

### К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ КРИВБАССА

**В. В. Корнет**

ООО «Нерудстройматериалы»

с. Марье Дмитровка, Софиевский район, Днепропетровская область, 53132, Украина.

**О. В. Прохода**

ООО «Оллекс»

ул. Челюскинцев, 54, г. Кривой Рог, 50004, Украина.

**С. М. Чухарев**

ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ул. 22-го партсъезда, 11, г. Кривой Рог, 50027, Украина. E-mail: sergej.chukharev@gmail.com

Проанализировано влияние тротилосодержащих взрывчатых веществ, применяемых при разработке железорудных месторождений на экологическую ситуацию в Криворожском регионе. Рассмотрены вопросы перевода взрывных работ при подземной и открытой разработке железорудных месторождений на использование бес-тротилового взрывчатых веществ. Предложен новый способ изготовления простой взрывчатой смеси большой плотности местного приготовления, предназначенной для разрушения горного массива в условиях подземных и открытых горных работ. Способ позволил упростить технологию изготовления простейшей взрывчатой смеси с большой плотностью за счет сохранения стабильности ее нулевого кислородного баланса с обеспечением текучести как при заполнении межгранульного пространства твердой фазы жидкой, так и после его заполнения за счет обеспечения твердого состояния заданного количества взрывобезопасного топлива (дизельного топлива с большим содержанием парафина) после изготовления твердой фазы взрывной смеси. Взрывчатое вещество прошло испытание на карьере «Знаменский гранит». Приведены сравнительные характеристики существующих и предлагаемого взрывчатых веществ.

**Ключевые слова:** бестротилое взрывчатое вещество, себестоимость, технологические характеристики.

### ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН НА ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ КРИВБАСУ

**В. В. Корнет**

ТОВ «Нерудбудматеріали»

с. Мар'є Дмитрівка, Софіївський район, Дніпропетровська область, 53132, Україна.

**О. В. Прохода**

ТОВ «Оллекс»

вул. Челюскінців, 54, м. Кривий Ріг, 50004, Україна.

**С. М. Чухарев**

ДВНЗ «Криворізький національний університет»

вул. 22-го партз'їзду, 11, м. Кривий Ріг, 50027, Україна. E-mail: sergej.chukharev@gmail.com

Проанализовано вплив тротилівмісних вибухових речовин, що застосовуються при розробці залізорудних родовищ на екологічну ситуацію у Криворізькому регіоні. Розглянуто питання переведення вибухових робіт при підземній та відкритій розробці залізорудних родовищ на використання бестротилового вибухових речовин. Запропоновано новий спосіб виготовлення найпростішої вибухової суміші великої щільності місцевого приготування, призначеної для руйнування гірського масиву в умовах підземних і відкритих гірничих робіт. Спосіб дозволив спростити технологію виготовлення найпростішої вибухової суміші за рахунок збереження стабільності її нульового кисневого балансу із забезпеченням плинності як при заповненні міжгранульного простору твердої фази рідкою, так і після його заповнення за рахунок забезпечення твердого стану заданої кількості невибухового пального (дизельного пального з великим вмістом парафіну) після виготовлення твердої фази вибухової суміші. Вибухова речовина пройшла випробування на кар'єрі «Знаменський граніт». Приведено порівняльні характеристики існуючих і запропонованої вибухових речовин.

**Ключові слова:** бестротилова вибухова речовина, собівартість, технологічні характеристики.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.** Взрывные работы являются неотъемлемой частью современных технологических процессов во многих отраслях мировой промышленности. Украина относится к крупнейшим в Европе потребителям взрывчатых веществ. Свыше пятисот отечественных предприятий и организаций используют в производстве энергию взрыва.

Для промышленных нужд в нашем государстве ежегодно тратится свыше 140 тысяч тонн взрывчатки. Более 70 % работ, технологически связанных с

применением этих опасных веществ, приходится на предприятия горнорудной отрасли.

Кроме факторов мгновенного действия, взрывы характеризуются множественными процессами влияния на окружающую природную среду, одно из которых – загрязнение воздушного пространства, грунтов и вод продуктами взрывания. Так, при проведении массовых взрывов в Кривбассе ежегодно выбрасывается в атмосферу до 30 млрд. л токсичных газов и до 100 тыс. т сажистых продуктов, происходит интенсивное загрязнение земель и грунтовых вод нитра-

тами, которые входят в состав тротилосодержащих взрывчатых веществ (ВВ). Еще один минус этих ВВ – довольно высокая стоимость и проблемы, связанными с их хранением и транспортировкой.

Возникла необходимость разработки новых бестротилового ВВ, которые по техническим характеристикам не уступают существующим, и при этом уменьшат количество вредных выбросов в атмосферу. Повышение доли таких ВВ проводится в рамках реализации государственных программ улучшения экологии и окружающей среды.

Необходима замена на бестротилловые аналоги с высокой бризантностью в сочетании со сравнительно невысокой чувствительностью к механическим воздействиям.

В основном, существующие научные исследования по разработке и внедрению бестротилового ВВ относятся к открытым горным работам [1–7], т.к. объем выбросов при массовых взрывах на карьерах значительно превышает выбросы при подземных горных работах. Отдельные материалы освещают использование бестротилового ВВ при подземной разработке полезных ископаемых. Особенно актуален этот вопрос при массовой отбойке полезных ископаемых в очистных блоках [8]. Есть отдельные публикации по новым бестротилловым ВВ [9–13].

Цель работы – разработать способ изготовления простейшей взрывчатой смеси с большой плотностью, позволяющий упростить технологию изготовления такой смеси и удешевить взрывчатую смесь с сохранением в ней стабильного нулевого кислородного баланса и обеспечением ее текучести как при заполнении межгранульного пространства твердой фазы жидкой, так и после его заполнения.

**МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.** История современных взрывчатых веществ получила свое начало в XIX веке, когда итальянский ученый Асканио Собrero открыл нитроглицерин (1848г.), а гениальный шведский инженер Альфред Нобель создал воспламенитель нитроглицерина на черном порохе, который позволил применить нитроглицерин в горном деле, и в 1867 г. изобрел динамит. А с начала XX века в горное дело и военную промышленность вошло новое взрывчатое вещество тринитротолуол (тротил, тол), ставшее самой массовой взрывчаткой.

На горнорудных предприятиях Кривого Рога тротил в виде тротилосодержащих промышленных взрывчатых веществ (ВВ) безраздельно господствовал при проведении взрывных работ до 2003 года. Использование таких ВВ имело ряд достоинств – достаточно сильные бризантные свойства в сочетании со сравнительно невысокой чувствительностью к механическим воздействиям. Однако тротилосодержащие ВВ наносили существенный вред окружающей среде. Негативное влияние от массовых взрывов таких ВВ выражалось в значительных вредных выбросах в атмосферу окислов азота NOx и оксида углерода CO. Эти вещества оказывают вредное воздействие на окружающую среду и на человека, в том числе могут вызвать несколько десятков заболеваний. Тротил запрещен к использованию в

промышленных целях практически во всем мире. Например, в США последний завод по производству в мирных целях этого вещества был закрыт лет десять назад.

С 2004 года предприятия с открытой добычей руды начали переходить на использование новых бестротилового ВВ, что существенно улучшило экологическую обстановку, снизив количество вредных выбросов в атмосферу. К 2010 году практически на всех криворожских карьерах работы проводились с использованием бестротилового взрывчатых веществ. Предприятия с подземной добычей руды значительно в меньшей степени используют новый вид ВВ.

Альтернативой тротилосодержащих ВВ во всем мире служат ВВ местного приготовления. Они абсолютно безопасны в хранении и транспортировке, экологически безопасны (хорошо сбалансированы по содержанию кислорода), экономически выгодны.

Современное состояние использования энергии взрыва в добычных отраслях промышленности характеризуется широким использованием таких ВВ вместо заводских, переход на рецептуру ВВ, не содержащих тротил, полной механизацией всех процессов их приготовления и зарядания в скважины при высоком уровне технологической безопасности этих процессов.

*Эмульсионные ВВ.* Изготовление эмульсионного взрывчатого вещества происходит на месте взрыва: компоненты смешиваются в зарядных машинах непосредственно перед заряданием в скважину. Заметна тенденция приоритетного производства ВВ на месте ведения взрывных работ. Доля ВВ, изготавливаемых непосредственно потребителями перед взрывом, возросла на Украине с 30 до 65%.

*Игданиты.* Наиболее дешевым промышленным ВВ, местного приготовления, из известных в настоящее время является смесь аммиачной селитры (АС) и дизельного топлива (ДТ) в стехиометрическом соотношении 94,4:5,6, называемых на Украине и странах СНГ игданитами, а в дальнем зарубежье – ANFO.

Стоимость игданита местного приготовления в несколько раз ниже гранулированных тротилосодержащих и немного дешевле эмульсионных ВВ. Однако из-за низкой стабильности состава игданиты на открытых горных работах применяются на некоторых предприятиях, но не в чистом виде, а в виде гранулитов с добавлением для повышения мощности и стабильности дорогой алюминиевой пудры.

Исследуя свойства селитры и ее смесей с дизельным топливом разработана технология приготовления нового простейшего взрывчатого вещества местного приготовления – ПВВМП [14].

Поставленная в работе задача решается следующим образом. Необходимый эффект достигается за счет обеспечения твердого состояния заданного количества дизельного топлива с большим содержанием парафина после изготовления твердой фазы взрывчатой смеси.

Для изготовления простейшей взрывчатой смеси с большой плотностью сначала изготавливают твер-

дую фазу суміші. Для цього готують спеціальне паливо в формі вуглеводородів, що складається з розчину твердого вуглеводорода в рідкому вуглеводороді, наприклад парафіна в дизельному паливі при співвідношенні компонентів, що забезпечують рідкий стан розчину при меншій допустимій температурі нагрівання аміачної селітри та дизельного палива. В бак з дизельним паливом, підігріт до 40–50 °С завантажується парафін в формі крихти або гранул в заданому співвідношенні компонентів відповідно 2:3. Розчин перемішується мешалкою до повного розчинення парафіна в дизельному паливі, що забезпечує рідкий стан розчину. Далі аміачну селітру, висушену при температурі вище 32,5 °С, при цій же температурі змішують в спеціальному пристрої з підготовленим рідким розчином твердого вуглеводорода. Отриману суміш в герметичній ємкості піддають підвищеному тиску повітря на 10–15 хвилин, що забезпечить "вдавлювання" спеціального горючого в пори гранул аміачної селітри з отриманням твердої фази суміші з негативним кисневим балансом. Отриману суміш охолоджують до температури, що забезпечує твердий стан палива в порі аміачної селітри. Далі отриману тверду фазу суміші завантажують в мішки та направляють на зберігання або при виробництві вибухових робіт направляють на місце їх виробництва. К місцю виробництва вибухових робіт доставляють в ємкостях рідку фазу (насичений розчин) вибухової суміші, виготовлену раніше шляхом розчинення в підігрітій воді гранульованої (або в іншому вигляді) аміачної селітри до повного насичення розчину при температурі 25–30 °С при умові підтримки цієї постійної температури в ємкості з підігрівом, або розчиненням її в гарячій – 70 °С – воді до змішування з твердою фазою. Перед зарядкою скважин в дозаторі зарядної машини змішують рідку фазу, яку подають по водоводу, з твердою фазою. Рідку фазу подають порціями шляхом заливки її під дією гравітаційних сил в міжгранульну порожнину твердої фази до повного заповнення, контролюваного візуально через вікно дозатора, а готову вибухову суміш з великою густиною випускають в гідрозілюючий рукав, попередньо розміщений в скважині та закріплений до дозатора в її усті. Через велику густину (вищу густиною води в скважині) та достатньо високу текучість порція суміші розширює стінки рукава та опускається до дна скважини, витісняючи воду над собою. Процес повторюється до кінця формування заряду проекційної висоти.

Таким чином, основними ознаками простішого вибухового речовини місцевого виготовлення є:

- виготовлення рідкої фази вибухової суміші із насиченого водного розчину неорганічного окислювача, наприклад аміачної селітри;
- виготовлення твердої фази суміші із гранульованої аміачної селітри з вибухобезпечним паливом в формі вуглеводородів при заданому спів-

відношенні компонентів перед виробництвом вибухових робіт;

- змішування рідкої фази суміші з твердою фазою при співвідношенні компонентів, що забезпечують нульовий кисневий баланс при виробництві вибухових робіт з заповнення міжгранульної порожнини твердої фази;

- розміщення вибухобезпечного палива, необхідного для отримання нульового кисневого балансу вибухової суміші перед виробництвом вибухових робіт в задану кількість в твердої фазі суміші;

- виготовлення твердої фази суміші змішуванням гранульованої аміачної селітри з вибухобезпечним горючим в задану кількість в формі вуглеводородів, що складається з розчину твердого вуглеводорода в рідкому вуглеводороді, наприклад парафіна в дизельному паливі при співвідношенні компонентів, що забезпечують рідкий стан розчину при меншій допустимій температурі нагрівання аміачної селітри та дизельного палива;

- забезпечення твердого стану розчину твердої фази при температурі зберігання твердої фази в співвідношенні компонентів, що забезпечують нульовий кисневий баланс в вибуховій суміші після змішування рідкої та твердої фази шляхом заповнення під дією гравітаційних сил рідкої фази в міжгранульну порожнину твердої фази перед зарядкою скважин в гідрозілюючий рукав.

ПВВМП – при значно вищих характеристиках вибухових та технологічних (стійкість складу до року при складському зберіганні та до місяця в сухій або гідрозілюючій скважині; насипна густина складу 0,95–1,1 кг/дм<sup>3</sup>; нормальна сыпучість, швидкість детонації 4,5–5,0 км/с в скважині діаметром 250 мм) значно перевищує аналогічні вибухові складу місцевого та заводського виготовлення, що дозволить замінити при дробленні порід до 16 категорій (по шкалі М.М. Протодьяконова) тротилосодержачі та емульсійні ВВ. Ще одне позитивне властивість нового ВВ – можливість розміщення поблизу виробництва вибухових робіт в стаціонарному, модульному або транспортному виконанні.

Переваги ПВВМП порівняно з тротилосодержачими, в тому числі горючелющими акватами, з технічної точки зору та екологічної безпеки очевидні. Крім цього слід звернути увагу на такий фактор, як економічна ефективність пропонованого ВВ. Вартість ПВВМП в 2,5–3,0 рази нижче вартості штатних тротилосодержачих ВВ та емульсійних ВВ з використанням імпортованого сировини, а також нижче емульсійних ВВ з використанням вітчизняного сировини.

Маленький критичний діаметр (36 мм) та висока швидкість детонації, порівняні з аналогічними характеристиками тротилосодержачого грамоніта 79/21, дозволяють застосовувати ПВВМП при проходці гірських виробіток з використанням шпурів маленького діаметра та при масовій відбійці порід середньої та вище середньої міцності в шахтах та на відкритих

горних работах. Розроблена технологія і створено обладнання для пневмозарядки скважин на відкритих горних работах з наступним випробуванням на кар'єрі «Знаменський граніт». При цьому досягнута щільність заряджання  $1,2 \text{ кг/дм}^3$ . Заряджання скважин висотою 16 м вироблялося в гідроізоляційні рукава під стовп води. При цьому висота стовпа води досягала 8–13 м. Після обробки взорваної горної маси вихід негабарита склав не більше 3 %. Друга половина блоку була оброблена звичайним способом. Вихід негабарита склав до 9 %.

В Україні існує різноманітний і постійно розширюючий асортимент розроблюваних і застосовуваних ВВ. Українськими спеціалістами і практиками запропоновано більше 20 рецептур емульсійних ВВ, що мають різні параметри. Широка номенклатура ВВ отримується при ути-

лізації боєприпасів, в першу чергу, на основі порохів і гексогена.

За даними іноземних джерел, в США, як і двадцять років тому, виробництво і споживання емульсійних ВВ не перевищує 10–15 %, в Німеччині – 18–20 %, в Чехії – до 25 %, в Японії – 17–20 %, в Швеції – 7–12 %, що відповідає рівню обводнення вибухових порід 75–80 % і відповідає на ANFO до загального витрату ВВ в гірній промисловості.

Розвиток вибухових робіт в Україні, як і в інших країнах, нерозривно пов'язано з розвитком виробництва і економіки в цілому, що дозволяє зробити прогноз, підтверджуваний практикою, що збільшення споживання ВВ буде відбуватися, головним чином, за рахунок застосування емульсійних ВВ, в тому числі з додаванням в емульсійні ВВ складових типу ANFO.

Таблиця 1 – Характеристика деяких промислових ВВ і ЕВВ

Марка ВВ	Теплота вибуху, ккал/кг	Щільність Заряджання, $\text{кг/м}^3$	Концентрація енергії, ккал/дм <sup>3</sup>	Швидкість детонації, км/с
Ігданіт (АКДТ, ANFO)	920	800	730	2,7
Пореміт (Росія)	690	1250	865	5,1
Емульхім ШМ	840	1200	1008	4,8
Україніт (Україна)	820	1200	960	4,5
Гелекс Р-80 (Україна)	796	1300	996	5,2
HEF 250 (MSI, США)	807	1150	928	4,9
Нобеліт Т-200 (Німеччина)	740	1150	858	4,5
Дупо SL-700 (Швеція)	765	1000	765	4,0
Нобеліт DN (Швеція)	526	1230	647	5,7
Елауніт 710 (Китай)	827	1200	940	5,32
Елаціт 710 (Болгарія)	635	1250	794	5,65
<b>ПВВМП (Україна)</b>	<b>850</b>	<b>1000</b>	<b>910</b>	<b>5,0</b>
FRT (Іспанія)	835	1350	880	5,0
Ламбрекс-1 (Австрія)	765	120	918	5,6

**ВИВОДИ.** Необхідність переходу на використання при підземних горних работах бестротилових ВВ не викликає сумнівів. Пропонується вибуховий матеріал місцевого приготування – ПВВМП не поступає, а за рядом характеристик перевищує зарубіжні аналоги. Необхідно продовжити промислові випробування в умовах підземних горних робіт з вдосконаленням зарядної техніки, а також використання нових незалежних систем ініціювання.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сторчак С.А., Дудковський Т.Г. Становлення вибухових робіт в Україні // Інформаційний бюлетень УСІВ. – 2007. – № 1. – С. 4–7.
2. Закалінський В.М. Перспективи вибухового руйнування масивів горних порід – основа прогресу в гірній справі Росії // Вісник Російської Академії природничих наук. – 2011. – Т. 4. – С. 24–29.
3. Meyer, R. Explosives: monographie. 1 Aufl. – Weinheim; New York: Verl. Chemie, 1977. – С. 358 р.
4. Шиман Л.Н., Устименко Е.Б., Подкаменная Л.И., Кириченко А.Л. Опыты применения бестротилового емульсионного вибухового матеріалу марки «ЕРА» на вибухових работах при зарядженні скважин

механізованим способом з використанням суміщельно-зарядних машин // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – 2007. – Вип. 5/2007 (46), част. 1. – С. 113–117.

5. Кутузов Б.Н. Технічний переворот в обороті промислових ВВ громадянського призначення в гірній справі за рахунок заміни тротилосодержащих на емульсійні і гранульовані бестротилові ВВ // Безпека праці в промисловості. – 2007. – № 7. – С. 20–22.

6. Горбонос М.Г. Застосування важких ANFO на гранітних кар'єрах Канади // Вибухове діло. № 91/48. – М., 1998. – С. 115–117.

7. Барон В.Л., Кантор В.Х. Техніка і технологія вибухових робіт в США. – М.: Недра, 1989. – С. 82–95.

8. Ступник Н.И., Калиниченко В.А., Федько М.Б., Мирченко Е.Г. Перспективи використання бестротилового вибухового матеріалу на рудниках з підземної добування корисних копалин // Науковий вісник Національного гірничого університету, Дніпропетровськ. – 2013. – № 1. – С. 44–48.

9. Вилкул Ю.Г., Близнюков В.Г., Бригінець Ю.В. Бестротилове ВВ «ІГДАНІТ МК 1» //

Горный вестник. – 2012. – Вып. 95. – Кривой Рог, 2012. – С. 172–174.

10. Маторин, А.С., Павлютенков В.М., Водосодержащие взрывчатые вещества местного приготовления. Монография. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. – 192 с.

11. Kovalenko I., Kuprin A, Kuprin V. Nonaerations sensibilization of emulsive explosives // New trends in research of energetic materials // VII International sem. – Pardubice (the Czech Republic), 2004. – PP. 512–516.

12. Куприн В.П., Ищенко Н.И., Вилкул А.Ю. и др. Разработка эмульсионных ВВ марки «Украинит» // Информационный бюллетень Украинского союза инженеров-взрывников. – 2012. – № 3. – С. 2–10.

13. Патент на винахід № 71743 (2014). Спосіб виготовлення найпростішої вибухової суміші з великою густиною / Римарчук Б.І., Шварцер В.Я., Корнет В.В., Кішкін П.І.; Бюл. № 12.

## REGARDING THE USE OF EXPLOSIVES IN THE MINING INDUSTRY OF KRIVBASS

**V. Kornet**

Nerudstroyaterialy, LLC

Marje-Dmitrowka Village, Sofievka Region, Krivoy Rog, 53132, Ukraine

**O. Prohoda**

Ollex, LLC

vul. Cheluskintsev 54, Krivoy Rog, 50004, Ukraine

**S. Chukharev**

Krivoy Rog National University

vul. XXII Parts`ezda 11, Krivoy Rog, 50027, Ukraine. E-mail: sergej.chukharev@gmail.com

The article considers the environmental impact of trinitrotoluene explosives which are used in iron ore mining in the Krivoy Rog area. The authors have discussed the problems of blasting operations change-over to use the non-trinitrotoluene explosives in underground and open-pit iron ore deposits. It is proposed a new manufacturing method to produce local-designed protozoan explosives of high density for massif breakage in underground and open pit mining. This method allowed us to simplify the manufacturing technology of protozoan explosives with high density by the maintenance of its zero oxygen balance stability and fluidity as while the filling the intergranular space of solid phase with the fluid one, as when the filling is over, providing the solid state of predetermined amount of safety fuel (paraffin-rich diesel fuel), when the explosive mixture solid phase is fabricated. The explosive has received approval at the "Znamenskiy granite" stone-pit. It is presented the comparison table containing characteristics of the existing and proposed explosives.

**Key words:** non-trinitrotoluene explosive, production cost, technological characteristics.

## REFERENCES

1. Storchak, S.A., Dudkovskiy T.G. (2007), "Status of blasting in Ukraine", *News bulletin of The Ukrainian Union of Explosives Engineers*, vol.1, pp. 4–7.

2. Zakalinskiy, V.M. (2011), "Prospects for the explosive massif rock fragmentation as basis of progress in mining of Russia". *Herald of Russian Academy of Natural Sciences*, vol. 4, pp.24–29.

3. Meyer, R. (1977), *Explosives*, Monograph, Verl. Chemie, Weinheim, New-York.

4. Shiman, L.N., Ustimenko, E.B., Podkamennaya, L.I. and Kirichenko A.L. (2007), "The experience in application of non-trinitrotoluene emulsion explosives "ERA" for blasting works when charging the blastholes by the mechanized method with use of mixing-loading machines", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy State University*, vol. 5, part 1, pp. 113–117.

5. Kutuzov, B.N. (2007), "Technical revolution in circulation of industrial explosives of civilian use in mining by replacing trinitrotoluene-containing explosives with emulsion and granulated non-trinitrotoluene explosives", *Safety in Industry*, vol. 7, pp. 20–22.

6. Gorbonos, M.G. (1998), "Applying heavy AN-FO at granite quarries of Canada", *Vzryvnoe delo*, vol. 19/48, pp.115–117.

7. Baron, V.L. and Kantor, V.H. (1989), *Technics and technology of blasting works in USA*, Nedra, Moscow, Russia.

8. Stupnik, N.I., Kalinichenko, V.A., Fed'ko, M.B. and Mirchenko E.G. (2013), "Perspectives of use of non-trinitrotoluene explosives in underground mining", *Scientific Bulletin of National Mining University*, vol. 1, pp. 44–48.

9. Vilkul, Y.G., Bliznukov, V.G. and Briginets, Y.V. (2012), "Non-trinitrotoluene explosive "IGDANITE MK 1", *Mining Herald*, vol. 95, pp.172–174.

10. Matorin, A.S. and Pavlytenkov, V.M. (2004), *Vodosoderzhaschie vzrivchatie veschestva mestnogo prigotovleniya* [Hydrous explosives of local preparation], Ural branch of RAS, Ekaterinburg, Russia.

11. Kovalenko, I, Kuprin, A., and Kuprin V. (2004), "Nonaerations sensibilization of emulsive explosives", *VII Int. sem. New trends in research of energetic materials*, Pardubice (the Czech Republic), pp. 512–516.

12. Kuprin, V.P., Ischenko, N.I., Vilkul, A.Y., Savchenko, N.V., Monakov, V.F., Koltunov, O.V., and Kovalenko, I.L. (2012), "Elaboration of emulsion explosives mk. "Украинит", *News bulletin of The Ukrainian Union of Explosives Engineers*, vol. 3, pp. 2–10.

13. Rimarchuk, B.I., Shvartser, V.Y., Kornet, V.V., and Kishkin P.I. (2004), Method of manufacturing a simple explosive mixtures with high density. Patent for invention no. 71743, Bul. no. 12.

Стаття надійшла 26.04.2014.