженной части шпура должна быть размещена забойка;
- в атмосфере забоя и на расстоянии 20 м от него содержание метана должно быть менее 1%;

- забой, кровля, стенки и почва выработки на протяжении до 20 м от забоя должны быть обильно смочены водой с добавкой смачивателей;
- в призабойном пространстве выработки должна быть создана водораспылительная завеса, если это регламентируется нормативными документами.

#### **4. ВЫВОДЫ**

В результате испытаний образцов ПЭВВ на полигоне ГП «НПО «ЛХЗ» были определены взрывчатые характеристики. Взрывчатые характеристики ПЭВВ сравнили с взрывчатыми характеристиками тротилсодержащих аммонитов марок Т-19, ПЖВ-20.

Из сравнительной оценки видно, что основные взрывчатые показатели, влияющие на качество взрывных работ, не уступают взрывчатым показателям ВВ марок Т-19, ПЖВ-20. Так же были проведены испытания по определению предохранительных свойств на опытном штреке. Образцы ПЭВВ по предохранительным свойствам отвечают ВВ IV класса.

Таким образом опытные образцы ПЭВВ имеют взрывчатые и предохранительные характеристики, не уступающие тротилсодержащим аналогам, которые используются в шахтах Украины, но в отличие от аммонитов марок Т-19, ПЖВ-20 не имеют в своём составе токсичного компонента-тротила.

Разработанное ЭВВ IV класса предохранительности устойчиво к выгоранию и его применение может повысить безопасность производства взрывных работ по сравнению с применяемыми порошкообразными ВВ.

Использование ПЭВВ даёт возможность перейти при выполнении взрывных работ в производственных условиях шахт, опасных по газу и взрывам угольной пыли, к более экологически безопасным ВВ.

Полученные результаты после проведения дополнительных исследований будут положены в основу изготовления промышленного ПЭВВ.

#### **5. БЛАГОДАРНОСТИ**

За предоставленную возможность проведения комплекса испытаний опытных образцов предохранительных эмульсионных ВВ, помощь в организации исследований, полезные советы и ценные замечания авторы выражают глубокую благодарность Герою Украины генеральному директору, Павлоградского химического завода, доктору технических наук Леониду Николаевичу Шиману, техническому директору, доктору технических наук Евгению Борисовичу Устименко, заместителю директора по научной работе Лидии Ивановне Подкаменной и мастерам-взрывникам завода.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Соболев, В.В., Терещук, Р.М., & Григор'єв, О.Є. (2017) *Технологія та безпека виконання підричних робіт*. Дніпро: НГУ, 314 с.
2. Калякин, С.А. (2007) Взаимодействие кристаллов солей-ингибиторов с продуктами детонации взрывчатого вещества. *Физика и техника высокоэнергетической обработки материалов*. Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 10–19.

3. Курляк, А.В., Соболев, В.В., Устименко, Е.Б., & Балакин, О.А. (2018) Предохранительные эмульсионные взрывчатые вещества. Оценка рецептурных факторов влияния на свойства. *Сборник научных трудов национального горного университета*, (56), 42–49.
4. Кукиб, Б.Н., & Росси, Б.Д. (1980) *Высокопредохранительные взрывчатые вещества*. Москва: Недра, 172.
5. Дубнов, Л.В. (1953). *Предохранительные взрывчатые вещества в горной промышленности*. М. Л., Углетехиздат, 149.
6. Петров, Е.А., Кушнеров, П.И., & Буханов, В.И. (2008). Анализ новых разработок и испытаний предохранительных взрывчатых веществ для угольных шахт, опасных по газу и (или) угольной пыли. *Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности*, Изд-во ООО "ВостЭко", 123–133.

## REFERENCES

1. Soboliev, V.V., Tereshchuk, R.M., & Hryhoriev, O.Ie. (2017) *Tekhnolohiia ta bezpeka vykonania pidryvnykh robot*. Dnipro: NHU, 2017. – 314 c.
2. Kalyakin, S.A. (2007) Vzaimodeystvie kristallov soley-ingibitorov s produktami detonatsii vzryvchatogo veschestva. *Fizika i tehnika vyiskoenergeticheskoy obrabotki materialov*. Dneprpetrovsk: ART-PRESS, 10–19.
3. Kurlyak, A.V., Sobolev, V.V., Ustimenko, E.B., & Balakin, O.A. (2018) Predohranitelnyie emulsionnyie vzryvchatyie veschestva. Otsenka retsepturnyih faktorov vliyaniya na svoystva. *Sbornik nauchnyih trudov natsionalnogo gornogo universiteta*, (56), 42–49.
4. Kukib, B.N., & Rossi, B.D. (1980) *Vyisokopredohranitelnyie vzryvchatyie veschestva*. Moskva: Nedra, 172.
5. Dubnov, L.V. (1953). *Predohranitelnyie vzryvchatyie veschestva v gornoy promyshlennosti*. M. L., Ugletehizdat, 149.
6. Petrov, E.A., Kushnerov, P.I., & Buhanov, V.I. (2008). Analiz novyih razrabotok i ispyi-taniy predohranitelnyih vzryvchatyih veschestv dlya ugolnyih shaht, opasnyih po gazu i (ili) ugolnoy pyili. *Vestnik Nauchnogo tsentra po bezopasnosti robot v ugolnoy promyshlennosti*, Izd-vo ООО "VostEko", 123–133.

## ABSTRACT (IN UKRAINIAN)

**Мета.** Дослідити вибухові і запобіжні властивості зразків вітчизняної запобіжної емульсійної вибухової речовини IV класу.

**Методи дослідження.** Для визначення вибухових характеристик патронування емульсійних речовин використані лабораторні методи, розроблені на Державному підприємстві «Науково-виробничому об'єднанні «Павлоградський хімічний завод» (ДП «НВО «ПХЗ»). Визначення швидкості детонації зарядів емульсійних вибухових речовин проводилося за допомогою приладу «Voodmate». Дослідження запобіжних властивостей дослідних зразків емульсійних вибухових речовин проводилися в дослідному штреку.

**Результати.** Розроблена рецептура вітчизняного запобіжної емульсійної ВР випробувана на визначення вибухових і запобіжних властивостей.

В результаті випробувань встановлено: вибухові характеристики дослідних запобіжних емульсійних вибухових речовин не поступають тротилвміс-

ним запобіжним ВР ІV класу. Проведені випробування запобіжних властивостей в дослідному штреку показали, що дослідні зразки ПЕВВ відносяться до ІV класу.

**Наукова новизна.** Визначено вибухові і захисні властивості, розроблених на ДП «НВО«ПХЗ» зразків вітчизняних запобіжних емульсійних вибухових речовин. У запобіжних емульсійних вибухових речовинах збережені вибухові і запобіжні властивості не гірше тротилвмісних аналогів при відсутності токсичного компонента.

**Практичне значення.** Виготовлені зразки запобіжних емульсійних вибухових речовин пройшли випробування за визначенням вибухових і запобіжних характеристик. Отримані результати по виготовленню зразків запобіжних емульсійних вибухових речовин можуть бути використані при подальшому виробництві вітчизняних запобіжних емульсійних вибухових речовин ІV класу.

**Ключові слова:** запобіжні властивості, емульсійні вибухові речовини, дослідний штрек, швидкість детонації

#### **ABSTRACT (IN RUSSIAN)**

**Цель.** Исследовать взрывчатые и предохранительные свойства образцов отечественного предохранительного эмульсионного взрывчатого вещества IV класса.

**Методы исследования.** Для определения взрывчатых характеристик патронированных эмульсионных веществ использованы лабораторные методы, разработанные на Государственном предприятии «Научно-производственное объединение «Павлоградский химический завод» (ГП «НПО «ПХЗ»). Определение скорости детонации зарядов эмульсионных взрывчатых веществ проводилось с помощью прибора «Woodmate». Исследование предохранительных свойств опытных образцов эмульсионных взрывчатых веществ проводилось в опытном штреке.

**Результаты.** Разработанная рецептура отечественного предохранительного эмульсионного ВВ испытана на определение взрывчатых и предохранительных свойств.

В результате испытаний установлено: взрывчатые характеристики опытных предохранительных эмульсионных взрывчатых веществ не уступают тротилсодержащим предохранительным ВВ IV класса. Проведённые испытания предохранительных свойств в опытном штреке показали, что опытные образцы ПЭВВ относятся к IV классу.

**Научная новизна.** Определены взрывчатые и предохранительные характеристики, разработанных на ГП «НПО «ПХЗ» образцов отечественных предохранительных эмульсионных взрывчатых веществ. В предохранительных эмульсионных взрывчатых веществах сохранены взрывчатые и предохранительные свойства не хуже тротилсодержащих аналогов при отсутствии токсичного компонента.

**Практическое значение.** Изготовленные образцы предохранительных эмульсионных взрывчатых веществ прошли испытания по определению взрывчатых и предохранительных характеристик. Полученные результаты

по изготовлению образцов предохранительных эмульсионных взрывчатых веществ могут быть использованы при дальнейшем производстве отечественных предохранительных эмульсионных взрывчатых веществ IV класса. **Ключевые слова:** предохранительные свойства, эмульсионные взрывчатые вещества, опытный штрек, скорость детонации

#### **ABOUT AUTHORS**

Sobolev Valerii, Doctor of Technical Sciences, Professor, State Higher Educational Institution Dnipro University of Technology, Professor of the Department of Construction, Geotechnics and Geomechanics, 19 Yavornytskoho Ave., Dnipro, Ukraine, 49005. E-mail: velo1947@ukr.net

Kurlyak Anton, State Enterprise Research-Industrial Complex «Pavlograd Chemical Plant», SE RIC PCP, 44 Zavodskaya Street, Pavlograd, Dnipropetrovsk region, Ukraine, 51400. E-mail: anton.kurlyak@yandex.ru