

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗАЦИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ КОНТЕЙНЕРНОЙ ПОСТАВКЕ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ**

Наведено результати досліджень, розробок та впровадження обладнання для механізації вибухових робіт при відвантаженні вибухових речовин на гірничі підприємства в м'яких контейнерах.

## **PERFECTION OF MECHANIZATION OF EXPLOSIVE WORKS BY CONTAINER DELIVERY OF EXPLOSIVE SUBSTANCES ON THE BASIS OF A RATIONAL CHOICE OF THE EQUIPMENT**

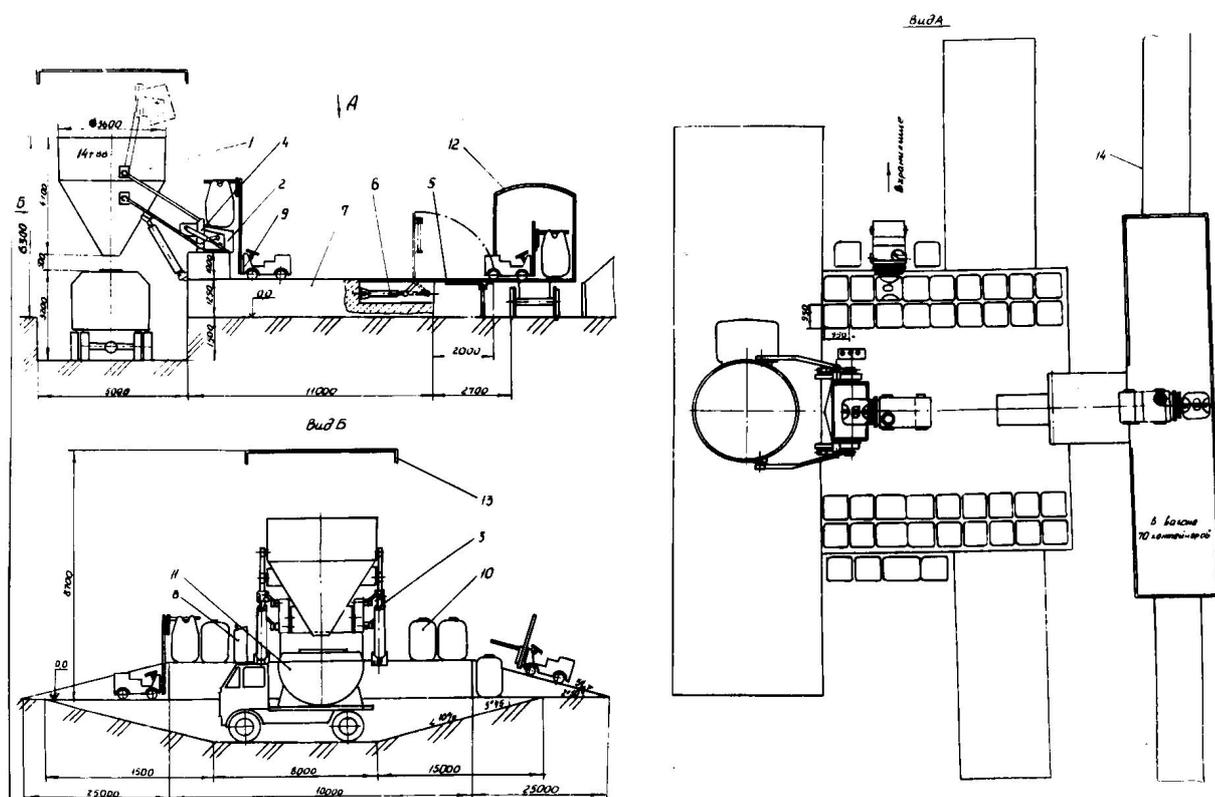
The results of researches, development and introduction of the equipment for mechanization of explosive works are given by delivery of explosive substances on the mining enterprises in soft containers.

Переход предприятий, вырабатывающих взрывчатые вещества (ВВ) на их поставку горнодобывающей промышленности в мягких контейнерах, вызвал необходимость разработки и испытаний нестандартного оборудования для их переработки. Задача разработки такого оборудования усложняется тем, что оно должно вписываться в существующие на горных предприятиях технологические схемы механизации взрывных работ с комплектами применяемых погрузочно-разгрузочных и зарядных машин.

Технико-экономический анализ работы применяемой на предприятии погрузочно-растаривающей установки 1УПР-30 [1] для растаривания бумажных мешков с ВВ показал, что ее реконструкция не позволяет в полной мере решить все погрузочно-разгрузочные и логистические задачи при переработке ВВ в мягких контейнерах. Модернизация этой установки для переработки ВВ в мешках и мягких контейнерах требует больших капитальных вложений.

Институтом геотехнической механики НАН Украины совместно с ЗАО «Промвзрыв» г. Запорожье проведены экспериментальные работы по определению физико-механических характеристик применяемых на предприятии ВВ, при переработке и длительному хранению их в мягких контейнерах, замеру зарядов статического электричества при выгрузке ВВ из контейнеров, разработаны и внедрены технологические схемы и оборудование для переработки ВВ в мягких контейнерах. Главным элементом технологических схем является устройство типа УРМК растаривания мягких контейнеров. Устройство УРМК [2] (рис.1) выполнено во взрывобезопасном исполнении, монтируется на специально подготовленной площадке-рампе, прилегающей к складу взрывчатых материалов, и включает следующие основные узлы: бункер-накопитель - 1, размещенный на эстакаде, люльку - 2- для установки и закрепления мягких контейнеров, механизмы подъема люльки - 3 и опрокидывания - 4, полка - 5 с механизмом поворота - 6, который расположен на рампе, для заезда погрузчика в вагон. Устройство оборудо-

довано пультом управления-8, гидростанцией и системой пылеподавления. Последняя связана с люлькой при выгрузке контейнера посредством рукава. Рукав имеет двойные гофрированные стенки, причем внутренняя перфорированная, что позволяет отсасывать запыленный воздух из тракта прохождения ВВ. Система пылеподавления состоит из вентагрегата, циклона-промывателя и трубопроводов с задвижками.



- 1 - бункер-накопитель; 2 - люлька; 3 - механизм подъема короба; 4 - механизм опрокидывания; 6 - механизм поворота полка; 7 – рампа; 8 - пульт управления; 9 - погрузчик; 10 - контейнер; 11 - машина зарядная; 12 - вагон; 13 – система пылеподавления; 14 - ж. д. путь

Рис. 1- Технологическая схема грузопереработки ВВ в мягких контейнерах с применением устройства УРМК

Основные технические параметры устройства и применяемого с ним оборудования приведены в табл.1.

Бункер-накопитель, изготовленный из стали марки 12Х13Н10Т, установлен на эстакаде, на высоте, обеспечивающей загрузку зарядных машин МЗ-8 и Акватол-1Уг. Крышка бункера оборудована загрузочным люком, оборудованным решеткой из нержавеющей стали для раздробливания комков слежавшихся ВВ. Эстакада (на рис.1 не показана) сварной конструкции служит для крепления бункера, надстройки, площадки и лестниц. Надстройка предназначена для обслуживания рабочей зоны разгрузки контейнеров, системы пылеподавления и предохраняет устройство от прямых воздействий осадков. Надстройка имеет две двери: одна для прохода на верхнюю рабочую площад-

ку обслуживающего персонала, другая с приводом от гидроцилиндра – для захода люльки с контейнером при разгрузке последнего. На нижней площадке расположены пульт управления шиберной заслонкой и лестница перехода на верхнюю площадку. В ограждении нижней площадки выполнен проход, закрывающийся калиткой, для выхода на бункер зарядной машины при закрытии и пломбировании крышки бункера машины. Люлька предназначена для приема и доставки мягкого контейнера с ВВ на верхнюю площадку при выгрузке его содержимого. Люлька оборудована механизмом фиксации контейнера, состоящим из гидроцилиндра, системы рычагов и тяг. Контейнер закрепляется с двух сторон: с помощью кронштейна фиксируется горловина, а двумя рычагами с шипами – дно и боковые стенки. Причем шипы прокалывают ткань контейнера и полиэтиленовый вкладыш, дополнительно способствуют снятию зарядов статического электричества.

Таблица 1- Технические параметры устройства типа УРМК

Наименование показателей	Норма
Производительность, кг/с	9,3
Привод рабочих органов	гидравлический
Станция насосная	
а) установленная мощность электродвигателей, кВт	14
б) производительность двух насосов, м <sup>3</sup> /с	0,0004/0,0016
в) рабочее давление, МПа	6,3
г) напряжение, В	380
Емкость бункера, м <sup>3</sup>	17
Тип разгружаемого контейнера	МКР-1,0С; МКО-1,0С
Грузовместимость контейнера, т	1,0
Габаритные размеры устройства, мм:	
длина	6400
ширина	5800
высота	9900
8. Масса, кг	10000

Все операции по грузопереработке ВВ: выгрузка мягких контейнеров из вагонов, по необходимости обжатие мягких контейнеров для восстановления сыпучести ВВ, разгрузка ВВ из контейнеров в бункер, загрузка зарядных машин осуществляется оператором устройства УРМК и водителем электропогрузчика.

Работа устройства осуществляется в следующей последовательности (рис. 2):

- 1) вагон с контейнерами устанавливается у рампы;
- 2) оператор фиксирует откидной полок между рампой и вагоном;
- 3) электропогрузчик заезжает в вагон и оператор закрепляет проушины контейнера на штырьевой насадке;
- 4) контейнер транспортируется к устройству УРМК, устанавливается в люльку и фиксируется;

- 5) отрезается горловина полиэтиленового вкладыша;
- 6) включаются электродвигатели гидростанции и системы пылеподавления;
- 7) открываются ворота надстройки;
- 8) люлька с контейнером поднимается вверх бункера;
- 9) на люльку присоединяется рукав для отсоса пыли;
- 10) люлька переворачивается и ВВ высыпается в бункер, рукав отсоединяется;
- 11) люлька возвращается в исходное положение;
- 12) оператор складывает отдельно полиэтиленовые вкладыши и контейнер (возвратная тара) в разные емкости.

Цикл повторяется до полного заполнения бункера. При загрузке зарядных машин оператор управляет шиберной заслонкой бункера гидрораспределителем, расположенным на пульте управления.

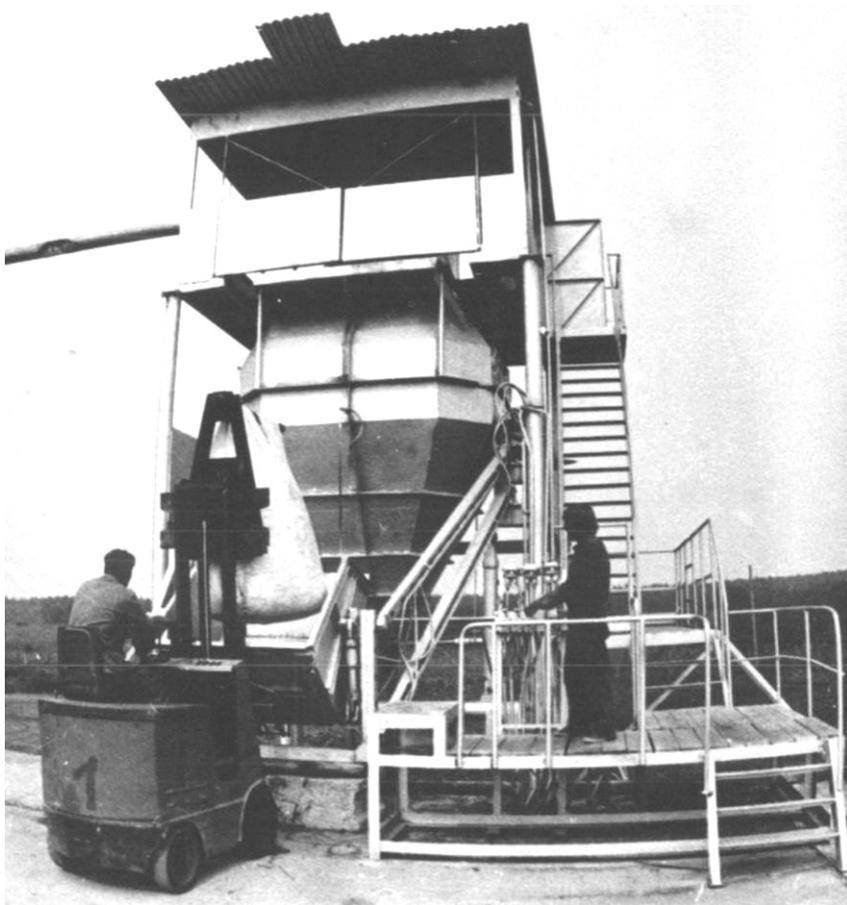


Рис. 2 – Технологический процесс установки контейнера в люльку устройства УРМК

При создании устройства УРМК конструкторским разработкам предшествовали исследовательские работы по определению физико-механических характеристик ВВ, поставляемых в мягких контейнерах и замеру зарядов статического электричества при гравитационном истечении ВВ из контейнера.

На базисном складе взрывчатых материалов поводился эксперимент по

длительному хранению взрывчатых веществ в мягких контейнерах в течение осенне-весеннего периода. Было загружено 5 контейнеров граммонитом 79/21, 2 контейнера –аммиачной селитрой и 2 контейнера –гранулотолом. Контейнеры устанавливались в хранилище в 2 яруса. Ежемесячно из всех контейнеров производился отбор проб и выполнялись анализы ВВ на влажность, гранулометрический состав, прочность гранул по известным методикам. Данные эксперимента показали, что граммонит 79/21, гранулотол сохраняют свои физико- механические характеристики (сохраняется сыпучесть, влажность не превышает допустимую, прочность гранул изменяется незначительно), а аммиачная селитра подвергается слеживанию и прочность гранул существенно изменяется. Полученные в ходе экспериментальных исследований результаты позволили разработать исходные требования к оборудованию устранения слеживаемости аммиачной селитры, хранящейся в мягких контейнерах. Было разработано, изготовлено и испытано устройство восстановления сыпучести типа УВС. Результаты испытаний устройства УВС дали положительные результаты.

При выгрузке содержимого контейнера из люльки в бункер – накопитель устройства УРМК выполнялись исследования по замеру зарядов статического электричества. Электрическое удельное сопротивление продуктов (табл.2) по ГОСТ 25857-83, 21988-76 и 2-85Е определялось по методике измерения удельного сопротивления утечки, согласованной и утвержденной в установленном порядке.

Небольшое различие (примерно в 3 раза) между значениями сопротивления утечки указанных в табл.2 продуктов №1 и №2, объясняется тем, что содержание кислоты в продукте №1 больше, чем в продукте №2.

Таблица 2 – Значения удельного сопротивления утечки

Продукт	Удельное сопротивление утечки, $\rho_{ут}$ , Ом·м	Влажность продукта, %	Кислотность в пересчете на $H_2SO_4$
№1 ГОСТ 25857-83	$1,5 \cdot 10^{10}$	0,2	0,004
№3 ГОСТ 21988-76	$4,5 \cdot 10^{10}$	0,3	следы
№3 ГОСТ 2-85Е	$1,35 \cdot 10^9$	5	-

Наличие (отсутствие) электростатических разрядов в процессе выгрузки контролировали измерителем энергии разрядов, для чего антенна прибора вводилась внутрь контейнера через загрузочный рукав и подвешивалась в верхней части контейнера. Чувствительность прибора при измерениях была не ниже 0,5 Мах. Регистрация разрядов фиксировалась осциллографом ОП С1-И6, датчиком которого являлся металлический шар диаметром 10 мм, укрепленный на внутренней стенке полиэтиленового вкладыша контейнера на 1/3 его высоты. В некоторых опытах дополнительно на разгрузочном рукаве был закреплен шар такого же диаметра.

К входу осциллографа подключалась интегрирующая RC –цепочка ( $R=68$  кОм,  $C=0,025$  мкФ). При такой схеме включения осциллографа возможно регистрировать в разрядных импульсах величину заряда до  $10^{-10}$  Кл.

Удельный избыточный заряд продукта определялся путем интегрирования величины тока с со специальной емкости, помещенной в загрузочную горловину бункера-накопителя установки УРМК. Емкость подвешивалась к горловине на изолирующих растяжках и заземлялась через переносной усилитель И-37. Запись тока осуществлялась самописцем Р-37. По заряду продукта в специальной емкости рассчитывалась поверхностная плотность заряда на внутренней стенке контейнера. Температура и относительная влажность воздуха в бункере-накопителе при испытаниях с разными продуктами составила соответственно: 15,5-16,5°C; 33-40%. Выполнено по три операции загрузки-выгрузки контейнера с каждым продуктом отдельно, при этом получены и математически обработанные результаты электростатических наблюдений, представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Результаты измерения величины статического электричества при выгрузке продукта из мягкого контейнера

Номер операции	Количество исследуемого продукта, кг	Энергия разрядов по прибору, мДж	Заряд в разряде на шар по осциллографу, Кл	Полный заряд продукта в специальной емкости, Кл	Удельный заряд продукта в специальной емкости, Кл/кг
1	300	Не выявлено	$+1,0 \cdot 10^{-10}$	$+2,7 \cdot 10^{-6}$	$+9 \cdot 10^{-9}$
2	500	То же	Не выявлено	$+2,2 \cdot 10^{-6}$	$+4,4 \cdot 10^{-9}$
3	950	То же	$+2,5 \cdot 10^{-10}$	$+3,6 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-9}$

Полученные результаты показывают, что максимальная величина заряда в разрядном импульсе составляет  $2,5 \cdot 10^{-10}$  Кл. Допустимый заряд в разряде для пыли продукта (минимальная энергия воспламенения 2,8 мДж) согласно инструкции ВНИИПО № 26-70 равен  $1,0 \cdot 10^{-7}$  Кл, т.е. заряд в зарегистрированных опытах в 400 раз меньше допустимого. Измерения показали отсутствие разрядов с энергией выше 0,5 мДж. Влияние относительной влажности воздуха проявляется при измерении поверхностного электрического сопротивления контейнера, которое характеризует время сохранения электрического заряда. Поверхностное электрическое сопротивление контейнера в сухой атмосфере оказалось большим на 2 порядка, чем при испытаниях во влажной атмосфере. Положительный знак заряда в разрядных импульсах и положительный знак электризации продукта свидетельствует о том, что разряды возникли в продукте при его истечении в бункер, а не со стенок контейнера. Расчет поверхностной плотности заряда на контейнере (по полному заряду на продукте и площади стенок) без учета утекания заряда на землю подтверждает этот вывод. Поверхностная плотность заряда оказалась равной  $(0,5-1) \cdot 10^{-10}$  Кл/см<sup>2</sup>, что на порядок меньше плотности заряда, при которой с диэлектрической поверхности происходят разряды в воздухе ( $2,65 \cdot 10^{-9}$  Кл/см<sup>2</sup>).

Выполненные исследования позволили сконструировать основные узлы устройства УРМК в соответствии с требованиями [3], а также [4].

Опытно-промышленные испытания схем механизации погрузочно-разгрузочных работ при поставке в мягких контейнерах и устройства

УРМК, изучение вопросов хранения ВВ в контейнерах, а также вопросов накопления зарядов статического электричества показали, что при использовании мягких контейнеров погрузочно-разгрузочные работы полностью поддаются механизации, слеживаемости ВВ в течение гарантийного срока хранения не наблюдается, возникновение зарядов статического электричества находится в допустимых пределах.

Приемочные испытания показали работоспособность и надежность отдельных узлов и устройства в целом, а устройство УРМК разрешением Госнадзора Украины было допущено к постоянному применению.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефремов Э.И., Чернуха Г.В., Чайковский А.И., Максименко Н.А., Карпунин В.А., Волов А.Т. Комплексная механизация взрывных работ на карьерах Запорожнерудпрома // Серия «Промышленность нерудных и неметаллорудных материалов». Реферативная информация. Вып. 6. - М.: 1979. - С. 3-5.
2. А.с. 1446036 (СССР). Устройство для растаривания мягких контейнеров // А.И. Чайковский, С.В. Магала, Э.И. Ефремов.- Заявка №4166176/28-13 от 23.12.1986.- Опубл в БИ №47, 1988.
3. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий (СН 242-71). - М.: Госстройиздат, 1971. – 112 с.
4. Определение категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. (ОНТП 24-86) - М.: МВД СССР, 1988. - 25 с.

УДК 622.271.3

Асп. А.В. Черняев

(Національний гірничий університет)

### **ДО ВИБОРУ КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ГЛИБИНИ РОЗРОБКИ ГРАНІТНИХ РОДОВИЩ ІЗ ВНУТРІШНІМ ВІДВАЛОУТВОРЕННЯМ**

Проанализированы и выбраны целесообразные критерии для установления предельной глубины отработки нерудных месторождений с внутренним отвалообразованием, приведенная модель расчета рационального критерия, в которой применены новые параметры системы разработки, которые имеют существенное влияние при доработке гранитных карьеров к максимальной глубине их разработки.

### **TO THE CHOICE OF CRITERIA FOR THE ESTABLISHMENT OF RATIONAL DEPTH OF DEVELOPMENT GRANITE OPEN PIT WITH INTERNAL WAREHOUSING DEAD ROCKS**

Rational criteria for definition of limiting depth of working off of nonmetallic deposits with internal warehousing dead rocks are analysed and chosen, the model of calculation of rational criterion in which new parameters of system of development which have significant influence at completion granite open pit up to the maximal depth of their development are applied is presented.

Видобуток нерудних будівельних матеріалів, зокрема гранітів, за останні роки зріс майже у два рази, що вимагає інтенсивного дослідження в напрямку подальшої доробки кар'єрів по видобутку сировини для виробництва щебеню, оскільки вже більш ніж 60 % з них досягають своєї проектною відмітки.