

A stylized, high-contrast illustration of a mine interior. A large, dark, rectangular pillar stands in the center, with a blue sky visible through the roof structure above it. The roof is composed of dark, angular sections. The walls are filled with diagonal hatching. At the bottom, a series of small, dark, rounded shapes represent a train of mine carts on a track.

КОМПЛЕКСНАЯ
МЕХАНИЗАЦИЯ
ВЗРЫВНЫХ РАБОТ
НА ГОРНОРУДНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ

**КОМПЛЕКСНАЯ
МЕХАНИЗАЦИЯ
ВЗРЫВНЫХ
РАБОТ
НА ГОРНОРУДНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНІКА»
КИЕВ — 1974

6П 1.2.08

К63

УДК 622.235:65.011.54

Комплексная механизация взрывных работ на горно-рудных предприятиях. Салганик В. А., Воротецкий Г. А., Кононов И. П., Мец Ю. С. «Технжа», 1974, 164 стр.

В книге обобщен опыт механизации взрывных работ на горнодобывающих предприятиях СССР. Описаны существующие и наиболее перспективные схемы комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ на базисных складах ВМ, пунктах подготовки и смещения ВВ, процессов доставки и заряжания шпуров и скважин, методы повышения эффективности ведения взрывных работ в различных горнотехнических условиях. Приведена характеристика оборудования для механизации заряжания, забойки и осушения взрывных скважин и шпуров в шахтах и на карьерах. Рассмотрены вопросы организации массовых взрывов на базе комплексной механизации взрывных работ. Освещены также вопросы техники безопасности при механизации заряжания скважин и шпуров, пылеподавления при пневмозаряжании. Книга рассчитана на инженерно-технических работников горнодобывающей промышленности, научно-исследовательских и проектных организаций.

Табл. 13, илл. 65, библи. 40.

Рецензент докт. техн. наук *А. О. Вовк*

Редакция литературы по тяжелой промышленности

Заведующий редакцией инж. *В. И. Кравец*

0373—054
К_М 202 (04)-74 57-74

 Издательство «Технжа», 1974 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Быстрый рост горного производства, связанный с постоянно увеличивающейся потребностью в металлических рудах, горнохимическом сырье и других твердых минеральных ресурсах, может быть обеспечен только при соответствующем техническом прогрессе и росте производительности труда.

Взрывные работы, являющиеся одним из основных технологических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых, до недавнего времени оставались наименее механизированными. Разгрузка поступающих на склады взрывчатых материалов (ВМ), их перемещение, складирование, доставка к месту ведения взрывных работ, зарядание и забойка скважин и шпуров — все эти операции производились вручную. Сотни тысяч тонн взрывчатых веществ (ВВ) ежегодно подвергались многократной ручной переработке, отрывая значительное количество рабочей силы от выполнения более производительных работ по добыче полезного ископаемого.

Основными причинами отставания в механизации взрывных работ явились высокая опасность тонкодисперсных взрывчатых веществ и неудобство в обращении с ними.

Внедрение механизации взрывных работ в СССР было начато в 1957 г. Толчком к этому послужила разработка и внедрение новых гранулированных и водонаполненных ВВ, пригодных для механизированного зарядания с использованием методов и средств пневмотранспорта.

В настоящее время объем потребления гранулированных и водонаполненных ВВ, обеспечивающих большой прогресс в технике взрывного дела, в СССР составляет 40% от общего количества выпускаемых ВВ.

Таблица 1

Классификация взрывчатых веществ

Класс	Группа	ВВ
ВВ только для открытых работ	1. Гранулированные водоустойчивые ВВ для крепких и весьма крепких пород в обводненных забоях	Алюмотол, грануло-тол, зерногранулиты 30/70В и 50/50В, граммонал А-45
	2. Водонаполненные текущие ВВ для сухих и обводненных скважин в крепких и весьма крепких породах	Акватол 65/35, металлизированные акватолы М-15 и МГ (гелеобразный)
	3. Водоустойчивые литые ВВ в кусках и шашках для обводненных скважин в крепких породах	Тротиловые шашки и куски
	4. Шнекованные ВВ в шашках для обводненных скважин в породах средней крепости	Шнекованный аммонит В-3
	5. Порошкообразные водоустойчивые непатронированные ВВ для слабых и средней крепости пород в сухих и мокрых забоях	Аммониты № 9-ЖВ, № 10-ЖВ
	6. Промежуточные детонаторы для инициирования гранулированных и водонаполненных ВВ	Шашки Т-400, Ш-400, ТГ-£00. Тет-150, ПТ-150
ВВ для открытых и подземных работ, кроме работ в шахтах, опасных по газу и пыли	1. Прессованные водоустойчивые высокомошные ВВ в патронах для весьма крепких пород	Аммонит скальный № 1
	2. Порошкообразные водоустойчивые ВВ повышенной мощности в патронах стандартного и крупного диаметров для крепких пород	Аммонал скальный № 3, аммонал водоустойчивый, динамоны АМ-8, АМ-10

Класс	Группа	ВВ
	3. Порошкообразные водоустойчивые и неводоустойчивые средней мощности ВВ в патронах и россыпью для пород средней крепости	Аммонит № 6-ЖВ, ди-нафталит, аммонит № 7-ЖВ
	4. Порошкообразные водоустойчивые ВВ, содержащие нитро-эфиры, в патронах стандартного и малых диаметров для крепких и весьма крепких пород	Детониты 6А, ЮА, 15А-10, детонит М
	5. Пластичные водоустойчивые ВВ для крепких и весьма крепких пород	Динамит 62%, аква-ниты 3Л, 16
	6. Гранулированные водоустойчивые ВВ для пород средней крепости и крепких в обводненных забоях	Граммонал А-8, зерногранулит 79/21 (горячего смешения)
	7. Гранулированные неводоустойчивые ВВ для пород средней крепости и крепких в сухих забоях	Зерногранулит 79/21 (холодного смешения), гранулиты АС-8 и АС-4, гранулиты М и С, нгданит
	8. Промежуточные детонаторы для инициирования малочувствительных ВВ	Шашки скального ам-монита и патроны других аммонитов и детонитов

Характеристика ВВ, применяемых

ВВ	Плотность, г/см ³ *		Критический
	насыпная или в патроне	критическая	открытого заряда

ВВ для открытых и подземных работ,

Зерногранулит 79/21 (холодного смешения)	0,8-0,85	1,5—1,55	50—60
Зерногранулит 79/21 (горячего смешения)	0,85—0,9	1,5—1,6	25—35
Граммонал А-8	0,85-0,9	1,4—1,45	30—40
Гранулит АС-8	0,87	1,3—1,4	80—100
Гранулит АС-4	0,8—0,85	1,3—1,4	100—120
Гранулит М	0,9	1,25-1,3	70—100
Гранулит С-2	0,8—0,85	1,3-1,4	120—150
Игданит	0,8-0,9	1,25—1,3	120—160
Аммонит скальный № 1	0,95—1,1		5—6
Аммонал скальный № 3	0,9—1,1	—	8—10
Аммонал водостойчивый	0,95—1,1	—	12—14
Динамон АМ-8	0,85—0,9	1,2-1,25	15-20
Динамон АМ-10	0,85—0,9	1,25—1,35	15—18
Аммонит N° 6-ЖВ	0,85—0,9	1,45—1,55	10—13
Динафталит	0,9—0,95	1,35—1,45	13—14
Аммонит № 7-ЖВ	0,78—0,83	1,35—1,45	11—13
Детонит 6А	1,1—1,2	1,55	8—10
Детонит 10А	1,15—1,25	1,6	6-8
Детонит 15А-10	1,2-1,3	1,7	4—9
Детонит М	1,1—1,3	1,6	8—10
Акванит 3Л	1,45—1,50	—	40—45
Акванит 16	1,30—1,35	—	28—30

ВВ только для

Гранулотол	0,95—1,0	60—80
Алюмотол	0,95—1,0	70—80
Зерногранулит 30/70В	0,85—0,9	40—60
Зерногранулит 50/50В	0,85—0,9	40—50
Граммонал А-45	0,9—0,95	60—80
Аммонит В-3	0,85—0,9	13—15
Акватол 65/35	1,4—1,45	50—70
Акватол М-15	1,35—1,4	(100—150)* 60—70 (100—150)'''

- Обжатие свинцового столбика взрывом заряда в стальной оболочке.
В водонаполненном состоянии.

Таблица 2

на горнодобывающих предприятиях СССР

диаметр		Скорость детонации, км/сек	Работоспособность, см*	Теплота взрыва, ккал/кг	Бризантность, мм
	в прочной оболочке				

кроме работ в шахтах, опасных по газу и пыли

15—20	3—3,6	360—370	967	20—25*
10—15	3,5—4,2	360—380	967	22—26 *
13—15	3,8—4,4	420—440	1264	26—30 *
18—25	3,0—3,6	410—430	1260	24—28 *
20—28	2,6—3,2	390—410	1120	22—26 *
20—25	2,5—3,6	320—330	904	18—22 *
20—25	2,4—3,2	320—330	886	15—20 *
25—30	2,2—2,7	320—330	904	15—20 *
	4,8—5,3	450—480	1250	18,5—22,5
	4,0—4,5	450—470	1343	18—20
	4,0—4,5	410—430	1175	16,4—19,5
8—10	3,2—4,0	420—440	1180	14,3—17,6
6—8	3,4—4,2	430—450	1285	14,5—17,7
4—6	3,6—4,8	360—380	1030	15—18
5—6	3,5—4,6	320—350	975	15—16
5—7	3,5—4,0	360—370	995	14—16
5	4,0—5,1	425—440	1218	17—18,5
5	4,2—5,3	430—450	1200	17—20
5	4,3—5,8	470—520	1407	18—23
5	3,9—5,3	460—500	1382	18—22
22—25	5,0—5,5	470—520	935	18—20*
20—22	5,0—5,4	320—340	1067	18—20 *

открытых горных работ

5—10	4,5—6,5	285—295	810—995
5—10	4,3—6,0	420—440	1340
10—15	3,8—6,0	330—340	990
15—20	3,6—5,6	340—350	980
7—10	4,5—6,3	440—460	1320
5—8	3,6—4,0	360—380	1000
35—40	4,8—5,5	330—350	910
30—36	4,8—5,8	465—480	1398

на горнодобывающих предприятиях СССР, приведена в табл. 2.

Гранулированные взрывчатые вещества отличаются хорошей сыпучестью, т. е. под воздействием собственного веса свободно высыпается из тары, в процессе заряжания хорошо заполняют заряжаемые полости и, в отличие от порошкообразных ВВ, при пневмозаряжении перемещаются по зарядному трубопроводу без образования «пробок». Особенно плохой сыпучестью отличаются порошкообразные ВВ с повышенной влажностью. При свободной засыпке гранулированных ВВ не достигается высокая плотность заряжания, хотя по сравнению с патронированными ВВ она выше на 12—15% и составляет 0,9—0,95 г/см³. При пневмозаряжении плотность заряжания в ряде случаев равна 1,15—1,25 г/см³, т. е. для некоторых типов гранулированных ВВ приближается к критической.

К числу недостатков большинства гранулированных аммиачно-селитренных ВВ относится их малая водоустойчивость. В ряде случаев отработку залежей приходится производить в обводненных условиях. Поэтому для заряжания шпуров и скважин приходится использовать водоустойчивые ВВ, стоимость которых в 1,5—2,5 раза выше, чем неводоустойчивых, что делает их применение в породах слабых или средней крепости экономически невыгодным.

К числу ВВ, обладающих высокой плотностью и объемной концентрацией энергии, относятся водонаполненные ВВ (ВВВ), представляющие собой взрывчатые суспензии. Жидкая фаза — пересыщенный водный раствор аммиачной селитры, загущенный добавкой высокополимерных веществ. Твердая фаза — тротил, алюминий и другие горючие невзрывчатые материалы. Водонаполненные ВВ благодаря своей пластичной консистенции приобретают форму заряжаемой полости и полностью заполняют ее объем. Плотность заряжания скважин и шпуров водонаполненными ВВ приближается к плотности этих ВВ и составляет 1,4—1,45 г/см³. Водонаполненные ВВ обладают высокой водоустойчивостью, что позволяет производить заряжание обводненных скважин за несколько суток до производства взрыва. Кроме того, вода, входящая в состав ВВ, делает его малочувствительным к механическим воздействиям, что позволяет механизировать процессы приготовления и заряжания скважин.

Инициирование зарядов акватола осуществляется с помощью мощного промежуточного детонатора. Наряду с малой чувствительностью к механическим воздействиям и водонаполненным состоянием сухие акватольные смеси по чувствительности к внешним воздействиям приравняются к аммонитам.

Порошкообразные взрывчатые вещества поставляются и патронах различного диаметра и в непатронированном виде, за исключением аммонала скального № 3, порошкообразных водоустойчивых ВВ, содержащих нитрозыры (детониты 6А, 10А, 15А-10, М), применение которых в непатронированном виде не допускается.

Гранулированные взрывчатые вещества выпускают россыпью в бумажных или джутовых мешках. Отдельные виды 1 ратулированных ВВ дополнительно упаковывают в полиэтиленовые мешки. В прессованном виде выпускают только аммонит скальный № 1 в патронах диаметром 36—45 мм. Литые взрывчатые вещества выпускают в виде тротильовых кусков и цилиндрических шашек. Куски поставляются в бумажных и наружных джутовых мешках, шашки — в мешках или ящиках.

Водонаполненные взрывчатые вещества в виде сухих смесей поставляются в бумажных мешках, а в водонаполненном состоянии — в полиэтиленовых мешках, уложенных в ящики, а также в специальной наливной полиэтиленовой таре.

В последнее время в СССР созданы растворонаполненные ВВ — ифзаниты. Они представляют собой взрывчатые смеси на основе алюминия и аммиачной селитры. Во взрывчатых смесях на основе алюминия в качестве сенсibiliзатора используют невзрывчатый компонент — дисперсный алюминий. По сравнению со взрывчатыми смесями, сенсibiliзированными тротилом, они более безопасны в применении, а благодаря высокой теплотворной способности алюминия обладают высокой объемной энергией.

При приготовлении ифзанитов в сухую смесь аммиачной селитры с тротилом или аммиачной селитры с алюминием вводится заранее приготовленный высококонцентрированный раствор аммиачной селитры, обладающей большой плотностью. Приготовление ифзанитов сводится к дозированию и смешиванию компонентов. Они обладают низкой чувствительностью к внешним воздействиям, что позволяет изготавливать их смесительно-зарядной машиной

непосредственно в процессе зарядания на блоке. Изменение дозировки твердых и жидких фаз, сенсibilизатора и окислителя позволяет изготавливать взрывчатые смеси с различными энергетическими характеристиками [24].

СХЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА БАЗИСНЫХ СКЛАДАХ ВМ

Снабжение предприятий горнорудной промышленности взрывчатыми материалами (ВМ) производится через базисные и расходные склады. •

В настоящее время в один прием взрывают 1200 т и более ВВ. Расходные склады, емкость которых в соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах» не превышает 75 т ВВ, не в состоянии обеспечить переработку такого количества ВВ и его доставка к взрываемым блокам производится непосредственно с базисных складов. Поэтому на крупных горнодобывающих предприятиях отпала необходимость в наличии расходных складов. Механизация работ на складах, имеющих небольшую емкость, экономически нецелесообразна. Для хранения ВМ базисные склады имеют капитальные сооружения, емкость которых зависит от вида размещаемого в них ВМ.

Сооружения для хранения ВМ на базисных складах можно разделить на 2 типа.

1. Хранилища для ВВ и СВ (средств взрывания), обнесенные земляными валами.

2. Хранилища напольного типа для хранения невзрывоопасных материалов (аммиачной и натриевой селитры, загустителей, алюминиевого порошка и т. д.). Эти хранилища размещают за пределами склада для хранения ВВ и СВ.

Взрывчатые вещества, а также их составные компоненты поступают на базисные склады ВМ в мешках и ящиках. Поэтому существующие схемы механизации приспособлены к операциям с грузами в такой таре.

При производстве складских работ осуществляют следующие операции: разгрузку взрывчатых материалов из транспортных емкостей, доставку их в хранилища, размещение и штабелирование в этих хранилищах, выдачу ВМ из хранилищ, доставку к месту погрузки или подготовки ВВ из составных компонентов.

Опыт внутрискладских работ с грузами в мешкотаре или ящиках позволил широко применить несколько наиболее рациональных схем и способов механического перемещения и штабелирования груза в хранилищах с помощью комплекса механизмов, установок и приспособлений. Выбор схемы и типа машин определяется заданными показателями погрузочно-разгрузочных работ, расстоянием и способом перемещения груза. При размещении штабелей в складах необходимо соблюдать следующие условия: обеспечить минимальные расходы средств и энергии на перемещение грузов; наиболее полно использовать объем складского помещения; обеспечить свободный доступ к складировемым материалам и надежную вентиляцию складских помещений.

Для выполнения погрузочно-разгрузочных работ на базисных складах ВМ могут быть использованы средства механизации, которые обеспечивают полную безопасность при работе со взрывчатыми материалами, имеют высокую маневренность, устойчивость, прочность и производительность, обладают максимальной универсальностью и имеют удобные захватные приспособления. Эти средства механизации должны быть приспособлены для работы внутри железнодорожных вагонов и на автомашинах.

Для погрузочно-разгрузочных работ могут быть использованы самоходные аккумуляторные погрузчики и электрокары.

Техническая характеристика	электропогрузчиков	
	ЭПВ-1	4004
Грузоподъемность, т	1,0	0,75
Наибольшая высота подъема груза, м	2,8	1,6
Скорость движения, км/ч:		
с грузом	9,4	8,5
без груза	9,9	10,0
Наименьший радиус поворота по наружному габариту, мм	1600	1550
Габаритные размеры, мм:		
длина с вилами	2500	2400
ширина	980/910	910
Вес, кг	2100	1740

Питание электродвигателей движения, насоса, освещения, звукового сигнала осуществляется от аккумуляторных батарей емкостью 300—800 а · ч. Из приведенной технической характеристики видно, что погрузчики имеют

небольшой вес и хорошую маневренность. Это позволяет производить ими погрузочно-разгрузочные работы в хранилищах базисного склада, в вагонах и на автомашинах.

Для механизации погрузочно-разгрузочных работ может быть использован еще ряд машин [20].

Стационарная пакетоформирующая машина конструкции В. М. Витлина, Д. М. Кочергинского и Ю. Е. Фитбейна формирует пакеты на поддоне, лежащем на вилах погрузчика, производительность ее — 50 т/ч, процесс формирования полуавтоматизирован.

Известны передвижные пакетоформирующие машины конструкции И. А. Воронина с люечным захватом и машина мостового типа конструкции А. Г. Беспрозванного и А. К. Попова. Обе машины могут формировать пакеты на поддонах из отдельных мешков. Производительность машин соответственно 10 и 13 т/ч.

Электроштабелер ЭШ-181 имеет грузоподъемность 1 т, максимальную высоту подъема груза — 1,8 м, скорость передвижения машины с грузом — 6, а без груза — 7 км/ч.

Для операций с грузами внутри вагонов могут быть использованы машины МВШ-I и МВШ-II и две машины конструкции Одесского технологического института (ОТИ) с игольчатым и вакуумным захватом [20]. Машины МВШ-I и МВШ-II — самоходные, источник электроэнергии — аккумуляторные батареи, грузоподъемность соответственно 500 и 1000 кг, имеют захват для мешков и ящиков, скорость передвижения с грузом 5—6 км/ч, внешний радиус поворота — 1255—1300 мм. Машины конструкции ОТИ работают в комплексе с ленточными транспортерами, производительность комплекса составляет 300—360 мешков в час (15—20 т/ч). Вакуумный захват можно применять при работе с любыми грузами, игольчатый применим только при операциях с джутовыми мешками [20].

Для механизации работ в хранилищах ВМ могут быть также применены мостовые краны — штабелеры, которые сочетают в себе положительные качества мостовых кранов и электропогрузчиков. Электропогрузчики наиболее рационально применять в сочетании с поддонами, которые полностью исключают ручной труд и обеспечивают снижение расходов на погрузочно-разгрузочные работы. Поддоны для складов ВМ можно изготавливать только из материалов, не дающих искры. Могут быть применены двух- и четырехзаходные поддоны. Более удобными являются

четырёхзаходные поддоны, так как вилки электропогрузчика могут вводиться с любой из четырех сторон, что увеличивает производительность электропогрузчика. Однако четырехзаходные поддоны (рис. 1) не обладают требуемой прочностью и сложны в изготовлении.

В двухзаходные поддоны вилки электропогрузчика можно вводить только с двух противоположных сторон

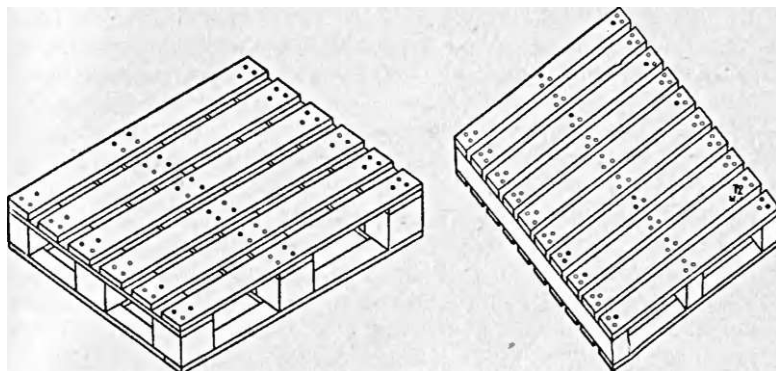


Рис. 1. Четырёхзаходный деревянный поддон.

Рис. 2. Двухзаходный деревянный поддон.

(рис. 2). Двухзаходные поддоны просты и более прочные, чем четырехзаходные [8].

При укладке мешков или ящиков с ВВ на поддоны высота их вместе с поддоном с учетом высоты поднятия вилок не должна превышать высоты дверного проема вагона и хранилища. При этом должна быть обеспечена нормальная видимость для водителя электропогрузчика. Применение поддонов на складах значительно сокращает время на погрузочно-разгрузочные операции и обеспечивает увеличение грузооборота складов.

Возможна транспортировка ВВ в контейнерах для сыпучих и штучных грузов. В контейнерах, изготовленных из дерева, пластмассы или металла, не дающего искры, можно транспортировать ВВ в мешках и ящиках. Для перевозки грузов в крытых вагонах разработано несколько типов малогабаритных контейнеров из древесины и алюминиевых сплавов.

В эластичных контейнерах из синтетических материалов можно перевозить рассыпные ВВ. Эти контейнеры

снабжены прочными кольцами, прикрепленными сверху к тяговому поясу и имеют для загрузки и разгрузки ВВ плотно перекрываемые отверстия.

Контейнерная доставка ВВ значительно упрощает условия механизации погрузочно-разгрузочных работ, но не нашла применения из-за недостаточной изученности вопросов слеживаемости гранулированных ВВ при их длительном хранении россыпью в контейнерных емкостях. Доставка ВМ из хранилищ на шахты и карьеры производится автомашинами. Погрузка этих автомашин в зависимости от количества имеющихся поддонов осуществляется по следующим схемам. Если поддонов имеется в достаточном для оборота количестве, то ВМ доставляют потребителям непосредственно на поддонах. В случае нехватки поддоны применяются только для доставки ВМ от места разгрузки из железнодорожных вагонов к месту штабелирования и обратно к месту загрузки на автотранспорт.

Прибывшая на базисный склад автомашина с открытым бортом подгоняется к хранилищу и устанавливается против дверного проема. В случае, если ведется погрузка ВМ на поддонах, машина устанавливается у рампы хранилища, а зазор между рампой и полом автомашины перекрывается выдвижным мостиком. Электропогрузчик заезжает в хранилище, захватывает на вилки со штабеля поддон с мешками или ящиками ВМ, выезжает из хранилища, по мостику заезжает в кузов автомашины и устанавливает на пол кузова поддон с ВМ.

При недостаточном количестве поддонов электропогрузчик доставляет из хранилища поддон с ВМ к автомашине, затем вилки с грузом поднимают до уровня пола автомашины и загружают автомашины мешками или ящиками ВМ.

Большая часть существующих хранилищ на базисных складах ВМ построена и эксплуатируется без учета необходимости механизации погрузочно-разгрузочных работ. Поэтому в настоящее время на базисных складах производится реконструкция действующих хранилищ, а также строятся новые с учетом возможности использования средств механизации погрузочно-разгрузочных работ.

В зависимости от типа ВВ, склада и объема работ различают несколько схем механизации погрузочно-разгрузочных работ. Все схемы предполагают поступление с заводов ВВ в мешках или ящиках в крытых железнодорожных вагонах.

Существующие типовые хранилища ВВ состояются из отдельных секций емкостью по 60 т (рис. 3). Площадь хранилища емкостью 240 т составляет 1265 м², а одной секции — 316 ж³. Коэффициент использования площади — 0,3. Для механизации работ на существующих складах можно использовать напольное подъемно-транспортное оборудование. Количество машин в комплексе определяется объемом внутрискладских работ и производительностью задолженных машин.

На базисном складе комбината «Ураласбест» для механизации погрузочно-разгрузочных работ используют аккумуляторные погрузчики ЭПВ-1 серии 612 во взрывобезопасном исполнении в сочетании с двухзаходными поддонами. Применение поддонов позволяет одновременно перевозить 25 мешков или ящиков с ВВ. Размер поддонов 900 X X 1100 мм. Поддоны в хранилищах размещают в один ряд. Расстояние между штабелями взрывчатых веществ, уложенных на поддоны, составляет 1,5 м. Применение аккумуляторных погрузчиков в сочетании с поддонами позволило повысить производительность труда рабочих на складе в 8 раз и довести ее до 80—120 т/смену.

Аккумуляторные погрузчики используют для механизации работ еще на ряде горнорудных предприятий страны. Наиболее полное использование площади хранилищ и эффективная механизация работ со штучными грузами, контейнерами и грузами на поддонах обеспечивается при применении кранов-штабелеров.

На рис. 4 показан разработанный институтом «Уралгипоруда» тип хранилища ВВ с краном-штабелером, в качестве которого может быть использован мостовой одпобалочный кран облегченного типа грузоподъемностью 3—5 т, с пролетом 10—11 м во взрывобезопасном исполнении и управлением с пола [20]. Краны, оборудованные штабелирующими устройствами телескопического типа, позволяют формировать штабели высотой до 2,5 м. С помощью крана-штабелера выполняются все подъемно-транспортные работы внутри хранилища, причем прием ВВ и выдача его из хранилища могут осуществляться либо через боковые дверные проемы, либо через торцовые. В комплексе с краном-штабелером вне хранилищ могут работать электропогрузчики, автопогрузчики или автокраны.

На отдельных предприятиях построены и действуют базисные склады, на которых все технологические процессы

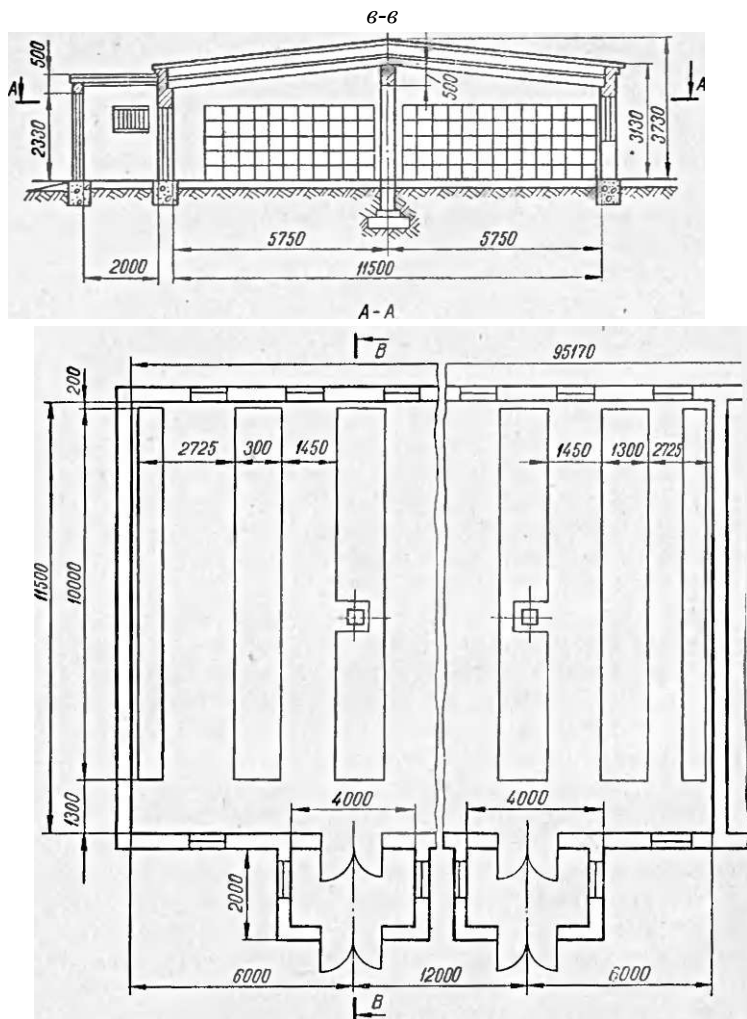


Рис. 3. Типовой немеханизированный склад ВВ.

комплексно механизированы. К их числу относится ба-
шкский склад ВМ Лениногорского полиметаллического
комбината, на котором обеспечена полная механизация

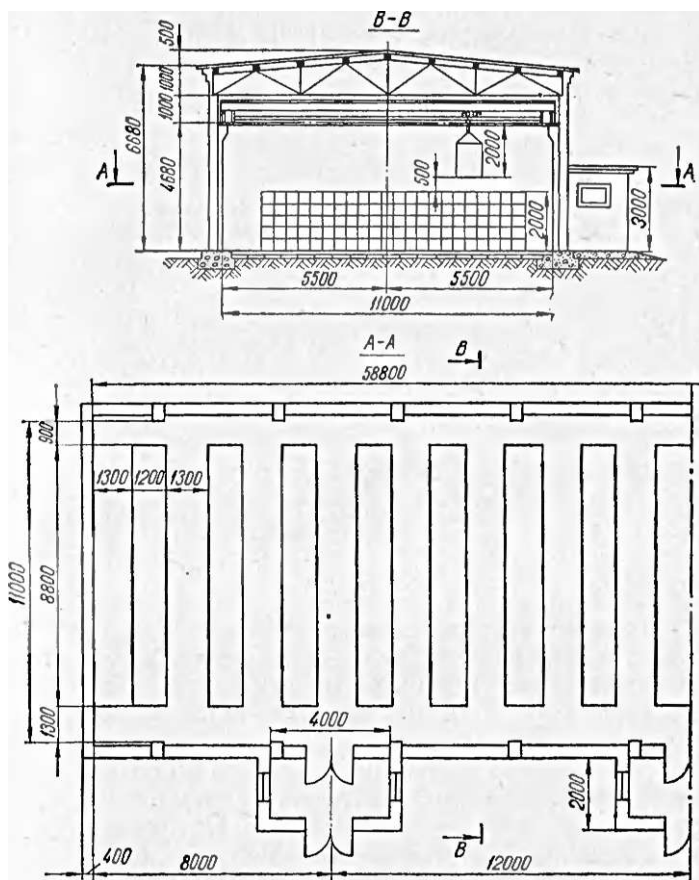


Рис. 4. Механизированный склад ВВ с кран-балкой.

работ. Здесь предусматривается выполнение операций, связанных с растариванием мешков с гранулированными ВВ непосредственно в вагоне, транспортировкой ВВ в бункеры хранилища, хранением ВВ в бункерах хранилищ с последующей разгрузкой их в транспортные сосуды для

доставки к месту потребления. Схема комплекса базисного склада ВМ приведена на рис. 5.

Железнодорожный вагон с мешками подается на разгрузочную площадку, на которой находится также механический растариватель-погрузчик (РПП-1), соединенный во время работы трубопроводом с автосамосвалом, оборудованным двумя бункерами, или непосредственно с хранилищем.

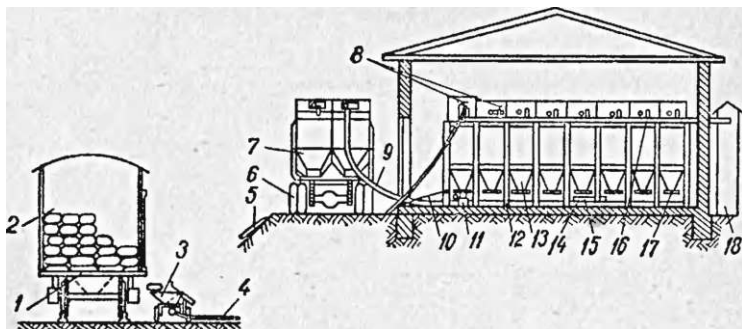


Рис. 5. Механизированный базисный склад ВВ:

1 — вагон с донной разгрузкой; 2 — вагон с мешками ВВ; 3 — растариватель-погрузчик; 4, 5 — транспортный трубопровод ВВ; 6 — транспортно-зарядная машина; 7 — бункер; 8 — кран; 9 — погрузочный шланг; 10 — заземление; 11 — весы; 12 — рама для установки бункера; 13 — бункер хранилища ВВ; 14 — самоходная тележка; 15 — пневмодозатор АППД-2; 16 — рукавный фильтр; 17 — шибер; 18 — батарея фильтров.

При загрузке самосвалов из хранилища используется гибкий трубопровод, находящийся в хранилищах. Здесь же на раме установлены бункера. Вместимость каждого из них составляет 4 т и равна емкости автосамосвала. Разгрузка бункеров хранилища осуществляется пневмодозатором. Бункера снабжены рукавными фильтрами и герметизируются шиберами. Для учета количества ВВ в бункерах применяют гидравлические весы. Пневмодозатор для разгрузки бункеров устанавливается на самоходной тележке. Верхняя часть бункеров герметизируется кранами. Для выгрузки ВВ из железнодорожных вагонов используют вакуумный растариватель (рис. 6), который состоит из сопла 3, крана управления 4, вакуумных трубопроводов 2, 7, связанных с бункером 8 автосамосвала 11. Бункер автосамосвала имеет осадительную сетку 9. Для создания разрежения в бункере самосвала используют вакуум-насосы 12 с трубопроводом 10. Трубопровод, идущий к вакуум-наосу, имеет фильтр 13, который перед разгрузкой железно-

дорожного вагона осматривается и очищается встряхиванием в ящике. Разгрузка железнодорожных вагонов производится по двум схемам.

Первая схема предусматривает вакуумное растаривание, погрузку в автотранспорт и доставку с помощью автотранспорта гранулированных ВВ в хранилище. В железнодорожный вагон доставляют вакуумные шланги с соплом вакуумного растаривателя. Этим соплом прокалывают мешки с гранулированным ВВ. Из сопла по трубопро-

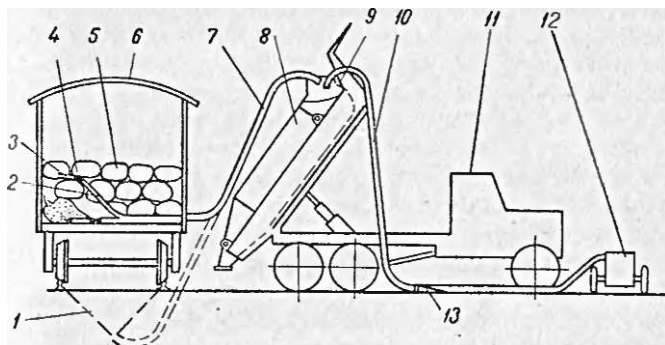


Рис. 6. Схема вакуумного способа растаривания и погрузки ВВ:
1 — бункер; 2, 7 — шланг вакуумный; 3 — сопло; 4 — кран; 5 — мешки с ВВ; 6 — вагон; 8 — бункер; 9 — осадительная сетка; 10 — шланг вакуумный; 11 — автосамосвал; 12 — вакуум-насос; 13 — фильтр.

ду ВВ поступает в бункера автосамосвала, где происходит его отделение от воздуха. Отработанный воздух через вакуумный трубопровод отсасывается из бункера вакуум-насосом. После загрузки бункеров вакуумные трубопроводы отсоединяются, кузов автосамосвала опускается и автосамосвал транспортирует ВВ в хранилище.

Разгрузка ВВ из бункеров автосамосвала в бункеры хранилища производится с помощью съемного пневмодозатора МПД-2. Пневмодозатор устанавливают под бункером, открывают шибер и рассыпные ВВ подают по трубопроводу из бункера автосамосвала в бункер хранилища. В бункере ВВ оседает, а отработанный воздух через рукавный фильтр выходит в атмосферу.

Вторая схема предусматривает механическое растаривание и пневмотранспорт ВВ в хранилища. Мешки с ВВ подаются вручную или с использованием конвейера в лоток

бункера растаривателя-пневмогрузчика. В приемном лотке эти мешки удерживаются направляющими. При помощи пневмоцилиндра двухперая вилка, имеющая шипы, по габаритной сетке подводится под крайний мешок и при помощи тягового пневмоцилиндра поднимается вверх. При этом шипы вилки прокалывают мешок и торцы его приподнимаются. Затем с помощью тягового пневмоцилиндра мешок протягивается над неподвижным ножом и разрезается. ВВ из разрезанного мешка поступает через сетку в непрерывно работающий пневмодозатор. Для полного высыпания материала вилка при помощи пневмоцилиндра колеблется в вертикальной плоскости. Порожние мешки сбрасываются с вилки при ее резком повороте до упора. Затем вилка опускается на сетку, и цикл повторяется. При небольшом количестве слежавшегося материала дробление и просеивание его производится возвратно-поступательными движениями вилки по плоскости габаритной сетки.

Растариватель во время работы может находиться у дверей железнодорожного вагона или в самом вагоне, что сокращает расстояние подноски мешков с ВВ. Пневматическая погрузка гранулированных ВВ может производиться в стационарные емкости, которые располагаются от вагона на расстоянии до 400 м, или в бункера транспортио-зарядных автомашин. Ниже приводятся технические характеристики хранилища для рассыпных ВВ и оборудования для растаривания и погрузки ВВ.

Техническая характеристика хранилища ВВ

Вместимость бункера, т	4
Количество бункеров в хранилище, шт.	32—64
Вместимость хранилища, т	128—256
Способ загрузки бункеров	Пневмотранспортом — дозатором МПД-2
Разгрузка бункеров	Самотеком в самодоводный пневмодозатор МПД-2

Техническая характеристика растаривателя-пневопогрузчика РПП-1

Тип пневмодозатора	МПД-2
Тип захватывающего устройства	Вилочный
Высота загрузки мешков, мм	850
Вес мешков, кг	До 60
Материал мешков	Бумага, полиэтилен, джут

Производительность, мешков в минуту	До 10
Длина пневмотранспорта, м.	До 400
Диаметр пневмотранспортного трубопровода, мм.	.75—100
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	До 15
Тип шасси.	Пневмоколесное
Тип управления растариванием	Ручное
Габаритные размеры, мм:	
длина.	.1390
ширина.	.1300
высота.	.850
Вес, кг.	20

Хранение гранулированных ВВ в бункерах производится при закрытых шиберах и перекрытых кранах, т. е. в условиях полной герметизации. Срок хранения гранулированных — до 45 дней, зерногранулитов и акватолов — до 90 дней. Для предохранения от слеживания, в случае необходимости, ВВ перекачиваются в резервные порожние бункера, которые затем должны быть загерметизированы.

Для доставки ВВ из базисного склада к месту производства взрывных работ перегрузка из бункера хранилища в бункер автосамосвала производится с помощью пневмодозатора, установленного на самоходной тележке, оборудованной пневмодвигателем. Тележка с пневмодозатором подводится под течку разгружаемого бункера. Затем в отверстие шибера и паз пневмодозатора устанавливается фиксатор. Перемещаясь, пневмодозатор открывает шибер. Бункер автосамосвала и пневмодозатор соединяются гибким трубопроводом. После включения сжатого воздуха ВВ транспортируется в бункер автосамосвала. Для сокращения времени погрузки одновременно может работать два пневмодозатора. После загрузки бункеров автосамосвала кузов опускается и ВВ транспортируется на карьер или шахту.

ПУНКТЫ ПОДГОТОВКИ И СМЕШЕНИЯ ВВ ИЗ СОСТАВНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Комплексная механизация взрывных работ предполагает наличие пунктов:

- 1) подготовки ВВ в случае загрузки транспортно-зарядных устройств взрывчатыми веществами заводского изготовления или их компонентами;
- 2) смешения ВВ из составных компонентов, если на горнорудных предприятиях используют взрывчатые смеси

местного приготовления. Выбор такого пункта диктуется целым рядом факторов: горнотехническими условиями, типом ВВ или его компонентов, наличием оборудования требуемой производительности и др.

Конструкция и оборудование пунктов подготовки или смешения ВВ зависят от типа применяемого ВВ. Так как наибольшее распространение получили зерногранулиты, гранулиты, игданиты и проходят производственные испытания ВВВ, то в настоящее время созданы пункты, предусматривающие механизацию взрывных работ с применением этих типов ВВ.

Большая часть ВВ поставляется заводами-изготовителями горнорудным предприятиям в мешках. Это приводит к необходимости иметь при механизации процесса загрузки транспортно-зарядных установок устройство для растаривания в бункер при складировании растаренного ВВ. Наличие несложного оборудования на пунктах погрузки ВВ позволяет производить смешивание взрывчатых и невзрывчатых компонентов и получать взрывчатые смеси различного состава и мощности непосредственно на месте производства работ. Такие смеси, как правило, дешевле, чем ВВ заводского изготовления.

Строительство пунктов подготовки ВВ и механизированной загрузки транспортно-зарядных устройств, механизация заряжания скважин позволяют использовать не только ВВ заводского изготовления, но и взрывчатые смеси, которые приготавливают на месте работ на специальных установках или формируют в скважине зарядными машинами непосредственно в процессе заряжания. Для ведения взрывных работ с применением простейших ВВ построен комплекс «Кривбасс» [40]. Комплекс (рис. 7) состоит из склада аммиачной селитры 3 емкостью 1000 т, галереи наклонного транспортера 2 и бункерно-смесительного отделения 1. Длина галереи—25 м, угол наклона—14°. Для внутрискладских операций и выгрузки аммиачной селитры из крытых железнодорожных вагонов применяются машины 4 типа МВС-4. Аммиачная селитра доставляется к комплексу в железнодорожных вагонах насыпью. В помещении склада установлен мостовой кран 5 грузоподъемностью 2,5 т, снабженный бадьей 7 емкостью 1,5 т, и конвейер 6. Имеется механический опрокид 9, роторная дробилка 10, кондиционер 8. В галерее установлен ленточный конвейер с лентой шириной 1000 мм, в бункерно-

смесительном отделении есть два бункера 12 емкостью 8 м^3 каждый. Аммиачная селитра обогащается дизельным топливом (ДТ) в двух шнековых дозаторах-смесителях 13 диаметром 300 мм. Основной запас жидкого топлива хранится в цистерне емкостью $70 \text{ л}^{\ast 3}$, расположенной на высоте 10 м от уровня пола склада аммиачной селитры. Это обеспечивает самотек топлива в промежуточную емкость 11 объемом 5 м^3 . Из промежуточной емкости топливо под давлением 2 ат с помощью вихревых насосов ОН-2 подается в напорную магистраль к форсункам, вмонтированным в кожух шнека. Здесь происходит его распыление и смешивание с аммиачной селитрой. Готовая смесь — игданит загружается в кузов транспортно-зарядных машин. Расход ДТ контролируется расходомером. Непрерывное получение смеси оптимального состава (АС : ДТ = 95 : 5) обеспечивается тем, что производительность шнека-дозатора равна 1600 кг/мин , а необходимое количество ДТ регулируется системой трубопроводов и вентиляй. Все электрооборудование в комплексе выполнено во взрывобезопасном исполнении. Ниже приведена техническая характеристика комплекса «Кривбасс».

*Техническая характеристика комплекса
«Кривбасс»*

Емкость склада для АС, т.	1000
Размеры склада, м:	
длина	42
ширина	12
высота	10
Установленная мощность электродвигателей, <i>квт</i>	120
Производительность комплекса, <i>т/смену</i>	150
Стоимость комплекса, тыс. руб.	75
Стоимость приготовления 1 т игданита, руб.	70

В случае получения аммиачной селитры в мешках, ее растаривают непосредственно в вагоне или на решетке приемного бункера ленточного конвейера. Получение и переработка АС в рассыпном виде повышает производительность труда. Один рабочий, работая попеременно на машине МВС-4 и мостовом кране, который управляется с пола, грузит в бадью и отвозит к опрокиду до 50 т аммиачной селитры в смену [40].

На ряде горнодобывающих предприятий СССР созданы пункты для приготовления простейших ВВ. Наиболее высокомеханизированным, в котором комплексно решены все вопросы, является комплекс «Кривбасс».

На комбинате «Ураласбест» работы по комплексной механизации всех процессов, связанных с производством массовых взрывов, ведутся с 1962 г. Для подготовки и погрузки ВВ или его компонентов (аммиачной селитры и тротила) построен дробильно-погрузочный пункт. Он расположен у разгрузочной площадки базисного склада и состоит из молотковой дробилки С-218, безроликового ленточного конвейера В-500 и бункера емкостью 8 т. Одна из секций

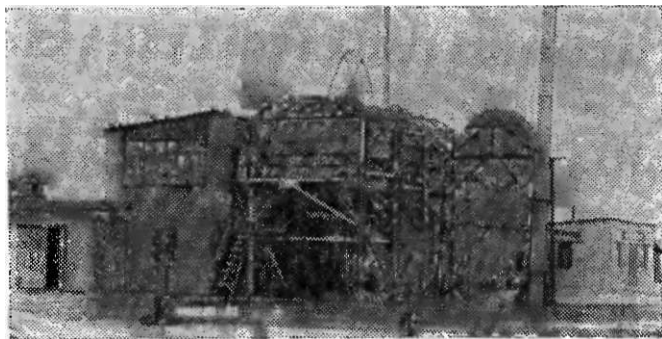


Рис. 8. Общий вид комплекса РПК-70.

бункера транспортно-зарядной установки загружается гранулированным тротилом с помощью специального контейнера емкостью 500 кг и электропогрузчика ЭПВ-1, вторая секция загружается из бункера дробильно-погрузочного пункта. Бункер обеспечивает запас аммиачной селитры на 1—2 рейса транспортно-зарядной установки. Приготовление взрывчатой смеси производится зарядной установкой в процессе заряжания скважин [1].

В Кривбассе разработан проект и построен растаривающе-приготовительный комплекс (РПК-70) (рис. 8). Строительство этого комплекса осуществлено на расходном складе, непосредственно примыкающем к базисному (отчуждена часть территории последнего с одним хранилищем для ВВ и одним хранилищем для СВ). На растаривающе-приготовительном комплексе осуществляются следующие операции: механизированная выгрузка аммиачной селитры из железнодорожных вагонов или транспортных машин, растаривание аммиачной селитры и взрывчатых веществ из мешкотары, приготовление зерногранулосмесей и загрузка транспортно-зарядных устройств.

В растаривающе-приготовительный комплекс входят следующие основные узлы: растаривающе-смесительный зал, склад селитры, заготовительный бункер, машинный зал.

Растаривающе-смесительный зал и склад селитры размещены в одном здании и отделены один от другого капитальными стенами. В растаривающе-смесительном зале размещены три растаривающие установки и три смесительные воронки, над каждой из которых находятся дозирующие бункера. Емкость склада селитры составляет 200 т.

Заготовительный бункер находится рядом с растаривающе-смесительным залом со стороны растаривающих устройств и предназначен для накопления в нем ВВ и последующей загрузки зарядных машин. Он разделен на три отсека, которые работают независимо друг от друга.

Машинный зал находится в отдельном здании. В нем установлены 2 вакуум-насоса РМК-4 и компрессор ВК-5. Вакуум-насосы служат для создания разрежения в транспортной магистрали, по которой происходит транспортирование ВВ. Компрессор ВК-5 обеспечивает сжатым воздухом приводы растаривающих устройств и системы управления комплексом.

Техническая характеристика растаривающе-приготовительного комплекса

Емкость бункера, м ³	60
Количество секций, шт.	3
Производительность одной секции, кг/мин	360
Количество вакуум-насосов, шт.	2
Количество компрессоров, шт.	2
Рабочее разрежение, <i>атм</i>	0,5
Рабочее давление сжатого воздуха в системе управления, <i>атм</i>	8

Порядок работы РПК следующий. Вакуум-насосы создают в дозирующих бункерах разрежение, которого достаточно для засасывания аммиачной селитры через специальный шланг со склада. Из дозирующих бункеров аммиачная селитра через течки с шиберными заслонками под собственным весом поступает в смесительную воронку. Последняя разделена на два регулируемых отсека, в один из которых в необходимой пропорции поступает селитра, а во второй — тротил. Образующаяся взрывчатая смесь аммиачной селитры с тротилом засасывается в заготовительный бункер, в котором с помощью вакуум-насосов также создается раз-

режение. Из заготовительного бункера взрывчатая зерногруппосмесь с помощью дозаторов емкостью 500 /кг загружается в транспортно-зарядную машину и транспортируется к месту производства взрывных работ.

Производительность доставки аммиачной селитры в бункер на расстояние до 30 м составляет 360 кг/мин, т. е. затрачивается 8 сек на транспортировку со склада в бункер одного мешка селитры. Если используют ВВ заводского

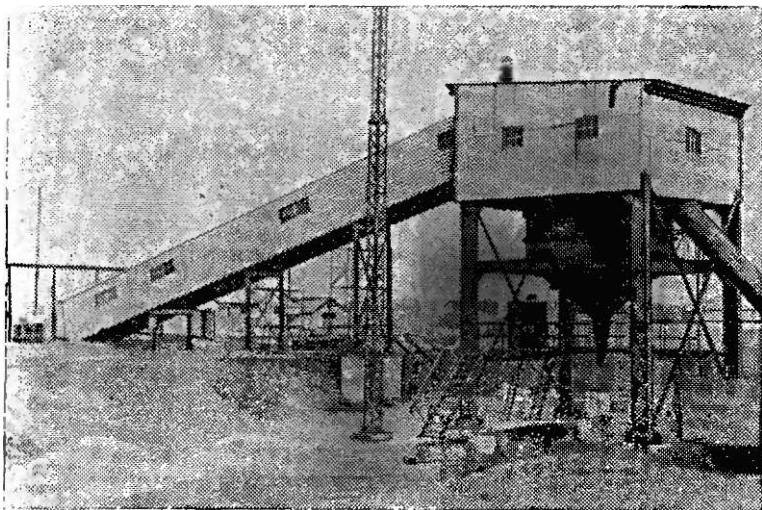


Рис. 9. Общий вид комплекса для механизированной загрузки транспортно-зарядных машин.

изготовления, то ВВ разгружают не в хранилища базисного склада, а непосредственно в смесительные воронки, откуда по транспортным трубопроводам оно поступает в заготовительный бункер.

В случае необходимости поддоны с ВВ транспортируются из хранилищ в растаривающе-смесительный зал, где ВВ механически растаривается, высыпается из мешков и поступает в заготовительный бункер.

В Криворожском бассейне эксплуатируется механизированный пункт по подготовке и загрузке ВВ в зарядные машины (рис. 9), который конструктивно отличается от РПК-70. На этом пункте выполняются следующие операции.

1. Механизированная разгрузка мешков с ВВ из железнодорожных вагонов аккумуляторными погрузчиками и складирование пакетов в хранилищах.

2. Доставка пакетов аккумуляторными погрузчиками из хранилищ до приемной площадки пункта по загрузке ВВ в зарядные машины.

3. Растаривание, дробление слежавшихся кусков, просеивание и загрузка в бункера-накопители.

4. Загрузка ВВ в транспортно-зарядные машины из бункера-накопителя.

В состав комплекса входят следующие элементы: приемная площадка, ленточный транспортер длиной 30 м и шириной ленты 650 мм, мешкорастаривающая вибрационная установка УРВ-2 и бункер-накопитель.

Работа пункта осуществляется по следующей схеме. Мешки с гранулированными ВВ в пакетах по мере необходимости доставляются аккумуляторными погрузчиками из хранилищ к приемной площадке пункта. С приемной площадки мешки подают на ленточный транспортер, который с интервалом 2—2,5 м транспортирует их на мешкорастаривающую установку УРВ-2. Мешки разрезаются ножами, растаренное ВВ поступает на вибросито. Здесь оно просеивается и поступает в бункер-накопитель. Слежавшиеся куски ВВ поступают в дробилку, дробятся и также поступают в бункер. Порожние мешки по желобу сбрасываются в специальный передвижной бункер, находящийся на почве под зданием, в котором смонтированы растаривающая установка, дробилка, привод ленточного конвейера и аппаратура управления.

Взрывчатое вещество подается в бункер-накопитель емкостью 40 м³, который изнутри зафутерован листами нержавеющей стали. Бункер смонтирован на металлической площадке над траншеей. Если возникает необходимость в загрузке транспортно-зарядных устройств непосредственно из железнодорожных вагонов, минуя хранилища базисного склада, то вагоны устанавливают возле приемной площадки механизированного пункта, мешки с ВВ в пакетах аккумуляторными погрузчиками подаются на приемную площадку, где происходит их растаривание и подготовка к загрузке.

В случае выгрузки в бункер аммиачной селитры и тротила в соответствующих пропорциях можно изготавливать взрывчатые смеси, которые эффективно взрываются в сква-

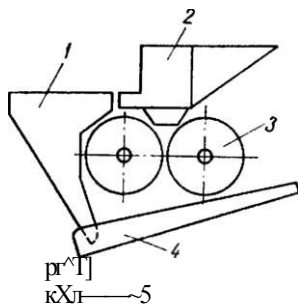
жинах диаметром более 190 мм. Лента транспортера приводится в движение электродвигателем во взрывобезопасном исполнении мощностью 7,5 кет. Скорость движения ленты 0,8 м/сек, ширина ленты — 650 мм, угол наклона конвейера — 17°. Применяемая для растаривания мешков с ВВ или аммиачной селитрой вибрационная мешкорастаривающая установка имеет следующую техническую характеристику.

*Техническая характеристика вибрационной
мешкорастаривающей установки*

Форма несущего органа (лотка)	Корытчатая
Система виброконвейера	Уравновешенная
Количество ножей	2—3
Количество линий резания	1
Вид грохота	Ситовой
Вид дробилки	Щековая, вибрационная
Ширина выходной щели дробилки, мм	5—10 (регулируемая)
Вид вибратора	Шатунно-эксцентрик
Эксцентриситет, мм	6
Амплитуда колебаний вибратора, мм	3
Частота колебаний в минуту	1000
Привод	Электродвигатель во взрывобезопасном исполнении
Мощность электродвигателя, кет.	2,7
Скорость движения мешка, м/сек	15—20
Производительность, т/ч	25—30
Габаритные размеры, мм:	*
длина	3500
ширина	1050
высота	1160
Вес, кг.	400

На Сибайском руднике спроектирована и построена бункерно-смесительная установка, которая эксплуатируется с сентября 1967 г. Основные части бункерно-смесительной установки — приемная эстакада, куда подаются аммиачная селитра с площадки хранения и гранулированный тротил со склада ВВ; загрузочный бункер и валковая дробилка. Эстакада выполнена в виде несущей конструкции из круглого леса. Она служит для установки валковой дробилки при дроблении слежавшейся аммиачной селитры и подвески загрузочного бункера. В дробилке использованы инструментальные барабаны бурового станка БС-1. Приводом дробилки служат электрические двигатели во

взрывобезопасном исполнении. Бункер изготовлен из 35-миллиметровых досок и разделен на 10 отсеков, вмещающих каждый по 600 кг ВВ. Аммиачная селитра загружается в бункер над приемным отверстием дробилки и после дробления попадает на вибрационный лоток, на выход которого



↑
В бункер готовой продукции

Рис. 10. Схема приготовления смеси аммиачной селитры и тротила в бункерно-смесительной установке:

1 — бункер для тротила; 2 — бункер для селитры; 3 — валковая дробилка; 4 — вибрационный лоток. 5 — смеситель.

2—3 взрывника. Транспортировка мешков аммиачной селитры с площадки хранения на эстакаду осуществляется с применением погрузчика «Белорусь». Гранулотол на эстакаду со склада ВВ доставляется автомашинами.

Растваривание аммиачной селитры и гранулолола производится вручную. Сменная производительность установки составляет 35 т [91]. Опыт применения зерногрануло-смесей, изготовленных на целом ряде комплексов в различных районах СССР, доказал экономическую целесообразность перехода на такую технологию взрывных работ.

Экономическая эффективность комплекса для механизированного приготовления взрывчатых смесей может быть определена по следующей методике. Стоимость 1 т смеси аммиачная селитра : тротил (АС:ТНТ), приготовленной на механизированном комплексе, определяется по формуле

$$\frac{T?T}{?T} + \frac{?КСЯАС}{?T} + ?AC$$

(О

где $C_{\text{т}}$, $C_{\text{ас}}$ — стоимость 1 т соответственно гранулоцита и аммиачной селитры, руб./т; $q_{\text{г}}$, $q_{\text{с}}$ — количество гранулоцита и селитры соответственно во взрывчатой смеси, %.

С учетом удельных приведенных затрат и заработной платы обслуживающего персонала себестоимость 1 т взрывчатой смеси

$$C_{\text{смеси}} = C'_{\text{смеси}} + I_{\text{т}} \frac{E \cdot K}{N} + I_{\text{п}} \frac{12 D / P}{Q} \text{ руб./т}, \quad (2)$$

где $E = 0,14$ — нормативный коэффициент эффективности; K — стоимость капитальных затрат, руб.; N — количество обслуживающего персонала, чел.; P — средняя месячная заработная плата одного рабочего обслуживающего персонала; Q — количество продукции, приготовленной комплексом, т/год.

Экономический эффект определится из выражения

$$\mathcal{E} = (C_{\text{вв}} - C_{\text{смеси}}) Q \text{ руб.}, \quad (3)$$

где $C_{\text{вв}}$ — стоимость 1 т ВВ заводского изготовления, руб./т. Окупаемость механизированного пункта составляет

$$t = -g \text{ лет.}$$

По данным различных горнодобывающих предприятий смеси АС : ТНТ, приготовленные в условиях этих предприятий, на 20—30% дешевле заводских ВВ аналогичного состава. Меньшая стоимость взрывчатых смесей, которые готовятся на горном предприятии из составных компонентов, объясняется рядом причин. 1. Снижаются накладные расходы на ВВ, так как на аммиачную селитру в составе заводских зерногранулитов они налагаются дважды — на заводе, производящем АС, и на заводе, производящем ВВ. 2. Снижается тариф на перевозку АС по железной дороге по сравнению с ее перевозкой в составе зерногранулитов. 3. При смешивании АС и ТНТ на комплексе или карьере технология приготовления смеси упрощается вследствие сокращения ряда операций (например, затаривания мешков) [9].

Приготавливать взрывчатые смеси из отдельных компонентов экономически целесообразно только на горнодобывающих предприятиях с большим годовым расходом ВВ (4—5 тыс. т и более).

На карьере «Медвежий ручей» Норильского горнометаллургического комбината разработан комплекс для приготовления водонаполненных ВВ и заряжания ими скважин. Состав ВВВ — смесь горячего раствора аммиачной селитры, гранулированного тротила, загустителя. В смесь вводится грубодисперсный алюминий в количестве 15—20% от веса заряда.

Механизированный комплекс состоит из стационарного пункта для приготовления водного раствора аммиачной селитры, пункта растаривания и механизированной

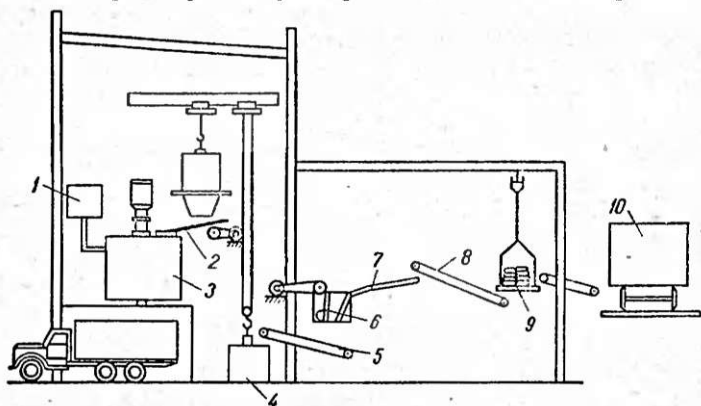


Рис. 11. Схема приготовления горячего раствора аммиачной селитры.

загрузки гранулированного тротила в зарядные агрегаты. Перевозка раствора и тротила, их последующее смешивание и заряжание приготовленного ВВВ в скважины производится транспортно-зарядными агрегатами, конструкции которых будут приведены ниже.

Аммиачная селитра к пункту приготовления раствора (схема показана на рис. 11) подается железнодорожным транспортом. Из железнодорожных вагонов 10 мешки с помощью передвижного транспортера подаются в помещение пункта, где штабелируются на поддоны 9 грузоподъемностью 0,5 т. Загруженные поддоны доставляются только в помещение. Здесь мешки с селитрой перегружаются на транспортер 8 и транспортируются на стол 7, где происходит их разделка. Со стола селитра поступает в дробилку 6, откуда она погружается на транспортер 5 и заполняет кубели 4, подаваемые талью на вибропитатель 2, с которого

поступает в бак 3 для приготовления раствора. В этот же бак из емкости 1 поступает 10—15% воды от веса селитры. Смесь нагревается до 90—100° С паром, подаваемым через систему змеевиков. Из бака готовый раствор плотностью 1,41 г/см³ загружают в агрегат для перевозки раствора и транспортируют на заряжаемый блок.

*Техническая характеристика оборудования
для приготовления раствора селитры*

Бак с мешалкой:	
геометрический объем, л ³	8
рабочий объем, ж ³	6,6
максимальный вес раствора в баке, т	10
время приготовления раствора, ч	4—5
температура раствора, °С	96
давление пара, кг/см ²	3
температура пара, °С	143
Щековая дробилка С-182Б:	
производительность, м ³ /ч	3,5
размер загрузочного отверстия, мм	250х400
Кюбель для селитры:	
количество, шт.	9
объем, л ³	0,8

На этом же комплексе имеется пункт растаривания и механизированной загрузки тротила. Тротил сюда поступает в контейнере и с помощью тали подается на верхнюю рабочую площадку, где ВВ освобождается от тары и загружается в бункера, откуда поступает в смесительно-зарядный агрегат. Один из бункеров загружен загустителем и служит для заполнения соответствующего бункера зарядной машины 111].

Опыт применения простейших ВВ, водонаполненных ВВ и зерногранулосмесей показывает, что процесс их приготовления довольно трудоемкий. Это приводит к необходимости строительства пунктов для приготовления ВВ на месте их потребления. При годовом потреблении горнодобывающими предприятиями более 15—20 тыс. т ВВ целесообразно строить комплекс, схема которого приведена на рис. 12.

Поступает аммиачная селитра от завода-изготовителя на предприятие либо навалом в крытых вагонах, либо в мешкотаре. В зависимости от того, каким образом поступает аммиачная селитра, пункт приема отстроен на два потока:

а) если аммиачная селитра поступает в мешкотаре, то вагон 8 подается на прирельсовый склад приемного пункта,

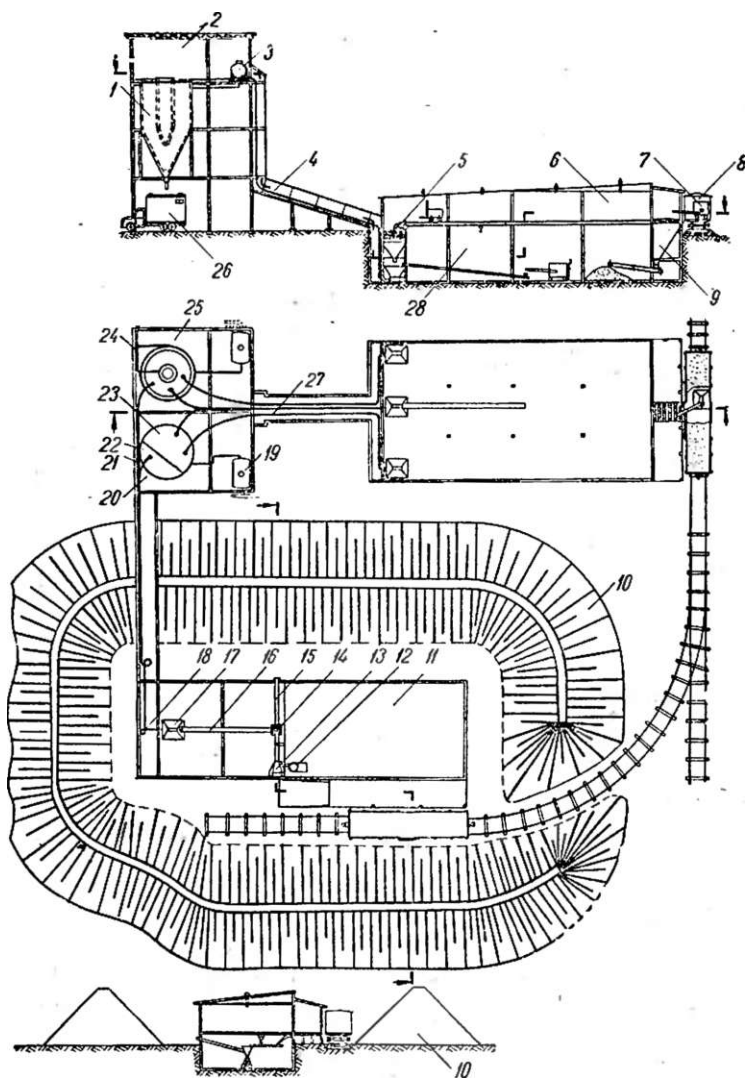


Рис. 12. Схема комплексной механизации взрывных работ с пунктом приготовления смесей ВВ из составных компонентов.

мешки укладываются на поддоны и аккумуляторными погрузчиками транспортируются к растаривающей установке 5. Аммиачная селитра в мешкотаре складировается во временном складе 6 или же сразу подается на пункт приготовления взрывчатых веществ 2;

б) при поступлении аммиачной селитры насыпью в крытых вагонах 8 она выгружается из них в промежуточный приемный бункер 9 при помощи машины 7 типа МВС-4, представляющей собой дистанционно управляемую элеваторно-конвейерную машину на гусеничном ходу, оборудованную специальным шнековым рушителем для разрыхления сильно слежавшейся в вагоне АС. Из промежуточного приемного бункера аммиачная селитра поступает на систему ленточных конвейеров и с их помощью складировается во временный склад 28, полууглубленного типа. Аммиачная селитра из временного склада 6 на пункт приготовления ВВ 2 транспортируется средствами пневмотранспорта (в том числе вакуум-насосами) по трубопроводу 27. Для этой же цели могут быть использованы ленточные скоростные норрии и конвейеры, установленные в галерее 4.

Пункт приготовления ВВ 2 имеет два отделения: отделение 25 для приготовления водонаполненных и горячих льющихся ВВ и отделение 20 для приготовления игданита и зерногранулитов необходимого состава.

В отделении 25 установлена емкость «3 для воды и к бункеру 1 подведен паропровод 24, рассчитанный для плавления и подогрева раствора аммиачной селитры. В отделении 20 установлена емкость 19 для дизельного топлива, необходимого компонента в приготовлении игданита. Емкость 1 в отделении 20 разделена на две части, одна из которых 22 служит для размещения тротила, а другая 23 — для аммиачной селитры.

Для кратковременного хранения тротила, необходимого для приготовления зерногранулитов и горячих льющихся ВВВ, в комплексе строится склад 11 с прирельсовой разгрузочной площадкой. Мешки с тротилом аккумуляторными погрузчиками 12 доставляются к растаривающей установке 13. После растаривания по системе ленточных конвейеров 15, 16 тротил поступает в пункт погрузки 14 и в бункер транспортно-доставочной машины 17 и затем, по мере надобности, пневмотранспортом доставляется в емкость 22. Для предотвращения передачи детонации при возникновении случайного взрыва на трубопроводе 21

устроены кольца-узлы безопасности 18. Временный склад ВВ согласно действующим правилам безопасности по устройству поверхностных складов обнесен валом 10. Доставка ВВ к месту производства взрывных работ производится транспортно-зарядной машиной 26.

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДОСТАВКИ ВВ И ЗАРЯЖАНИЯ СКВАЖИН НА ШАХТАХ

Наиболее механизированным процессом при ведении взрывных работ на подземных рудниках является доставка ВВ с откаточного горизонта к месту зарядки и заряжание скважин. Остальные операции на большинстве горнодобывающих предприятий выполняются вручную.

Для производства работ по заряданию скважин зарядная машина доставляется к рабочему блоку и устанавливается вблизи восстающего, который соединяет откаточный и буровой горизонты. Если имеется возможность, то зарядная машина снимается с рельс и устанавливается в нише или уширенной части выработки. По восстающему от зарядной машины до места заряжения прокладывают доставочный и зарядный трубопроводы и линию для связи. Взрывчатые вещества на специальных тележках или вагонах подвозятся к зарядной машине, разгрузка мешков с ВВ производится вручную. Загрузка бункера зарядной машины и растаривание ВВ производится также вручную. Если машина установлена в нише или уширенной части очистной выработки, то состав с ВВ подается параллельно ей, что исключает необходимость в проведении маневровых операций и повышает производительность труда.

В некоторых случаях ВВ с откаточной выработки доставляются на подэтажную с помощью зарядной установки. На подэтажной выработке установлена вторая зарядная установка, в бункер которой перегружаются ВВ. Заряжание скважин производится второй зарядной установкой.

На отдельных рудниках ВВ в мешках или ящиках доставляют к заряжаемому блоку и с помощью лебедок и контейнеров поднимают по восстающим к месту заряжа*

применяться в случае, если объем работ по зарядке скважин невелик и применяются зарядчики небольшого веса.

На ряде предприятий разработаны и внедрены схемы комплексной механизации взрывных работ, что позволило в 5—6 раз повысить производительность труда рабочих, занятых на взрывных работах, и на 15—20% снизить себестоимость добычи.

На Лениногорском полиметаллическом комбинате эксплуатируется комплекс «Алтай», предусматривающий механизацию следующих операций: погрузочно-разгрузочные работы на базисном складе ВМ, транспортирование ВВ с базисного склада на шахты, спуск ВВ в шахту, его складирование и хранение в подземных бункерах, транспортировку по подземным выработкам к работающим блокам, доставку ВВ к шпурам и скважинам и их зарядание.

Гранулированные ВВ и сухие смеси ВВВ по их прибытию в железнодорожных вагонах растаривают на стационарном пункте и при расстоянии до 400 м транспортируют с помощью пневмоустановок по полиэтиленовому трубопроводу в бункера механизированного хранилища.

При расстоянии от разгрузочной площадки до хранилищ более 400 м ВВ после растаривания загружают в бункера транспортно-зарядной машины «Универсал», транспортируют и разгружают его в бункера хранилищ. При пневмотранспортной схеме перегрузка одного вагона грузоподъемностью 60 т а бункера хранилищ производится в течение 2 ч бригадой 5 человек. Доставка ВВ на шахты производится в машинах «Универсал», спуск в шахту осуществляется самотеком по специально оборудованной скважине или в доставочно-дозировочных установках.

При спуске самотеком по скважине ВВ поступают в подземные приемные бункера, загружаются в доставочно-дозировочные установки, которые после взвешивания на тензометрических весах транспортируют по откаточным выработкам к месту производства взрывных работ.

В рабочих блоках стационарно установлены зарядчики «Унива-1200», которые загружаются из доставочно-дозировочных установок. От стационарных зарядчиков в забои на расстояние до 300 м проложены полупроводящие полиэтиленовые шланги, являющиеся транспортной и зарядной магистралью. Управление зарядчиком дистанционное. Доставка ВВ на нижележащие горизонты осуществляется самотеком по скважине диаметром 150 мм непосредственно

в доставочно-дозировочные установки или зарядчики «Унива-1200».

Для ряда подземных рудников КазМинцветмета (Зыряновского свинцового комбината, Балхашского и Джезказганского горнометаллургических комбинатов и др.) разработаны проекты комплексной механизации взрывных работ и начато их внедрение.

Для горнодобывающих предприятий черной металлургии, обрабатывающих залежи полезных ископаемых подземным способом, могут быть рекомендованы следующие схемы комплексной механизации взрывных работ.

ВВ от завода-изготовителя на базисный склад предприятия поступают по железной дороге в крытых вагонах //, которые подаются на прирельсовый склад 9 тепловозом (рис. 13). Мешки с ВВ укладываются на поддоны, а затем транспортируются аккумуляторным погрузчиком 10 в хранилище или к приемной площадке 8 пункта подготовки 5, сообщающихся между собой наклонной галереей 7, в которой смонтирован ленточный конвейер 6. После растаривания ВВ просыпаются через решетку 4 в накопительный бункер.

Для доставки рассыпных ВВ к шахте используют серийную транспортно-зарядную машину. На промплощадке шахты оборудована эстакада. Грузовая машина заезжает на эстакаду и перегружает ВВ в транспортно-зарядное устройство, предназначенное для транспортировки ВВ в подземных условиях. Транспортно-зарядное устройство 3 в клетях 1 по стволу 2 опускается в рудничный двор, где формируются в состав и доставляются по откаточному горизонту 13 в район взрывающего блока. Здесь производится подключение зарядчика транспортно-зарядного устройства к магистрали сжатого воздуха и по транспортному трубопроводу гранулированные ВВ доставляют в забой буровой выработки 12, где взрывник производит заряжание скважин.

При работе по этой схеме исключаются операции по перегрузке ВВ в мешкотаре вручную на поверхности и в подземных условиях, что является самым трудоемким процессом, не наблюдается потерь гранулированных взрывчатых веществ, упрощается организация работ. Для обработки грузопотока ВВ на базисных складах и доставки ВВ на поверхность шахты используют то же самое оборудование, что и для механизации взрывных работ на карьерах.

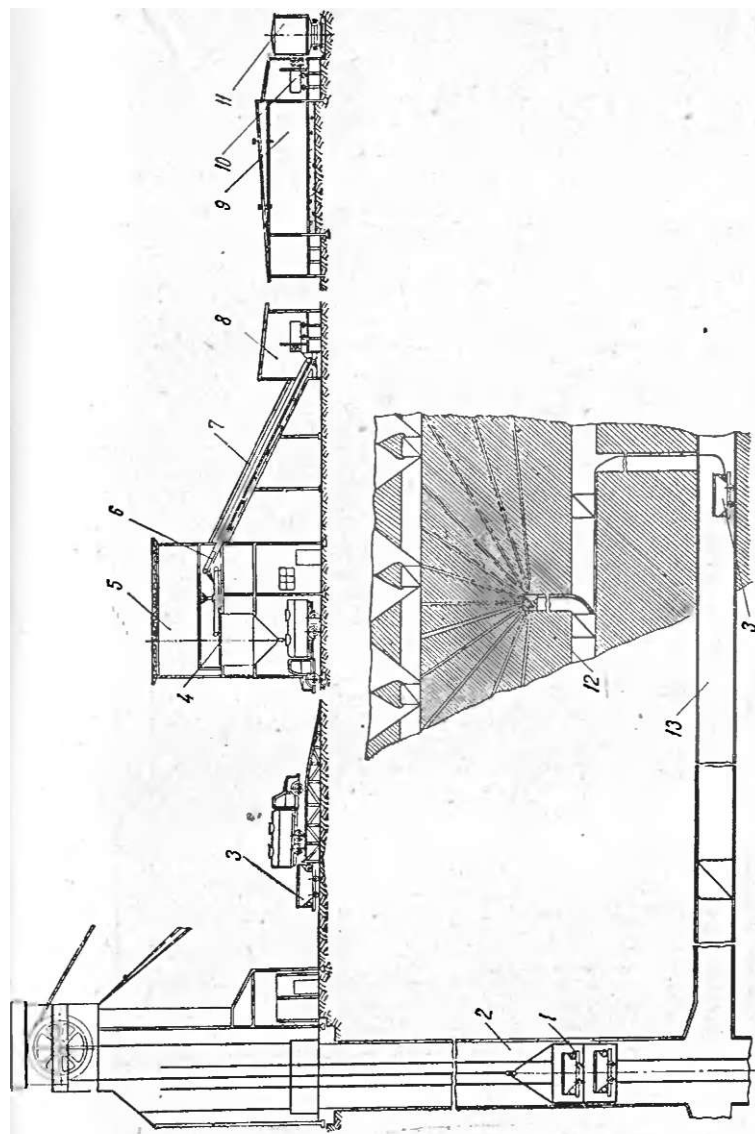


Рис. 13. Схема комплексной механизации взрывных работ на подземных рудниках с применением транспортно-зарядного устройства.

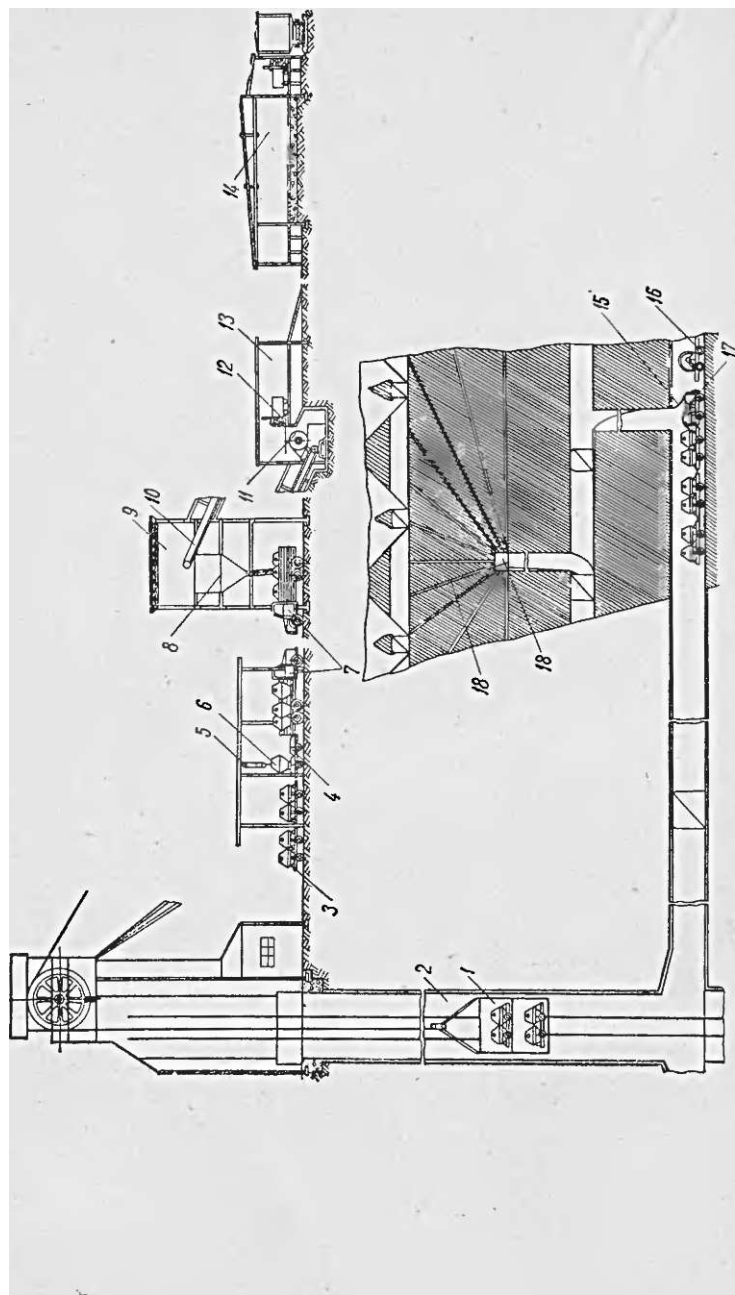


Рис. 14. Схема комплексной механизации взрывных работ на подземных рудниках с использованием контейнерной доставки ВВ.

Схема комплексной механизации взрывных работ (рис. 14) предусматривает применение контейнеров для доставки ВВ с базисного склада до рабочего блока шахты. Крытые железнодорожные вагоны с гранулированным ВВ в мешкотаре от завода-изготовителя поступают на прирельсовый склад 14. Здесь они формируются на поддонах и с помощью аккумуляторных погрузчиков 12 доставляются на пункт растаривания 13. После растаривания на растаривающей установке 11 ВВ попадают на ленточный конвейер 10 и транспортируются на пункт приготовления 9, где установлена накопительная емкость 8, оборудованная люком-дозатором для загрузки контейнеров 6.

Для доставки контейнеров от базисного склада до промплощадки шахты используют автомашины 7 грузоподъемностью до 10 т, на которые размещают пять контейнеров вместимостью 1,5 т каждый. Таким образом, за один рейс может быть перевезено 7,5 т ВВ.

На промплощадке шахты груженные контейнеры 6 разгружаются с автомашины с помощью электрической однорельсовой тележки 5 типа ТМК-201 грузоподъемностью 2 т и устанавливаются по два на ходовую часть шахтной вагонетки 4. Затем тележки с контейнерами 3 накатываются в клеть 1 и по стволу 2 опускаются в шахту, где формируется состав с соблюдением правил безопасности, и электровозом доставляются в блок, где происходит зарядание скважин. На откаточном горизонте в районе этого же блока устанавливается зарядно-доставочная машина 17 типа УЗДМ-1 или ЗМБС-2. В бункер этой машины с помощью перегрузочного устройства загружают ВВ из контейнеров.

После загрузки бункера по команде взрывника, находящегося непосредственно у заряжаемой скважины, машинист-оператор включает механизм подачи и по транспортному трубопроводу 15 ВВ доставляется в скважину 18, где происходит формирование заряда. Для механизации процесса доставки зарядного и транспортного трубопроводов сложен тележка 16 с механизмом сматывания шланг.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ ЗАРЯЖАНИЯ СКВАЖИН И ШПУРОВ

ТРАНСПОРТНО-ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ ЗАРЯЖАНИЯ СКВАЖИН ГРАНУЛИРОВАННЫМИ ВВ НА КАРЬЕРАХ

Для механизации заряжения скважин на карьерах горнодобывающей промышленности создан и внедрен ряд зарядных машин.

Зарядная машина СУЗН-5А (МЗ-3) предназначена для заряжения скважин на карьерах заводскими гранулиро-



Рис. 15. Транспортно-зарядная машина СУЗН-5А.

ванными ВВ и приготовления в процессе заряжения взрывчатых смесей типа игданита и зерногранулита.

В качестве транспортной базы машины (рис. 15) используется автомобиль КраЗ-256Б, на шасси которого смонтированы: бункер, два шнека с регулируемыми приводами, питатель со шлангом, пульт управления, компрессор для пневматического транспортирования ВВ, гидросистема для привода шнеков и питателя и приготовления взрывчатых смесей типа игданитов. Привод компрессора и гидронасосов производится от раздаточной коробки автомобиля через коробку отбора мощности. Для одновременной транспортировки двух различных сортов ВВ или составных компонентов ВВ бункер при помощи продольной перегородки разделен на два отсека.

Полезная грузоподъемность машины — Ю т, производительность подачи в скважину — 300 кг/мин. Машина серийно выпускается Карпинским машиностроительным заводом.

В ходе эксплуатации машины были выявлены ее достоинства и недостатки.

К достоинствам следует отнести: возможность приготовления дешевых взрывчатых смесей (игданита, зерногранулита) в процессе заряжания; универсальность машины, выражающаяся в возможности заряжания скважин отдельно различными видами заводского ВВ или в комбинированных зарядах, заряжания скважины игданитом и зерпогранулитом, приготовляемыми машиной в процессе заряжания, отдельно или в комбинированных зарядах.

К недостаткам машины следует отнести: большие погрешности учета расходов ВВ; большой шум в процессе заряжания, создаваемый поршневым компрессором, большое пылеобразование при выходе ВВ из шланга; невозможность полной очистки узлов от остатков ВВ после работы.

Для заряжания скважин на карьерах с расходом ВВ более 8—10 тыс. т в год НИПИгормаш разработал большегрузную зарядную машину МЗ-4, серийное производство которой намечено с 1974 г. на Карпинском машиностроительном заводе.

Зарядная машина МЗ-4 предназначена для заряжания скважин на карьерах гранулированными ВВ заводского производства и взрывчатыми смесями типа зерногранулитов и игданитов, приготовляемыми машиной в процессе заряжания.

На шасси автомобиля БелАЗ-540А установлены опрокидывающийся бункер, транспортирующее устройство для подачи ВВ в скважину и пульт управления. Бункер разделен неподвижной продольной перегородкой на две части. Левая часть предназначена для размещения аммиачной селитры, правая — тротила. Отношение объемов левой части бункера к правой — 78 : 22. Сверху бункер имеет загрузочные люки с сетками и передвигающимися крышками. Подъем бункера осуществляется цилиндрами подъема автомобиля.

Устройство для подачи ВВ в скважину крепится в нижней задней части бункера и состоит из неподвижного и подвижного шнеков. Подвижный шнек перемещается по направляющим рейкам в зону видимости шофера-оператора. Выдвижение неподвижного шнека производится сдвоенными гидравлическими цилиндрами. На пульте управления, который крепится к раме автомобиля, расположены все приборы контроля и управления процессом заряжания.

Для приготовления игданита па машине предусмотрена система, обеспечивающая подачу дизельного топлива в заданном количестве в аммиачную селитру. Подача дизельного топлива производится насосом через форсунки непосредственно в неподвижный шнек.

Грузоподъемность машины — 27 т, производительность подачи ВВ в скважину — 450 кг/мин. Машину обслуживает два человека: шофер и взрывник — оператор.

На горнорудных карьерах Кривбасса широкое распространение получили зарядные машины с автоматическим управлением работы дозатора. Разработаны и внедрены три типа этих машин — АЗМ, МЗ-8 и СУЗН-5АМ. Эти машины предназначены для зарядания сухих и обводненных скважин всеми видами готовых ВВ, применяемых на открытых горных работах.

Зарядная машина АЗМ. На шасси автомобиля МАЗ-509 1 смонтирован бункер 2 емкостью 7 м³ с двумя люками для загрузки ВВ (рис. 16). В нижней части к бункеру крепится дозатор 6 емкостью 100 кг. В дозаторе со стороны пульта управления имеется смотровое окно для наблюдения за его наполнением. Приемная воронка дозатора в месте его соединения с бункером перекрывается клапаном 5 в виде конуса. Приводом клапана служит пневмоцилиндр 3 двустороннего действия, поршень которого соединен с клапаном штока. Пневмоцилиндр смонтирован в бункере и защищен специальным кожухом от попадания в него частиц ВВ.

В верхней части дозатора размещен датчик 4 уровня ВВ, который оборудован вибрационным устройством и контактами для подачи команды в цепь автоматического управления. Подача ВВ из дозатора в скважину осуществляется сжатым воздухом под давлением 1,2 атм, для чего на раме машины установлены компрессор 9 типа РК-4 и ресивер 10. Компрессор приводится в действие через систему передач от коробки отбора мощности автомобиля. На раме со стороны водителя установлен пульт управления 7, на котором смонтирована аппаратура управления зарядным устройством. Течка дозатора соединена с зарядным шлангом 8, который с помощью троса и поворотного кронштейна 11 подвешивается в транспортное или рабочее положение.

Пневмоэлектрическая схема цепей и аппаратов автоматического управления работой дозатора включает циклопрограммное устройство 17, промежуточные реле 16, 18, 19,

тневмораспределитель 15, концевой золотник 14, пневмодиафрагменный переключатель 13, заслонку продувки 12 дозатора, электроконтактный манометр 20.

Циклопрограммное устройство состоит из цифрового программного диска, электроконтактной системы и механизма

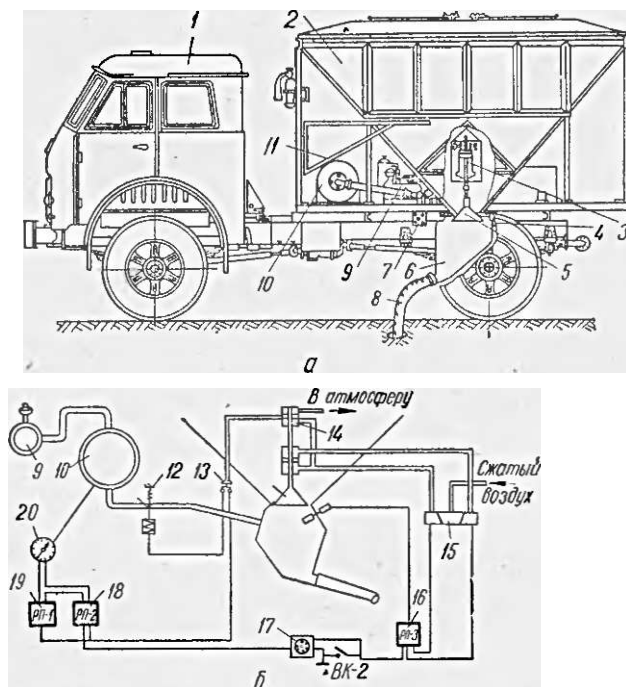


Рис. 16. Схемы автоматической зарядной машины АЗМ (а), цепей и аппаратов автоматического управления работой дозатора (б).

отсчета и фиксации циклов. Пневмоэлектрическая схема питается электроэнергией от аккумулятора, а сжатым воздухом — от пневмосистемы торможения автомобиля.

Принцип работы зарядной машины следующий. У подготовленной к заряданию машины включают в работу компрессор и подают электрический ток и сжатый воздух в схему автоматического управления работой дозатора. Схема приводится в рабочее состояние, при этом автоматически включается в работу датчик 4 уровня ВВ и срабатывает соленоид открытия пневмораспределителя 15. Сжатый

воздух через распределитель поступает в верхнюю часть пневмоцилиндра 3 и толкает поршень вниз, открывая клапан 5 дозатора. На цифровом диске циклопрограммного устройства 17 набирают цифру — необходимое число доз ВВ для зарядания скважины.

Взрывчатое вещество через открытую приемную воронку поступает в дозатор и заполняет его. При наполнении дозатора вибрационное устройство датчика 4 затормаживается, в результате чего замыкаются контакты и закрывается пневмораспределитель 15. Теперь сжатый воздух поступает через пневмораспределитель в нижнюю часть пневмоцилиндра 3, толкает поршень вверх и закрывает клапан.

За время наполнения дозатора и его герметизации компрессор 9 накачивает в ресивер 10 сжатый воздух до давления 1,2 *ати*, которое фиксируется электроконтактным манометром 20. При этом замыкаются верхние электрические контакты ЗКД (закрытия клапана дозатора), включается реле 19 и открывается заслонка продувки 12 дозатора. Сжатый воздух из ресивера 10 через открытую заслонку 12 попадает в дозатор 6 и выжимает ВВ в скважину.

После полного освобождения дозатора от ВВ давление в ресивере падает до нуля, при этом манометр размыкает подвижные контакты и замыкает неподвижные. Подвижные контакты обесточивают реле 19, которое, в свою очередь, обесточивает соленоид заслонки 12 и пружина закрывает ее. Неподвижные контакты включают реле 18, через контакты которого циклопрограммное устройство отсчитывает выполнение одного цикла работы. Одновременно при выгрузке ВВ из дозатора растормаживается вибрационный механизм и датчик 4 запускается в работу.

Электрические контакты датчика размыкаются, реле 16 обесточивается и срабатывает соленоид открытия пневмораспределителя. Сжатый воздух поступает в верхнюю часть пневмоцилиндра 3, открывает клапан 5 дозатора и цикл повторяется. После отработки заданной программы (числа доз) схема автоматически приходит в рабочее состояние.

Для загрузки в скважину неполной дозы ВВ необходимо на циклопрограммном устройстве набрать цифру 1 и через окно наблюдать за наполнением дозатора по шкале,

градуированной в килограммах. Затем нажатием кнопки выключателя (ВК-2) запускают схему в работу. Машина АЗМ имеет ручное дублирование автоматической схемы работы дозатора.

Опыт зарядания скважин на горнорудных карьерах Кривбасса показал высокие технико-эксплуатационные качества зарядной машины АЗМ.

Зарядная машина СУЗН-5АМ. На основе положительного опыта работы машины АЗМ подвергалась реконструкции зарядная машина СУЗН-5А. Емкость бункера увеличена на $2,3 \text{ м}^3$, громоздкие поршневые компрессоры заменены бесшумными ротационными РК-6, вместо шлюзового питателя установлен дозатор с автоматическим управлением, усовершенствована пневмогидросхема автомашин (рис. 17, а). Это позволило увеличить производительность машины на 30%. Схемы зарядной машины СУЗН-5АМ, цепей и аппаратов автоматического управления работой дозатора показаны на рис. 17 б, в.

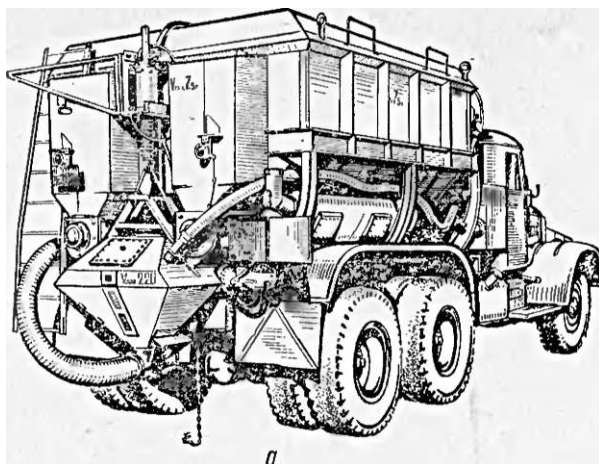
На шасси автомобиля 7 типа КраА3-256 смонтирован бункер 5 емкостью $10,5 \text{ м}^3$, в нижней части которого размещены шнеки Ю и их приводные гидродвигатели 21. К окнам корыт шнеков крепятся шиберные заслонки 4 и дозатор 2 емкостью 200 кг. В верхней части дозатора установлен датчик 3 уровня ВВ, а в нижней — на патрубок надет зарядный шланг 1. Между кабиной автомобиля и бункером смонтированы гидронасос 8, ротационный компрессор 9 и ресивер 6.

Гидропневмоэлектрическая схема цепей и аппаратов автоматического управления работой дозатора состоит из циклопрограммного устройства 19, промежуточных реле 17, 18 и 20, пневмораспределителя 14, пневмоцилиндра шиберных заслонок 13, концевых контактов 12, гидрореключателя 15, электроконтактного манометра 16, клапана продувки дозатора 11.

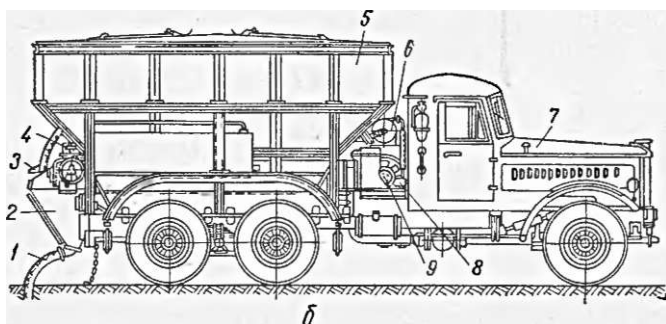
Принцип работы схемы такой же, как в машине АЗМ, с той лишь разницей, что в общую схему автоматического управления включены гидродвигатели шнеков, которые автоматически включаются в работу при открытии шиберных заслонок и отключаются при их закрытии.

Зарядание скважины неполной дозой ВВ осуществляется так же, как и при работе АЗМ.

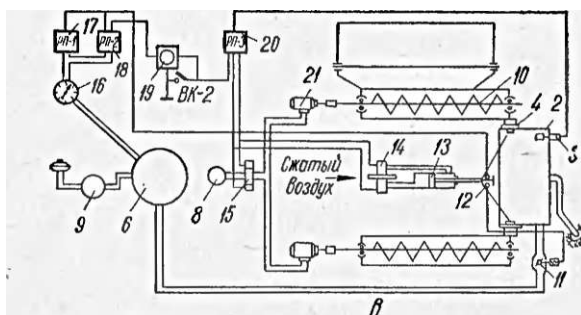
Годовой экономический эффект от внедрения зарядной машины СУЗН-5АМ составляет 12 тыс. руб.



а



б



в

Рис. 17. Общий вид (а) зарядной машины СУЗН-5АМ, схема ее устройства (б) и схема цепей и аппаратов автоматического управления работой дозатора (в).

Техническая характеристика зарядных машин

	<i>АЗМ</i>	<i>СУЗН-5АМ</i>	<i>СУЗН-5А</i>
Техническая производительность, кг/мин.	550	350	—
Достигнутая сменная производительность, т/смену.	35	40	24
Давление сжатого воздуха в системе транспортирования ВВ, <i>ати.</i>	1,2	1,2	8
Дальность транспортирования ВВ от машины, м.	До 5	До 5	До 25
Диаметр зарядного шланга, мм	125	125	50
Коэффициент использования грузоподъемности.	0,9	0,8	0,6

Зарядные машины с пневмокамерами. Этот тип зарядных машин, нашедших применение в Кривбассе, отличается от других простотой конструкции (рис. 18). Бункер 1 емкостью 8 м³ установлен на автомобиль МАЗ-503. К бункеру крепится дозатор 2 с левой по ходу движения стороны автомобиля. На внутреннюю часть бункера крепятся пневмокамеры 3 («подушки») таким образом, что они плотно прилегают к днищу бункера, к задней, передней и правой боковой стенкам его. Материалом для пневмокамер служит высокопрочная специальная ткань на полиамидной основе.

Принцип работы машин таков. Под собственным весом ВВ из загруженного бункера попадает в дозатор, а из последнего, также под собственным весом — в скважину. Из бункера может выгружаться под собственным весом только 30—35% ВВ. Для выгрузки остального количества ВВ используют пневмокамеры. С этой целью в них подают сжатый воздух от компрессора собственных нужд. Пневмокамеры наполняются сжатым воздухом и перемещают ВВ к разгрузочному окну бункера, соединенного с дозатором. Для полной выгрузки ВВ из бункера требуется несколько циклов наполнения пневмокамер сжатым воздухом и пуска его.

Техническая характеристика машины МЗ-8

Грузоподъемность, т.	7
Емкость бункера, м ³	8
Максимальное рабочее давление в пневмокамерах, <i>ати.</i>	3
Производительность по выгрузке ВВ, кг/мин	400

Для предохранения пневмокамер от избыточного давления бункер оборудован предохранительным клапаном.

Описанный тип зарядной машины обладает целым рядом достоинств, к числу которых следует отнести: простоту конструкции; высокую производительность; применение пневмокамер позволяет при изготовлении бункера заменить сталь специального сорта на обычную; при зарядании

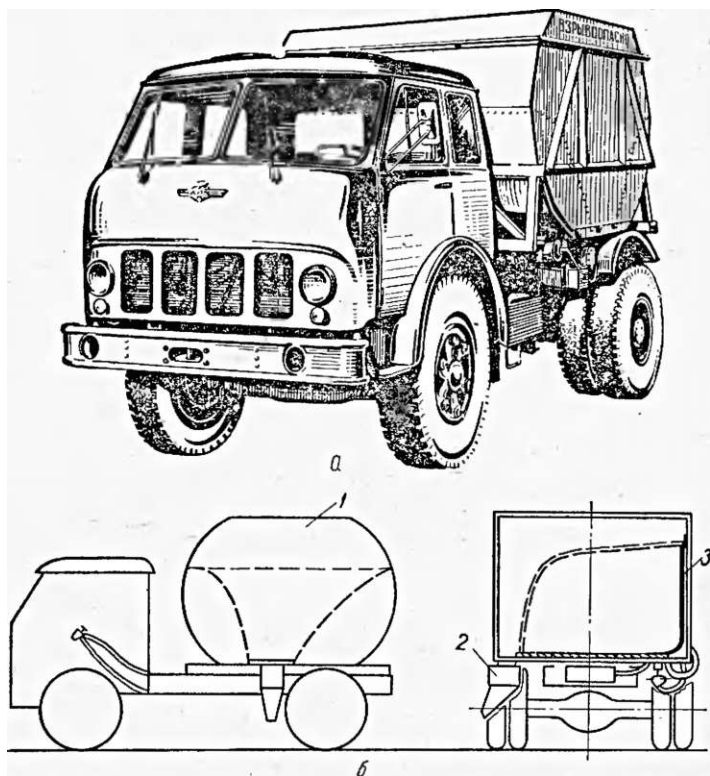


Рис. 18. Общий вид (а) и схема устройства (б) зарядной машины МЗ-8.

скважин этими машинами пылевыведение значительно меньше, чем при зарядании другими.

К недостаткам машины следует отнести то, что дозатор не позволяет вести точный учет расходуемого ВВ; необходимо, чтобы автомашинa близко подъезжала к скважине, что не всегда возможно; чтобы произвести полную выгрузку ВВ из бункера, нужно многократно наполнять пневмокамеру сжатым воздухом.

На Сибайском руднике механизированное зарядание скважин на карьере осуществляют транспортно-зарядные установки на базе автомобиля МА3503-Б. На шасси этого автомобиля установлен двусторонний металлический бункер призматической формы из 10 отсеков. Эти отсеки соответствуют отсекам загрузочного бункера (емкость 600 кг) и рассчитаны на зарядание одной скважины. Отсеки бункера транспортно-зарядной установки снабжены гибкими брезентовыми шлангами длиной 1,5 м и диаметром 200 мм, секторными затворами с ручным управлением. На шасси автомашины размещены также два ящика для перевозки ДШ (детонирующих шнуров) и патронов ВВ, применяемых в качестве боевиков.

При зарядании ВВ поступает в скважину самотеком. Во избежание затворов взрывчатая смесь выпускается не сплошным потоком, а порциями до образования заряда необходимой длины. Зарядание скважин осуществляют два взрывника. Один из них производит заполнение скважин гранулированными ВВ, второй опускает боевики и контролирует длину скважины. После выгрузки ВВ транспортно-зарядная машина загружается забоечным материалом, подвозит его к месту производства взрывных работ и осуществляет механизированную забойку скважин [9].

На Каджаранском ГОКе работает зарядная машина — самосвал в обычном исполнении с прицепной воронкой для подачи ВВ из поднимающегося кузова в скважину. Достоинством этой машины является простота конструкции и высокая производительность. К числу основных недостатков машины этой конструкции относится то, что она приспособлена для работы только с игданитами и полностью отсутствует учет расходуемого ВВ.

На карьерах Лениногорского полиметаллического комбината нашли применение транспортно-зарядные машины МЗ-1 и «Универсал» конструкции лаборатории КМБВР КазПТИ и работников комбината.

Машина МЗ-1 предназначена для приготовления и пневматического зарядания скважин гранулированными, простейшими и водонаполненными ВВ. Смонтирована на базе автомобиля МА3-500 (рис. 19). Состоит из бункера для загрузки 4 т ВВ, в нижней части которого установлен унифицированный пневматический дозатор МПД-2 с гидронасосом, бака для воды (или дизельного топлива для приготовления игданита) емкостью 0,8 м³ с подогревом выхлопными

газами от двигателя автомобиля; гидрокрана грузоподъемностью 1 т и контейнера для загрузки ВВ в бункер; компрессора КТ-6 производительностью $8,5 \text{ м}^3/\text{мин}$, давлением $4,5 \text{ атм}$ и пульта с ручным, автоматическим, дистанционным и программным управлением. Гидронасос заблокирован с дозатором МПД-2, что позволяет достаточно точно регулировать процесс смешивания ВВ с жидкостью в смесителе, установленном на конце зарядного шланга.

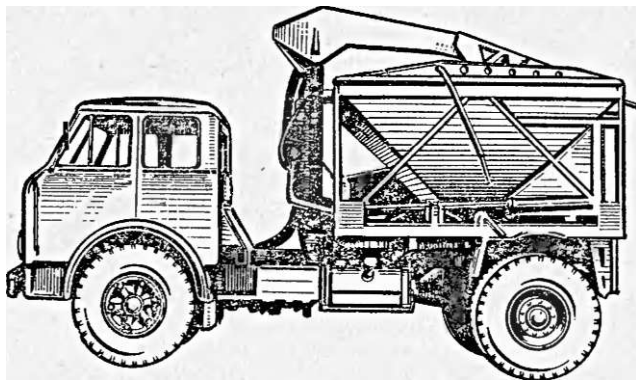


Рис. 19. Транспортно-зарядная машина МЗ-1.

ВВ и жидкость подаются к смесителю по самостоятельным трубопроводам. С помощью специального устройства бункер машины может загружаться ВВ пневмотранспортом.

Производительность заряжания гранулированными ВВ в зависимости от давления сжатого воздуха и длины зарядного шланга колеблется от 150 до 500 $\text{кг}/\text{мин}$, а акватолом — от 100 до 300 $\text{кг}/\text{мин}$. Поскольку объем бункера малый, установку можно эффективно использовать только при расстоянии от склада ВВ или пункта подготовки и смешивания ВВ к месту производства взрыва в 1—2 км 1251.

Зарядная машина «Универсал» предназначена для транспортировки ВВ к заряжаемым объектам, разгрузки ВВ с их дозировкой, заряжания скважин гранулированными, простейшими и водонаполненными ВВ со смешением этих ВВ с жидкими добавками в процессе заряжания скважин. Оборудование машины монтируется на базе автосамосвала. Имеется два съемных закрытых бункера, объемом 5 м^3 со съемными пневмодозаторами МПД-2.

*Техническая характеристика транспортно-
варяжной машины «Универсал»*

Тип бункеров	Объемные, горизонтальные, с перегородками от переуплотнения материала
Способ загрузки бункеров	Вакуумный и нагнетательный
Способ разгрузки бункеров	Самотечный и пневмотранспортный с дозированной
Тип автосамосвала	КРАЗ-256, КРАЗ-256Б, ЯАЗ-210, ЯАЗ-210Е
Тип съемного дозатора	МПД-2, РД-1
Производительность дозатора, <i>кг/мин</i>	До 600
Длина пневмотранспорта, <i>м</i>	До 40—60
Расход воздуха пневмодозатором МПД-2, <i>м³/мин</i>	До 15
Подача жидкости пневмодозатором МПД-2 от расхода ВВ, %	5 - 6
Емкость бункера, <i>м³</i>	5
Количество бункеров, шт.	2
Время подъема и опускания кузова, <i>сек</i>	15
Максимальная скорость движения самосвала, <i>км/ч</i>	До 50
Управление дозаторами МПД-2	Ручное, автоматическое и дистанционное
Габаритные размеры, <i>мм</i> :	
длина	8600
ширина	2640
высота в транспортном положении	£000
высота в рабочем положении	6000
Вес съемной оснастки автосамосвала, <i>кг</i>	1000

Машина «Универсал» (рис. 20) состоит из самосвала 1 грузоподъемностью 8—10 т, в кузове 2 которого при помощи кронштейнов и болтов 4, 7 жестко крепят бункера 3, имеющие загрузочные люки 5 с патрубками для подвода смеси и сброса отработанного воздуха. Патрубок подвода смеси расположен по касательной к закругленной стенке бункера, с целью отделения материала от воздуха. На течах бункеров 3 имеются шиберы 9 с пазами для установки дозаторов 8. Для загрузки бункеров с помощью пневмотранспорта служат шланги 6.

При зарядании скважин с добавкой в сухое ВВ жидкости пневмодозатор МПД-2 монтируется с гидронасосом 12, имеющим клапанную коробку 11. Управление пневмодозатором МПД-2 с гидронасосом производится при

помощи пульта 10 ручного и автоматического управления. Транспорт сухой смеси производится по шлангу 15, а жидкости — по шлангу 16. Смешение компонентов, подаваемых пневмодозатором 8 в заданной пропорции, производится в смесителе 17 и зарядной трубе 18. Для дистанционного управления дозатором служит пусковой кран 14. Машина снабжена цепью для заземления 13.

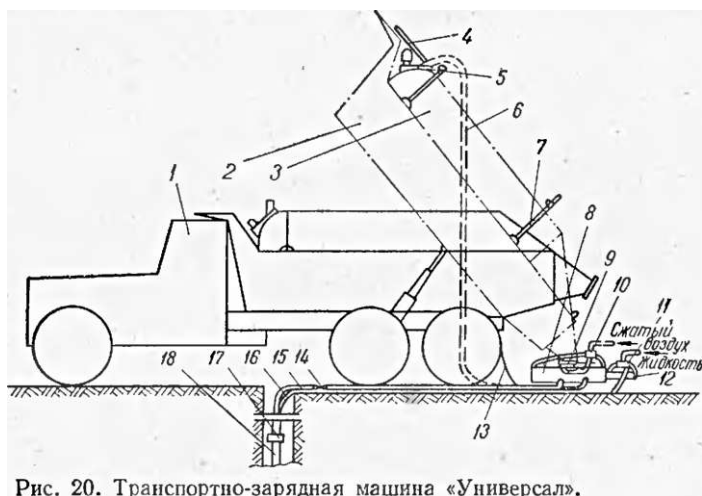


Рис. 20. Транспортно-зарядная машина «Универсал».

Конструкция крепления бункеров в кузове быстросъемная, они монтируются только на период производства массовых взрывов. В остальное время самосвалы, которые являются базой для зарядного оборудования, используют по своему прямому назначению — для перевозки руды.

Загрузка бункеров при помощи пневмотранспортных устройств производится только при поднятом кузове. Для снижения дробления ВВ в бункерах скорость потока смеси не превышает 20—25 м/сек, для чего на продувочные трубопроводы пневмодозаторов МПД-2 ставятся дроселирующие шайбы диаметром 12 мм. При пневматической загрузке пылящих материалов на выходной патрубке люка устанавливается рукавный фильтр. Если бункер загружают с использованием вакуум-насоса, то трубопровод от него присоединяется к люку вместо рукавного фильтра. Разгружаются материалы из бункеров при поднятом кузове и открытых шиберах бункеров.

При зарядании скважин на карьере пневмотранспортный шланг с целью получения высокой плотности зарядания опускается в скважину и выдается по мере подачи доз ВВ. В случае зарядания скважин простейшими и водонаполненными ВВ используют пневмодозатор МПД-2, оборудованный гидронасосами с заданным дозированием жидкости.

С целью устранения залипания транспортного трубопровода сухой компонент ВВ и жидкость должны подаваться раздельно по шлангам до смесителя, установленного перед



Рис. 21. Транспортно-зарядная машина «Зырянвск».

зарядной трубой, длина которой задается из условия качественного смешения компонентов и отсутствия их заполнения. Зарядание сухих скважин водонаполненными ВВ может производиться при установке зарядной трубы в устье скважины, а обводненных при опускании под воду до забоя скважины.

Подача жидкости к гидронасосу производится самотечком по шлангам от серийной автоцистерны. Подача сжатого воздуха к пульту управления производится от передвижных компрессоров или карьерной пневмосети. После разгрузки бункеров пневмодозаторы отсоединяются, кузов опускается и машина отправляется в следующий рейс.

Транспортно-зарядная машина «Зырянвск» предназначена для транспортировки ВВ и зарядания скважин на карьерах. С навешенным пневматическим зарядчиком можно заряжать игданит, гранулит, с механическим дозатором — все гранулированные ВВ (рис. 21).

Техническая характеристика машины «Зырянвск»

Грузоподъемность, т.	10
Емкость бункера, м ³ .	11
Производительность, т/ч:	
при пневматическом зарядании	

зарядчиком ЗП через полиэтиленовый шланг	2,5
с механическим дозатором	10
Способ выгрузки ВВ из бункера	Вибрационный
Производительность транспортирования ВВ виброконвейером, кг/мин	500
Способ подачи ВВ в скважину	Самотеком или пневматическим
Габаритные размеры машины, мм:	
длина	8157
ширина	2692
высота	3782

Зарядная машина «Зыряновск» представляет собой контейнер с виброднищем, установленный на шасси автомобиля КраЗ-256Б. Виброднище служит для выдачи ВВ из бункера в пневматический зарядчик и затем по шлангу — в скважину или же непосредственно с вибrolотка через дозатор объемного типа в скважину самотеком.

На шасси автомобиля 7 установлена рама бункера 8, на которой монтируются все узлы и механизмы зарядной машины. ВВ загружаются через четыре люка диаметром 400 мм в бункер 5, установленный на верхнем основании рамы. Привод вибrolотка осуществляется от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности 6, карданный вал, редуктор 3, эксцентрик и шатун. Расход подачи ВВ в зарядчик-дозатор 1 регулируется шиберной заслонкой 9 и частотой колебаний лотка. Зарядный шланг крепится на кронштейне рамы бункера.

Бункер выполнен из листовой нержавеющей стали с несущим каркасом из швеллера и уголков. Он имеет разгрузочный козырек, снижающий давление ВВ на вибrolоток. Нижнее отверстие бункера для герметизации зазора между виброднищем и бункером обшивается прорезиненной лентой [15]. Бункер лапами устанавливают на стойке рамы бункера. Виброднище — уравновешенный конвейер 4 лоткового типа. Колебания виброднищу сообщаются эксцентриковым приводом 2.

Зарядная машина «Зыряновск» прошла промышленные испытания и принята к серийному изготовлению.

На некоторых горнорудных предприятиях нашла применение зарядная машина МЗС-1М конструкции института Гипроуглеавтоматизация.

Техническая характеристика машины МЗС-1М

Диаметр заряжаемых скважин, мм	100 и более
Глубина заряжаемых скважин, м	До 25
Производительность, т/ч:	
непрерывная	4
с учетом маневров	3,3
Емкость бункера, м ³	5
Рабочий орган	Шнек-дозатор диаметром 146 мм и смесительное устройство
Загрузка бункера	Гидравлическим краном, укрепленным на раме автомобиля, и контейнером емкостью 0,5 м ³
Гидрокран:	
грузоподъемность, кг.	500
вылет стрелы, м.	2,7
скорость подъема груза, м/мин	5,6—22,5
угол поворота стрелы, град	200
вес крана, кг.	532
Общий вес машины, кг.	13 270
Основные размеры машины, мм:	
длина	6000
ширина	2608
высота	3250

Машина МЗС-1М смонтирована на базе грузового автомобиля МАЗ-509П. На несущую часть автомобиля устанавливается сварная рама, на которой крепится бункер, подъемный кран и все оборудование заряжающей установки (рис. 22).

Загрузка бункера аммиачной селитрой производится гидравлическим подъемным краном, установленным на передней части рамы, и специальным контейнером, в который засыпается 0,4—0,5 т аммиачной селитры. Из бункера аммиачная селитра поступает в шнек-дозатор, который подает ее в смесительную воронку. Там происходит смешивание аммиачной селитры соляровым маслом, которое нагнетается при помощи гидравлической насосной установки.

Для интенсивной подачи игданита и для увеличения плотности игданита в Скважине на раме установлен компрессор, сжатый воздух от которого подается к выходному отверстию шнека-дозатора. Для наблюдения за количеством загружаемой в скважину аммиачной селитры сзади на

раме установлен счетчик, регистрирующий число оборотов шнека-дозатора, который за один оборот подает в смесительную воронку 1—1,1 кг аммиачной селитры.

В качестве привода для машины МЗС-1М используется двигатель автомобиля, от коробки передач которого путем отбора мощности через трансмиссию приводится в движение компрессорная установка, насос и шнек-дозатор.

Машину обслуживают два человека: шофер-взрывник и его помощник или взрывник, наблюдающий за процессом

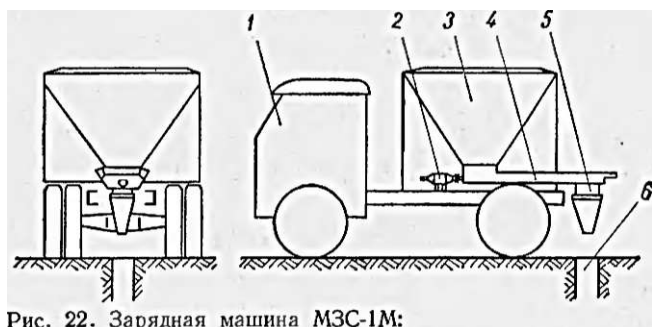


Рис. 22. Зарядная машина МЗС-1М:

1 — автомобиль МАЗ-509П; 2 — гидродвигатель; 3 — бункер;
4 — шнек-дозатор; 5 — смесительная воронка; 6 — скважина.

зарядания скважин. Принцип работы машины следующий. Перед началом загрузки выходное отверстие бункера перекрывается заслонкой.

На складе хранения аммиачной селитры загружают в бункер нужное количество аммиачной селитры. В баки машины заливают необходимое количество солярового масла. После этого машина едет на заряжаемый блок. Шофер ориентирует машину вдоль ряда скважин и на малой скорости наезжает на скважину. Помощник шофера или взрывник, находясь сзади машины, наблюдает за правильностью наезда на скважину и сигнальной кнопкой предупреждает шофера.

Точность наезда в любом направлении составляет $\pm 0,4$ м, что компенсируется отклонением конусной воронки, имеющей две степени свободы. Шофер включает рычажным управлением компрессор, насос и шнек-дозатор и открывает заслонку. По сигналу с места зарядания пневматическим краном шофер включает правую коробку отбора мощности, соединенную с трансмиссией. Постепенно нара-

щая обороты двигателя, шофер доводит их до номинального — 1200 *об/мин*, а после появления в смесительной воронке аммиачной селитры включает счетчик. Зарядив в скважину необходимое количество игданита, машина по сигналу переезжает на новую скважину.

Включение и выключение коробок отбора мощности возможно только при отключенном сцеплении. При движении машины стрела гидрокрана должна быть установлена в положении параллельно бункеру (стрела максимально согнута).

Дальнейший процесс зарядания скважин происходит в том же порядке. Включенные в начале работы рычажным управлением компрессор, шнек-дозатор и насос гидросистемы смесителя не выключаются до конца работы на уступе. Счетчик включается и выключается после каждой скважины.

После окончания процесса зарядания или поездки за дополнительным количеством компонентов игданита, все узлы рабочего органа должны быть отключены, а заслонкой перекрыто выходное отверстие бункера.

Для нормальной работы смесительного устройства перед началом работ по заряданию скважин проверяется по мерительному бачку правильность дозирования солярового масла. Уход за автомобилем, компрессором, гидрокраном и насосами производится по инструкциям заводов-изготовителей. Машина серийно выпускается Карпинским машиностроительным заводом.

К достоинствам машины можно отнести наличие гидрокрана для загрузки бункера, возможность готовить взрывчатые смеси типа игданита. Недостатком машины является ее низкая производительность (60 *кг/мин*), малая емкость бункера, возможность ее применения только для одного типа ВВ.

МАШИНЫ ДЛЯ ЗАРЯЖАНИЯ СКВАЖИН
ВОДОНАПОЛНЕННЫМИ ВВ И ВЗРЫВЧАТЫМИ
СМЕСЯМИ НА ГОРЯЧИХ РАСТВОРАХ
АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

С целью механизации процесса зарядания скважин на карьерах пластичными (водонаполненными) взрывчатыми веществами и льющимися водонаполненными ВВ разработан ряд машин и комплексов. На горнорудных

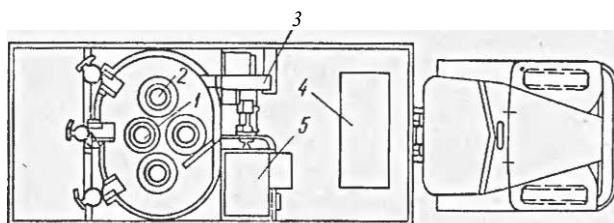
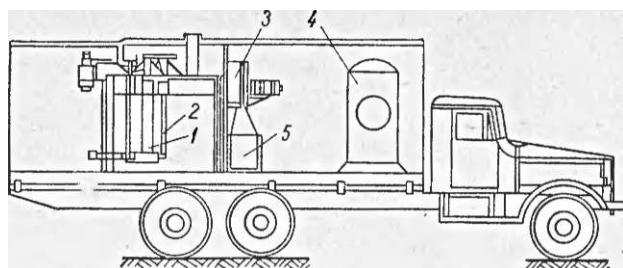


Рис. 23. Машина для перевозки горячего раствора аммиачной селитры.

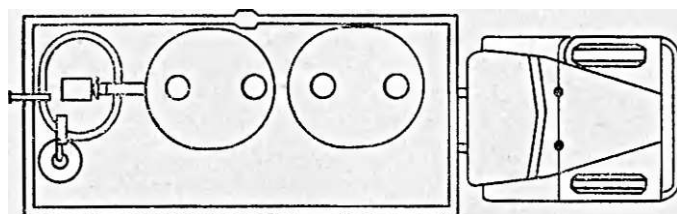
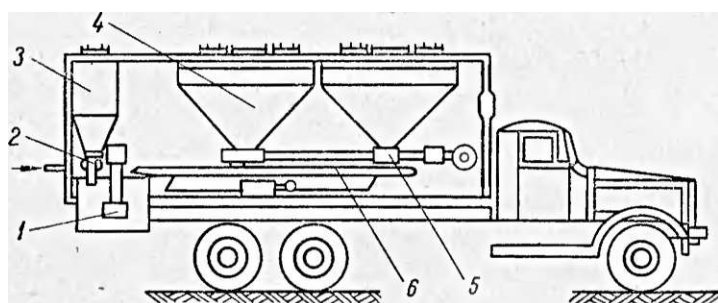


Рис. 24. Машина для перевозки тротила и загустителя и смешивания компонентов ВВВ.

предприятиях НГМК в состав комплекса для транспортирования компонентов ВВВ и их смешивания и заряджания скважин входит два типа транспортно-зарядных машин: 1) машина для перевозки горячего раствора аммиачной селитры (рис. 23); 2) машина для перевозки тротила и загустителя и смешивания компонентов ВВВ (рис. 24).

Техническая характеристика машины для перевозки горячего раствора аммиачной селитры

Бак для раствора:	
вес раствора в баке, т.	5
рабочий объем бака, м ³	3,5
температура раствора, °С.	92—96
производительность насоса для перекачки раствора, л/мин.	600
Калорифер для подогревания раствора:	
производительность, м ³ /ч.	400
мощность нагревательных элементов, кет	6
Промывочная установка:	
объем воды, л ³ .	1
мощность нагревателей, кет.	15
производительность водяного насоса, м ³ /ч	30
Дизель-генератор:	
тип.	ДЭА-Ю0
мощность, кет.	100
сила тока, а.	181

Бак машины для перевозки горячего раствора аммиачной селитры имеет мешалку 2 и насос погружного типа 1 (рис. 23). Раствор подогревается горячим воздухом, который подается калорифером 3 в рубашку бака. Питание двигателей привода и систем нагревательных элементов производится от дизель-генератора 4. Для промывки бака раствора, системы трубопроводов и зарядных шлангов имеется бак горячей воды 5, подогрев в котором осуществляется с помощью термонагревателей.

Из бака горячий раствор аммиачной селитры насосом подают по гибкому шлангу в смесительное устройство, которое расположено на машине для перевозки сухих компонентов ВВВ и их смешивания с раствором.

Техническая характеристика машины для транспортирования тротила и загустителя и смешивания компонентов ВВВ

Количество бункеров для тротила, шт.	2
Емкость бункера для тротила, т.	3,2
Производительность дозаторов, кг/мин	До 140
Емкость бункера для загустителя, м ³	0,57

Производительность дозатора для загустителя, кг/мин.	До 62
Емкость смесителя, м ³ .	0,5
Производительность насоса (для смеси), кг/мин.	2000—2500
Напор насоса, атм.	3

Машина состоит из бункеров для тротила 4 и загустителя 3, вибрототка 6, смесительного устройства 1 (рис. 24). В смесительное устройство поступает раствор горячей селитры; сюда же подаются вибрототком из бункеров через

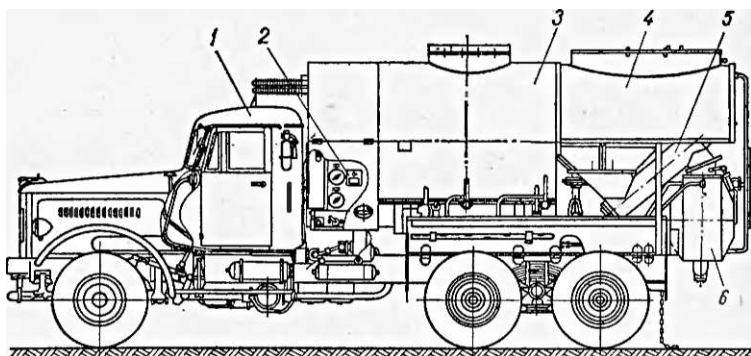


Рис. 25- Транспортно-зарядная машина ТЗМ-1:

1 — автомобиль КрАЗ-256Б; 2 — пульт управления; 3 — цистерна; 4 — бункер; 5 — шнеки; 6 — мерно-смесительная камера.

дозатор 5 тротил и из бункера шнеком загуститель. Готовая смесь насосом 2 нагнетается по гибким шлангам в скважину. Две машины обслуживают три человека. Производительность зарядания в период проведения испытаний составляла 10—15 т/смену. Коэффициент использования зарядных машин составляет 30—40%. За одну поездку установки доставляют 5 т горячего раствора аммиачной селитры и 3,5 т тротила [11].

Для зарядания скважин ВВВ НИПИГормаш создал зарядно-смесительный комплекс. Он состоит из: 1) стационарной нагревательно-смесительной установки НСУ-1, предназначенной для приготовления насыщенного горячего раствора аммиачной селитры; 2) транспортно-зарядной машины ТЗМ-1, предназначенной для транспортирования составных компонентов ВВ, их смешивания и зарядания готовой взрывчатой смесью скважин.

Нагревательно-смесительная установка НСУ-1 представляет собой теплообменный агрегат, состоящий из емкости

для раствора аммиачной селитры и емкости для нагревающей среды, вентилятора, насосов для подачи и перекачки раствора аммиачной селитры. Все эти узлы смонтированы на металлической раме. Установка работает на аэродинамическом принципе подогрева, где нагревающей средой служит воздух, перемещаемый вентилятором в замкнутом цикле — по трубам внутри емкости для раствора АС и между стенками этой же емкости и наружной теплоизоляционной оболочкой. Воздух при перемещении в замкнутом цикле разогревается и передает тепло раствору аммиачной селитры. Эти установки отличаются высоким к. п. д.

Транспортно-зарядная машина ТЗМ-1 (рис. 25) состоит из транспортной базы (автомобиль КрАЗ-256Б), цистерны для раствора аммиачной селитры, бункера для сухих компонентов, мерно-смесительной камеры, шнеков для подачи сухих компонентов в мерно-смесительную камеру, пневматической и гидравлической систем. Подача раствора аммиачной селитры в мерно-смесительные камеры и подача готовой взрывчатой смеси в скважины производится при помощи сжатого воздуха.

Техническая характеристика машины ТЗМ-1

Полезная грузоподъемность, т	9
Производительность подачи ВВ в скважину, кг/мин	300
Емкость цистерны для раствора аммиачной селитры, л ³	5,5
Емкость бункера для сухих компонентов, ж ³	3,2
Емкость мерно-смесительной камеры, м ³	0,25
Длина зарядного шланга, м	25
Размеры машины, мм:	
длина	8100
ширина	2630
высота	3270

Техническая характеристика нагревательно-смесительной установки НСУ-1

Емкость бака для раствора аммиачной селитры, м ³	7,5
Емкость бака для воды-теплоносителя, м ²	5,0
Установленная мощность электродвигателей, кет	243
Длительность приготовления раствора аммиачной селитры, ч	3—4

Порядок работы комплекса следующий. Бак для теплоносителя и раствора аммиачной селитры установки НСУ-1 заливают водой и включают электронагреватели. Воду нагревают до 80—90° С, после чего в бак для раствора загружают

аммиачную селитру и включают насосы для циркуляции раствора и теплоносителя. Аммиачная селитра полностью растворяется, после чего раствор доводят до температуры 70—80° С и перекачивают в бункер машины ТЗМ-1. Бункер этой машины загружают гранулированным тротилом и аммиачной селитрой. Соотношение жидкого и твердого компонентов в мерно-смесительной камере регулируют изменением избыточного давления воздуха в цистерне. Температура взрывчатой смеси в момент загрузки ее в скважину составляет 60° С.

При работе комплексов по заряданию скважин взрывчатыми смесями на горячих растворах аммиачной селитры должен быть выдержан тепловой режим работы зарядных установок. Необходимо, чтобы температура ВВВ на выходе из зарядного шланга была не ниже 55—60° С, так как при этой температуре происходит кристаллизация раствора аммиачной селитры. Если температура на выходе из зарядного шланга будет ниже этой температуры, то образуются микрокристаллы, препятствующие осаждению на дно скважины крупнозернистых сухих компонентов и способствующие возникновению пробок. Поэтому температура взрывчатой смеси в мерно-смесительной камере зарядной машины зависит от температуры и процентного содержания раствора аммиачной селитры и твердых компонентов.

Температура раствора при ее закачивании в цистерну зарядной машины определяется по формуле

$$= \qquad \qquad \qquad <4>$$

где t_p — температура раствора до совмещения, °С; G_{Mt} — вес металла и раствора соответственно, кг; C_m , C_p — теплоемкость металла и раствора, ккал/кг · град; t_M — температура металла до закачивания раствора, °С.

Температура раствора при ее закачивании в цистерну должна быть выше температуры совмещения, так как часть тепловой энергии расходуется на нагревание материала цистерны.

Величина t_p определяется по формуле

$$J_{P-} \frac{(YpCp + \gamma Ct) - \gamma C_{YU} T_{OK}}{4pC_p + q_T C_T} \quad \text{»} \quad /C/$$

где — температура водонаполненного ВВ на выходе из шланга, °С; q_p , q_T — массовая концентрация раствора

и твердых компонентов соответственно; C_t — теплоемкость твердого компонента до совмещения, $\text{ккал/кг} \cdot \text{град}$; t_m — температура твердого компонента до совмещения, $^{\circ}\text{C}$; Q_k — теплота кристаллизации, $^{\circ}\text{C}$.

Промышленные испытания, проведенные на Соколовском карьере ССГОКа показали, что применение зарядно-смесительного комплекса (НСУ-1 и ТЗМ-1) в сочетании с водонаполненным ВВ на основе горячего раствора аммиачной селитры снижает затраты на буровзрывные работы на 25—30%, повышает производительность труда взрывников, уменьшает объем буровых работ за счет расширения сети скважин [281].

На Учалинском горнообогатительном комбинате создан образец зарядной машины, получившей название Учалинской пневмозарядной машины УПЗМ-3. Машина представляет собой переоборудованный автосамосвал ЯАЗ-210Е, на шасси которого смонтированы компрессор ЗИФ-55

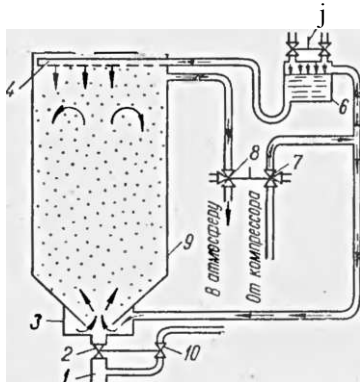


Рис. 26. Схема устройства для приготовления водонаполненных и простейших ВВ.

с приводом отбора мощности от вала автомашины, двухсекционный бак для воды и солярового масла, два зарядных агрегата, которые представляют собой герметически закрывающиеся бункера-смесители емкостью по $0,8 \text{ м}^3$.

Зарядные агрегаты связаны трубопроводной и запорной арматурой с ресивером компрессора и секционным баком для жидкого компонента. Каждый бункер-смеситель в нижней части снабжен воздухораспределительной камерой, присоединенной к воздушной магистрали. Воздух подается по магистрали в дозировочный бачок для образования в нем избыточного давления, вытесняющего жидкий компонент в распылитель, установленный в верхней части бункера-смесителя.

Машина работает следующим образом (рис. 26).

В бункер-смеситель загружается требуемая по технологии зарядания скважины порция ВВ, после чего крышка бункера закрывается, т. е. происходит его герметизация. Одновременно открываются два спаренных крана 5 на

дозировочном бачке 6, и жидкий компонент поступает в бачок в объеме, необходимом для получения оптимального водонаполнения сухой акватольной смеси или для смачивания в определенной концентрации селитры соляным маслом в зависимости от того, каким видом ВВ заряжается скважина. Открыванием сблокированных друг с другом кранов 7 и 8 сжатый воздух подается одновременно в дозировочный бачок 6 и воздухораспределительную камеру 3.

Под действием сжатого воздуха сухой компонент в бункере-смесителе 9 подбрасывается вверх, а избыточный воздух уходит в атмосферу через кран 8. В это же время под действием сжатого воздуха жидкий компонент из бачка 6 через распылитель 4 впрыскивается в бункер-смеситель. При зарядании рукав 1 опускается в скважину и открываются краны 2 и 10. Взрывчатое вещество транспортируется в скважину под действием эжекции сжатого воздуха и дополнительного подпора от избыточного давления внутри бункера-смесителя.

Для приготовления зерногранулосмесей в бункер-смеситель в соответствующей пропорции подают селитру и тротил, перемешивание происходит за счет энергии сжатого воздуха без подачи жидкого компонента.

Модель машины УПЗМ-3 имеет поднимающийся бункер, выполненный совместно с дозировочным отсеком в его задней части. Отсек снабжен смотровым окном, а для герметизации — гидроцилиндром двойного действия, позволяющим открывать и закрывать конусный клапан.

Технология зарядания скважин следующая. После подъезда машины к скважине, бункер поднимают до угла 53—60°, открывают затвор конусного клапана, и взрывчатое вещество самотеком поступает в дозировочный отсек. По делениям на смотровом стекле определяют требуемую порцию ВВ, после чего дозировочный отсек герметизируется посредством конусного клапана.

При зарядании сжатый воздух и жидкий компонент одновременно подаются соответственно в дозировочный отсек и транспортный рукав. При этом ВВ под давлением сжатого воздуха вытесняется через транспортный рукав в скважину, предварительно обогатившись (в случае необходимости) жидкой добавкой.

Все соприкасающиеся с ВВ поверхности бункера и дозировочного отсека футерованы винипластом.

Машина УПЗМ-3 отличается от других зарядных машин

тем, что в ней нет механических питателей, что значительно упрощает конструкцию и делает ее безопасной.

Для работы на блоках с обводненными скважинами зарядная машина УПЗМ-3 имеет устройство для предварительной откачки воды из скважин перед их заряданием.

К числу конструктивных недостатков машины УПЗМ-3 следует отнести трудоемкость ручной загрузки бункеров-смесителей и сложность разводки трубопроводов [19].

Институтом «Гипроникель» разработаны и изготовлены установки «Акватол-1», «Акватол-1М». Они предназначены для приготовления и механизированного зарядания акватолами взрывных скважин сухих и любой степени обводненности. Транспортной базой установки является автомобиль КраЗ-257.

Технические данные установки «Акватол-1»

Емкость бункера для сухой акваторальной смеси, m^3 , _____	5
Емкость баков для воды, $лг^3$	1,5
Подогрев воды	Электронагревателями
Электрогенератор:	
мощность, <i>квт</i>	75
привод	От коробки отбора мощности автомобиля КраЗ-257
Смеситель водонаполненного ВВ	Лопастной с двумя смешивающими рабочими роторами
Насос для транспортировки водонаполненного ВВ в скважину.	Плунжерный, диафрагменный
Общая установленная мощность электродвигателей, <i>квт</i>	17
Габаритные размеры, <i>мм</i> :	
длина	9800
ширина	3800
высота	3800
Вес установки без груза, <i>кг</i>	18 000

Среднесменная производительность установки составляет 3,5—5 *т*. Машина обслуживается тремя рабочими — водителем-взрывником и двумя взрывниками-операторами. Зарядная машина загружается сухой акваторальной смесью на базисном складе и заправляется водой. По прибытию на блок включается система подогрева, вода подогревается до 60—70° С, после чего происходит водосовмещение сухой акваторальной смеси.

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОСУШЕНИЯ И ЗАРЯЖАНИЯ ОБВОДНЕННЫХ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН НА КАРЬЕРАХ

Одним из факторов, ухудшающих технико-экономические показатели взрывных работ, является обводненность скважин. Для заряжания обводненных скважин применяют дорогостоящие водоустойчивые ВВ, что повышает стоимость отбойки полезного ископаемого. Кроме того, при

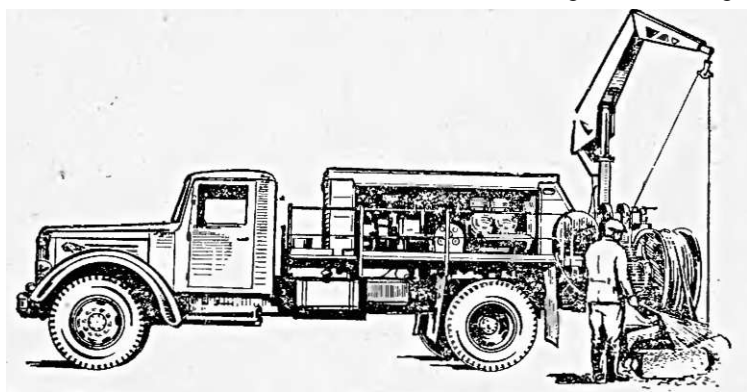


Рис. 27. Установка комбината «Ураласбест» для осушения обводненных скважин.

механизированном заряжании обводненных скважин некоторыми видами ВВ образуются «пробки», что приводит к ухудшению качества дробления.

На ряде горнорудных предприятий освоен метод осушения обводненных скважин с целью создания условий для замены водоустойчивых ВВ более дешевыми неводоустойчивыми, имеющими ту же энергетическую характеристику.

Было изучено несколько методов осушения обводненных скважин: взрывной, с помощью электрических погруженных насосов, с применением сжатого воздуха, специальными установками с пневматическими погружными насосами. Наиболее рациональным оказалось применение специальных установок.

На карьерах комбината «Ураласбест» для удаления воды из обводненных скважин широкое распространение получили установки конструкции комбината (рис. 27). Установка смонтирована на шасси автомобиля МАЗ-509П. Основны-

ми узлами этой установки являются компрессор, пневматический погружной насос, пневматическая лебедка, гидрокран, барабан для наматывания шлангов. Всеми операциями при работе установки управляют шофер и машинист-оператор.

Установка работает следующим образом. В устье скважины устанавливают обсадную трубу длиной 1 м и опускают погружной насос. Затем насос поочередно с помощью кранов управления соединяют с напорным воздухопроводом компрессора или с камерой разряжения. Такой цикл работы погружного насоса повторяется несколько раз до полного удаления воды из скважины. Производительность установки при средней величине столба воды в скважине до 5 м составляет 10 скважин в час [11].

На карьерах Кривбасса применяется водоотливной пневматический агрегат ВПА-1. Производительность агрегата за восьмичасовую смену составляет 150—160 скважин диаметром 240 мм с высотой столба воды в них 7—9 м.

Техническая характеристика водоотливного агрегата ВПА-1

Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	8—10
Напор, мм вод. ст.	.80
Рабочее давление сжатого воздуха, <i>ати</i>	5—7
Скорость передвижения агрегата, <i>км/ч</i>	3
Диаметр погружного устройства, мм.	.160
Вес погружного устройства, <i>кг</i>	.15
Габаритные размеры, мм.	4000X
	X1900X
	X2900
Вес, <i>кг</i>	950

НИПИгормаш спроектировал установку УОС-1 для осушения скважин. В качестве базы этой установки используется автомобиль ГАЗ-66, на шасси которого установлены барабан со шлангами и насосом, компрессор и система привода.

Насос представляет собой камеру с впускными и выпускными клапанами, вода из камеры выдается по шлангу наружу под действием сжатого воздуха. Барабан служит для механизации спуско-подъемных операций во время процесса откачки. На барабан наматываются воздушный и водяной шланги и поддерживающий трос. Барабан установлен на выдвижной раме. Рама выдвигается при помощи гидроцилиндра в левую, по ходу движения автомобиля, сторону, т. е. в зону видимости шофера-оператора.

Производительность откачки воды из скважины составляет 120 л/мин, установка обслуживается одним шофером-оператором.

Лабораторией КМБВР (комплексной механизации буровзрывных работ) КазПТИ разработан метод механизированного заряжания обводненных скважин на карьерах. Он заключается в том, что заряд ВВ формируется в воздушной полости, которая образуется под столбом воды. Отработанный сжатый воздух используется для вытеснения воды из скважины и выдачи зарядного шланга.

Для осуществления этого метода используют пневмозарядчик с зарядным шлангом, имеющим на конце диски т листовая резины с радиальными разрезами и обсадные трубы. При зарядании устанавливают у устья обводненных скважин обсадные трубы, после чего зарядные шланги с резиновыми дисками опускают до забоя скважины. Затем от пневмозарядчика по шлангу подают сжатый воздух до тех пор, пока в скважине образуется под насадкой воздушная полость, давление в которой больше давления столба жидкости. Это исключает попадание воды в воздушную полость. Избыточный воздух проходит через резиновые диски и жидкость. Образовав полость требуемой высоты, в пневмозарядчике включают подачу ВВ и по шлангу под воду попадает смесь ВВ и сжатого воздуха. Последний вытесняет воду и поднимает вверх шланг. Сжатый воздух может подаваться от передвижных компрессоров или компрессоров транспортно-зарядных устройств. По мере заполнения скважины взрывчатым веществом зарядный шланг выводится из скважины, а вытесняемая вода проходит через обсадную трубу и по рукаву отводится за пределы заряжаемого блока. После окончания зарядания скважины прекращается подача сжатого воздуха от зарядчика по шлангу, демонтируется обсадная труба и оборудование транспортируется к соседней скважине.

При применении этого метода необходимо учитывать, что подачу сжатого воздуха в шланг во время зарядания прерывать нельзя, а расход его должен быть максимально возможным.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАБОЙКИ СКВАЖИН

Для транспортирования забоечного материала к взрываемому блоку-и механизированной подачи его в скважины на карьерах горнорудной промышленности СССР используют два типа забоечных машин: ЗС-1Б и СУЗН-1В.

В качестве забоечного материала применяют отходы обогащательных фабрик или породы со вскрышных работ карьера. Эти породы должны содержать глинистых частиц до 30%. Загрузка забоечных машин производится экскава

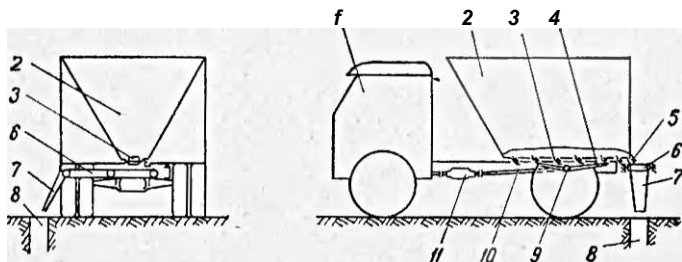


Рис. 28. Схема забоечной машины СУЗН-1В.

торами, тракторными погрузчиками или другими погрузочными средствами с ковшовыми рабочими органами.

Забоечная машина СУЗН-1В представляет из себя автомобиль-емкость для размещения забоечного материала с устройством для подачи его в скважину. В качестве транспортной базы забоечной машины применяется шасси автомобиля МАЗ-503В (рис. 28). На шасси автомобиля 1 установлена рама, па которой монтируется бункер 2, привод и редуктор. Дном бункера служит виброднище 3, которое является конвейером, подающим забоечный материал из бункера через лоток 5, ленточный конвейер 6 и конусный лоток 7 в скважину 8.

Отбор мощности производится через коробку отбора мощности 11. От нее вращение передается передним карданным валом на редуктор, а с редуктора задним карданным валом 10 на привод. Привод представляет из себя коническую пару на ведомом валу, которой на эксцентриковых втулках 9 посажены два шатуна 4, один из которых соединен с передним лотком виброднища, а другой — с задним. Таким образом, вращательное движение шестерни отбора мощности преобразуется в возвратно-поступательное

движение лотков виброднища. Включение и выключение виброконвейера производится водителем из кабины.

Забоечная машина СУЗН-1В предназначена для транспортирования забоечного материала к взрываемому блоку и механизированной подачи забойки в скважины на открытых горных работах.

*Техническая характеристика машины
СУЗН-1В*

Грузоподъемность, кг	6000
Полный вес машины, кг	13 430
Нагрузка на переднюю ось, кг	4200
» на задний мост, кг	9230
Объем бункера, л ³	4,3
Производительность, т/ч.	90
Рабочий орган	Вибрационный конвейер
Скорость транспортирования, м/сек	0,25
Наибольший размер транспортируемого куска, мм	200
Габаритные размеры, мм:	
длина	6050
ширина	2500
высота *.	2620
Вес незаправленной машины, кг	6905

После загрузки бункера забоечный материал транспортируется к месту взрыва. Забоечная машина устанавливается над заряженной скважиной так, чтобы разгрузочная консоль вибрототка находилась над устьем скважины.

Наиболее рационально производить забойку скважин вдоль ряда. Такая схема передвижения позволяет значительно сократить время на маневры машины. В случае обводненных скважин, когда вода вытесняется зарядом ВВ к устью, необходимо по истечении некоторого времени производить повторную подсыпку забоечного материала, поскольку первая порция его оседает. Машина наиболее эффективна при расстоянии транспортировки забоечного материала до 3 км.

Уход за рабочим органом в процессе эксплуатации состоит в систематическом осмотре состояния лотков, упругой системы и вибропривода. Все болтовые соединения должны проходить ежемесячную проверку состояния затяжки. Работа машины с ослабленным креплением категорически запрещается, так как это приводит к ударам в соединениях

и поломке. Наличие масла и бензина, жировой пленки на плоскостях прилегания не допускается.

Достоинство машины СУЗН-1В— возможность использования забоечного материала любой сыпучести. Недостаток — отсутствие боковой разгрузки материала из бункера, что затрудняет установку разгрузочного лотка над устьем скважины. На ряде предприятий машина СУЗН-1В реконструирована. На ней установлен конвейер, позволяющий осуществлять боковую разгрузку материала из бункера.

Забоечная машина ЗС-1Б—передвижной самоходный агрегат на базе автомобиля МАЗ-509. Предназначается для забойки заряженных скважин.

Техническая характеристика машины ЗС-1Б

Диаметр скважин, мм	100 и более
Производительность с учетом маневров на уступе, м ³ /ч	8,4—27,4
Привод рабочего органа машины	Карданный вал через правую коробку отбора мощности
Рабочий орган	Скребковый транспортер
число оборотов звездочки, об/мин	8,6
ширина скребка, мм	500
высота скребка, мм	60
расстояние между скребками, мм	304,8
длина транспортера, мм	3551
емкость бункера, м ³	5
Основные размеры машины, мм	
длина	7200
ширина	2670
высота	3250
Общий вес машины (без забоечного материала), кг.	9770
Общий вес машины (с забоечным материалом), кг.	13 800

Бункер забоечной машины (рис. 29) загружается экскаватором ЭКГ-4, после чего машина направляется к месту забойки скважин. Кнопкой, расположенной с левой стороны короба бункера, взрывник подает сигналы остановки и для включения скребкового транспортера. Отключение трансмиссии также осуществляется по сигналу, подаваемому с места забойки, после чего машина переезжает к следующей скважине.

Во время забойки скважин шофер находится в кабине и следит за работой машины. Для предотвращения

просыпания забоечной массы из бункера скребков транспортера перед загрузкой бункера должен быть установлен в проеме передней стенки. В случае заклинивания скребков во время работы в червячном редукторе привода предусмотрена предохранительная фрикционная муфта, отрегулированная на заводе на усилие в цепи 2500 кг. Для освобождения цепи во время заклинивания на выходной конец вала червяка насаживается специальная ручка, вращением которой при-

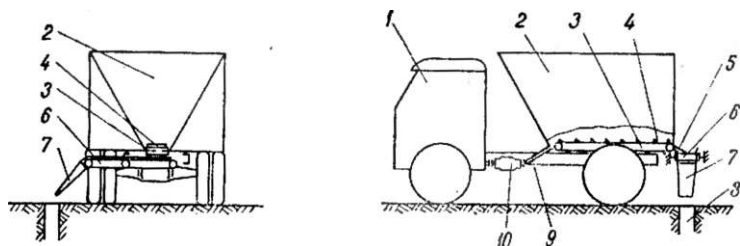


Рис. 29. Схема забоечной машины ЗС-1Б:

1 — автомобиль МАЗ-509; 2 — бункер; 3 — скребковая цепь; 4 — скребок
5 — лоток; 6 — ленточный конвейер; 7 — конусный лоток; 8 — скважина
9 — система карданных валов; 10 — привод — правая коробка отбора мощности.

водится в движение скребковая цепь в обратном направлении.

Чтобы предотвратить налипание, примерзание и зависание в бункерах забоечного материала на машине предусмотрен обогрев стенок бункера с использованием отработанных газов от двигателя автомобиля. Для этой цели от специального переходника, установленного перед глушителем, отходят трубы, которые соединяют трубы для выхлопных газов со стенками бункера. Вращением пробки переходника можно изменять направление отходящих газов.

Система обогрева и вибрации стенок бункера включается только во время работы машины на забойке скважин. В транспортном положении автомобиля выхлопные газы двигателя направляются в глушитель. Отключение глушителя во время поездок, не связанных с забойкой скважин, воспрещается.

После окончания работы машины по забойке скважин бункер и шасси автомобиля полностью очищают от забоечной массы. Смазку узлов трансмиссии забоечной машины необходимо производить наравне со смазкой узлов автомобиля, но не реже одного раза в неделю.

НИПИгормаш заканчивает разработку конструкции забоечной машины ЗС-2 полезной грузоподъемностью II т. На шасси автомашины КрАЗ-256Б установлены бункер с системой подогрева за счет выхлопных газов автомобиля, подающее устройство с разгрузочными лотками и система привода. Подающее устройство выполнено в виде двух скребковых конвейеров, установленных перпендикулярно продольной оси автомобиля, с разгрузочными лотками в зоне видимости шофера-оператора.

Управление забоечной машиной осуществляется шофером-оператором из кабины.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДОСТАВКИ ВВ В ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ

Комплекс работ для доставки ВВ в подземные горные выработки предусматривает выполнение следующих операций: выгрузка ВВ с автомашины на поверхность шахты и погрузка их на средства транспортировки в подземных условиях, спуск в клети с поверхности на откаточный горизонт, доставка от ствола к месту производства взрывных работ, перегрузка в бункера зарядных устройств, доставка на поэтажные выработки с откаточного горизонта.

Внедрение на горнорудных предприятиях механизации процессов доставки ВВ и заряжания шпуров и скважин позволило в ряде случаев исключить из этого комплекса работ перегрузку ВВ на поверхности шахты из автомашин в транспортные сосуды, спуск в клети взрывчатых веществ, перегрузку ВВ из шахтных тележек или вагонов в бункера зарядных машин.

Механизация процессов транспортировки ВВ с поверхности шахты на откаточный горизонт может быть осуществлена: 1) спуском гранулированных ВВ по скважине; 2) доставкой ВВ с базисного склада в специальных контейнерах, их механизированная перегрузка на шахтные тележки и спуск в шахту; 3) доставка ВВ с базисного склада на площадку шахты в транспортно-зарядных устройствах, перегрузка самотеком или с помощью специальных приспособлений в шахтные транспортно-зарядные устройства и спуск в шахту.

Для спуска гранулированных ВВ на рабочие горизонты шахт и для загрузки этими ВВ подземных средств доставки

на Ленногорском полиметаллическом комбинате построен специальный комплекс.

*Техническая характеристика комплекса
для спуска ВВ в шахту*

Глубина спуска, м.	До 240
Производительность, кг/мин.	До 300
Количество рабочих горизонтов.	3—5
Диаметр скважины, мм.	150
Диаметр транспортной трубы, мм.	80
Количество бункеров на горизонтах, шт.	2—4
Емкость одного бункера, м ³	5
Мощность калорифера, кет.	14
Расход воздуха на противоток, м ³ /мин.	1
Загрузка ВВ в подземные бункеры, приемную воронку, подземные средства доставки	Самотечная

Комплекс (рис. 30) состоит из приемных пунктов на поверхности и рабочих горизонтах и транспортных полиэтиленовых труб, которые подвешены в скважине. Скважина

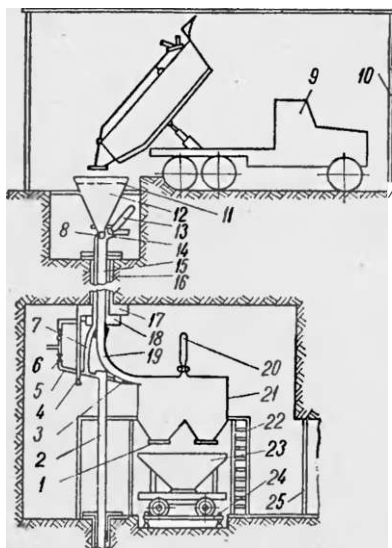


Рис. 30. Схема комплекса для спуска ВВ в шахту:

1 — затвор; 2 — транспортный трубопровод на нижележащий горизонт; 3 — приемный лоток; 4 — труба слива; 5 — трубопровод; 6 — вентиль; 7 — трубопровод; 8 — кран-синхронизатор; 9 — транспортно-зарядная машина; 10 — здание; 11 — предохранительная сетка; 12 — воронка; 13 — фильтр; 14 — сопло-кран; 15 — транспортная труба; 16 — обсадная труба; 17 — водоулавливающий кожух; 18 — коллектор; 19 — гибкий рукав; 20 — рукавный фильтр; 21 — бункер; 22 — конструкция для установки бункеров; 23 — установка доставки дозирующая; 24 — весы; 25 — горная выработка.

обсажена металлическими трубами. Приемный пункт на поверхности включает в себя здание 10, в котором установлена приемная воронка 12 с предохранительной сеткой 11 и краном 14. На рабочих горизонтах имеются приемные пункты. Каждый пункт имеет водоулавливающий кожух 17, с которого с помощью трубы 4 отводится вода из сква-

жины, гибкий рукав 19 для переключения потока ВВ, 2—4 бункера 21, которые установлены на металлической конструкции 22, весы 24, устройство для подвода подогретого калорифером воздуха 18.

Емкость каждого из подземных бункеров соответствует емкости бункера транспортно-зарядной машины «Универсал-2». Транспортная труба для улавливания пыли во встречном потоке воздуха оборудуется у устья скважины рукавным фильтром 13.

Блокировка, не допускающая спуск ВВ по транспортной трубе в случае отсутствия противотока воздуха, осуществляется краном-синхронизатором 8.

При спуске ВВ грузяная транспортно-зарядная машина заезжает в помещение и поднимает кузов. Гранулированные взрывчатые вещества разгружаются ссыпанием в воронку и по трубопроводу в бункер рабочего горизонта.

Для снижения скорости падения ВВ в трубопроводе создается противоток подогретого до 40—50° С воздуха.

После загрузки одного из бункеров рабочего горизонта, в зависимости от сложившейся ситуации, гибкий рукав переключают на следующий бункер или соединяют с транспортным трубопроводом, идущим на нижележащий горизонт.

Для громкоговорящей связи между рабочими на поверхностных и подземных приемных пунктах по скважине проложен кабель.

ВВ из бункеров в устройства для доставки на участок загружается самотеком. После окончания работ по спуску ВВ транспортный трубопровод продувается воздухом. Подземные бункеры после их разгрузки очищаются от остатков ВВ.

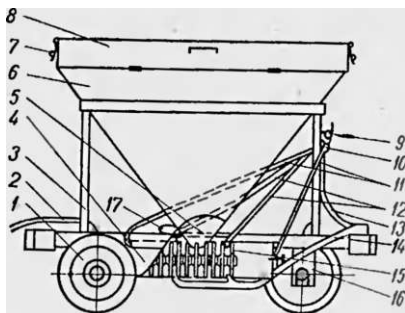


Рис. 31. Доставочно-дозировочная установка:

1 — шасси вагонетки; 2 — заземление; 3 — рама; 4 — пневмодозатор МГД; 5 — сетка; 6 — бункер; 7 — затвор; 8 — крышка; 9 — кран продувки; 10 — переключатель хода поршня; 11 — трубопроводы переключения хода поршня; 12 — трубопроводы продувки; 13 — трубопровод отработанного воздуха; 14 — зарядный трубопровод; 15 — диск; 16 — винт регулировки дозы ВВ; 17 — фильтр.

Для доставки гранулированных ВВ по откаточным выработкам и пневмодоставки их на подэтажные выработки может использоваться доставочно-дозирующая установка конструкции КазПТИ (рис. 31). Эта же установка может быть использована для заряжания скважин, минных выработок и шпуров. Основным узлом этой установки является

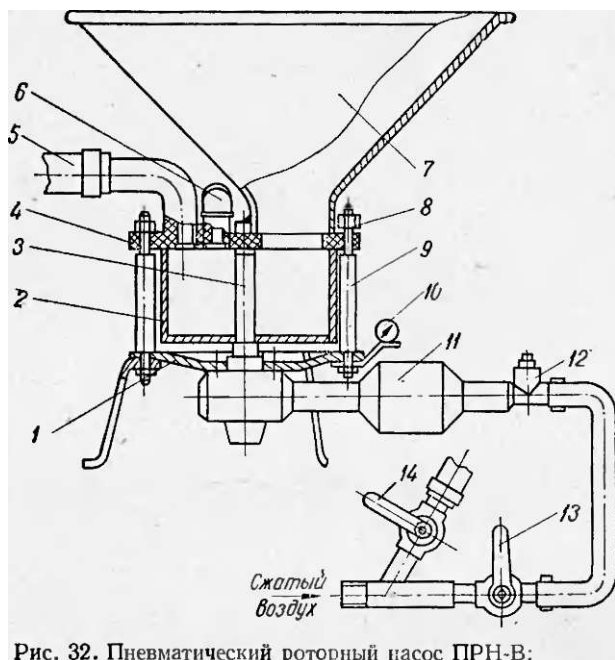


Рис. 32. Пневматический роторный насос ПРН-В:

1 — фланец; 2 — ротор; 3 — вал; 4 — крышка; 5 — трубопровод; 6 — шланг; 7 — приемная воронка; 8 — поджимные гайки; 9 — стяжные болты; 10 — манометр; 11 — двигатель; 12 — предохранительный клапан; 13 — кран подачи сжатого воздуха; 14 — кран пуска двигателя.

пневмодозатор МПД-1 и МПД-2, который закреплен на течке бункера емкостью 1200 л. Бункер выполнен из алюминия и укреплен на раме шасси вагонетки. Сверху бункер закрывается крышками с затворами. Пневмодозатор управляется краном для продувки его ячеек и переключателем хода поршня дозатора, которые соединены трубопроводом с дозатором.

Длина поршня дозатора изменяется регулировочными винтами. Для исключения возможности попадания в пнев-

модозатор посторонних предметов имеется предохранительная сетка.

Транспортировка ВВ из установки осуществляется по трубопроводу (полупроводящим шлангам).

Производительность установки — 120—200 кг/мин, длина пневмодоставки — 400 м, в том числе по вертикали — 80 м, вес — 1150 кг.

Установка загружается самотеком из бункера подземного приемного пункта или вручную в подземном складе

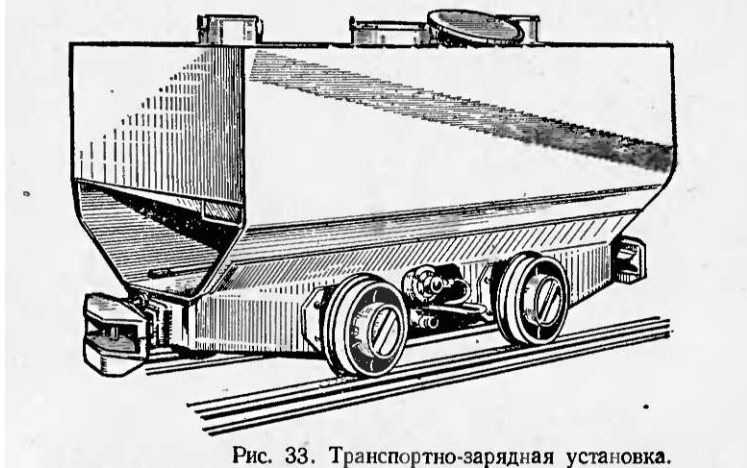


Рис. 33. Транспортно-зарядная установка.

ВВ и транспортируется электровозом по откаточным выработкам к месту производства взрывных работ. В этом районе установка подключается к магистрали сжатого воздуха и настраивается на режим автоматического или ручного переключения.

Для доставки В^В на расстояние до 250 м может применяться также пневматический роторный насос ПРИ-В весом 60 кг, емкостью бункера 80 л и технической производительностью до 150 кг/мин (рис. 32).

На шахтах Кривбасса нашли применение транспортно-зарядные устройства ТЗУ-Н, которые обеспечивают возможность бесперегрузочной доставки ВВ в забой и механизированного заряжения шпуров и скважин без дополнительного использования каких-либо доставочных или зарядных установок (рис. 33).

ТЗУ-П включает в себя бункер емкостью около 4 м³, внутренняя поверхность которого футеруется пластмассовой

пленкой или покрывается химическими инертными красками, гнезда для установок питателя, пульт управления, коммуникации труб для сжатого воздуха и транспортировки ВВ в забой, крышки с люками. Люки оборудуются предохранительной сеткой с очком 10 X 10 мм во избежание попадания инородных тел при загрузке устройств взрывчатыми веществами. В качестве питателей исполь-

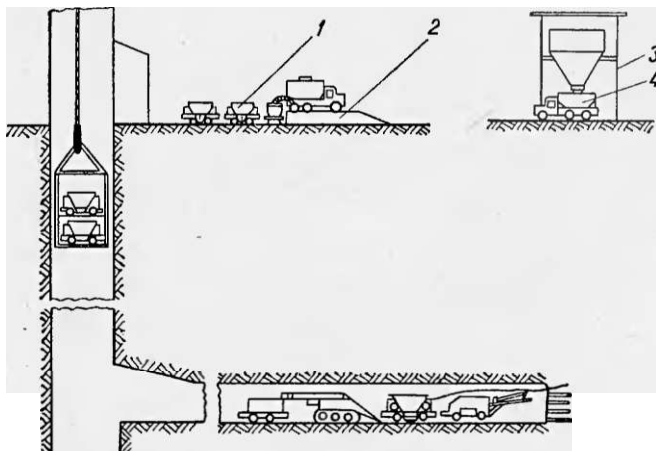


Рис. 34. Схема доставки ВВ в расположение оборудования в проходческом забое при зарядании шпуров с помощью установки ТЗУ-П.

зуются питатели барабанного типа от серийно выпускаемой зарядной машины УЗС-1500.

Для механизации доставки гранулированных ВВ с поверхности в проходческие забои используются устройства такой же конструкции, но с емкостью бункера около $1,5 \text{ м}^3$.

Для загрузки транспортно-зарядных устройств рассыпными ВВ на поверхности шахты устраивается специальная эстакада 2 (рис. 34). На эстакаду ВВ с базисного склада 3 доставляются в бункерах транспортно-зарядных машин 4, применяемых для зарядания скважин на карьерах. Под эстакаду устанавливают транспортно-зарядные установки / (ТЗУ-П), загрузка которых производится из бункеров транспортно-зарядных машин.

После спуска нескольких транспортно-зарядных устройств в шахту, из них формируется состав, который

доставляется электровозом к месту производства взрывных работ. На период спуска транспортно-зарядного устройства по стволу и транспортировки по шахтным выработкам питатель снимается, а гнездо для его установки перекрывается заслонкой. Зарядные трубки из полупроводящих шлангов монтируются одновременно с питателем и выбираются такой длины, чтобы обеспечить потоку ВВ непрерывную выгрузку из всех транспортно-зарядных устройств.

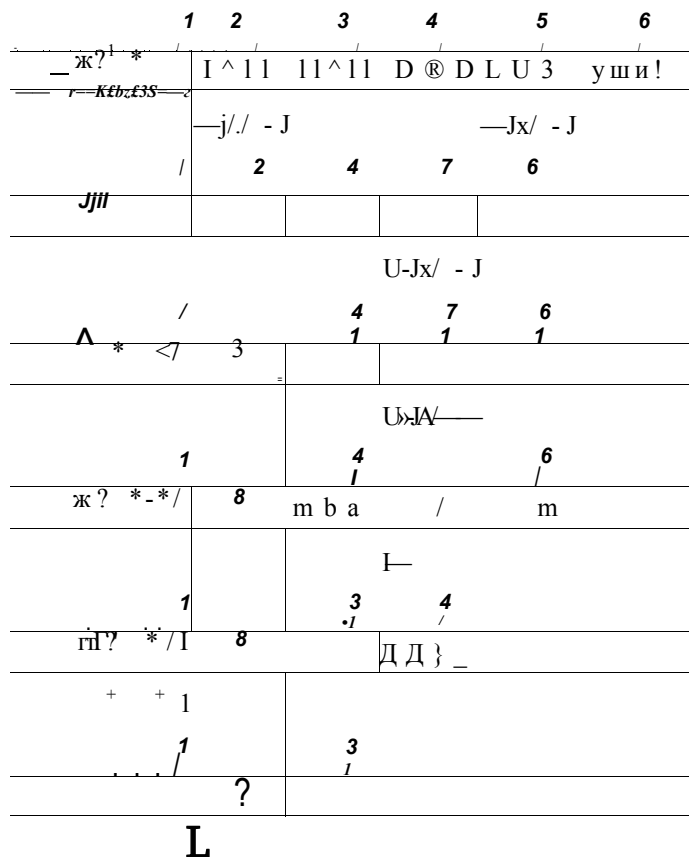
Механизированная доставка гранулированных ВВ с поверхности в проходческие забои осуществляется по описанной выше схеме, а для заряжания шпуров в гнездо транспортно-зарядного устройства устанавливается питатель со смонтированным на нем зарядным трубопроводом уменьшенного диаметра (не более 25—32 мм) и длины, достаточной для обеспечения возможности размещения зарядного оборудования в забое без дополнительного маневрирования буровых и погрузочных машин.

При производстве массовых взрывов количество транспортно-зарядных устройств в составе определяется объемом ВВ, подлежащим заряданию. В ряде случаев в составе имеется платформа с расположенными на ней пневмозарядчиками УЗС-6000 или УЗДМ-1 и бобиной с зарядными шлангами.

Выгрузка бункеров транспортно-зарядных устройств производится по двум вариантам. По первому варианту зарядание скважин производится непосредственно с помощью питателя, смонтированного под бункером транспортно-зарядного устройства. По второму варианту — после подготовки рабочих мест на месте зарядания и прокладки пневмотранспортной магистрали включаются питатели (как правило, два), которые перегружают ВВ из транспортно-зарядных устройств в бункер пневмозарядчика УЗС-6000 или УЗДМ-1.

С целью обеспечения синхронности работы питателей транспортно-зарядных установок, выполняющих роль перегружателей, и зарядной машины УЗС-6000 или УЗДМ-1, управление ими производится с общего пульта.

Для предотвращения пыления ВВ при его перегрузке в бункер зарядной машины, последний герметизируется крышкой с устройством для ввода перегрузочных шлангов. С целью изменения характера истечения потока и локализации скоростного напора сжатого воздуха на конце перегрузочного шланга устанавливается специальная



L

P^tkl

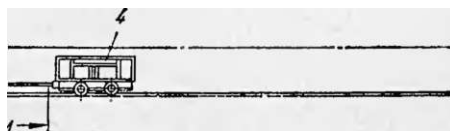


Рис. 35. Схемы составов для доставки ВМ с расходных складов на горные участки:

/ — контактный электровоз; 2 — специальный или шахтный вагон для тары; 3 — специальный вагон для ВВ в заводской таре; 4 — специальный вагон для растаренных ВВ; 5 — вагон для взрывного провода, взрывных машинок, приборов; 6 — специальный вагон для растаренных ВВ и проезда сопровождающих лиц; 7 — специальный вагон для взрывных машинок, взрывного провода, приборов и др.; 8, 9 — вставки длиной 3 м.

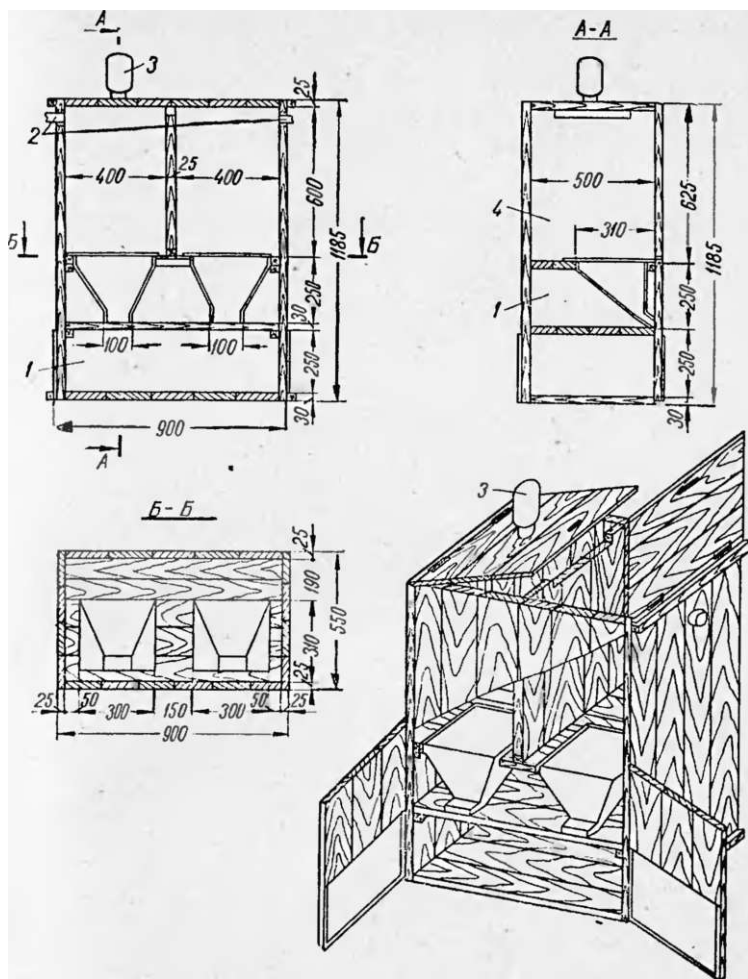


Рис. 36. Ящики для хранения гранулированных ВВ на горных участках:

1 — отделение для сумок; 2 — алюминиевая муфта трубопровода для пневмозагрузки гранулированных ВС; 3 — фильтр; 4 — отделение для гранулированных ВВ.

диффузорная насадка. Перед включением питателей и зарядных машин в работу все металлические конструкции системы заземляются.

Опыт эксплуатации транспортно-зарядных устройств на руднике им. Кирова (Кривбасс) показал, что бригада из

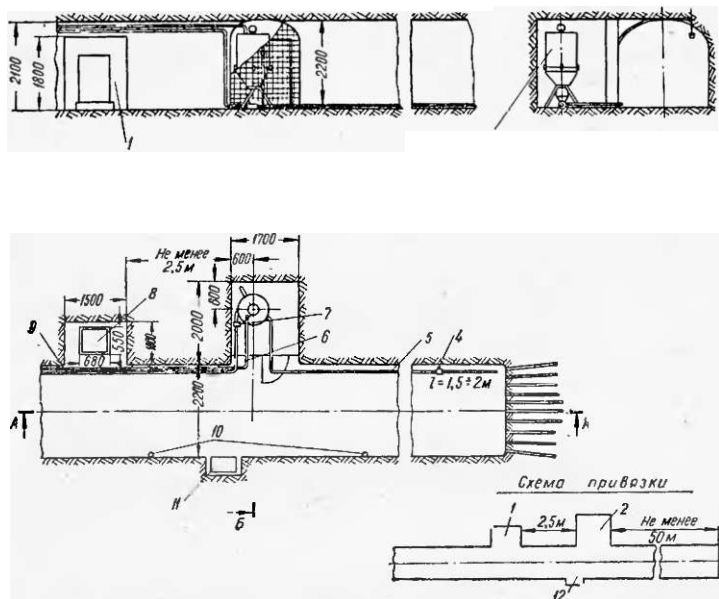


Рис. 37. Схема участка пункта хранения ВМ с механизированной доставкой гранулированных ВВ в забой:

1 — ниша для ВМ на 100 кг патронированных ВВ; 2 — зарядчик с бункером до 400 кг гранулированных ВВ; 3 — светильник; 4 — кран дистанционного управления зарядчиком; 5 — зарядный трубопровод; 6 — доставочный трубопровод; 7 — кран для включения зарядчика; 8 — ящик для ВМ; 9 — трубопровод сжатого воздуха; 10 — пенные огнетушители; 11 — ящик для песка или инертной пыли; 12 — ниша для песка или инертной пыли.

четырех взрывников обеспечивает за смену доставку ВВ с поверхности и зарядание 850—900 м штанговых скважин диаметром 85 мм, расходуя при этом 5000—5500 кг ВВ. Бригада из пяти человек за смену обеспечивает доставку ВВ и зарядание 1000 м глубоких скважин диаметром 85—105 мм.

Применение транспортно-зарядного устройства одновременно с улучшением основных параметров зарядания

полностью исключает вспомогательные операции по уборке тары (мешков) из забоя.

Внедрение транспортно-зарядных устройств на проходке выработок позволяет снизить себестоимость проходки 1 м³ выработки по статьям расхода на бурение и взрывание до 43% и повысить производительность труда на доставке ВВ и зарядание шпуров в 3,5—4,5 раза.

Для централизованной доставки взрывчатых материалов с подземных расходных складов на участковые пункты хранения на шахтах Кривбасса используют вагоны для перевозки ВВ в заводской упаковке или растаренных (рис. 35). Конструкция вагонов разработана работниками треста «Дзержинскруд».

Электровозными составами ВМ доставляют на горные участки, где производится перегрузка ВМ в участковые камеры. Растаренные ВВ перевозят в вагонах закрытого типа, а распакованные из ящиков средства взрывания (СВ) — в вагонах закрытого типа с секциями, которые обиты изнутри войлоком, резиной или пенопластом. С откаточного горизонта на подэтажные выработки ВВ доставляют с помощью средств пневмодоставки или с использованием подъемных лебедок.

Емкость участкового пункта хранения не превышает 400 кг. Для хранения гранулированных ВВ на участковых пунктах применяют специальные сборно-разборные ящики, изготовленные из дерева с металлической обшивкой и приспособленные для их механизированной погрузки. Разгрузка ящиков (рис. 36) производится самотеком.

Для механизации доставки гранулированного ВВ в забой с участкового пункта хранения (рис. 37) может быть использован зарядчик с увеличенным объемом бункера.

ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Все зарядные устройства могут быть классифицированы по принципу действий и конструктивным особенностям. В зависимости от вида ВВ, на котором работают устройства, они могут быть разделены на две группы: а) зарядные устройства для рассыпных ВВ; б) зарядные устройства для патронированных ВВ.

Для зарядания скважин патронированными ВВ был создан ряд устройств (толкающих и бросающих), к числу

которых относится МПЗН-1, ЗЛ-2Б, ПЗК. Однако в связи с широким внедрением на подземных рудниках гранулированных ВВ эти зарядчики не нашли практического применения.

Наиболее перспективной является первая группа устройств для заряжания шпуров и скважин рассыпными ВВ. Устройства этой группы по способу подачи ВВ из бункера в зарядный трубопровод делят на нагнетательные, эжекторные и комбинированные, а по конструктивному исполнению питателя — на камерные (ЗДУ-50, ЗП и др.) и барабанные (УЗС-6000, УЗДМ-1 и др.)

По назначению зарядные устройства делят: а) для заряжания шпуров; б) штанговых скважин; в) глубоких скважин.

В ряде случаев установки одного типа могут быть использованы при заряжании шпуров и штанговых скважин или штанговых и глубоких скважин. Установки, которые пригодны только для заряжания шпуров, не могут быть включены в схемы комплексной механизации взрывных работ. Для заряжания шпуров в выработках ограниченного сечения предназначен зарядчик типа «Курама», который имеет две модификации — для заряжания шпуров в горизонтальных или вертикальных выработках. Зарядчик «Курама ЗЭП-Г» предназначен для заряжания горизонтальных и слабонаклонных шпуров диаметром 34—60 мм и глубиной 3 м. Зарядчик «Курама ЗЭП-В» служит для заряжания вертикальных шпуров диаметром 34—50 мм и глубиной до 3 м.

Техническая характеристика эжекторных пневмозарядчиков

	«Курама ЗЭП-Г»	«Курама ЗЭП-В»
Емкость бункера, кг	8	8
Рабочее давление сжатого воздуха, <i>ати</i>	5 - 7	5 - 7
Техническая производительность, <i>кг/мин</i>	До 18	До 12
Вес зарядчика без ВВ, кг . . .	2	2,5
Вес зарядчика в снаряженном состоянии, кг	10	10,5
Наружный диаметр зарядной трубки, мм	24	24
Габаритные размеры, мм . . .	1500X400X X300	1400X300X X300

Бункер 1 зарядчика типа «Курама» (рис. 38) имеет коническую форму с верхним диаметром 300 мм, нижним 70 мм и высотой 270 мм. К корпусу эжектора 3 бункер крепится с помощью резьбового соединения. Зарядная трубка 2 выполнена из алюминиевого сплава, соединенное корпусом эжектора резьбовое. С противоположной стороны также с помощью резьбового соединения к корпусу эжектора крепится пластмассовая рукоятка 5, в которую вмонтирован шариковый клапан 8, регулирующий подачу сжатого воздуха в эжектор, рычаг воздушного клапана 6 с иглой 7.

Корпус эжектора представляет собой пластмассовую отливку, в которую с одной стороны ввинчивается эжекторное сопло 4, с противоположной — зарядная трубка (рис. 38, а), а сверху — бункер (в зарядчике «Курама ЗЭП-В» (рис. 38, б) бункер и зарядная трубка размещены с одной стороны — сверху). В конструкциях эжекторных зарядчиков возможна замена отдельных узлов, так как они унифицированы.

Принцип действия эжекторных зарядчиков: при открытии клапана сжатый воздух, проходя через эжекторное сопло, увлекает просыпающееся из бункера ВВ в зарядную трубку. Там ВВ разгоняется и, вылетая из нее с высокой скоростью, достигает груди забоя. При ударе о забой и от соударения между собой гранулы ВВ разрушаются, образуя шнуровой заряд.

Пневмозарядчики типа «Курама» просты по конструкции и несложны в обращении, обеспечивают достаточно высокую производительность для механизированного заряжания шпуров при проведении выработок. Однако им присущи недостатки: пыление при работе и ограниченная

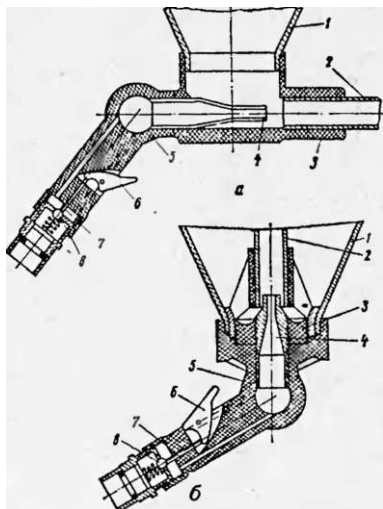


Рис. 38. Эжекторные пневмозарядчики типа «Курама ВЗП-Г» (а) и «Курама ВЗП-В» (б).

плотность заряжения. Влияние этих недостатков снижается с помощью специальных приспособлений.

Наряду с эжекторными прошли сравнительные испытания нагнетательные (ВАХШ-4, ПЗЖ) и нагнетально-эжекторные зарядчики (ВАХШ-5, ПЗЛ). Вследствие целого ряда недостатков: необходимость работы на зарядчике двух

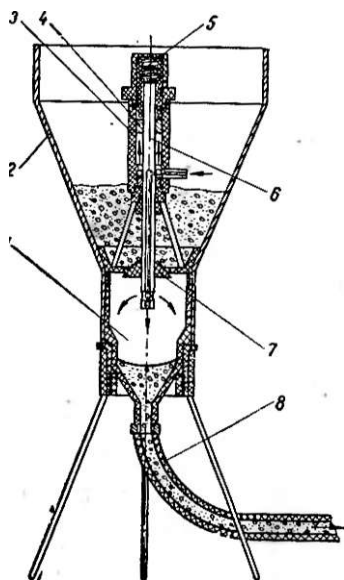


Рис. 39. Порционный зарядчик.

человек, большой вес, невозможность регулирования подачи сжатого воздуха и ВВ, что приводит к образованию пробок и неравномерной плотности заряжения по длине заряда, применение некоторых зарядчиков было признано нецелесообразным. Наиболее эффективными для шпуров гранулированными ВВ в проходческих забоях признаны зарядчики типов «Курама» и ПЗЖ 127].

Для заряжения шпуров и скважин любого направления гранулированными ВВ в различных горнотехнических условиях могут быть использованы порционные зарядчики, которые изготавливаются на ремонтно-механической базе Лениногорского полиметаллического комбината. Разра-

ботаны четыре модели порционных зарядчиков в полиэтиленовом исполнении: ЗП-2, ЗП-5, ЗП-12, ЗП-25 (цифра указывает максимальный объем дозирующей камеры в кг).

Базовой моделью является порционный зарядчик ЗП. Принцип действия порционного зарядчика следующий. ВВ из загрузочной воронки (бункера) 2 (рис. 39) через загрузочное окно дозирующей камеры просыпается в дозирующую камеру 1 и заполняет ее. При включении сжатого воздуха поршень 4 штока 6 в пневмоцилиндре 3 отжимает пружину 5, и конусный затвор 7 перекрывает загрузочное окно дозирующей камеры. Происходит аэрация порции ВВ, находящейся в дозирующей камере. Под действием сжатого возду-

ха эта порция выталкивается в зарядный трубопровод 8 и затем в шпур или скважину.

Емкость дозирующей камеры регулируется регулирующим цилиндром с контрагайкой или установкой (снятием) секций дозирующей камеры. Зарядчик комплектуется гибкими полиэтиленовыми шлангами.

Таблица 3

Техническая характеристика порционных зарядчиков

Показатель, единица измерения	ЗП-2	ЗП-5	ЗП-12	ЗП-25
Глубина шпуров и скважин, м	До 25	До 35	До 40	До 40
Вес порции, кг	0,5—2,0 (регулируемый)	5	12	25
Плотность заряжения, г/см ³	До 1,2	До 1,2	До 1,2	До 1,2
Рабочее давление сжатого воздуха, атм	5—6	5—6	5—6	5—6
Длина транспортирования ВВ, м	До 30	До 70	До 100	До 150
Техническая производительность, кг/мин	20—50	50—70	120—150	120—150
Диаметр зарядного шланга, мм	25	32	38—50	38—60
Диаметр шланга для подвода сжатого воздуха, мм	18	18	25	25
Габаритные размеры, мм:				
высота	900	1040	1200	1200
диаметр дозирующей камеры	160	180	245	310
диаметр приемного бункера	570	570	570	570
Вес, кг	15	19	30	38

При заряжении шпуров зарядчик устанавливают в забое, он обслуживается одним-двумя рабочими. При заряжении скважин зарядчик обслуживается оператором и заряжающим или дополнительно загрузчиком и помощником заряжающего (т. е. двумя-четырьмя рабочими).

Зарядчик устанавливается в откаточной выработке или в буровой камере, к месту заряжения прокладывается трубопровод и, в случае необходимости, налаживается связь между заряжающим и оператором.

Назначение различных моделей порционных зарядчиков следующее: ЗП-2 — для заряжения шпуров и скважин

малого диаметра (до 56 мм) любого направления; ЗП-5— для заряжания скважин диаметром до 80 мм любого направления; ЗП-12 — для заряжания скважин диаметром до 105 мм любого направления; ЗП-25—для заряжания скважин диаметром до 150 мм нисходящих до 250 мм любого направления. Техническая характеристика порционных зарядчиков приведена в табл. 3.

На подземных рудниках СССР для заряжания скважин и минных камер при массовых взрывах нашли широкое

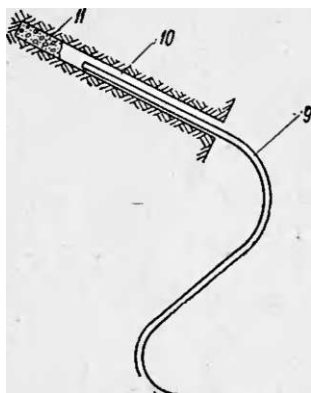
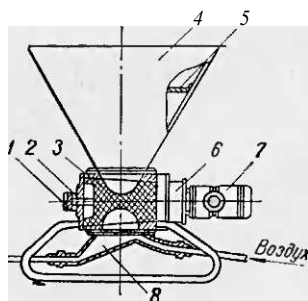


Рис. 40. Установка для заряжания скважин УЗС-1С00.



применение разработанные институтом НИПИГормаш три типа зарядных машин: УЗС-1500 (ЗМБ-1), УЗДМ-1 (ЗМБС-1) и УЗС-6000 (ЗМБ-2).

Зарядная машина УЗС-1500 (ЗМБ-1) предназначена для заряжания горизонтальных и наклонных скважин и минных камер гранулированными ВВ заводского изготовления. В этой машине ВВ из бункера 4 с предохранительной сеткой 5 (рис. 40) под действием собственного веса попадает в ячейки барабана-питателя 3, который, получая вращение от пневмодвигателя 7 с редуктором 6, передает дозы ВВ в сужающуюся книзу смесительную камеру 8. К этой же камере подведен сжатый воздух, который выталкивает ВВ в зарядный пластмассовый трубопровод 9 и транспортирует по нему до забоя 11 скважины 10. Герметичность барабана питателя обеспечивается устройством 1, имеется крышка 2.

Универсальная зарядно-доставочная машина УЗДМ-1

(ЗМБС-1) предназначена для механизированного приготовления взрывной смеси типа игданита, доставки ВВ с откаточного горизонта в очистной забой, заряжания скважин различного диаметра и глубины. Машина может быть также использована для увлажнения гранулированных ВВ заводского изготовления и заряжания ими скважин. Смонтирована на ходовой тележке и состоит из бункера, кониче-

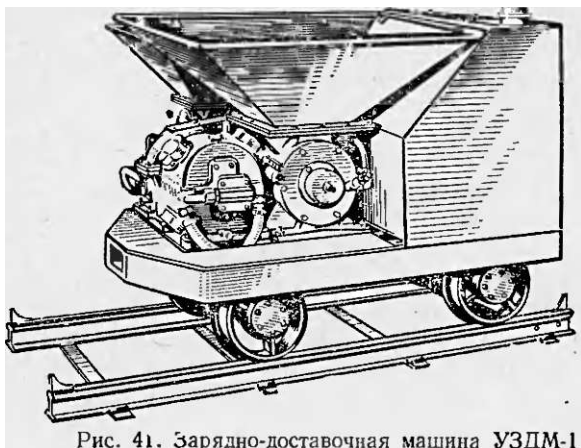


Рис. 41. Зарядно-доставочная машина УЗДМ-1.

ского питателя, пневмодвигателя, редуктора, гидронасоса, смесителя для приготовления или увлажнения ВВ и пульта управления (рис. 41).

Машина комплектуется пластмассовым полупроводящим трубопроводом, устройством для пылеподавления и переключателем потока ВВ. Схема работы машины позволяет в нее загружать гранулированные ВВ или аммиачную селитру и дизельное топливо без прекращения подачи ВВ в скважину и приготовления взрывчатой смеси типа игданита.

Зарядная машина УЗС-6000 (ЗМБ-2) предназначена для заряжания глубоких скважин и минных камер гранулированными ВВ заводского изготовления. Машина состоит из смонтированных на салазках узлов: бункера, питателя, пневмодвигателя, редуктора, системы воздухо- и водораспределения и комплектуется устройством для увлажнения ВВ, а также пластмассовым полупроводящим трубопроводом, устройством для пылеподавления и переключателем потока ВВ.

Зарядные машины УЗДМ-1 (ЗМБС-1), УЗС-6000 (ЗМБ-2), УЗС-1500 (ЗМБ-1) обслуживает оператор, находящийся у заряжаемых скважин, и машинист, который

Таблица 4

Техническая характеристика зарядных машин

Показатель, единица измерения	УЗДМ-1 (ЗМБС-1)	УЗС-6000 (ЗМБ-2)	УЗС-1500 (ЗМБ-1)
Диаметр заряжаемых скважин, мм	70—150	70—150	70—180
Глубина скважин, м	50	50	50
Угол наклона скважин, град: при диаметре до 105 мм	0—360	0—360	От —90 До +45
» » более 105 мм	От—90 до+45	От—90 до +45	От —90 до +45
Средняя производительность питателя, кг/ч	6000	6000	1500
Емкость открытого бункера для ВВ, л	300	300	70
Двигатель привода питателя тип	П-2Л	П-2Л	Шесте- ренчатый
мощность, л. с.	8	8	1,75
расход воздуха, м³/мин	4—6	4 - 6	2
Насос для подачи жидкого компо- нента			
тип	Г12-22 А	—	—
производительность, л/мин	12	—	—
максимальное давление, атм	65	—	—
Дальность транспортирования, м			
длина доставки	250	250	250
в том числе по вертикали	100	100	100
Диаметр зарядного трубопровода, мм	50	50	50
Рабочее давление воздуха, кг/см²	3 - 5	3—5	3—5
Расход воздуха на пневмотранспорт, м³/мин	4 - 5	4 - 5	3,5
Габаритные размеры, мм:			
ширина	1000		695
высота	1150		425
длина	1700		300
Вес без специального снаряжения, кг	1000		52

находится у машины. Оператору и машинисту помогают один два рабочих. Между оператором и машинистом прокладывается связь телефонная или ларингофонная.

Техническая характеристика машин УЗДМ-1 (ЗМБС-1), УЗС-6000 (ЗМБ-2), УЗС-1500 (ЗМБ-1) приведена в табл. 4.

Находят применение зарядно-доставочные установки ЗДУ-50 конструкции КазПТИ. Они предназначены для доставки ВВ заводского изготовления и игданита с откаточных выработок на подэтажи, заряжания скважин и минных камер. Установка состоит из доставочного 5 и зарядного 3 трубопроводов, пробки 2 с фильтром 1 (рис. 42).

Бункер 10 зарядчика изготовлен из нержавеющей или обычной стали с антикоррозийным покрытием, имеет в верхней части загрузочную воронку 13 с предохранительной

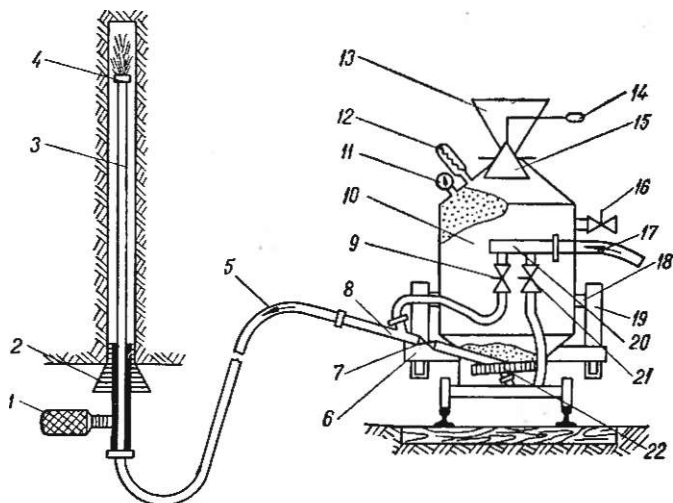


Рис. 42. Зарядно-доставочная установка ЗДУ-50.

сеткой, рычаг 14, запорный конус 15, цапфу 18 и стойку 19, а в нижней — аэрационную перегородку 22 и нагнетательный патрубок с краном подачи смеси 7. Зарядный шланг для защиты от истирания имеет дюралюминиевый наконечник 4. Для улавливания частиц ВВ предназначены тканевые фильтры пробки 1 и крана сброса воздуха 16.

Принцип работы установки ЗДУ-50 следующий. В бункер зарядчика сжатый воздух поступает по шлангу питания 17, коллектору 20 через кран 21, подводящий шланг 1» аэрационную перегородку 22. Во время прохождения воздуха через эту перегородку под ней создается направленный «кипящий» слой, который обеспечивает равномерное смещение гранул ВВ с воздухом. Образовавшаяся смесь поступает через нагнетательный патрубок 8, кран

подачи смеси 7 и доставочно-зарядный трубопровод 5 в скважину. Контроль за управлением в бункере осуществляется по манометру 11. При повышении давления в бункере свыше 6 *ати* сброс воздуха осуществляется клапаном предельного давления 12.

Для включения подготовленной к работе установки открывают краны продувки 9 и питания бункера 21. В это время доставочно-зарядный трубопровод продувается сжатым воздухом, а давление в бункере возрастает до рабочего. Затем открывается кран подачи смеси 7 и краном 9 производится регулирование концентрации и режима движения смеси.

При выключении установки закрывают краны подачи смеси и питания бункера, а кран продувки открывается полностью. После продувки трубопровода закрывается кран 9 и открывается кран 16 для сброса воздуха из бункера.

Установку обслуживают два человека — заряжающий и оператор, связь между ними осуществляется по радиотелефону.

Техническая характеристика установки ЗДУ-50

Диаметр скважин, мм.	70—125
Глубина скважин, м.	До 50
Производительность, кг/мин.	50—150
Угол наклона скважин, град.	0—360
Емкость бункера, л.	250
Длина доставки, м.	300
В том числе по вертикали, м.	70
Рабочее давление сжатого воздуха, <i>ати</i>	3—6
Расход воздуха, м ³ /мин.	2—6
Плотность заряжания, г/см ³	1,1—1,15
Диаметр зарядно-доставочного трубопровода, мм	32—52
Габаритные размеры, мм:	
длина.	1300
высота.	1400
ширина.	870
Вес (вместе с рамой), кг.	447

Прошли промышленные испытания многопоршневые пневматические дозаторы (МПД), пневматические транспортно-зарядные устройства роторного типа конструкции лаборатории КМБВР КазПТИ, а также доставочно-дозирующая установка.

Пневмодозаторы МПД предназначены для приготовления и дозирования сухих и водонаполненных гранулированных ВВ, пневмотранспорта и заряжания шпуров и

скважин. Пневмодозаторы могут быть также применены для механизации операций на хранилищах ВВ и для зарядания скважин на карьерах.

Пневмодозаторы МПД включают четыре типоразмера (МПД-1, МПД-2, МПД-1М, МПД-2М). Они отличаются дозой ВВ, производительностью и размерами приемной воронки.

Пневмодозатор МПД-1 (МПД-2) состоит из корпуса 14 с загрузочной воронкой 13 (рис. 43). В корпусе помещен свободный поршень, состоящий из дисков 11, собранных на штоке 12 и закрепленных гайками 13. С торцов корпус закрыт крышками 15. На одной из крышек пневмодозатора установлен цилиндр 29 гидронасоса, в котором помещен поршень 27, связанный штоком 30 со штоком 12. Гидронасос трубопроводами 26 соединен с корпусом 25 клапанной коробки, в которой помещены два всасывающих 24 и нагнетательных 23 шариковых клапана. К клапанной коробке подводятся всасывающий 28 и нагнетательный 21 трубопроводы для жидкости.

Автоматическое управление пневмодозаторами осуществляется унифицированным пультом, состоящим из корпуса 3 с помещенным в нем дифференциальным золотником 5, пусковым клапаном 7, клапанами ручного пуска 4. Для регулирования частоты переключений служит дроссель 8. Имеется также дроссель для регулирования продувки. Пульт с пневмодозатором соединен двумя переключающимися трубопроводами 2, трубопроводом сброса 1 и трубопроводом продувки 9.

Для пневмотранспорта сухой смеси ВВ служит трубопровод 19 с краном дистанционного управления 18, а для смешения ее с жидкостью, приготовления игданита или недопаполненных ВВ служит кольцевой смеситель 17.

Для обеспечения герметизации поршня в цилиндре 14 диски 11 имеют воротничковые манжеты 31, а для предохранения крышек 15 от ударов поршнем — кольцевые амортизаторы 22. Контроль за давлением воздуха осуществляется по манометру 6, установленному на пульте управления. На трубопроводе сброса 20 установлен фильтр, а на корпусе — зажим заземления 16.

Пневмодозатор МПД-1 отличается от пневмодозатора МПД-2 отсутствием гидроцилиндра с клапанной коробкой и смесителя. Кроме того, в его торцевых стенках установлены болты для регулирования дозы ВВ за ход.

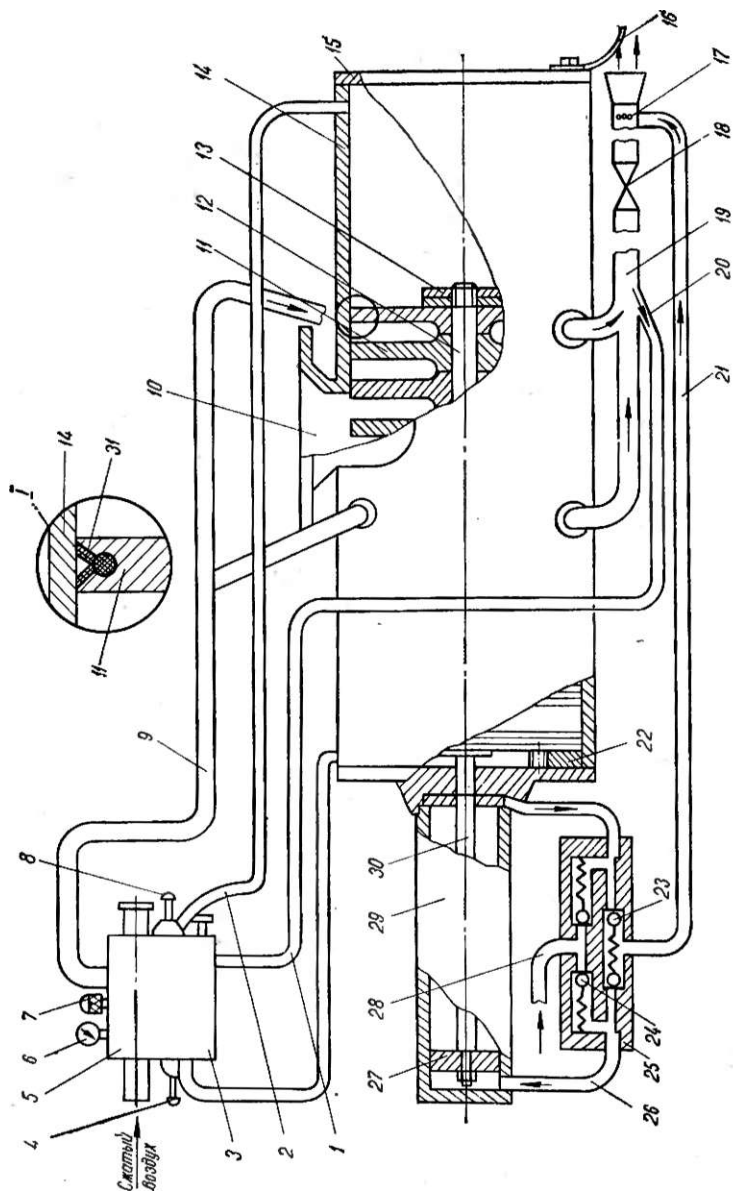


Рис. 43. Пневмодозатор МПД-1.

Работа пневмодозаторов МПД-1 и МПД-2 осуществляется следующим образом. Сжатый воздух поступает на пульт управления через открытый клапан 7, кольцевую проточку и осевое отверстие золотника 23, затем по трубопроводу 2 под левый торец поршня, перемещая его диски вправо. Через окно 10 ВВ поступает в ячейки между дисками и переносится в разгрузочную полость корпуса,

Таблица 5

Техническая характеристика пневмодозаторов типа МПД

Показатель, единица измерения	МПД-1	МПД-2	МПД-1 м	МПД-2М
Объем дозы за 1 ход, л	0,8—5	12	2,6	13,6
Производительность, кг/мин	До 250	до 500	до 150	до 600
Рабочий ход, мм	50—260	300	115	194
Максимальная частота переключений, ход/мин	55	55	75	55
Давление сжатого воздуха, атм	4 - 8	4 - 8	4 - 8	4—8
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	4 - 7	9 - 18	3—5	10—20
Длина пневмотранспорта, м	До 500	До 400	До 500	До 400
Подача жидкости, %	-	6—15	-	3—18
Управление	Автоматическое, дистанционное и программное			
Смазка	Автоматическая			
Диаметр шланга, мм	25—50	60—75	25—50	60—75
Габаритные размеры, мм:				
длина	1000	1475	810	1700
ширина	300	440	480	600
высота	270	357	300	420
Площадь загрузочной воронки, мм X мм	180X 240	175 x 340	400 x 740	520X768
Вес, кг	48	88	53	120

где поступающим по трубопроводам 1 и 9 сжатым воздухом смешивается и выдается в пневмотранспортный трубопровод 19.

Воздух, сжимаемый поршнем, из правой полости цилиндра по трубопроводу 2 через осевое радиальное отверстие п левую проточку золотника 5 поступает в трубопровод /, а затем через фильтр — на дополнительный поддув в трубопровод 19 при большой--длине пневмотранспорта или в смесительную камеру цилиндра при малой.

Для обеспечения работы дозатора по заданной программе на пульте управления можно устанавливать кран программного управления.

Техническая характеристика пневмодозаторов приведена в табл. 5. Пневмодозаторы МПД-1М и МПД-2М отличаются от МПД-1 и МПД-2 увеличенным количеством загрузочных окон, большими размерами загрузочной воронки и меньшим ходом поршня.

Для зарядания шпуров и скважин гранулированными ВВ в радиусе до 300 м может быть использован стационарный зарядчик «УНИВА-1200», оснащенный пневмодозатором МПД-1. Зарядчик устанавливается в нише размером 2 x 2, имеет управление дистанционное и непосред-

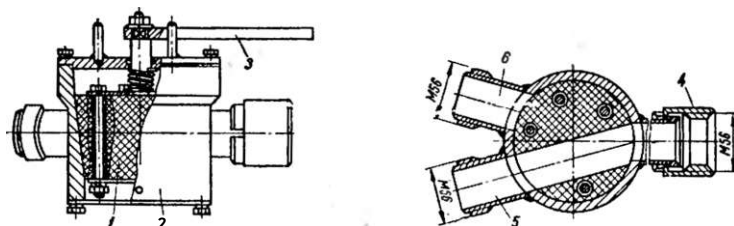


Рис. 44. Переключатель тока ВВ:

1 — коническая пробка; 2 — корпус из нержавеющей стали; 3 — рукоятка переключения потока ВВ; 4 — подводящий штуцер; 5, 6 — отводные патрубки.

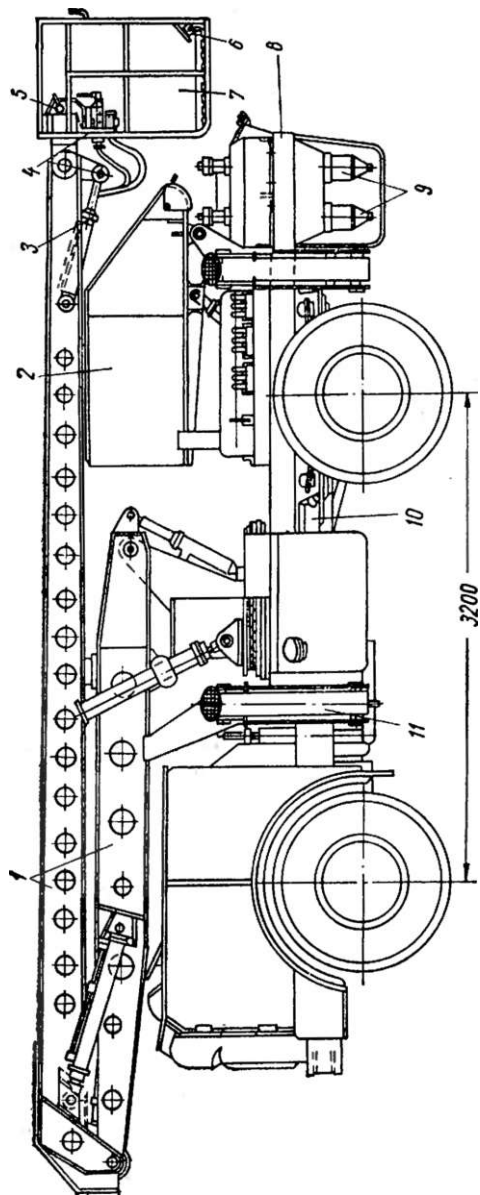
венное. Емкость бункера — 1200 л, габаритные размеры — 1300 X 1200 X 1500 мм, вес — 185 кг. Загрузка бункера зарядчика — ручная и пневматическая. Производительность зарядания при дистанционном управлении — 15—25 кг/мин, при непосредственном управлении — 120—150 кг/мин.

Для зарядания скважин диаметром до 243 мм на подземных рудниках применяется самоходный агрегат ЗАС-1 конструкции НИПИгормаш. Установка конструктивно объединяет механизм для подачи зарядной колонны в скважину и питатель подачи ВВ.

Бесперебойную работу зарядных установок и увеличение их производительности можно обеспечить переключателем потока конструкции НИПИгормаш (рис. 44).

После размещения в скважине расчетного количества ВВ с помощью переключателя потока ВВ направляют в следующую скважину, зарядный* трубопровод по которой прокладывался в период зарядания предыдущей.

Для механизации зарядания шпуров гранулированными ВВ заводского изготовления при проведении горных выработок большого сечения или при отработке залежей



К а S
X ч H
n i o
0 2
0 2
S S
S S
H t m CX
C o c
I 2 1

О £

И * -
C 8 <
R 1 a

X < 0
H O s
X r a H
0 d d
I a . Я
B M X O
£ . o
IS,
o a

= 0.

2
Я 2 S
I 2 K
0 2
X 0
T O
X 2
I a . K
S . a
0 I

- K.
e; I

камерно-столбовыми системами разработки создана машина ПМЗШ (рис. 45).

Транспортной базой машины служит шасси автомобиля МАЗ-500 с двигателем ЯМЭ-236, имеющим комбинированную систему газоочистки из каталитического нейтрализатора НКД-180 и жидкостной ступени.

Техническая характеристика машины ПМЗШ-2

Максимальная высота подъема рабочей кабины, м	10
Фронт зарядания, м	8—12
Грузоподъемность рабочей кабины, кг	400
Угол поворота стрелы в горизонтальной плоскости, град.	300
Емкость основного бункера, м ³	0,8
Габаритные размеры машины в транспортном положении, мм:	
длина	7500
ширина	2600
высота	2800
Вес машины, кг	12 520

На машине использованы порционные зарядчики ЗП-1.

Пульты управления подъемно-поворотным механизмом и батареей из четырех пневмозаряжающих устройств сдублированы и расположены в рабочей кабине и на раме автомобиля. Машину обслуживают машинист и оператор.

Бункер машины загружают на подземном складе с помощью пневматического насоса рассыпным ВВ и машина следует в забой, где подключается к сети сжатого воздуха. Затем рабочая кабина, бункер с пневмозарядчиками и зарядными трубопроводами поднимается к забою, что позволяет одновременно заряжать шпуры у кровли и почвы выработки высотой до Юл*. Пол рабочей кабины постоянно удерживается в горизонтальном положении гидравлическим корректором. Монтаж взрывной сети ведется также из рабочей кабины. Среднесменная производительность машины составляет 180—210 шпуров глубиной 2,75—4 л* 1211.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕДЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ УДЕЛЬНЫМ РАСХОДОМ ВВ НА ОТБОЙКУ И ДРОБЛЕНИЕМ МАССИВА

Удельный расход ВВ на отбойку является одним из основных факторов, определяющих собой качество дробления отбиваемого массива. Правильно выбранный удельный

расход ВВ в определенных горнотехнических условиях имеет решающее значение для достижения максимального дробления горного массива при оптимальных трудовых затратах и расходе материалов. Как показала практика массовой отбойки, при прочих равных условиях, но разном удельном расходе ВВ, резко меняется гранулометрический состав взорванной массы. Этот факт подтверждается и данными лабораторного моделирования взрывной отбойки, свидетельствующими о том, что путем изменения удельного расхода ВВ на отбойку можно до определенного предела регулировать качество дробления. Удельный расход ВВ на отбойку зависит от величины ЛНС (линии наименьшего сопротивления), объема зарядной полости, плотности заряжения и коэффициента сближения зарядов.

Внедрение пневмозарядных установок позволяет в довольно широком диапазоне изменять плотность заряжения, а следовательно, и энергоемкость заряда и тем самым регулировать дробление отбиваемого массива за счет изменения удельного расхода ВВ на отбойку.

В практике подземных рудников основной объем руды отбивается глубокими скважинами при веерном или пучковом их расположении в горном массиве, когда с одной установки бурового станка выбурируется по одному или несколько вееров скважин.

Такое расположение скважин увеличивает удельный расход на отбойку и создает ряд трудностей при многорядном короткозамедленном взрывании. Несмотря на это удельный вес расположения глубоких скважин по схеме «веер» не имеет тенденции к снижению. Поэтому необходимо изыскивать пути улучшения использования энергии взрыва при таком расположении скважин.

Добиться улучшения качества дробления за счет увеличения удельного расхода на отбойку можно лишь до определенного предела, после которого оно ухудшается, что свидетельствует о наличии оптимального удельного расхода ВВ на отбойку [7]. Это подтверждается также полученной в производственных условиях зависимостью величины суммарной вновь образованной поверхности от удельного расхода ВВ на отбойку.

Коэффициент степени дробления, представляющий собой отношение величин суммарной вновь образованной поверхности к поверхности отбиваемого массива до взрыва, уменьшается как при увеличении, так и при уменьшении удельного расхода ВВ на отбойку по сравнению с оптимальным.

При разрушении горных пород можно выделить три зоны: 1) примыкающую к линии скважин; 2) у обнаженной поверхности забоя; 3) среднюю зону. Разрушение начинается почти одновременно в зоне скважин под непосредственным воздействием давления газов и волн напряжений и у обнаженной поверхности за счет растягивающих усилий и отраженной волны. Поскольку порода плохо сопротивляется действию растягивающих усилий, то на образование трещин затрачивается небольшое количество энергии взрыва.

В дальнейшем зоны разрушения развиваются навстречу от линии скважин и от обнаженной поверхности. В момент встречи зон разрушения начинается вспучивание и подвижка отбиваемого слоя.

Если удельный расход ВВ на отбойку меньше оптимального, то зона, примыкающая к линии скважин, и средняя зона вследствие уменьшения поверхностной энергии покрываются редкой сеткой трещин и отбрасываются с большим количеством негабаритных кусков. Порода в зоне, примыкающей к заряду, во всех случаях раздроблена хорошо.

Отличительной особенностью процесса разрушения горных пород при отбойке с удельным расходом ВВ больше оптимального является то, что средняя зона отделяется раньше, чем успеет произойти трещинообразование этой части массива, и она отбрасывается одним и несколькими крупными кусками. Кроме того, в этом случае происходит преждевременный прорыв продуктов детонации на поверхность, что приводит к ухудшению дробления.

Минимальный выход негабарита наблюдается при оптимальном удельном расходе ВВ, который имеет место при всех методах и способах взрывания. Имеющийся при этом некоторый процент выхода негабарита образуется в той части массива, которая примыкает к обнаженной поверхности.

Плохое дробление этой части массива объясняется тем, что процесс отделения от массива, а следовательно, и про-

должителъность воздействия напряжений здесь меньше, чем на остальные зоны.

Установлено, что при прочих одинаковых условиях скорости перемещения и напряжения можно увеличить, увеличивая диаметр заряда. Однако качество дробления при этом не улучшается, так как для пород различной крепости существует соответствующий оптимальный удельный расход ВВ на отбойку, превышение которого приводит к тому, что энергия взрыва заряда ВВ, превышающего оптимальный, переходит в кинетическую энергию движущегося массива и при отбойке на открытое компенсационное пространство на качество дробления не влияет.

Отрицательное влияние на качество дробления руды оказывает неравномерное его распределение в отбиваемом массиве. Эта неравномерность особенно характерна для веерного расположения скважин. При отбойке вертикальными веерами скважины в веере располагают так, чтобы расстояния между концами скважин равнялись величине ЛНС. При этом удельный расход ВВ на отбойку в пределах обрушаемого слоя распределяется крайне неравномерно. Высокий удельный расход ВВ в нижней части слоя способствует переизмельчению и переуплотнению руды, что затрудняет ее выпуск, а в верхней части слоя он ниже оптимального и поэтому массив в этой части плохо дробится, отрицательно влияя на показатели выпуска.

Неравномерно распределен заряд ВВ и в кольцевом секторе. Насыщенность сектора энергией взрыва изменяется в зависимости от конфигурации площади разбуривания. Для вычисления с достаточной для практики точности удельного расхода ВВ в любой точке массива при различных ЛНС и плотности заряжания рассмотрим полусферу, в которой располагаются скважины.

Полусфера разделена через один метр на кольцевые секторы (рис. 46). Радиус внешнего и внутреннего секторов будет определяться как

$$R = R_0 + \sqrt{y^2 + R_0^2}$$

где R_0 — средний радиус кольцевого сектора, м; A — ширина кольцевого сектора, м. Площадь кольцевого сектора

$$S = \pi/2 \cdot R^2 \cdot \Delta\alpha, \quad (6)$$

а масса руды в объеме массива кольцевого сектора с ЛНС, равной W ,

$$V = SWp = \gamma / \gamma_0 D \Gamma p \text{ т}, \quad (7)$$

где p — объемный вес руды, т/ж^3 .

Величина заряда, необходимая для разрушения кольцевого сектора,

$$Q_{\text{ср}} = hqn \text{ кг}, \quad (8)$$

где n — количество скважин в веере; q — вес ВВ в 1 м

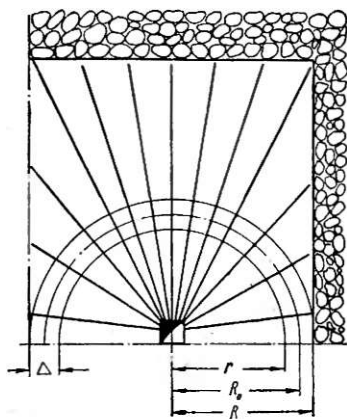


Рис. 46. Расчетная схема для определения распределения ВВ в отбиваемом слое.

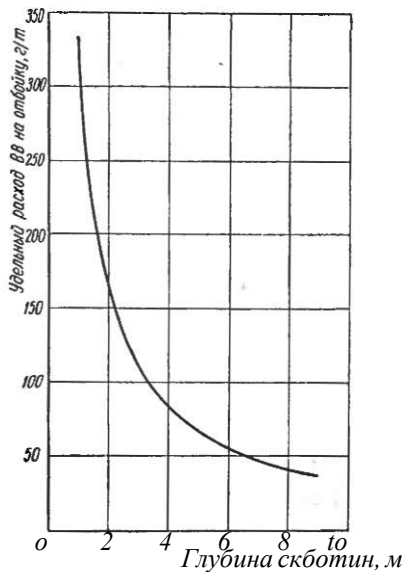


Рис. 47. Зависимость удельного расхода ВВ на отбойку от глубины скважины.

скважины, кг. Тогда удельный расход ВВ в любой точке массива составит

$$\frac{Q_{\text{зар}}}{V} = n R_0 W p \text{ кг/т}.$$

Обозначив через K , получим

$$\text{кг/т}.$$

Как видно из зависимости, приведенной на рис. 47, при принятых на рудниках схемах разбуривания удельный расход ВВ на отбойку на расстоянии 1 м от буровой

выработки в 4 раза превышает удельный расход ВВ, приходящийся на участок слоя, который находится на расстоянии 4 м.

Таким образом, мы сталкиваемся с таким явлением, что удельный расход ВВ на отбойку по высоте слоя изменяется от оптимального его значения (в середине высоты слоя) до недостаточного (на концах скважин) и избыточного (у устья скважины), что приводит к неравномерному распределению энергии заряда по высоте слоя и не позволяет достичь равномерного дробления.

Таблица 6

Удельный расход патронированных и гранулированных ВВ на отбойку и вторичное дробление, кг/м

Схема разбуривания отбиваемой панели (система поэтажного обрушения)	Патронированные ВВ			Гранулированные ВВ		
						
Наклонными слоями	0,165	0,072	0,237	0,198	0,067	0,265
Горизонтальными слоями	0,186	0,067	0,253	0,200	0,059	0,259
Вертикальными »	0,150	0,071	0,221	0 184	0,082	0,266

Равномерности дробления руды при веерном расположении скважин можно достичь путем рационального размещения ВВ в отбиваемом слое или созданием зарядов переменной плотности по длине скважины. Увеличение коэффициента заполнения скважины может быть достигнуто путем перехода на отбойку руды гранулированными ВВ с заряданием зарядными машинами. Эти установки обеспечивают плотность заряжания от 0,7 до 1,4 г/см³. На концах скважин, где удельный расход ВВ ниже оптимального, вес заряда можно увеличить в 1,5 раза и увеличить объем руды, отбойка которого производится с оптимальным удельным расходом.

Необходимую плотность заряжания можно получить регулированием скорости извлечения зарядного шланга из скважины или специальным устройством, автоматически регулирующим плотность заряжания.

В настоящее время на рудниках Криворожского бассейна широко применяются гранулированные взрывчатые

вещества: зерногранулит 79/2IB и гранулит АС-8. Как показала практика применения этих ВВ на рудниках, несмотря на увеличение удельного расхода гранулированных ВВ на отбойку, себестоимость отбойки руды заметно снизилась.

Данные об удельном расходе ВВ на отбойку при различных схемах разбуривания на шахте «Саксагань» рудника им. Дзержинского, приведенные в табл. 6, показывают, что величина удельного расхода ВВ на отбойку при каждом варианте отбойки возросла, а величина удельного расхода на вторичное дробление осталась практически без изменений.

Таким образом, качество дробления отбиваемого массива при оптимальном удельном расходе как патронированных, так и гранулированных ВВ на отбойку практически остается неизменным, несмотря на их различные значения.

КОНСТРУКЦИИ ЗАРЯДОВ, СХЕМЫ ИХ РАСПОЛОЖЕНИЯ И ЗАРЯЖАНИЯ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОМ ЗАРЯЖАНИИ ШПУРОВ И СКВАЖИН НА ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКАХ

Конструкция зарядов во многом определяет эффективность ведения взрывных работ. Внедрение гранулированных ВВ и механизация их заряжания позволяют сосредоточить заряд в той части массива, которая требует для своего разрушения большее количество энергии. При разработке конструкций зарядов необходимо учитывать и то обстоятельство, что конечный результат взрыва заряда гранулированных ВВ в значительной степени определяется мощностью промежуточного детонатора. Поэтому промежуточный детонатор (патрон-боевик) должен обеспечивать весьма значительный первоначальный импульс.

В качестве промежуточных детонаторов необходимо применять:

а) для шпуровых зарядов — капсуль-детонатор или⁷ электродетонатор с патроном аммонита №6 или динафталита весом 200 г\

б) для скважинных зарядов — спецпатроны аммонита № 6-или динафталита весом 2,5—3,2 кг с инициатором, в качестве которого чаще всего используют детонирующий шнур. Вес патронированного ВВ должен составлять не менее 2% от веса заряда гранулированных ВВ. Конструк-

ции шпуровых и скважинных зарядов при использовании гранулированных ВВ приведены на рис. 48.

На рудниках Кривбасса получила распространение конструкция заряда, предусматривающая наличие промежуточных детонаторов в торце и забое скважины. Между этими детонаторами прокладывают одну или две нити детонирующего шнура. При взрывании скважинных зарядов

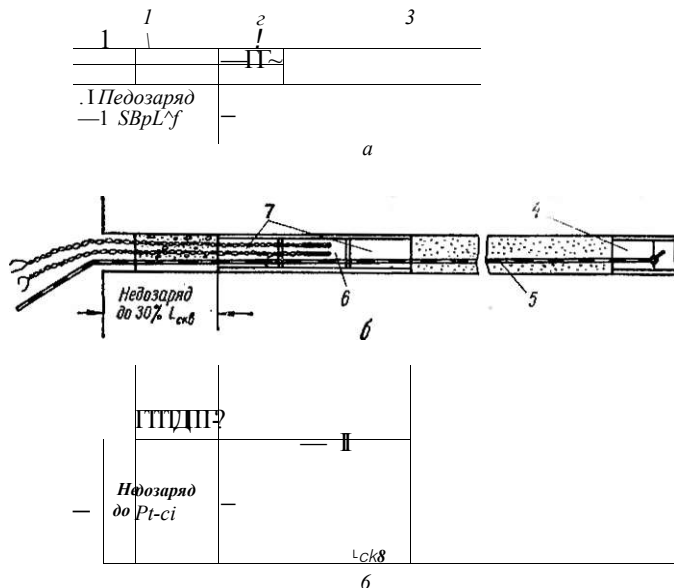


Рис. 48. Конструкции зарядов гранулированных ВВ: а — шпуровых; б — с промежуточным инициатором в торце скважины; в — без промежуточного инициатора; 1 — забойка; 2 — электродетонатор; 3 — гранулированное ВВ; 4 — промежуточный инициатор; 5 — ДШ; 6 — патрон-боевик; 7 — патроны порошкообразного ВВ.

диаметром 105 мм зерногранулит 79/21В с добавлением 4—6% воды безотказно детонирует при наличии патрона-боевика, который помещают в устье скважины. В последнем случае уменьшается трудоемкость заряжания и снижается расход детонирующего шнура. Шпуры заряжают на две трети их глубины. Патроны-боевики помещают таким образом, чтобы кумулятивная выемка капсюля-детонатора была направлена на основной заряд ВВ. Одна треть шнура заполняется забойкой.

Большие возможности для регулирования распределения ВВ в отбиваемом массиве открывает механизированная

зарядка глубоких скважин, особенно при их веерном расположении. В этом случае рациональное расположение зарядов по высоте отбиваемого слоя позволяет сократить расход ВВ, не ухудшая при этом качества взрыва.

Применяемая в настоящее время технология ведения взрывных работ предусматривает недозаряд скважин, который колеблется в пределах 1,5—2 м. В этом случае скважинные заряды располагаются в нижней зоне отбиваемого слоя с излишней густотой. Плоскости обнажения, которые образуют стенки скважин, расположенные друг от друга на расстоянии 0,2—0,7 м, также ослабляют эту зону. Скорость детонации гранулированных ВВ меньше скорости распространения звука в горных породах.

Совокупность этих факторов приводит к тому, что процесс детонации еще продолжается, а часть массива в нижней части слоя уже подвергалась воздействию прямых волн сжатия и обратных волн растяжения. Одновременно с этим происходит сложение напряжений между зарядами в плоскости их расположения, что приводит к быстрому разрушению целиков породы между скважинами. Вследствие суммарного воздействия всех факторов разрушение в нижней части отбиваемого слоя начинается гораздо раньше, чем в верхней.

Это приводит к утечке продуктов детонации через образовавшиеся щели и отверстия, и в скважине не поддерживается максимально возможное давление, что весьма отрицательно сказывается на качестве дробления. Снижается время воздействия продуктов детонации и ударных волн как на верхнюю часть отбиваемого слоя, так и на нижнюю. Следовательно, часть продуктов детонации используется неэффективно, не участвует в процессе разрушения горных пород, а наоборот, способствует деформации и раскалыванию отбиваемого массива на негабаритные куски, требующие вторичного дробления.

Наряду с применением воздушных промежутков в устье скважины и переменной плотности заряжания равномерность в распределении энергии взрыва можно достичь путем недозарядки скважин. Ее величину можно рассчитать, используя метод определения распределения ВВ в отбиваемом слое при условии, что $q_v = \text{const}$.

На рис. 49 показаны схемы расположения зарядов, величина которых рассчитана по формуле (9). При расположении зарядов исходят из того, что скважина в центре

веера заряжается почти полностью с недозарядом не более, чем на величину ЛНС. Остальные скважины заряжают из расчета, чтобы удельный расход ВВ был постоянным по всей высоте слоя. Такое расположение зарядов в веере получило распространение на руднике им. Дзержинского. В некоторых случаях применяют схему, предусматривающую недозаряд устьев скважин через одну на 6 и 12 м.

Заряжание шпуров и скважин диаметром до 105 мм гранулированным ВВ производится прямым способом, т. е. от забоя к устью. Однако такая технология неприемлема

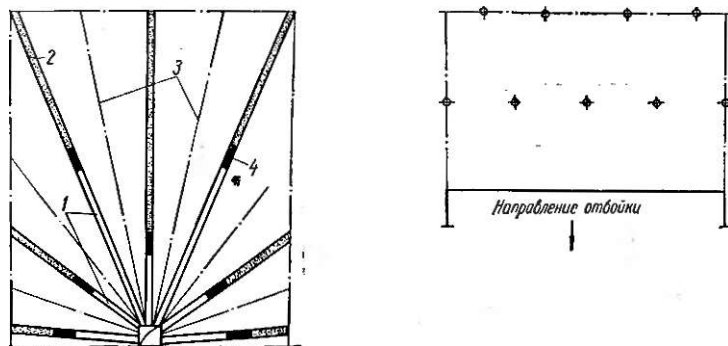


Рис. 49. Рациональные схемы расположения зарядов при веерном расположении скважин:

1 — забойка; 2 — заряд; 3 — скважины 2-го веера; 4 — патрон-боевик.

для вертикальных и крутонаклонных скважин диаметром 145 мм и более, так как в этом случае не образуется устойчивый заряд ВВ. Заряжание таких скважин производится методом обратного насыпания или «наращивания столба ВВ снизу вверх», достоинством которого является стабильный характер образования заряда, возможность заряжания многими типами зарядчиков и транспортирования ВВ на большие расстояния. При заряжании по такой схеме в 3—3,5 м от устья скважины в ней помещается с помощью хомута специальная пробка, удерживающая заряд ВВ.

Пробка состоит из бумажного пыжа, двух парашютов (отрезков транспортной ленты) с отверстием в центре для прохода зарядных труб и зарядной колонны. ВВ подается по зарядному трубопроводу, расположенному внутри зарядной колонны. ВВ, падая на пробку, образует заряд и скважине, а избыток сжатого воздуха по заряду между

зарядной колонной и зарядным трубопроводом выходит на буровую выработку [12].

Этот метод имеет ряд недостатков: низкая плотность заряжения (до $0,9 \text{ т/см}^3$), большие трудовые затраты на наращивание и увеличение зарядной колонны и зарядного трубопровода, в торце скважины в результате оседания ВВ после извлечения зарядных шлангов образуется воздушный промежуток.

С целью устранения этих недостатков на Лениногорском полиметаллическом комбинате была разработана схема заряжения методом обратного насыпания с последующим уплотнением заряда, который отличается от описанного выше тем, что после подачи 30—40 кг ВВ заряд уплотняют сжатым воздухом. Для этого прекращают подачу ВВ в скважину, закрывают кран, отводящий отработанный воздух из скважины, и в последней в течение 15—20 сек поддерживают максимальное давление сжатого воздуха, что способствует увеличению плотности заряда до $1,05 \text{ г/см}^3$. После этого открывают кран для отвода отработанного воздуха и в скважину подают следующую дозу ВВ [351].

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗАРЯДОВ НА КАРЬЕРАХ

Характерной особенностью действия взрыва скважинных зарядов является неравномерность дробления породы по высоте уступа, обусловленная тем, что по мере углубления удлиненного вертикального заряда сопротивление среды взрывному разрушению увеличивается.

Как показала практика, более равномерное дробление пород можно достичь за счет использования комбинированных зарядов из ВВ различной мощности или путем образования котловых расширений. Однако эти методы теоретически недостаточно обоснованы и требуют всестороннего изучения.

Современные представления о механизме разрушения скальных пород взрывом свидетельствуют о том, что степень и характер дробления уступа взрывом скважинного заряда в значительной мере определяется величиной и равномерностью распределения напряжений в массиве.

В общем случае в качестве одной из возможных характе-

ристик напряженного состояния массива, определяющего действие взрыва, можно принять распределение импульса взрыва вдоль откоса уступа. При этом необходимое условие равномерности дробления заключается в равенстве значений импульса взрыва по образующей откоса уступа.

При исследовании действия взрыва возникает необходимость аппроксимации функции внутрискважинного давления. С этой целью рассмотрим характер его изменения в произвольной точке Q (r) заряда. После прихода детонационной волны в некоторый момент f давление начинает изменяться во времени: быстро нарастает до некоторого максимального значения, после чего с той или иной скоростью уменьшается. В случае, когда энергоемкость скважинного заряда переменная, амплитуда этих временных изменений от точки к точке вдоль оси скважины также изменяется.

Следовательно, формула, описывающая общее поведение детонационного давления, должна иметь следующую структуру:

$$p(r, t) = p_0(r) \cdot f(t) \cdot \exp(-\alpha r) \quad (1)$$

где t — функция Хевисайда; t — время с момента инициирования заряда; f — время пробега детонационной волны от точки инициирования к точке Q (r).

Сомножитель $t(t - t')$ показывает, что давление в точке Q (r) становится отличным от нуля лишь при $t > t'$. Сомножитель $f(t)$ характеризует дальнейшее поведение давления во времени. Изменение амплитуды давления вдоль скважины характеризуется сомножителем $\exp(-\alpha r)$.

В основу методики положена замена реальной функции / (0) прямоугольным импульсом ширины t , который может быть представлен в виде разности двух «ступенек» функций Хевисайда. Этим самым задача упрощается и сводится к определению разности решений, полученных при условии, что давление в скважине описывается ступенчатой функцией.

Принципиальную основу принятого решения составляет рассмотрение действия элементарного сферического заряда и нахождение элементарного импульса от удлиненного заряда как линейной суперпозиции импульсов от элементарных сферических зарядов. Исходя из этого, были получены формулы для расчета распределения импульса

взрыва по откосу уступа при различных вариантах конструкций зарядов, включая применяемые на карьерах.

По первому варианту было принято, что ширина импульса детонационного давления t соразмерна с продолжительностью воздействия взрыва на поверхность откоса уступа. При условии, что диссипация энергии отсутствует и увеличивается воздействие на массив прямой и отраженной волны, формула для расчета импульса имеет следующий вид:

$$I = \frac{(\tau) \cos a - W \sin a \propto (r)}{V(W + \text{ctg} a + (y - r)^2 - t_0^2)} \times \frac{1}{D} \quad (12)$$

где d —диаметр скважины; l —глубина скважины; t_0 —глубина забойки; r — расстояние от кровли уступа до

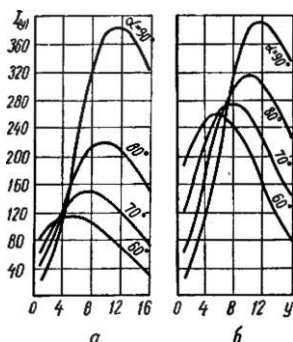


Рис. 50. Графики распределения импульса взрыва по откосу уступа при различных углах его наклона и различных значениях функции:

а — без учета влияния горизонтальной поверхности уступа; б — с учетом влияния горизонтальной поверхности уступа.

точки; W — расстояние от устья скважины до бровки уступа; a — угол откоса уступа; t_B — продолжительность действия взрыва; C — скорость звука в породах; D — скорость детонации ВВ.

На рис. 50 приведены графики значений импульса по линии откоса уступа, полученные путем решения формулы (12) на ЭЦВМ «Урал-2». При решении задачи значение функции $\varphi(r)$ принималось равным

$$P_{\text{мяг}} = \frac{P_{\text{макс}}}{8} \quad (\text{рис. 50, а}) \quad \text{и} \quad P_{\text{макс}} =$$

$$\frac{pD^2}{8} (1 + \alpha^2 J) \quad (\text{рис. 50, б}).$$

Последнее значение функции учитывает влияние горизонтальной поверхности уступа.

Особенностью представленных графиков является наличие резко выраженного максимума в центральной части уступа и уменьшение значений удельного импульса на

уровне подошвы уступа. Это характерно для скважин постоянного диаметра, заряд которых формируется из одного типа ВВ и полностью соответствует результатам взрыва скважинного заряда обычной конструкции.

Анализ графиков (рис. 50) свидетельствует о том, что для обеспечения равномерного дробления пород по высоте уступа необходимо увеличить значение импульса взрыва в нижней части скважины. Это можно достичь, увеличивая с глубиной энергоемкость заряда за счет использования ВВ с различной скоростью детонации.

В этом случае формула (11) приобретает вид

$$P(\tau), 0 = \Phi(\tau) \tau^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

и после преобразований, аналогичных для зарядов с постоянной скоростью детонации, получим формулу для подсчета распределения импульсов при взрыве комбинированных скважинных зарядов:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\rho} \left(\frac{dP}{d\tau} \right) = f_j \Phi^{(1)} X \\ & \frac{1}{\rho} \left(\frac{dP}{d\tau} \right) = \frac{f_j \Phi^{(1)} X}{\rho} \quad (14) \end{aligned}$$

Построения соответствующих графиков и их анализ показывают, что при различных вариантах комбинированных зарядов пиковые значения импульсов смещаются вниз в сторону подошвы уступа. В то же время в верхней части уступа значения импульсов остаются прежними, что свидетельствует о низкой интенсивности дробления.

Имеется и другой подход к решению поставленной задачи, когда принимается, что ширина прямоугольного импульса меньше времени действия взрыва. И в этом случае воздействие взрыва на плоскость уступа имеет тот же характер, что и для ступенчатой функции дробления.

Очевидно, что для достижения поставленной цели необходимо в верхней части уступа увеличить значение импульса взрыва. Для этого надо уменьшить длину скважины под

забойку до минимально возможной величины (с точки зрения условий безопасности), в верхней части заряда применить ВВ с более высокими энергетическими показателями, чем в средней. При этом нижняя часть заряда должна быть представлена наиболее мощными ВВ. Или же для повышения равномерности дробления использовать скважины с переменным по высоте диаметром с одним типом ВВ.

Исходя из этого аналитическим путем были получены формулы для расчета распределения импульсов взрыва для рациональных конструкций скважинных зарядов. При применении комбинированных зарядов из различных ВВ

$$= \frac{4 \cdot \Gamma \cdot p \cdot D^*}{16 \cdot J_{\text{л}}} \cdot \frac{\Delta \cos \alpha + \Delta \sin \alpha}{I / O \cdot P + \text{ct}_g \alpha} \cdot \frac{v}{(y-T)} \gg$$

В случае применения скважин переменного диаметра

$$3 \cdot \Gamma p(T) \cdot P \gg (r) K f o \quad \frac{7 \cdot 4 \cdot \cos \alpha + \frac{t t 7 \sin \alpha}{d r i}}{d r i}, \quad (16)$$

л

где Q—коэффициент пропорциональности, постоянный для данного типа ВВ.

В результате решения выражений (15) и (16) были построены графики, анализ которых показал, что повышение энергоемкости заряда в верхней его части за счет применения более мощного ВВ, чем в средней, а также увеличение диаметра в верхней части заряда привело к более равномерному распределению импульсов взрыва, а следовательно, и более равномерному дроблению массива по высоте уступа.

При обычной конструкции заряда, когда диаметр и скорость детонации постоянны по всей длине скважины, распределение импульса взрыва в плоскости откоса отличается неравномерностью при всех значениях угла наклона уступа. Экспериментальные значения приурочены к центральной части скважины, наиболее резкий спад — к верхней части уступа. Напрашивается вывод, что именно с этими особенностями распределения импульса связана неравномерность дробления массива.

Расширение с глубиной диаметра скважины или при

постоянном диаметре увеличение энергоемкости ВВ в пределах достоверности принятой зависимости между параметрами заряда и внутрискважинным давлением позволило в значительной мере добиться равномерности распределения импульса по всей высоте уступа.

В основу решения обратной задачи положено соотношение

$$K(y) + \sim I_n(y) = \tau | - \frac{1}{\rho_0} P(\eta) \cdot f(\eta) \cdot \exp X$$

$$X = \int_0^y \frac{P(W + y \operatorname{ctg} a)^2 + (y - \eta)^2}{\eta \cos a - W \sin a} d\eta$$

$$(W - \frac{1}{2} \operatorname{Ctg} \alpha)^2 - \frac{1}{2} (\eta - \frac{1}{2})^2 \eta^3$$

которое представляет собой интегральное уравнение Фредгольма первого рода относительно функции

$$K(\eta) = p f(\eta) D^2 f(\eta) K(\eta).$$

Идея решения обратной задачи заключается в том, чтобы из интегрального уравнения найти функцию $K(\eta)$, удовлетворяющую заданному критерию, — в нашем случае — постоянству импульса. В дальнейшем задача должна свестись к выбору значений ρ , D , α , поддерживающих найденный уровень функции $\phi(\eta)$ и в то же время удовлетворяющих критерию экономичности или технической целесообразности. Итак, представим соотношение (17) в виде

$$\int_0^y K(\eta) \frac{d\eta}{\eta} = S(y), \quad (18)$$

где $K(y, \eta)$ — ядро интегрального уравнения

$$K(y, \eta) = \exp \left[- \int_0^y \frac{P(W + y \operatorname{ctg} a)^2 + (y - \eta)^2}{\eta \cos a - W \sin a} d\eta \right]$$

$$+ \frac{1}{2} (\operatorname{ctg} \alpha + \eta)^2 \eta^3$$

$S(y)$ — правая часть уравнения,

$$S(y) = - \frac{1}{2} (I_n(y) + I_n(y)). \quad (19)$$

Интегральное уравнение является представителем так называемых некорректно поставленных задач. Решение их сопряжено с большими трудностями, которые, в основном, связаны с тем, что если искомая подынтегральная функция

$\phi(r)$ совершает возле некоторого значения большое колебание, то правая часть $S(y)$ будет мало изменяться. Такое свойство уравнения приводит к тому, что при его решении даже небольшие погрешности в значении функции $S(r)$ вызывают очень большие ошибки в определении искомой функции.

Академик А. Н. Тихонов [36] показал, что могут быть построены так называемые регулирующие алгоритмы, которые позволяют получить решение, близкое к истинному. Что касается конкретной формы таких алгоритмов, то она может быть самой разнообразной. Наиболее простая форма — это замена интегрального уравнения системой линейных уравнений сравнительно невысоких порядков. Именно такой подход и был использован при решении обратной задачи.

Уравнение (19) может быть заменено линейными алгебраическими уравнениями:

$$\sum_{m=1}^N A_{nm} X_m \sim S_m \quad (20)$$

$m = 1, 2, \dots, N$

где $S_m = S(y_m)$.

$$A_{nm} = \exp \left\{ -p V (W + mA \operatorname{ctg} a)^2 + [c_0 + (n-m) A]^2 \right\} \times \\ \times \frac{(t_0 + nts) \cos \alpha - f \cdot W \sin \kappa}{\{V(W + tD \operatorname{ctg} af + [t_0 + (n-m) A])\}^3},$$

здесь A — шаг изменения переменных; n — глубина точек скважины; y — высота точек уступа.

Для решения уравнений (20) была составлена программа для ЭЦВМ «Урал-2». В задачу исследования в данном случае входило найти такие значения функции $\phi(n)$, при которых правая часть функции S_m оставалась бы постоянной для всех значений t . В качестве числового значения функции S_m можно принять среднее значение этой функции. Последнее можно получить из формулы (19). Однако в этом нет необходимости. Для упрощения задачи эту функцию можно положить равной единице, т. е. принять

$$1. \quad (21)$$

При этом изменяется только масштаб функции $\phi(r)$, характер ее изменения остается прежним. Значение $S_m = 1$ и было использовано при решении системы уравнений (20).

Для параметра N , играющего роль параметра регуляризации, было принято два значения: $N = 3$ и $N = 6$. Есть основания считать, что между этими двумя значениями N находится оптимальное. На рис. 51 изображены значения функции, полученные описанным путем, при $N = 6$ и $r = 0$. Из рисунка видно, что функция, обеспечивающая постоянство импульса по высоте уступа, имеет синусоидальный характер. Наряду с положительными она должна принимать и отрицательные значения. Резкость осцилляций графика функции $\phi(\tau)$ с увеличением наклона уступа тоже резко возрастает.

Ни один из множителей произведения $\phi(\tau) = pD^{\alpha}\phi$ отрицательные значения принимать не может. В связи с этим тот факт, что для обеспечения постоянства импульса по высоте уступа функция должна содержать «отрицательные» полупериоды, говорит о том, что добиться строгого постоянства этого импульса принципиально невозможно. Наиболее реальный путь формирования импульсов, близких к равномерным по уступу, — это формирование зарядов из компонентов различной мощности и плотности в соответствии с ранее полученными результатами.

Полученные результаты теоретических исследований подверглись широкой промышленной проверке на карьерах Кривбасса. Испытывали комбинированные скважинные заряды. Всего с использованием рациональных конструкций скважинных зарядов было отбито и качественно раздроблено свыше 20 млн. м³ крепких железистых кварцитов. Эффективность применения зарядов рациональной конструкции оценивали по результатам замера гранулометрического состава взорванной горной массы и качеству проработки подошвы уступа взрывом.

Как показал анализ результатов, содержание фракции дробления до 400 мм составило 91 %, выход негабарита при этом снизился почти в 3—4 раза, а в ряде случаев негабарит

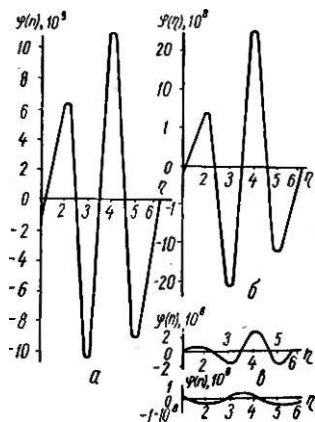


Рис. 51. Графики зависимости функции $\phi(\tau)$ при решении обратной задачи: а — $a = 60^\circ$; б — $a = 70^\circ$; в — $a = 80^\circ$; з — $a = 90^\circ$.

отсутствовал полностью. При этом диаметр среднего куска уменьшился на 15—20%. Затраты по ВВ на разработку 1 м³ руды и пород снизились на 1,5—3,2 коп., что позволило получить экономию около 600 тыс. руб.

ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА ВВ ДЛЯ ВЗРЫВАНИЯ В ОБВОДНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Результаты теоретических, лабораторных и промышленных исследований позволяют определить экономическую эффективность различных средств и методов взрывания руд в обводненных условиях и выбрать оптимальные варианты как с точки зрения технологии ведения взрывных работ, так и уменьшения стоимости добываемых руд. Решающее влияние на результаты взрыва оказывает полная энергоемкость заряда, которая зависит от степени выноса растворимых компонентов ВВ, его состава в момент взрыва, плотности и т. д.

Анализ проведенных исследований показывает, что оптимизация процесса взрывания может идти по трем направлениям: осушения скважин при малой водообильности; применения зарядов с предварительным насыщением воды в скважине аммиачной селитрой и применения зарядов с уменьшенной степенью выноса.

Осушение скважин экономически эффективно только при относительно небольших коэффициентах фильтрации пород (0,5—1,0 м/сутки).

Экономическая эффективность применения избытка селитры (предварительное насыщение подземных вод в скважине) оценивается по-разному в конкретных условиях.

Для уменьшения степени выноса могут быть применены заряды в специальных оболочках с покрытием гранул водостойкими веществами. Кроме того, водопроницаемость заряда может быть резко уменьшена за счет применения загустителей, плавленых ВВ и горячих растворов селитры с тротилом.

Применение загустителей, которые при соприкосновении с водой переходят в студенообразное или твердое состояние, позволяет заполнить поры и превратить заряд в водонепроницаемый монолит в течение определенного времени.

При плавлении взрывчатые вещества состава селитра —

тритил нагревают до температуры плавления тротила с добавкой 1—3% воды и полученную смесь заливают в скважину, где она застывает. Перенасыщенный, предварительно нагретый раствор аммиачной селитры в смеси с тротилом заливается в скважину, где, остывая, она кристаллизуется, образуя плотный монолит.

Эффективность описанных выше методов определяется путем технико-экономического сравнения. Оптимальным будет такой вариант ведения взрывных работ, когда стоимость одного кубического метра добытой руды будет минимальной. При отбойке интенсивно обводненных руд помимо затрат на бурение, зарядание и взрывчатые вещества необходимо учитывать целый ряд факторов: осушение, введение гидрофобных добавок, водосовмещение и др.

Для взрывания блока требуется определенное количество энергии (X):

$$X = U_{\text{бл}} V \text{ ккал}, \quad (22)$$

где $U_{\text{бл}}$ — объем взрываемого блока, м^3 ; e — удельная энергия, необходимая для разрушения 1 м^3 руды, $\text{ккал}/\text{м}^3$.

Для условий карьеров ГОКов Кривбасса эта величина изменяется от 500 до $900 \text{ ккал}/\text{м}^3$. Общую энергоемкость можно определять по формуле

$$X = q_K t |K, \quad (23)$$

где q_K — вес заряда ВВ в момент взрыва, кг; t — удельная энергоемкость конечного заряда, $\text{ккал}/\text{кг}$.

Величина конечного заряда зависит от степени выноса ВВ и может быть вычислена по формуле

$$\gamma_K = \gamma_n (1 - P_0). \quad (24)$$

где γ_n — начальный вес заряда, кг; P_0 — степень выноса, доли единицы.

По условиям размещения заряда в скважинах начальный вес заряда определяется выражением

$$= \quad (25)$$

где D — диаметр скважины, м; I — глубина скважины, м; 0 — степень заполнения скважины, доли единицы; M — число скважин, шт.

Затраты по буровому комплексу при взрывании скважин в обводненных условиях определяются по формуле

$$Z_{\text{обул}} \sim Z_{\text{бур}} N - Z_0 - Z_{\text{зар}} + Z_{\text{вв}}, \quad (26)$$

где $Z_{\text{бур}}$ — затраты на бурение, руб; Z_0 — затраты на осушение скважины, руб; $Z_{\text{зар}}$ — затраты на зарядание скважины, руб; $Z_{\text{в}}$ — стоимость размещаемого ВВ в скважине, руб.

Стоимость осушения скважин зависит от применяемых для этой цели средств и равна

$$Z_0 = MZ_c, \quad (27)$$

где Z_c — стоимость осушения одной скважины, руб.

Стоимость зарядания скважины зависит от количества ВВ, помещаемого в скважину, и применяемой для этой цели механизации и ориентировочно может быть вычислена по формуле

$$Z_3 = \alpha Z_3, \quad (28)$$

где Z_3 — стоимость зарядания 1 т ВВ, руб.

Стоимость заряда определяется из выражения

$$Z_{\text{ВВ}} \sim Z_{\text{тб}} \cdot n. \quad (29)$$

где $Z_{\text{тб}}$ — стоимость 1 кг ВВ, руб.

Стоимость ВВ является функцией его состава и способа приготовления и вычисляется по формуле

$$Z_{\text{бб}} = Z_{\text{А}} + Z_{\text{А}} + Z_{\text{А}} + \dots + F \sim F(f, b, c \dots f), \quad (30)$$

где $Z_{\text{ф}}$, $Z_{\text{б}}$, $Z_{\text{с}}$ — стоимость компонентов ВВ, руб; $D_{\text{а}}$, $L_{\text{с}}$ — содержание компонентов при приготовлении ВВ, кг; f — расходы на приготовление, руб.

Для смеси тротила с аммиачной селитрой

$$f(a) = 72 + 273a \text{ руб/т}, \quad (31)$$

где a — начальное содержание тротила в смеси, доли единицы.

Удельная энергоемкость заряда аммиачно-селитренных ВВ в воде определяется по формуле

$$\tau] = 850 - f - 4500 \wedge \sim + \text{ккал} > \text{кг} > \quad (32)$$

где X — содержание тротила в конечном заряде, доли единицы.

Содержание тротила в начальном и конечном заряде определяется выражением

$$X = 1 - P \gg * \quad (33)$$

В этом случае удельные затраты при применении аммиачно-селитреинных ВВ определяются выражением

$$\begin{aligned} z_{bb} + \text{jid}^2 QF [273a + 72 + Z_3] \\ QF_{11} - \text{Pol} - 4500 \quad)^3 \quad 2(1 - p_0)^4 + \\ 5(1 - p_0)^6 \} \end{aligned} \quad (34)$$

где

$$\begin{aligned} \text{ndm ln } \frac{4}{a} \cdot \\ (\gamma - 1) C \quad T = 1,11 \quad Kji \quad VKnKl \\ Fd \ln A \cdot \end{aligned}$$

$F = 1,3 + 0,25 a$, руб\ Q — количество вытекающего раствора, $m^3/ч$ γ — удельный вес раствора, m/m^3 H — высота слоя воды, m ; K_n — коэффициент фильтрации пород, $m/ч$; K_6 — коэффициент фильтрации заряда ВВ, $m/ч$ A — расстояние между скважинами, m T — продолжительность нахождения заряда в скважине, $ч$ C — концентрация растворимого в воде компонента, m/m^3 .

Исследуя приведенные выражения на минимум, можно определить оптимальный заряд, дающий наибольшую экономическую эффективность при взрывании пород в определенных горно-технических условиях. На основании проведенных исследований составлены номограммы для вычисления удельной стоимости буровзрывных работ, с помощью которых можно выбрать ВВ с соответствующим соотношением компонентов для конкретных условий [381].

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ И ВОПРОСЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОМ ЗАРЯЖАНИИ СКВАЖИН И ШПУРОВ

**ОРГАНИЗАЦИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ВЗРЫВОВ
НА БАЗЕ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ
ТРУДОЕМКИХ ПРОЦЕССОВ**

Современные масштабы производства и его техническая оснащенность уже сейчас не позволяют довольствоваться ставшими традиционными формами и методами управления. В управлении производством широко внедряются экономико-математические методы, электронно-вычислительная и организационная техника. В условиях дальнейшей механизации производства и управления резко возрастают требования к планированию и управлению производственными процессами, особенно на крупных горнорудных предприятиях, которыми являются карьеры ГОКов Кривбасса.

Развитие и совершенствование открытого способа разработки полезных ископаемых неразрывно связано с постоянным ростом мощностей существующих и вновь вводимых карьеров. В Криворожском бассейне добывается почти 55% общесоюзного количества товарной железной руды. 60% этого количества добывается в карьерах. Перспективными планами намечено значительное увеличение производства товарной руды в Кривбассе. Прирост производства станет возможным не только за счет ввода новых производственных площадей, но и прежде всего за счет реконструкций действующих предприятий на базе внедрения новейших достижений науки и техники, совершенствования технологии и организации производства с целью его всемерной интенсификации.

Постоянное увеличение объемов добычи руды в Кривбассе и интенсивная отработка залежей открытым способом приводит к значительному росту объемов взрывных работ (табл. 7).

Несмотря на довольно интенсивный рост удельного расхода ВВ, горнорудные предприятия постоянно улучшают технико-экономические показатели. Это происходит в результате повышения эффективности буровзрывных ра-

бот, улучшения качества дробления, внедрения механизации, совершенствования организации труда и внедрения рационального планирования взрывных работ. Этому в значительной мере способствовали централизация и специализация взрывных работ в Криворожском бассейне путем создания специализированного предприятия «Кривбасс-взрывпром».

Подготовка массовых взрывов до создания предприятия «Кривбассвзрывпром» проводилась разрозненными си-

Таблица 7

Изменение объема взрывных работ на карьерах ГОКов Кривбасса в 1960—1975 гг.

Показатель, единица измерения	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1971 г.	1975 г.
Объем взрывающей горной массы, млн. M^3 %	9,16/100	52,1/573	82,4/905	88,3/965	110/1200
Расход ВВ, %	100	615	1080	1165	1500

лами отдельных взрывных участков на каждом карьере. Зачастую при подготовке взрыва увеличенной мощности привлекались неквалифицированные рабочие смежных участков карьера, что приводило к определенным организационным, техническим и технологическим трудностям, снижению качества работ и увеличению вероятности появления отказов.

Централизация и специализация взрывных работ позволила значительно улучшить организацию труда, решить вопросы бесперебойного обеспечения карьеров взрывчатыми материалами, ликвидации промежуточных складов ВВ, произвести перерасчет рационального использования площадей базисных складов, что привело к увеличению их емкости почти в 1,5 раза без дополнительных капитальных затрат. Но самым важным достижением централизации явилась возможность концентрации усилий и средств на создание и внедрение механизации взрывных работ и переработки ВВ на складах.

Среди всех видов труда на открытых и подземных горных работах взрывание на карьерах является наименее механизированным процессом (табл. 8).

За короткое время предприятием «Кривбассвзрывпром» были полностью механизированы работы по забойке скважин, в результате чего трудоемкость этих работ снизилась

Таблица 8

Трудоемкость выполнения отдельных операций при производстве взрывных работ *

Операция	% трудо- вых зат- рат каж- дой опе- рации	Ручной труд, %	Механизи- рованный труд, %
Погрузка-разгрузка ВМ	37	98	2
Заряжание скважин	30	97	3
Изготовление промежуточных детона- торов	11	100	0
Коммутация взрывной сети	8	100	0
Транспортировка ВВ	8	0	100
Забоечные работы	6	0	100
Всего	100	85	15

* Данные таблицы определены по итогам деятельности предприятия «Кривбассвзрывпром» в 1970 г.

с 22% в 1968 г., когда забойка скважин производилась вручную, до 6% в 1970 г.

Внедрение зарядных машин и загрузочных механизированных пунктов на базисных складах привело к интен-

Таблица 9

Динамика роста производительности труда

Наименование	с 0 СП	с 0	с сч 0	Л 0
Механизация погрузки-разгрузки ВМ, %	2	5	25	75
Механизация заряжания скважин, %	3	5,9	20	70
Производительность труда 1 трудящего- ся, %	100	105,2	109,8	140

* Планируемые показатели

сивному росту механизированного труда при заряжании скважин и складских операциях, что явилось основанием для роста производительности труда (табл. 9).

Совершенствование организации труда взрывных участков на базе механизации основных производственных процессов, мобильность и рациональное использование трудовых и материальных ресурсов обеспечили реальную возможность перехода карьеров на производство укрупненных массовых взрывов (табл. 10).

Таблица 10

Количество массовых взрывов и средний расход ВВ на один взрыв по карьерам ГОКов Кривбасса

Номер участка (карьер)	Количество массовых взрывов				Средний расход ВВ на 1 взрыв			
	$\frac{C}{\text{мг}}$	$\frac{C}{\text{СП}}$	$\frac{c}{\text{О}}$	$\frac{H}{\text{м}}$	$\frac{U}{82}$	$\frac{C}{\text{мг}}$	$\frac{c}{\text{мг}}$	$\frac{c}{\text{СП}}$
№1 (ЦГОК)	52	40	29	21	154	182	355	420
№2 (Первомайский СевГОК)	60	49	32	24	138	211	375	505
№3 (Анновский СевГОК)	33	48	47	45	62	107	132	197
Горный цех №1	145	137	108	90	125	161	202	324
№1 (ИнГОК)	48	28	24	24	180	252	330	437
№2 (НКГОК)	48	31	26	25	139	173	200	246
№3 (ЮГОК)	49	26	24	23	283	433	580	679
Горный цех №2	145	85	74	72	197	360	360	426

В 1970 г. впервые в горнорудной промышленности страны был произведен массовый взрыв на карьере ЮГОКа с расходом ВВ 840 т, в 1971 г. — на Первомайском карьере СевГОКа — 906 т, в августе 1972 г. — еще более мощный взрыв — 1128 т ВВ на карьере ЮГОКа.

Основные показатели взрывов показаны в табл. 11.

Увеличение объема единичного массового взрыва обеспечивает ритмичность работы предприятия и приводит к снижению числа массовых взрывов в году, а следовательно, к уменьшению простоев горнотранспортного оборудования, связанных с производством массовых взрывов.

Как следует из анализа опыта ведения взрывных работ на карьерах Кривбасса, сокращение числа массовых взрывов привело к значительному уменьшению простоев оборудования и ущерба от этого простоя. Наибольший ущерб от простоев горнотранспортного оборудования, например,

на ЮГОКе был в 1959 г. при наибольшем количестве взрывов (60) и составлял 80 руб. на 1000 м^в взорванной горной массы. Минимальный ущерб достигнут в 1971 г. и 1972 г. при максимально достигнутых объемах взрывае­мой горной массы за один взрыв — он равен 23 руб. на 1000 м^в массы, т. е. ущерб уменьшился почти в 4 раза, в то время, как число взрывов уменьшилось в 2,5 раза.

Известно, что применение массовых взрывов больших объемов приводит к созданию значительных запасов взор-

Таблица 11

Показатели некоторых крупных массовых взрывов

Показатель, единица измерения	ЮГОК, взрыв 29/VII 1970 г	Первомай- ский карьер СевГОКа, взрыв 26/XI 1971 г.	ЮГОК, взрыв 23/VIII 1972 г.
Расход ВВ, т	840	906	1128
Разрушено горной массы, т м ²	1128	1257	1380
Расход ДШ, тыс. м	106	78	144
Расход пиротехнических реле, шт.	664	1026	852
Количество взорванных скважин	1085	1856	1624
Механизированная зарядка, %	7	15	41

ванной горной массы, при этом возрастает величина средств, замораживаемых в производственных запасах сырья и возрастает плата за использование оборотных фондов.

Следовательно, увеличенный запас сырья, достигаемый производством укрупненных массовых взрывов, гарантирует ритмичную работу по выпуску продукции. С этой точки зрения запасы сырья стараются увеличить. Но, с другой стороны, увеличение запасов сырья требует более высоких затрат на его приобретение и хранение. С этой точки зрения запасы сырья стремятся уменьшить.

При определении количественных запасов взорванной горной массы (сырья) в карьере в качестве первого фактора могут служить стоимостные затраты (потери), вызываемые простоями оборудования из-за производства взрывов (чем больше запасы взорванной горной массы, тем меньше простои оборудования), а второго фактора — отчисления, обусловленные замораживанием средств в созданных запасах.

Величина оптимального объема единичного массового взрыва в карьере определяется по формуле

C_n — убытки от простоя оборудования в карьере за один взрыв, руб.; P_c — производительность карьера по рудоскальной горной массе, m^3 ; V'_n — переходящий запас взорванной горной массы с прошлого года, m^3 ; L — средняя длина взрываемого блока, м; t — число одновременно взрываваемых блоков; C_d — стоимость взрываемых работ (за год), руб.; $f = 0,06$ — норма платы за оборотные фонды; — длина фронта работ по рудоскальным породам, м.

Характер зависимости затрат от объема массового взрыва показана на рис. 52. Кривая суммарных стоимостных затрат имеет довольно пологий характер изменения в районе своего минимума, что свидетельствует о незначительных отклонениях затрат при колебаниях объема единичного массового взрыва возле оптимального значения.

Характерно, что при увеличении степени механизации буровзрывных работ минимум кривой 3 все время смещается вправо, т. е. объемы массового взрыва увеличиваются.

В связи с внедрением средств механизированного заряжения скважин, укрупнения массовых взрывов и сокращения их количества возникают серьезные требования к планированию взрывных работ. Подготовка крупного массового взрыва связана со значительным увеличением трудоемкости работ, с возникновением «пиковых» нагрузок для взрывников, механизаторов и рабочих складов.

Основная задача планирования взрывных работ заключается в составлении оптимального графика проведения массовых взрывов, т. е. в установлении таких объемов

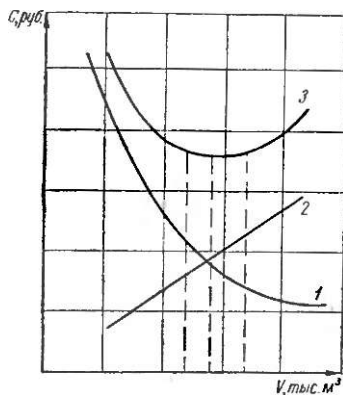


Рис. 52. Характер зависимости затрат объема массового взрыва: 1 — затраты, связанные с простоем горного оборудования при производстве взрыва; 2 — стоимость средств, омертвленных в запасах взорванной горной массы; 3 — суммарные затраты

взрывов и времени их проведения на каждом из шести карьеров, при которых достигается наиболее рациональное использование средств механизации, равномерное распределение нагрузок и снижение трудоемкости работ.

Планирование массовых взрывов путем объединения календарных планов, представляемых каждым ГОКом, приводит к большой неравномерности распределения нагрузок во времени и не учитывает особенностей организации и технологии взрывных работ на других карьерах. Коэффициент неравномерности, характеризующийся величиной

Участон(карьер)	Расход 8В на 1 изрыю	Дни и недели месяца											
		I				II				III			
		1	W	W3	M5	1	W	W3	M5	1	W	W3	M5
Горный цех л/1													
a1 (ЦГОК)	500				%							t	
ы2 (Первомайский)	500								III				
ы3(Анновский)	200							t			III		%
Горный цех в2													
ы1 (ИНГОК)	550											1	
(mm)	300			W							%		
т/3 (ЮГОК)	800							y				1	

Рис. 53. График массовых взрывов на карьерах Кривбасса.

отклонения фактического объема взрывных работ от среднего значения для каждого массового взрыва на планируемый период, колебался в пределах 0,45—0,55. Работа по этим графикам приводила к тому, что в отдельные периоды переработка ВВ в 1,5—2 раза превышала средне необходимое значение, в то время как в другие периоды загрузки взрывников и зарядной техники резко падала. С целью ликвидации подобной аритмии производства, используя значение оптимальных объемов единичного массового взрыва, определяемое по формуле (35), были составлены новые графики взрывных работ для северной и южной групп карьеров (рис. 53), при которых суммарные отклонения от среднего объема взрывных работ стали минимальными.

На рис. 54 графически показаны отклонения от средних объемов по старому (рис. 54, а) и новому (рис. 54, б) графикам. По горизонтальной оси отложены рабочие дни планируемого периода, а по вертикальной — величина отклонения фактического объема взрывных работ от среднего значения. Коэффициент неравномерности для нового графика составляет 0,3 вместо 0,5 при старом, что свиде-

тельствует об улучшении организации подготовки массовых взрывов, лучше использовании техники, уменьшении трудоемкости и повышении ритмичности в работе.

Расчетами установлено, практикой подтверждено, что при существующем уровне механизации взрывных работ наиболее рациональным является проведение двух массовых взрывов в месяц на каждом карьере.

Укрупнение массовых взрывов вызвало необходимость проведения, кроме четкого координирования работ между взаимосвязанными предприятиями, ряда организационно-технических мероприятий. На базисных складах созданы группы централизованной доставки взрывчатых материалов на карьер. Транспортировка ВВ производится по циклично-поточному графику (рис. 55). Распределение специальных зарядных и забочных машин планируется месячным графиком работ.

При зарядании скважин взрывник затрачивает до 15% рабочего времени на изготовление промежуточных детона-

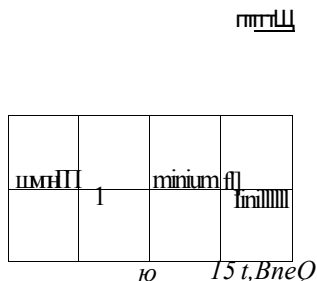


Рис. 54. Отклонения фактических объемов взрывных работ от средних для старого (а) и нового (б) графиков

720'W8 20'Ю'9 2D WW20'40'ft 20'40' 1120" «Г1320*0'14 20'тО1520' W

*Прибытие
обт.машин*

Погрузка ВВ

Разгрузка ВВ

*Перерыв на обед
у шоферов*

Щ

героя

Рис. 55. График доставки ВВ на заряжаемые блоки.

торов. С целью повышения производительности зарядания организовано централизованное изготовление промежуточных детонаторов на расходных складах на специальных стендах. Это мероприятие имеет особое значение в

связи с переходом на механизированное зарядание скважин зарядными машинами. Внедрение крупномасштабных взрывов, средств механизации, совершенствование организации труда привели к высокому росту производительности труда взрывников (табл. 12).

Следует особо отметить, что внедрение комплексной механизации взрывных работ является важнейшим фактором, способствующим уменьшению производственных - потерь,

Таблица 12

Производительность труда взрывника, $m^3/год$

Номер участка (карьер)	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1972 г.	1972 г. к 1969 г., %
№1 (ЦГОК)	485 500	522 300	562 400	612 400	126,5
№2 (Первомайский)	367 500	421 400	487 500	532 600	145,1
№3 (Анновский)	350 000	389 800	431 900	498 200	142,2
Горный цех № 1	382 900	425 700	473 700	540 300	141,0
№1 (ИнГОК)	349 600	364 800	426 900	468 700	134,0
№2 (НКГОК)	349 500	403 400	504 300	590 100	168,9
№3 (ЮГОК)	468 000	490 000	510 000	565 600	120,7
Горный цех № 2	403 600	423 000	481 500	537 100	133,4

связанных с подготовкой и производством массовых взрывов. Возможность механизированного зарядания скважин привела к тому, что уже в течение 1972 г. на некоторых карьерах, например, на ЦГОКе и ЮГОКе, производится по одному массовому взрыву в месяц.

Тенденция к сокращению числа массовых взрывов на карьерах до одного в месяц является экономически обоснованной и она может превратиться в реальную действительность при условии высокой насыщенности средствами механизации уже в ближайшие два-три года. Широкое и повсеместное внедрение комплексной механизации позволит производить подготовку массового взрыва с расходом ВВ в 800—1000 т за один светодень. В этом заложены огромные возможности расширения производства и выигрыша времени для его совершенствования.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОМ ЗАРЯЖАНИИ

На все зарядные установки и новые ВВ, применяемые при механизированном производстве взрывных работ, в соответствии с приложением № 1 к «Единым правилам безопасности при взрывных работах» должны иметься постановления органов Госгортехнадзора. Соответствие новых зарядных установок требованиям безопасности проверяется по «Временным техническим требованиям к заряжающим устройствам» Междуведомственной комиссии по взрывному делу, согласованным с Госгортехнадзором СССР (письмо № 12-21г 837 от 19/VIII.1967 г.).

Гранулированные ВВ с поверхности к месту производства взрывных работ следует доставлять в специальных вагонах специальным поездом отдельно от каких бы то ни было перевозок в шахте. Не допускается одновременно производить в одном забое ручное заряжание с применением высокочувствительных к механическим воздействиям патронированных ВВ (динамит, скальный аммонит, детонит и др.) и механизированное заряжание гранулированными или простейшими ВВ. Промежуточные детонаторы (патроны-боевики) следует изготавливать при неработающих зарядных установках, отсутствии в забое зарядных шлангов или другого оборудования, используемого при механизированном заряжении. Подачу боевиков в шпур или скважину при использовании электродетонаторов можно производить после удаления из забоя зарядного оборудования.

Перед включением зарядных установок надо убедиться в том, что: зарядные шланги свободны от пыли, масла и других остатков; в системе зарядное устройство — трубопровод не имеет инородных тел; зарядный агрегат надежно заземлен; зарядные шланги соответствуют по своим электростатическим параметрам предъявляемым к ним требованиям, т. е. должны иметь удельное электрическое сопротивление не более $10^6 \text{ ом} \cdot \text{см}$ в непосредственной близости не производят электросварочные работы; связь между оператором и машинистом работает нормально.

Бункер зарядного устройства должен иметь сетку и крышку, которые предотвращают попадание в зарядчик посторонних предметов. При загрузке бункера зарядного устройства во избежание непосредственного контакта рук

рабочих с ВВ надо пользоваться специальными совками, изготовленными из неискрообразующих и химически инертных по отношению к компонентам ВВ материалов (дерева, пластмасс и т. п.).

Для обеспечения хорошего прилегания патрона-боевика к основному заряду и предотвращения образования воздушной пробки между патроном-боевиком и зарядом шпуры и скважины очищаются от буровой мелочи сжатым воздухом или механическим способом.

После того, как зарядание закончено, все узлы зарядных установок должны быть очищены от остатков ВВ и промыты водой.

К работе на зарядных установках допускаются взрывники, которые прошли специальное обучение способом механизированной зарядки и правилам эксплуатации зарядных установок, сдали экзамены и имеют специальные удостоверения.

К работе на забоечной машине допускаются лица, имеющие удостоверение на право управления автомобилем и прошедшие специальный инструктаж.

При механизированном зарядании и забойке скважин на карьерах не допускается подъезд машины к бровке уступа на расстояние больше 3 м > запрещается наезд машины на концы ДШ, выходящие из скважины, нельзя производить затормаживание машин подкладыванием под колеса каких-либо предметов.

При работе забоечных машин запрещается производить забойку скважин на машинах с неправильной системой выпуска отработанных газов, а также присутствие людей в бункере при работающем двигателе.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНЫХ СЕТЕЙ И НОВЫЕ МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ МАССОВЫХ ОТКАЗОВ НА КАРЬЕРАХ И ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКАХ

Внедрение механизированного зарядания скважин и шпуров, новых типов гранулированных, простейших и водонаполненных ВВ на карьерах и шахтах привело к необходимости разработки методов предупреждения отказов в этих условиях. Это связано с тем, что внедрение гранули-

рованных ВВ повсеместно способствовало числу отказов детонации скважинных зарядов.

Интенсивный рост добычи железной руды требует производства значительных объемов взрывных работ. Только в 1971 г. в Кривбассе было взорвано на карьерах 2293,8 тыс. м. на шахтах более 1600 тыс. м скважин.

При таких объемах взрывных работ наличие отказов, особенно при массовых взрывах, создает опасные условия

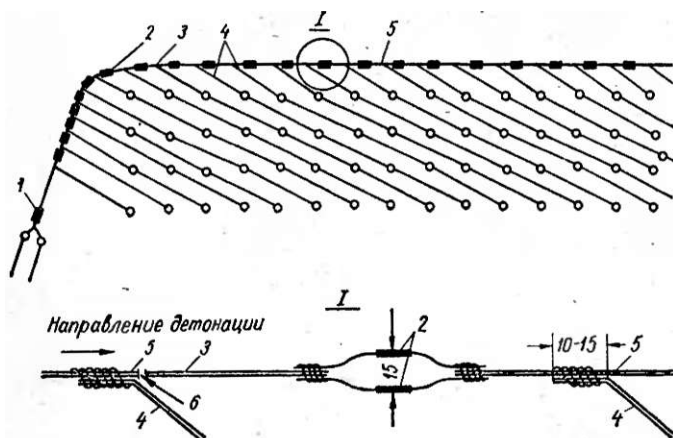


Рис. 56. Схема коммутации взрывной сети со свитыми или свободно проложенными нитями детонирующего шнура:
1 — электродетонатор; 2 — реле КЗДШ и схема его установки; 3 — взрывная магистраль из двух нитей ДШ; 4 — секции взрывной сети из двух нитей ДШ; 5 — узел подсоединения секций к магистрали; 6 — место перебоя магистрали ДШ.

труда, увеличивает аварийность при работе оборудования и стоимость добытой руды, а также является основным препятствием для внедрения передовой поточно-циклической технологии работ на горнорудных предприятиях.

Отказы и способы их предупреждения на карьерах. На карьерах встречаются как групповые, так и одиночные отказы. При групповых отказах прекращение детонации наблюдается обычно в главной магистрали, состоящей из двух нитей детонирующего шнура (рис. 56). В 1969 г. в 11 из 15 случаев групповых отказов прекращение детонации произошло сразу же после узлов подключения к магистралям секций. Причем характер отказов не изменялся от того, прокладывались ли обе нити магистрали ДШ свободно, либо свивались между собой, или от того,

устанавливались ли пиротехнические реле КЗДШ-58 на главной магистрали вплотную друг к другу или на расстоянии 15 см, как это предусмотрено по инструкции.

Перебой магистральных нитей детонирующего шнура происходит под действием ударных волн, развитие которых в месте ответвления секционных нитей от магистральных имеет ряд особенностей (канальный эффект, образование «моста» Маха). Возможно, что это также связано и с изменением скорости детонации, вызванным изменением фактических характеристик детонирующего шнура в местах изгиба.

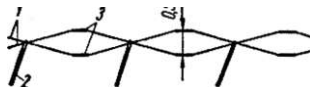


Рис. 57. Схема коммутации взрывной сети с ромбоидальной разводкой нитей ДШ:

1 — взрывная магистраль; 2 — секция взрывной сети из двух нитей ДШ; 3 — реле КЗДШ-58.

Для избежания перебоя магистральных нитей детонирующего шнура разработан новый вариант схемы взрывания ромбоидальной разводкой нитей ДШ* (рис. 57) Пиротехнические реле КЗДШ-58 подсоединяли к каждой нити

детонирующего шнура морским узлом. Нити ДШ раздвигали друг от друга не менее, чем на 0,5—0,6 м. Каждую секцию к взрывной магистрали подключали только морским узлом. При такой схеме соединения детонирующего шнура одна нить надежно дублирует другую, в то время, как при ранее применяемых схемах обе нити детонирующего шнура работали как одна система. С 1969 г. когда начала применяться схема коммутации с ромбоидальной разводкой, случаи перебоев главной магистрали ДШ на карьерах прекратились.

Вторая серьезная причина отказов на карьерах — это падающие куски породы.

На карьерах Криворожского бассейна уменьшение ширины рабочих площадок позволило при трех-четырёхрядном расположении скважин производить прокладку взрывной магистрали в непосредственной близости от нижней бровки вышележащего уступа. В таких условиях ромбоидальную разводку нитей детонирующего шнура произвести не удастся и они укладываются совместно, что создает возможность одновременного подбоя нитей взрывной сети падаю-

* Схема взрывания разработана В. С. Малюченко, Н. Н. Пуц, и П. Н. Шкутой.

щими кусками породы. В 1970 г. в трек случаях из шести отказы произошли только по этой причине.

Практика показала, что минимальное расстояние магистральных нитей ДШ от нижней бровки вышележащего уступа должно быть не менее 6—8 м, т. е. примерно равно 0,4—0,5 высоты уступа. Таким же должно быть и расстояние между последним рядом скважин и магистральными нитями ДШ. Это в случае отказа гарантирует минимальные повреждения взрывной сети, а также предотвращает засыпание реле КЗДШ породой при обратном выбросе, что создает безопасность и быстроту работ при ликвидации отказов.

Причинами групповых отказов может быть также низкое качество детонирующего шнура и пиротехнических реле КЗДШ-58. В 1969—1970 гг. имелись случаи выбраковки реле КЗДШ-58, а применявшиеся отдельные партии ДШ-А имели заниженную по сравнению с нормальным шнуром работоспособность. Избежать отказов в таких случаях можно лишь путем тщательной проверки и испытанием поступаемых партий детонирующего шнура и реле КЗДШ-58, а также дублированием реле при монтаже взрывной сети, что обеспечивает достаточную надежность передачи детонации. Анализ причин отказов на карьерах показывает, что 90—95% отказов происходит при применении в качестве ВВ тротила в чистом виде или в комбинации с зерногранулитами, гранулитами или игданитом или в скважинах с различной степенью обводненности.

Для уменьшения числа одиночных отказов были опробованы различные конструкции промежуточных детонаторов, разное их количество и расположение в скважине. Выяснилось, что 50—55% отказов приходится на промежуточный детонатор, состоящий из одной шашки Т-400 и одной нити ДШ. Большое число отказов произошло, когда в заряде устанавливали только по одному промежуточному детонатору. Увеличение числа промежуточных детонаторов и нитей ДШ до двух снизило частоту отказов в 1,5—1,7 раза. Дальнейшее увеличение числа детонаторов снижало процент отказов незначительно, однако увеличивало трудоемкость работ и материальные затраты.

Наличие скважин с большим притоком воды и, в связи с этим, необходимость обеспечения безотказного взрывания поставила перед учеными задачу изучить этот вопрос. Действительно, в практике 95% отказов зарядов произошли

в обводненных скважинах. В то же время имеются случаи, когда скважинные заряды тротила с промежуточными детонаторами из шашек Т-400 и ДШ-А безотказно взрывались и после трех-четырёхсуточного нахождения их в воде.

Анализ этих явлений и проведенные экспериментальные исследования показали, что при постепенном увеличении содержания воды в сердцевине ДШ вероятность отказов вначале резко увеличивается (уменьшается детонационная способность), однако затем быстро падает и достигает минимума при полном водозаполнении пустот между зернами тэна. Для карьеров Кривбасса, характеризующихся примерно одинаковым составом воды, время полного водозаполнения детонирующего шнура марки А находится в пределах от 24 до 48 ч.

Проведенные опыты показали, что одна нить сухого детонирующего шнура А надежно передает детонацию шашке Т-400 и другой сухой нити ДШ-А при плотном соединении их друге другом. Имеющиеся же отказы в сухих скважинах являются результатом брака детонирующего шнура, заключающегося в пропусках тэна. Характерно, что пропуски тэна в сухом детонирующем шнуре до 5 мм не влияют на увеличение числа отказов.

Пропуски тэна более 25 мм во всех случаях дают прекращение детонации. Одна нить мокрого ДШ-А не передает детонации ни шашке Т-400, ни другой мокрой нити ДШ-А как при соединении внакладку, так и морским узлом. Однако при соединении в торец передача детонации от одной мокрой нити детонирующего шнура к другой происходит надежно. В данном случае наблюдается уменьшение «бокового эффекта» детонирующего шнура. Это объясняется тем, что мокрая оплетка ДШ-А для детонационной волны, распространяющейся по сердцевине шнура, представляет значительно более мощную преграду, чем сухая оплетка. Подтверждением служат результаты дополнительных опытов, в которых все нити мокрого шнура были взорваны от одной нити мокрого шнура, у которого была снята верхняя оплетка.

Увлажненный ДШ-А (до стадии нормального водонаполнения) передает детонацию другому шнуру или шашке ТНТ хуже, чем сухой или мокрый. Это подтверждается не только полигонными опытами, но и всей производственной деятельностью карьеров Кривбасса. Так, в течение 1969

и 1970 гг. на карьерах ЮГОКа и ИнГОКа за 5—6 ч до взрыва в обводненных скважинах рудных блоков помещали третий промежуточный детонатор, поверх которого засыпали 40—80 кг тротила (первые два промежуточные детонатора ставили обычно за день до взрыва). Несмотря на незначительное время нахождения промежуточного детонатора в воде, снижение числа одиночных отказов на указанных карьерах не происходило.

Известно, что одна нить ДШ-А не передает детонации гранулированному тротилу, две нити ДШ-А передают детонацию надежно. Зная, что плотность тротиловой шашки Т-400 является довольно высокой (1,56—1,58), хотя и несколько меньше плотности гранул тротила (1,66), а также учитывая уменьшение «бокового» эффекта мокрого детонирующего шнура, можно прийти к выводу, что шашки Т-400 промежуточного детонатора в обводненных скважинах не всегда получают достаточный импульс даже от двух нитей детонирующего шнура, пропущенных через отверстие шашки дважды.

Это подтверждается многочисленным изъятием из скважин (при разборке отказов) раздробленных или же расширенных в отверстиях шашек Т-400. В обоих случаях остатков детонирующего шнура в скважинах не наблюдалось.

Следовательно, основным звеном в механизме получения отказа в обводненных скважинах является промежуточный детонатор — шашка Т-400 и детонирующий шнур, четыре нити которого последовательно пропущены через отверстие шашки. Так как мокрый шнур не передает детонации от одной нити к другой, все четыре нити детонирующего шнура, находящиеся в отверстии шашки, детонируют практически независимо, что при уменьшенном «боковом эффекте» и приводит к отказам.

Для уменьшения отказов необходимо, чтобы все четыре нити в шашке работали совместно, создавая мощный импульс. Подтверждением этому служат полигонные и промышленные опыты, при которых в отверстия между шашкой и детонирующим шнуром дополнительно засыпали порошок тэна (7—15 г). Приготовленные таким образом промежуточные детонаторы не дали ни одного отказа после нахождения их в обводненных скважинах от 12 ч до 3 суток.

На Первомайском карьере СевГОКа взорвано более 2 тысяч скважинных зарядов с промежуточным детонатором

такой конструкции, при этом не зафиксировано ни одного отказа.

Методы предупреждения массовых отказов и повышение надежности электровзрывных сетей на подземных рудниках. При подземной разработке железных руд различными системами широкое распространение получило многорядное короткозамедленное взрывание скважинных и сосредоточенных зарядов ВВ. При этом количество взрыва-емых в один прием зарядов ВВ достигает 800—1000 шт. От того, какая схема монтажа и насколько качественно она выполнена, в значительной степени зависят технико-экономические показатели отработки панели или блока в целом.

Отказы зарядов при массовой отбойке приводят к резкому ухудшению дробления отбиваемого массива и иногда являются причиной несчастных случаев. В Кривбассе, например, отказавшие заряды даже 3—5-летней давности являлись источниками травматизма.

На подземных рудниках применялись несколько схем соединения электродетонаторов при коммутации электровзрывных сетей. Наиболее распространенные из них: 1) параллельно-пучковая; 2) параллельно-ступенчатая; 3) парно-параллельная; 4) последовательно-параллельная. * Схемы 1, 2, 3 нашли применение, главным образом, при взрывании сосредоточенных зарядов. Схема 4 применяется при производстве многорядного взрывания.

Достоинства и недостатки этих схем общеизвестны [123]. Однако следует отметить, что если при взрывании сосредоточенных зарядов из указанных схем самой надежной является парно-последовательная, то при многорядном короткозамедленном взрывании скважинных зарядов эта схема (а она чаще всех применяется на практике) обладает большими недостатками.

Основным из них является невозможность обнаружить неисправный или неподключенный электродетонатор в паре. Наблюдения показали, что на каждые 100 заряжаемых скважин приходится до двух обрывов проводов. При включении тока в сеть с неисправным или оборванным электродетонатором, через электродетонатор, парный неисправному, протекает ток в два раза больше расчетного. Вследствие этого он взрывается и разрывает цепь раньше, чем успеют воспламениться остальные. Это приводит к массовым отказам, что неоднократно наблюдалось при производстве массовых взрывов на ряде рудников.

Для предупреждения возможности отказов разработан, проверен на практике и рекомендован горнорудным предприятиям комплекс мероприятий по монтажу взрывных сетей, выполнение которых обеспечивает безотказность взрывания зарядов с минимальным разбросом времени взрывания зарядов от запроектированных номиналов. Эти мероприятия предусматривают применение электродетонаторов короткозамедленного действия, последовательно-параллельное соединение электродетонаторов из расчета протекания по каждому из них силы тока не менее 3,5 я, применение заблаговременно изготовленных гирлянд и включение взрывной сети к шахтному силовому трансформатору через приборы, подающие ток во взрывную сеть с некоторой задержкой после подачи напряжения на силовой трансформатор (обеспечивающие подачу полного расчетного напряжения во взрывную сеть).

— При многорядном короткозамедленном взрывании применяются двойные последовательные электровзрывные сети. Из-за ограниченного напряжения шахтной электросети (380 в) и большого количества скважин все электродетонаторы соединить в последовательную схему нельзя, поэтому применяют последовательно-параллельное соединение с дублированием последовательных ветвей.

В каждую ветвь входит от 20 до 30 последовательно соединенных электродетонаторов. Все ветви, основные и дублирующие, соединяются параллельно в электровзрывную сеть. Для снижения затрат времени на монтаж сети в забое разработали метод заблаговременного монтажа электродетонаторов в гирлянды [26]. Этот метод нашел широкое применение на ряде горнодобывающих предприятий УССР.

Изготовление гирлянд может осуществляться как вручную, так и с помощью специального механического устройства * (рис. 58).

Принцип работы устройства следующий. Основной и дублирующий провода с вертушки *Г* через блок *Б* наматываются на барабан *А* на длину 5—10 м, равную длине незаряженной части скважины. Затем от середины длины отрезка *АГ* провода крепят за палец барабана *В*, и сматывают одновременно с вертушки *Г* и барабана *А*. Полученные

* Предложение работников рудника им. Дзержинского В. И. Бутенко, А. В. Николенко и др.

бухты провода для заряжания скважин связывают лентой, переносят на колышки барабана *A* и последовательно соединяют между собой в ветви. Такое устройство позволяет сократить время на изготовление гирлянд в 3—4 раза.

Общее время на монтаж электровзрывной сети с применением гирлянд составляет 1,5—2 ч. Примером может служить монтаж электровзрывной сети на шахте «Саксагань» рудника им. Дзержинского в блоке 199—203 гор. 340 м (рис. 59). При одновременном взрыве 655 скважин было

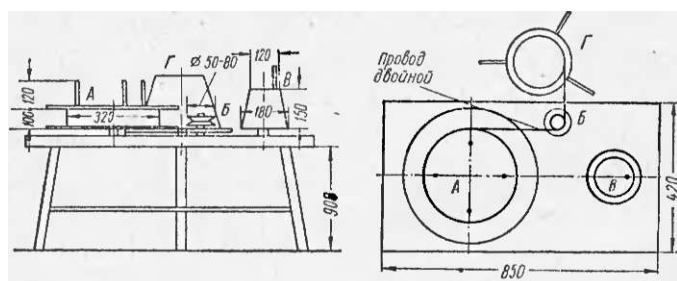


Рис. 58. Устройство для механизированного изготовления гирлянд.

изготовлено и применено 22 гирлянды. Монтаж сети бригадой из 6 чел. (из них 2 чел. надзора) был выполнен за 90 мин.

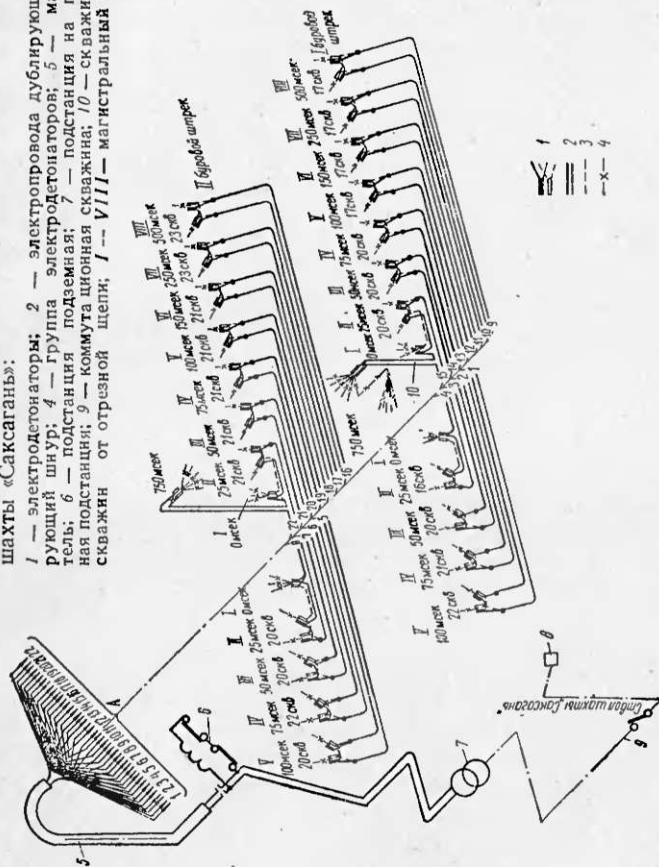
Для безотказного взрывания электродетонаторов, кроме правильно составленной и смонтированной электровзрывной сети, необходимо, чтобы в сеть в момент ее включения было подано полное напряжение, соответствующее расчетному. При массовых взрывах включение тока осуществляется в зависимости от количества одновременно взрываемого ВЕ с находящейся в шахте участков подстанции или с поверхности.

В первом случае во взрывную сеть подается полное напряжение от силового трансформатора подстанции. Если количество взрываемого ВВ требует вывода всех людей из шахты, то взрывание осуществляется включением масляного выключателя поверхностной подстанции, подающим напряжение 6000 в на силовой трансформатор штрековой подстанции.

Известно, что электродетонаторы имеют различные импульсы воспламенения (от 0,6 до 2,5 а · мсек), а следова-

Рис. 59. Схема коммутации взрывной сети в блоке 199—203 гор. 340 м шахты «Саксагань»:

1 — электропровода дублирующей сети; 2 — детонирующий шнур; 3 — группа электродетонаторов; 4 — магистральный пускатель; 5 — подстанция подземная; 6 — подстанция на поверхности; 7 — коммутационная скажнина; 8 — главный щит; 9 — коммутационная скажнина; 10 — скважина; А — номера рядов скважин от отрезной шпелы; I — VIII — магистральные кабели.



тельно, и различное время срабатывания колеблющееся от 2 до 8 мсек.

Разброс этих характеристик увеличивается, если сила тока для взрывания электродетонаторов меньше гарантийной. Очень важным параметром электродетонаторов является время, в течение которого проходит ток по цепи до разрыва мостика какого-либо электродетонатора. Это время составляет от 1,2 до 3,5 мсек.

При взрывании зарядов с поверхностной подстанции для того, чтобы линейное напряжение между фазами вто-

ричной обмотки силового трансформатора штрековой подстанции составляло в момент включения 380 в, необходима одновременная подача тока на все три фазы первичной обмотки силового трансформатора. Это возможно в том случае, если контакты всех трех фаз масляного выключателя включить одновременно. Однако на практике происходит запаздывание включения одной из фаз на какую-то долю

Таблица 13
Замеры линейных напряжений

Линейное напряже- ние	Напряжение, в, при отключении фазы		
	А	в	С
" а в	280	230	440
" в с	440	210	280
" с а	170	430	180

секунды, что вызывает несимметрию напряжений на вторичной обмотке силового трансформатора.

Электровзрывная сеть может оказаться подключенной к тем фазам, линейное напряжение между которыми значительно ниже номинального. В этом случае чувствительные электродетонаторы могут разорвать цепь до момента подключения третьей фазы силового трансформатора, что вызовет массовые отказы зарядов.

Произведенные замеры линейных напряжений на зажимах вторичной обмотки силового трансформатора непосредственно в подземной подстанции при отключении одной из фаз первичной обмотки позволили получить значения фактических напряжений на линиях. Замеры производили на холостом ходу трансформатора. Результаты замеров приведены в табл. 13. Номинальные линейные напряжения на обмотках трансформатора на первичной обмотке составляли 6300 в, на вторичной — 440 в. Обмотки трансформатора были соединены по схеме звезда — звезда.

Аналогичные результаты можно получить путем графиче-

ческого построения векторной диаграммы напряжений на зажимах трансформатора при отключении одной из фаз первичной обмотки [3].

Для того, чтобы в электровзрывную сеть поступало полное напряжение, ее необходимо подключать к вторичной обмотке силового трансформатора с некоторой задержкой, пока к первичной обмотке не будут подключены все три фазы. Задержка может быть осуществлена с помощью магнитного пускателя с замкнутой пусковой кнопкой и будет определяться временем срабатывания якоря электромагнита пускателя. При четком включении масляного выключателя такая задержка вполне достаточна.

Рационализаторы рудника им. Дзержинского (т. Шуть И. А. и др.) предложили вводить в электровзрывную сеть еще один прибор — выпрямитель на кремниевых вентилях. Цель прибора — подача во взрывную сеть постоянного тока и увеличение количества последовательно соединенных электродетонаторов в связи с возможностью уменьшения гарантийной силы тока до 1,3 о на каждый электродетонатор. Это дает экономию взрывного провода и несколько упрощает монтаж взрывной сети.

Анализ причин отказов, имевших место, несмотря на выполнение всех мероприятий, перечисленных выше, показывает, что источником их является нарушение изоляции электровзрывной сети.

Если в сухих забоях взрывание сети с выпрямителем обеспечивает безотказность взрывания даже при наличии нарушений изоляции, то в обводненных скважинах нарушение изоляции приводит к отказам.

В практике чаще всего встречаются обводненные' массивы, в которых очень трудно обеспечить высокое сопротивление изоляции проводов взрывной сети. Изоляция проводов нарушается в процессе ввода патронов — боевиков в скважины, особенно при отбойке на горизонтальную или наклонную подсечку, при которой боевики посылаются на глубину до 12 м.

Как показывают замеры, сопротивление изоляции в обводненных скважинах при наличии изолированных отрезков проводов падает до 150—300 ом. Это можно объяснить тем, что через концентрированный раствор аммиачной селитры плохо изолированные провода замыкаются на землю, создавая свои короткозамкнутые сети, выборочно взрывая серии или отдельные скважины в последовательных

ветвях, вызывая отказы скважинных зарядов и прострелы. Такие случаи имели место в ряде блоков на рудниках Кривбасса.

Как показали исследования, устранить отказы при взрывании в обводненных и влажных блоках можно путем повышения величины гарантийного тока до 3—4 а на каждый электродетонатор независимо от того, постоянный или переменный ток применяется для взрывания.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОМ ЗАРЯЖАНИИ *

Движение ВВ по зарядному трубопроводу может быть уподоблено движению среды по закрытому каналу. Такое движение непрерывного потока жидкости, газа и других сред с аналогичными механическими характеристиками по закрытому каналу описано уравнением Бернулли [10, 321].

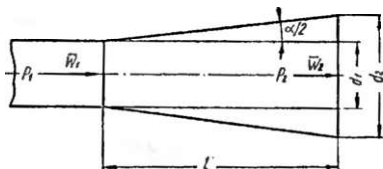


Рис. 60. Расчетная схема диффузора.

Зависимость между основными параметрами потока может быть определена из выражения

$$P_1 + P_{\text{тр}} + \frac{\rho}{2} W_1^2 = P_2 + \frac{\rho}{2} W_2^2 \quad (36)$$

где P_1 , P_2 — статические напоры в рассматриваемых точках 1 и 2; W_1 , W_2 — средние по сечению значения скоростей потока в рассматриваемых точках; ρ — плотность потока. Расчетная схема приведена на рис. 60.

В реальных условиях поток всегда теряет часть напора на преодоление сопротивлений транспортного канала (трубопровода). Поэтому выражение (36) приобретает вид

$$P_1 + \frac{\rho}{2} W_1^2 + \Delta P_{\text{пот}} = P_2 + \frac{\rho}{2} W_2^2 \quad (37)$$

где $\Delta P_{\text{пот}}$ — величина потерь давления.

* В разработке и описании методов и средств пылеподавления принимал участие ниж. В. З. Семешин.

В случае движения потока по каналу переменного сечения (диффузору) величину потерь давления $\Delta P_{\text{пот}}$ можно представить как часть динамического давления в трубе меньшего диаметра:

$$\Delta P_{\text{пот}} = \dots \quad (38)$$

где E —коэффициент местного сопротивления, определяемый параметрами диффузора или как часть кинетической энергии движения, расходуемой на преодоление потерь при внезапном расширении канала; в этом случае

$$\Delta P_{\text{пот}} = \Phi P_{\text{дин}} \quad (39)$$

Коэффициент полноты удара ϕ имеет минимальное значение при угле раскрытия диффузора α , равном $6-8^\circ$, так как в этом случае еще не происходит отрыв потока от стенок канала, наблюдаемый при угле раскрытия диффузора большем 8° , а уменьшение этого угла ниже 6° вызывает увеличение потерь на трение; при $\alpha = 6-8^\circ$ $\phi = 0,16$ [110, 5, 221].

При пневмозаряджании поток сжатого воздуха, имея в своем составе частицы ВВ, вылетает из зарядной трубки (трубопровода) и достигает груди забоя. Частицы ВВ, соударяясь, уплотняются и образуют заряды.

Частицы воздуха вместе с тонкодисперсными фракциями перемещенного потока выталкиваются из шпура. Для того чтобы оптимизировать условия образования заряда в шпуре, необходимо отделить несущий поток (сжатый воздух) от азрированных в нем твердых частиц (гранул ВВ). При этом потоку твердых частиц необходимо сохранить приобретенный запас кинетической энергии, чтобы создавать заряд высокой плотности, а у несущего потока (сжатого воздуха)—погасить скорость движения.

В идеальных условиях эта задача частично решается помещением диффузора на границе раздела транспортной магистрали с заряжаемой полостью. Вторые члены левой и правой частей уравнений (36) и (37) представляют собой аналитическое выражение кинетической энергии потока в точках 1 и 2.

Если разместить диффузор таким образом, чтобы его начало (вход) совпадало с точкой 1, а конец (выход) — с точкой 2, то задача гашения скорости воздушного потока

будет заключаться в преобразовании кинетической энергии в потенциальный напор.

Полный переход кинетической энергии в потенциальный напор означает, что

$$P - \frac{1}{2} \rho v^2 = 0 \quad (40)$$

это возможно при условии $W = 0$.

Следовательно, в этом случае создаются оптимальные условия формирования заряда в шпуре или скважине, так как несущий поток (сжатый воздух), подчиняясь законам движения по диффузору, теряет свою скорость, а твердые частицы (гранулы ВВ), обладая массой на 19—20 порядков выше, по сравнению с массой молекулы воздуха, не подвергаются воздействию диффузора и продолжают двигаться без снижения скорости. Таким образом, на выходе из диффузора происходит своеобразное разделение потока: частицы воздуха «притормаживаются», а гранулы ВВ с высокой скоростью достигают груди забоя.

Совместное решение уравнений (37) и (39) относительно P_2 при условии $\phi = 0,16$ и $\theta = 0$ дает

$$P_2 = \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h \quad (41)$$

Это означает, что теоретически возможно 84% кинетической энергии потока преобразовать в его статический напор. Очевидно, что достижение таких условий возможно при бесконечно больших значениях относительного расширения потока n_v т. е.

$$\text{при } n = \frac{F_2}{F_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2} \rightarrow \infty, \quad (42)$$

где F_1 , F_2 — площади сечения потока на входе в диффузор и выходе из него; d_1 , d_2 — диаметры, соответствующие площадям сечений потока; l — длина диффузора.

Относительная длина диффузора J может быть определена из выражения (42). Наиболее активное преобразование энергии в диффузоре происходит при значении $n \sim 4$ [5, 101. Поэтому, учитывая, что $\alpha = 7^\circ$, длина диффузора должна составлять $l \sim 8d_v$. Применение диффузора

такой длины не всегда возможно, особенно при зарядании малых объемов (шпуров диаметром 40—42 мм). Уменьшение, по сравнению с расчетной, длины диффузора достигается применением направляющих лопаток, рассечек, выполняющих роль завихрителей потока, которые придают потоку турбулентный характер.

Анализ процессов, происходящих в диффузоре, свидетельствует о том, что переход избыточного динамического давления в статический напор происходит более полно при турбулентном движении [10, 321.

При зарядании шпуров или скважин малых диаметров главная трудность преобразования энергии потока ВВ, азрированного в движущемся с высокой скоростью сжатом воздухе, заключается в невозможности применения диффузоров с параметрами, близкими к расчетным.

В качестве диффузора-преобразователя рекомендуется конструкция насадки, приведенная на рис. 61. Корпус диффузора с входным диаметром, равным диаметру зарядной трубки, соединяется с резьбовой муфтой, а в качестве завихрителей потока применены капроновые нити диаметром 0,5—1,0 мм, прикрепленные к внутренней поверхности диффузора, длина которого определяется сечением зарядных труб и диаметром заряжаемых шпуров. Однако полностью исключить пылеобразование только за счет применения диффузорных насадок практически не представляется возможным из-за необходимости поддерживать строго регламентированный режим зарядания с точным соблюдением ряда параметров, что в производственных условиях трудно осуществимо.

Полностью исключить пылеобразование можно при использовании диффузоров в сочетании с введением в поток ВВ смачивающих добавок. Введение жидких добавок в двухфазовый поток сжатого воздуха и твердых частиц изменяет физико-механические свойства этого потока. Основное влияние от включения жидкости заключается в коагуляции фракций, содержащихся в потоке, за счет увеличения сил их сцепления.

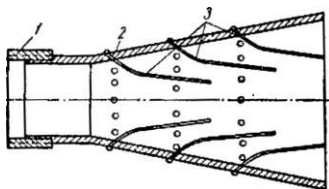


Рис. 61. Диффузорная насадка:
1 — соединительная муфта; 2 — корпус диффузора; 3 — нити завихрителя.

Эффект коагуляции на основе гидродинамической теории зависит, главным образом, от количественного соотношения между суммарным объемом твердых частиц, подвергающихся коагулированию (пылинок) и объемом жидкого аэрозоля, находящегося в рассматриваемом пространстве, а также от времени их взаимодействия, так как силы притяжения, как известно (по Бернулли), обратно пропорциональны четвертой степени расстояния между частицами и прямо пропорциональны их массам. При слабых концентрациях смачивающей жидкости, когда расстояние между частицами жидкого и твердого аэрозоля по сравнению с их массами можно уподобить бесконечности, силы притяжения частиц, а следовательно, и их способность к коагуляции близки к нулю.

Влияние времени взаимодействия частиц жидкого и твердого аэрозоля на эффект коагуляции последнего начинает сказываться также только при значительных концентрациях жидкости в потоке твердых частиц.

Концентрация жидкости (воды) в составе ВВ определяется специфическими свойствами ВВ. Для современных промышленных гранулированных ВВ оптимально допустимым является включение в их состав до 6—8% воды.

Вероятность коагуляции твердых частиц может быть определена решением дифференциального уравнения вида [39]

$$= \quad (43).$$

где p —концентрация частиц; t —вероятность события; k_0 — константа коагуляции, пропорциональная вероятности столкновения частиц.

Исходное положение теории коагуляции гласит, что частицы слипаются при каждом соприкосновении (столкновении). При определенных условиях решение уравнения (43) может быть представлено как

где n_0 — суммарная концентрация аэрозольных частиц — твердых и жидких, определяется по формуле

$$n = n_0 + n_0,$$

где n_0 — концентрация частиц после коагуляции; n_0 — начальная концентрация.

При наиболее приемлемом режиме пневмотранспорта сыпучих материалов по трубам расход сжатого воздуха составляет около 50 м^3 на 1 м^3 перемещаемого материала U). Следовательно, концентрация $n_0 = 0,02$, а $n_0 = (0,06 - 0,8) \text{ по}$. При $n_0 = 0,06$ по $n_0 = 0,0212$.

Концентрацию частиц после коагуляции можно принять равной исходной концентрации твердых частиц в перемещаемом потоке, так как жидкий аэрозоль израсходован на их смачивание, т. е. $n = n_0 = 0,2$.

При этих условиях вероятность коагуляции равна:

$$* = \tau = 0,30 \% \quad (45)$$

Величина как функция вероятности столкновения частиц, определится (при известных концентрациях их) условиями, при которых происходит столкновение. К этим условиям относят время взаимодействия частиц, особенности транспортного канала (трубопровода) и другие характеристики истечения потока [2, 14].

Таким образом, вероятность коагуляции возрастает с увеличением времени взаимодействия твердых частиц и водного аэрозоля (которое, в свою очередь, зависит от длины транспортных и зарядных труб), усложнением конфигурации пневмотранспортных магистралей и увеличением степени турбулентности истечения.

Приведенные выше теоретические предпосылки позволяют сделать следующие практические выводы.

1. Для обеспечения 100/6 вероятности коагуляции, что означает полное подавление пыления ВВ при пневмозарядании, необходимо или увеличить концентрацию водного аэрозоля, или значительно расширить интервал времени взаимодействия аэрозолей.

2. Добиваться поставленной цели только за счет изменения одного из двух факторов, указанных в п. 1, весьма затруднительно, так как возможности этого изменения ограничены предельно допустимым содержанием воды в составе ВВ, специфическими свойствами аммиачно-селитренных ВВ растворяться с большой интенсивностью в воде, конструктивными особенностями и техническими возможностями заряжающих устройств.

Максимальный эффект пылеподавления достигается одновременным увеличением концентрации водного аэрозоля (до предельно допустимых величин) и повышением степени

турбулентности истечения за счет применения специальных насадок. Конструкция диффузорных насадок описана выше.

Специальное устройство для подачи воды в перемещаемый поток ВВ, предназначенное для работы с эжекторными пневмозарядчиками, состоит (рис. 62) из емкости 2, соединительного шланга 1, Пускового клапана 4 и трубки 3 диаметром 2,5—3,0 мм, вводимой в эжекторное сопло

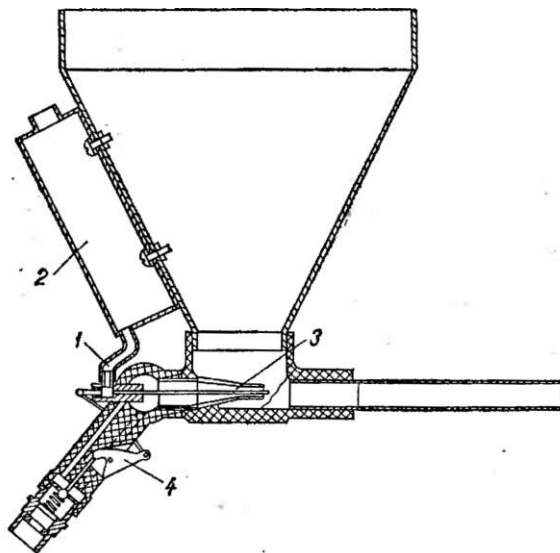


Рис. 62. Устройство для подачи жидкости в эжекторный зарядчик.

зарядчика. При движении воздуха в сопле происходит эжектирование твердых частиц ВВ, просыпающихся из бункера и жидкости, поступающей по внутренней трубке. Капли воды диспергируются и вместе с аэрированными частицами ВВ продолжают двигаться по зарядной трубке, смачивая их. Количество жидкости, поступающей в эжектор, можно регулировать различными способами: изменением диаметра внутренней трубки; изменением расстояния, на которое выдвигается внутренняя трубка из сопла эжектора, так как установлено, что максимальный расход жидкости соответствует такому положению, когда концы сопла и внутренней трубки находятся в одной плоскости; непосредственно клапанно-пусковым приспособлением. -

В процессе наблюдения за работой эжекторных пневмозарядчиков типа «Курама», оборудованных устройством для обеспыливания процесса, установлено, что при давлении сжатого воздуха 4—5 *ати* и диаметре внутренней трубки 1,5—2,0 мм количество жидкости, поступающей в эжектор, регулируется в пределах 3—6% от количества перемещаемого ВВ. Регулирование количества поступающей жидкости осуществляется только изменением расстояния, на которое выдвигается из сопла внутренняя трубка.

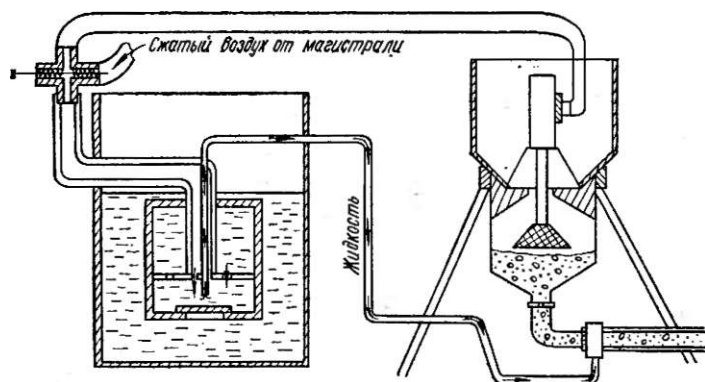


Рис. 63. Устройство для подачи жидкости в зарядчики прерывного действия (порционные).

Такая схема ввода жидких добавок в поток ВВ позволяет, наряду с простотой и надежностью ее осуществления, не только регулировать количество вводимой добавки в требуемых пределах, создать оптимальные условия коагуляции тонких фракций за счет мелкого дробления водяных капель и больших относительных скоростей движения твердых и жидких аэрозолей, но также готовить качественно новые взрывчатые смеси типа игданитов непосредственно в процессе зарядания, если жидкой добавкой служат горючие компоненты (дизельное топливо, минеральное масло).

Емкость для жидких добавок может размещаться непосредственно на бункере зарядчика или может быть выполнена в виде отдельного сосуда, размещенного в забое около зарядчика. Выбор того или иного способа размещения емкости для жидких добавок в производственных условиях определяется технологическими соображениями,

Устройство для подачи воды в зарядчики прерывного действия (порционные) представляет собой сосуд с жидкостью, устанавливаемый совместно с зарядчиком (рис. 63). В сосуд помещена меньшая емкость, объем которой составляет одну дозу. Она наполняется водой при отсутствии давления в системе и соединена шлангами с пусковым клапаном зарядчика и с зарядным трубопроводом. При нажатии пускового клапана сжатый воздух идет в цилиндр пневмозарядчика и поступает в меньший сосуд, наполненный водой.

Одновременно с посылкой порции ВВ происходит выталкивание определенной дозы воды, которая по подводящему шлангу поступает в зарядный шланг, где и происходит смачивание потока ВВ. Количество воды (или другой смачивающей жидкости), подаваемой в перемещаемый поток ВВ, регулируется объемом внутреннего сосуда (дозы).

Учитывая, что подача воды производится порционно, процесс смачивания воды очень кратковременен, объем дозы жидкости увеличивают по сравнению с расчетной.

Замеры состава заряда ВВ, для размещения в скважинах которого использовали порционные зарядчики с устройством для подачи жидкости, показали, что содержание воды не превышало 6—7%.

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ПНЕВМОЗАРЯЖАНИИ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЗАРЯДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

К числу новых явлений, имеющих место при пневмозаряжении шпуров и скважин, относится возможность накопления на оборудовании зарядов статического электричества. Величина этих зарядов зависит от: скорости движения двухфазного потока по зарядным трубопроводам, размеров гранул ВВ, температуры, относительной влажности, длины магистрали зарядного и транспортного трубопроводов, электропроводности пород, электрического сопротивления зарядного и транспортного трубопроводов и др. Накопление в транспортной магистрали статического электричества может привести в определенных ситуациях к взрыву электродетонатора и заряда ВВ.

Электризация элементов пневмозаряжающей установки зависит от концентрации транспортного потока и возрас-

тает с ее увеличением. Кроме того, электризация возрастает с повышением давления сжатого воздуха.

Большое влияние на возможность утечки зарядов статического электричества с гранул ВВ, находящихся в шпуре или скважине, оказывает электрическое сопротивление взрывчатых веществ и горных пород. Горные породы имеют электрическое сопротивление в пределах 10^4 — 10^9 $\text{ом} \cdot \text{см}$. Это сопротивление в значительной степени зависит от относительной влажности воздуха забоя, в котором производятся взрывные работы.

При взрывах в забоях с малой относительной влажностью рудничного воздуха электрическое сопротивление пород повышается, что способствует накоплению зарядов статического электричества в зарядах ВВ.

Источниками накопления зарядов статического электричества могут явиться: прорезиненные шланги, забоечный мокрый песок и рассыпное ВВ, находящееся в трубах из полимерных материалов с электрическим сопротивлением свыше 10^6 $\text{ом} \cdot \text{см}$, скопления частиц рассыпного ВВ или забоечного материала, возникшие в результате выноса их из шпура или скважины при пневмозарядании.

Образовавшийся заряд статического электричества может привести к взрыву аэрозолей взрывчатого вещества, электродетонаторов, детонирующего шнура [17].

Величина электрической энергии, необходимой для воспламенения мостика электродетонатора, определяется по формуле

$$W = \quad (46)$$

где C — емкость наэлектризованного элемента, ϕ — напряжение электростатического заряда, ϵ .

В результате исследования возможностей срабатывания электродетонаторов от наэлектризованных элементов пневмопривода было установлено, что серийно выпускаемые электродетонаторы от разрядов статического электричества не защищены и введение их в шпуры или скважины до зарядания рассыпными ВВ представляет опасность преждевременного взрыва [16].

Энергия искрового заряда статического электричества, возникающая на элементах зарядных трубопроводов, недостаточна для инициирования детонирующего шнура [17].

Из многих способов, разработанных в целях борьбы со статическим электричеством, наибольшее распространение

получили способы, основой которых является отведение зарядов от аппаратуры.

Наиболее надежной защитой установок при пневмотранспорте и пневмозаряжении является выполнение всех конструкций этих установок из электропроводящих материалов. Между всеми деталями механизмов и транспортных магистралей должен быть обеспечен надежный электрический контакт, зарядное оборудование должно иметь заземляющие устройства.

Наиболее длительный контакт с движущимся потоком ВВ имеют зарядные и транспортные трубы. Поэтому основным мероприятием по борьбе с накоплением статического электричества при пневмозаряжении является изготовление транспортных и зарядных труб (шланг) из полупроводящих материалов, т. е. материалов, обладающих недостаточно высоким электрическим сопротивлением для значительных блуждающих токов и, в тоже время, проводимостью для «стекания» зарядов статического электричества, образующихся при движении ВВ в системе.

Кроме того, система зарядчик — пневмотранспортная магистраль должна обеспечить плавность течения потока ВВ по всей длине, так как неравномерность режима (скачки скоростей и давлений) способствует увеличению статического потенциала.

Безопасность заряжения, с точки зрения локализации электростатических и электромагнитных эффектов, обеспечивается применением полупроводящих полимерных труб (из полихлорвинила и полиэтилена с сажой) с удельным объемным электрическим сопротивлением $10^4—10^5 \text{ ом} \cdot \text{см}$, надежным заземлением зарядного агрегата во время его работы и орошения забоя перед началом заряжения.

В большинстве случаев полупроводящие пластмассовые трубы, используемые в качестве транспортных и зарядных магистралей, в соответствии с техническими условиями их производства не проверяются на заводах-изготовителях на электропроводимость, а различие сред, в которых размещаются транспортные и зарядные шланги, и режимов работы этих магистралей не исключает возможности измерения электрических параметров. Поэтому, по соображениям безопасности заряжения, необходимо систематически производить оперативную проверку удельного объемного электрического сопротивления как вновь получаемых шлангов, так и находящихся в эксплуатации.

Схема установки экспресс-анализа электрических свойств зарядных шлангов приведена на рис. 64. Две металлические клеммы (медь, латунь с хорошо отполированной поверхностью) размером 1 см^2 каждая накладываются на испытываемый зарядный шланг таким образом, чтобы стенки шланга были зажаты между этими клеммами.

Поскольку площадь контакта равна 1 см^2 , то электроизмерительный прибор (омметр, мегометр) будет показывать удельное объемное электрическое сопротивление испытуемого материала. Необходимо только внести поправку на толщину стенки. Из формулы

$$y' = Y4' \quad (4)$$

где y' — показания прибора, $\text{ом} \cdot \text{см}$; Y — удельное сопротивление, $\text{ом}/\text{см}$; 4 — толщина стенки, см ; F — площадь контакта, см^2 , определяется по формуле

$$Y = \dot{Y} \frac{F}{x} -$$

Поскольку площадь контакта равна 1 см^2 , то $y = Y$.

При обычно применяемых зарядных трубопроводах с толщиной стенок 0,35 и 0,54 см удельное объемное электрическое сопротивление

$$Y_{0.35} = \frac{2,86}{\text{ом} \cdot \text{см}}, \quad Y_{0.54} = \frac{1,85}{\text{ом} \cdot \text{см}}.$$

В качестве электроизмерительного прибора можно применять типовые омметры и мегометры с достаточно широким диапазоном измерения — от нескольких омов до мегомов. Для обеспечения надежного контакта клемм с материалом трубопроводов может быть использован зажим типа струбцины. Длина соединительных проводов выбирается такой, чтобы удобно было производить замеры.

Прочностные характеристики полупроводящих полимерных шлангов с течением времени и по мере их эксплуатации не остаются постоянными. Долговечность шлангов за-

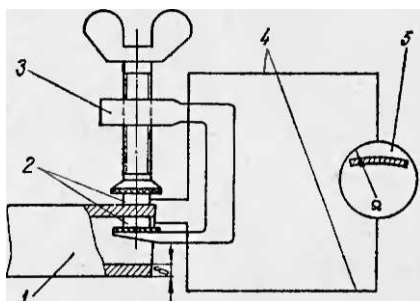


Рис. 64. Схема устройства для экспресс-анализа удельного сопротивления зарядных труб

1 — труба; 2 — клеммы; 3 — прижимное устройство; 4 — соединительные провода; 5 — электроизмерительный прибор.

зависит от ухода за ними. Особенно пагубно на прочность и долговечность зарядных шлангов влияют частые перегибы и скручивание с небольшим радиусом закругления, а также наличие в них остатков аммиачно-селитренных веществ и дизельного топлива после окончания работ по заряданию скважин.

АППАРАТУРА СВЯЗИ

В качестве элементов связи при производстве взрывных работ применяют телефоны, шлемофоны (ларингофоны) и селекторы (громкоговорящую аппаратуру). Особое значение приобретает связь при зарядании скважин в подземных условиях, так как в этих случаях зарядная машина устанавливается на откаточной выработке, а зарядание скважин производится на подэтажной выработке. Управление производится с пульта управления зарядной машины, а команды для работы этой машины подаются с подэтажной выработки.

В таких условиях телефонная связь наиболее простая, но недостаточно оперативная. Применение шлемофонов увеличивает оперативность связи, но создает дополнительные неудобства для работающих, так как затрудняется их реакция на внешние сигналы. Селекторная связь удобна в обращении, позволяет более гибко и оперативно управлять процессом зарядания на всех этапах работы.

Для обеспечения связи при механизированном зарядании разработано устройство ПУШ-2 и установка ГИС-1.

ПУШ-2 (переговорное устройство шахтное) предназначено для обеспечения громкоговорящей связи при проведении работ по пневматическому заряданию шпуров, скважин и минных камер рассыпными ВВ на шахтах, не опасных по газу и пыли. Представляет собой усилитель низкой частоты на транзисторах. Конструктивно оформлен в виде двух отдельных блоков, которые соединяются между собой двухпроводной линией.

В корпусе одного блока размещены аккумуляторы, усилитель низкой частоты, схема коммутации и громкоговоритель. На лицевой панели расположены ряд зажимов и регуляторов. В корпусе второго блока размещены громкоговоритель, зажимы для подключения линии. Оба блока снабжены проушинами для переносного ремня.

Устройство ПУШ-2 обеспечивает связь между абонентами, находящимися один от другого на расстоянии до 300 м. Габаритные размеры одного блока 143 X 150 X 176 мм, второго блока — 160 X 74 X 120 мм. Вес комплекта — 6 кг, выходная мощность 3—4 Вт.

На руднике «Заполярный» Норильского горнометаллургического комбината для связи между машинистом — оператором зарядной машины и взрывником используют переговорное устройство на базе абонентского усилителя от искробезопасной громкоговорящей системы связи ГИС-1.

Контроль за заряданием скважин осуществляют два человека. Получив команду от взрывника, машинист-оператор подает сжатый воздух в зарядный трубопровод и открывает вентиль для включения пневмодвигателя и барабана питателя.

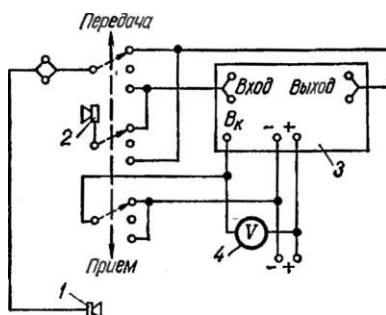


Рис. 65. Принципиальная схема переговорного устройства.

Переговорная установка позволяет осуществлять постоянный контроль за ходом зарядания скважин, что полностью исключает возможность пересыпания ВВ в скважинах.

Переговорное устройство состоит из абонентского усилителя 3 (рис. 65), громкоговорителя / типа ГР-1 мощностью 10 Вт, динамика 2 типа 1-ГД-18 мощностью 1 Вт. Контроль за напряжением аккумуляторной батареи 6-КНГД-10 осуществляется вольтметром 4.

Громкоговорящая низкочастотная симплексная приемопередающая аппаратура работает в диапазоне 250—4000 Гц. Связь между абонентами осуществляется по двухпроводной линии из провода ВМВ. Дальность связи — 500 м, мощность усилителя — до 4,5 Вт.

Устройство работает следующим образом.

Машинист-оператор зарядной машины для подключения громкоговорителя на вход усилителя, а линии — на выход переводит ключ в положение «Передача». Звуковые сигналы, принятые громкоговорителем переговорного устройства, подаются на усилитель и по линии связи поступают

на громкоговоритель, установленный в месте заряжания. Для получения ответа машинист-оператор переводит ключ в положение «Прием», тем самым включается линия связи взрывника с громкоговорителем на вход усилителя и на выход громкоговорителя у зарядной машины [6].

Отличительной особенностью этого устройства является использование одного и того же громкоговорителя в зависимости от обстоятельств в качестве приемного и передающего элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антропов М. П. и др. Опыт механизации взрывных работ на карьерах комбината Ураласбест.— «Горный журнал», 1970, № 9.
2. Бабуха Г. Л. и др. Экспериментальное исследование взаимодействия капель жидкости «Гидромеханика». Вып. 18. Киев, «Наукова думка», 1971.
3. Баптиданов Л. Н., Тарасов В. И. Электрооборудование электрических станций и подстанций. М. — Л., Госэнергоиздат, 1953.
4. Бройер Г. Уменьшение пылеобразования и повышение производительности пневматической закладки.— «Глюкауф», № 10, 1962.
5. Бутаков С. Е. Воздухопроводы и вентиляторы. М., Машгиз, 1958.
6. Бухгольц В. П. и др. Переговорное устройство при автоматическом зарядании скважин.— «Горный журнал», 1972, № 4.
7. Воротеляк Г. А. Взаимосвязь удельного расхода ВВ на отбойку с механизмом дробления вертикальных слоев руды при подземной очистной выемке.— В сб.: «Использование взрыва в народном хозяйстве». Ч. II. Киев, «Наукова думка», 1970.
8. Гайдай Е. Г. Новые механизированные склады ВМ. М., «Недра», 1967.
9. Галкин А. М. и др. Схема ведения взрывных работ на карьере с приготовлением зерногранулитов из отдельных компонентов и механизацией зарядания.— «Горный журнал», 1971, № 1.
10. Гибсон А. Гидравлика и ее применение. Перевод с английского. М., Госэнергоиздат, 1934.
11. Головкин Т. С. и др. Комплексная механизация взрывных работ при использовании водонаполненных ВВ на карьере «Медвежий ручей». Техническая информация, серия «Промышленность нерудных и неметаллорудных материалов». Вып. II. М., ВНИИЭСМ МПСМ, 1971.
12. Гушин В. В. и др. Бурение и зарядание восстающих скважин больших диаметров.— «Цветная металлургия», 1971, № 10.
13. Демидюк Г. П., Росси Б. Д. Развитие простейших взрывчатых веществ.— В сб.: «Взрывное дело». Вып. 65/22. М., «Недра», 1968.
14. Дыбан Е. П. Истечение плоской воздушной струи в тупик.— «Инженерно-физический журнал». Т. XX, 1971, № 6.
15. Забудкин И. Л. и др. Зарядная машина «Зыряновск». Временная инструкция по устройству и эксплуатации. Алма-Ата, Казахский политехнический институт, 1970.

16. Залесский П. С. Опасность преждевременного срабатывания средств взрывания от электрических разрядов при механизированном зарядании ВВ.—«Горный журнал», 1970, № 7.

17. Залесский П. С. Электризация пневмоприводов заряжающих устройств.—«Горный журнал», 1969, № 3.

18. Зырянов И. К. и др. Исследование режимов работы транспортно-зарядной машины.— В сб.: «Горные машины». Вып. 9— Свердловск, НИПИГормаш, 1971.

19. Карпов А. П., Сергеев П. И. Механизированное зарядание скважин на открытых горных работах.— «Безопасность труда в промышленности», 1972, № 2.

20. Колибаба В. Л. и др. Комплексная механизация складских и взрывных работ при открытом способе разработки.— В сб.: «Современное состояние и перспективы развития сырьевой базы черной металлургии Урала». М., «Недра», 1970.

21. Кулаев Ю. М. Механизация зарядания шпуров гранулированными ВВ в высоких забоях.—«Горный журнал», 1972, № 11.

22. Лобаев Б. Н. Расчет воздухопроводов. Киев, Госстройиздат УССР, 1959.

23. Лурье А. И. Электрическое взрывание зарядов. Изд. 2-е. М., Госгортехиздат, 1963.

24. Мельников Н. В. и др. Регулирование объемной концентрации энергии, как средство интенсификации дробления горных пород взрывом. М., СФТП ИФЗ АН СССР, 1970.

25. Низовкин В. М. и др. Новые зарядные машины на карьерах Лениногорского полиметаллического комбината.— «Горный журнал», 1971, № 3.

26. Олейник Н. П. и др. Повышение надежности электро-взрывных сетей и новые методы их монтажа при массовых взрывах.— «Горный журнал», 1969, № 6.

27. Павловский Л. Г. и др. Сравнительные испытания пневмозарядчиков.— «Горный журнал», 1970, № 11.

28. Печеркин А. Г. и др. Зарядно-смесительный комплекс оборудования для механизации взрывных работ на карьерах. «Бюллетень ЦНИИ и ТЭМ ЧМ», 1972, № 1 (669).

29. Поздняков З. Г. Аммиачно-селитренные гранулированные ВВ заводского производства — гранулиты и зерногранулиты.— В сб.: «Взрывное дело». Вып 49/6. М., Госгортехиздат, 1962.

30. Поздняков З. Г., Глазунова Л. М. Новые виды гранулированных ВВ.— «Цветная металлургия». Вып. 5. М., ЦНИИцветметинформация, 1969.

31. Поздняков З. Г. Итоги опытно-промышленного внедрения гранулированных ВВ заводского изготовления.— алюмотола, гранулитов и зерногранулитов. Информационный выпуск В-84 Межведомственной комиссии по взрывному делу.— В сб.: «Взрывное дело». «Вып. 55/12. М., «Недра», 1964.

32. Прандтль Л. Гидроэлектромеханика. Перевод с немецкого. М., Издательство иностранной литературы, 1949.

33. Росси Б. Д., Поздняков З. Г. Промышленные взрывчатые вещества и средства взрывания. Справочник. М., «Недра», 1971.

34. Светлов Б. Я. и др. Гранулированные ВВ для зарядания обводненных скважин на открытых работах.— В сб.: «Взрывное дело». Вып. 44/1. М., Госгортехиздат, 1960.

~ 35. Сивцев Н. С. и др. Механизированное зарядание скважин

гранулированными ВВ на руднике им. 40-летия ВЛКСМ.— «Горный журнал», 1971, № 10.

36. Тихонов А. Н. О регуляризации некорректно поставленных задач.— «ДАН СССР», 153, 1, 1963.

37. Качук К. Н. и др. Рациональное планирование массовых взрывов на Криворожских карьерах.— «Горный журнал», 1971, № 6.

38. Усов О. Я. и др. Номограммы расчета оптимального состава и регулирования мощности заряда в обводненных скважинах для аммиачно-селитренных ВВ Информационный листок НИГРИ, Кривой Рог, 1970

39. Школьников Р. И. Акустическая коагуляция аэрозолей в технике пылеулавливания.— В сб.: «Борьба с силикозом». Т. 5. М., Изд-во АН СССР, 1962.

40. Шкута Э. И. и др. Механизация взрывных работ на карьерах.— «Горный журнал», 1971, № 4.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Методы и технология комплексной механизации взрывных работ на горнодобывающих предприятиях	5
Ассортимент современных промышленных ВВ	5
Схемы механизации погрузочно-разгрузочных работ на базисных складах ВМ	12
Пункты подготовки и смешения ВВ из составных компонентов	23
Механизация процессов доставки ВВ и заряжения скважин на шахтах	38
Оборудование для механизации заряжения скважин и шпуров	44
Транспортио-зарядные устройства для механизации заряжения скважин гранулированными ВВ на карьерах	44
Машины для заряжения скважин водонаполненными ВВ и взрывчатыми смесями на горячих растворах аммиачной селитры	61
Механизация процесса осушения и заряжения обводненных взрывных скважин на карьерах	70
Оборудование для забойки скважин	73
Оборудование для доставки ВВ в подземные горные выработки	77
Зарядные устройства для подземных горных работ	87
Методы повышения эффективности ведения взрывных работ	102
Взаимосвязь между удельным расходом ВВ на отбойку и дроблением массива	102
Конструкции зарядов, схемы их расположения и заряжения при механизированном заряжении шпуров и скважин на подземных рудниках	108
Методические основы разработки новых конструкций зарядов на карьерах	112
Принципы выбора ВВ для взрывания в обводненных условиях	120
Организация взрывных работ и вопросы техники безопасности при механизированном заряжении скважин и шпуров	124
Организация крупномасштабных взрывов на базе комплексной механизации трудоемких процессов	124
Общие правила безопасности при механизированном заряжении	133
Повышение надежности электровзрывных сетей и новые методы предупреждения массовых отказов на карьерах и подземных рудниках	134
Методы и средства пылеподавления при механизированном заряжении	146
Электростатические явления при пневмозаряжении и средства контроля состояния зарядных трубопроводов	154
Аппаратура связи	158
Литература	160

*Вадим Абович Салганик, канд. техн. наук,
Гарольд Андреевич Воротеляк, канд. техн. наук,
Иван Петрович Кононов, инж.,
Юрий Семенович Мец, канд. техн. наук,*

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Редактор издательства инж. *А. Е. Найдек*
Переплет художника *Г. Т. Конева*
Художественные редакторы: *Е. В. Попов, И. В. Рублева*
Технический редактор *Н. А. Бондарчук*
Корректор *В. И. Коба*

Сдано в набор 24. V. 1973 г. Подписано к печати 12. XI. 1973 г.
Формат бумаги 84X1087зг. Бумага типографская № 1. Объем:
5,125 ^{л.}шз. л.; 8,61 ^{л.}уел. л.; 9,1 ^{л.}уч.-изд. л. Зак. № 3—1577. Ти-
раж 1500 БФ 06624. Цена 71 коп.

Издательство «Техніка». 252601. Киев. 1. ГСП, Пушкинская, 28.

Отпечатано с матриц республиканского производственного
объединения «Полиграфкнига» в Нестеровской городской типо-
графии Львовского облполиграфиздата, г. Нестеров, ул. Горь-
кого, 8, зак. 7952.