

Выбор гидравлической схемы для оптимальной работы забоечной машины

Т.С. Сахапова✉, А.С. Караваяев, О.В. Сидоров, В.А. Тихонов
ООО «АЗОТТЕХ», г. Москва, Российская Федерация
✉t.morozova@azottech.ru

Резюме: Забойка скважин оказывает существенное влияние на взрывные работы. В зависимости от забоечного материала применяется разный тип оборудования, один из которых описан в настоящей статье. В статье представлена модель забоечной машины ЗМ-7-Г компании ООО «АЗОТТЕХ», предназначенной для механизированной забойки сыпучим компонентом. Забоячная машина дополняет комплекс машин для механизации взрывных работ и повышения эффективности взрыва, уменьшения зоны разлета кусков горной массы, а также улучшения экологической обстановки в районах карьеров. На основе данной модели приведен выбор оптимальной гидравлической схемы с учетом расхода гидравлической жидкости и давления предохранительных клапанов, настроенных на определенное значение. Применение гидравлической схемы с разделением потоков гидравлической жидкости обеспечивает эффективное обслуживание и экономный расход гидравлической жидкости, корректную работу КМУ с заявленной грузоподъемностью, а также безопасную работу всех исполнительных механизмов. Сделаны выводы по работе крано-манипуляторной установки с грейфером, а также представлено описание гидравлической системы выбранной схемы.

Ключевые слова: забоячная машины, забойка скважин, гидравлическое оборудование, взрывные работы, забоячный материал, крано-манипуляторная установка

Для цитирования: Сахапова Т.С., Караваяев А.С., Сидоров О.В., Тихонов В.А. Выбор гидравлической схемы для оптимальной работы забоячной машины. *Горная промышленность*. 2022;(1):59–64. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-1-59-64>

Selection of a hydraulic circuit for optimal stemming truck operation

T.S. Sakhapova✉, A.S. Karavaev, O.V. Sidorov, V.A. Tikhonov
Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, Russian Federation
✉t.morozova@azottech.ru

Abstract: Blasthole stemming has a major impact on blasting operations. Depending on the stemming material, different types of equipment are used, one of which is described in this article. The article presents the ZM-7-G stemming truck manufactured by AZOTTEKH LLC, which is designed for mechanized stemming with loose material. The stemming truck complements a range of machines for mechanization blasting operations and improves the blasting efficiency, reducing the flyrock zone and enhancing the environmental situation in the quarry areas. An optimal hydraulic circuit is selected based on this model and taking into account the hydraulic fluid flow rate and pressure of the safety valves set to a specific value. Implementation of the hydraulic circuit with separated hydraulic fluid flows ensures efficient maintenance and economical consumption of the hydraulic fluid, correct operation of the crane with the rated capacity, as well as safe operation of all actuating mechanisms. Conclusions are made on operation of the telescopic crane with a clamp bucket, and a description of the selected hydraulic system is provided.

Keywords: stemming truck, blasthole stemming, hydraulic equipment, blasting operations, stemming material, telescopic crane

For citation: Sakhapova T.S., Karavaev A.S., Sidorov O.V., Tikhonov V.A. Selection of a hydraulic circuit for optimal stemming truck operation. *Russian Mining Industry*. 2022;(1):59–64. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-1-59-64>

Введение.

Влияние забойки на взрывные работы

Развитие горной промышленности подразумевает под собой ряд больших исследований и открытий, внедрение новых технологий и использование усовершенствованных устройств для ведения буровзрывных работ. При открытых горных работах существенная роль отводится качеству взрыва, так как взрыв обеспечивает уровень подготовки горных масс к выемке, безопасность людей, машин и механизмов [1]. Чтобы подобрать тот или иной метод взрывных работ, необходимо проводить геологическую оценку месторождений, оценку предрасположенности этих пород к взрывному разрушению, проектировать буровзрывные работы (БВР), проводить расчёт стоимости применения определенного метода, способа взрыва и использования погрузочно-транспортного оборудования.

Основными требованиями к взрывным работам [2] являются:

1. Обеспечение оптимальных размеров кусков разрушенной породы;
2. Создание оптимальных форм и размеров развала горной массы;
3. Обеспечение ритмичной и бесперебойной работы горного предприятия за счет создания необходимого запаса взорванных пород и планирования работы в карьере;
4. Безопасность и экономичность буровзрывных работ.

Существенную роль в работе взрыва играет забойка скважин забоечным материалом. В работах [3–6] отмечено, что основное влияние забойки идет на полноту детонации ВВ, эффективность дробления горных пород, выделение наибольшего количества энергии заряда с определенными

параметрами, продолжительность импульса и степень использования энергии взрыва. Кроме того, забойка скважин предотвращает опасный разброс кусков породы газами взрыва в процессе их истечения через устье скважин и влияет на безопасность взрывных работ.

В качестве забоечного материала могут применяться разные смеси и вещества, но именно материал влияет на обеспечение высокой эффективности взрыва, на удобство в обращении, возможность механизации работ по забойке, а также стоимость БВР. В табл. 1 представлены перечень забоечных материалов и то влияние, которое они оказывают на взрыв [7].

Зачастую при выборе материала применяют такую забойку, которая при минимальных материальных и трудовых издержках производства создает максимальную прибыль с привлечением более механизированного способа заполнения скважины.

Существует большое число устройств и изобретений [8–12] для забойки скважин разными способами, одним из которых является применение забоечных машин. В настоящей статье представлено устройство для транспортирования забоечного материала и механизированной забойки вертикальных и наклонных (до 30°) взрывных скважин диаметром от 160 мм и более. Описаны основные характеристики данной машины и выбор оптимальной гидравлической схемы для управления основными механизмами.

При использовании данной забоечной машины в качестве забоечного материала используются песчано-гравийная смесь, щебень, отходы обогатительных фабрик и другой подобный материал с размерами фракции до 40 мм, а также другой сыпучий материал, допущенный Ростехнадзором России к применению.

Таблица 1
Эффективность применения забоечного материала

Table 1
Efficiency of stemming material application

Тип забойки	Применяемый материал	Эффективность
Забойка из пластичных материалов	Глиняная, песчано-глинистая и забойка из суглинков	Оказывает сопротивление выталкивающему действию продуктов детонации с помощью совместного действия инерции покоя массы забойки, сил внутреннего сцепления и сил трения
Забойка из сыпучих материалов	Песок, буровой шлам, гранулированный доменный шлак, щебень и т.д.	Оказывает сопротивление продуктам детонации только за счет инерции своей массы и сил трения, поскольку силы сцепления между частицами сыпучих материалов отсутствуют, обеспечивает надежную герметизацию зарядной камеры
Жидкостная забойка	Полная заливка водой, оставляемой под забойку зарядной полости	Повышенная эффективность пылеподавления. Возможность применения в качестве забойки вытесненной воды при зарядке взрывчаткой обводненных скважин
	Использование наполненных водой или растворами смачивателей пластиковых ампул (с частичным заполнением песчано-глиняной смесью)	Повышает эффективность взрыва, снижает расход ПАВ и подавляет пылегазовое облако
Забойка из текучих материалов	Пульпа из породной пыли или буровой мелочи и пасты	По сопротивлению, оказываемому продуктами детонации, забойка этого типа занимает промежуточное положение между забойками из пластичных и жидких материалов
Забойка пробками из твердых материалов	Дерево, пластмассы, минеральная вата	Удерживают продукты детонации в зарядной полости в основном за счет расклинивания пробок в устье скважины
Забойка растворами быстротвердеющих вяжущих веществ	Гидрогелевая забойка (водный раствор жидкого стекла и коагулянтов) Пенгелевая забойка	Пылеподавление и увеличенное время запаривания продуктов детонации, уменьшенный объем компонентов, тем самым уменьшенная трудоемкость по сравнению с твердой забойкой
Комбинированная забойка	Засыпная забойка с элементами и зарядами ВВ (бетонно-распорные и распорно-засыпные)	Образование пробки при детонационном ударе, запаривание всех отверстий, предотвращение утечки газов и предотвращение вылета распорной забойки

Основные характеристики забоечной машины

Забоечная машина (рис. 1) представляет собой специальное навесное оборудование с гидравлическим приводом исполнительных механизмов и электронно-гидравлической системой управления, смонтированное на шасси грузового автомобиля. Дополнительно забоечная машина укомплектована гидравлическим манипулятором с грейфером для самостоятельной погрузки материалов в бункер для забоечного материала.

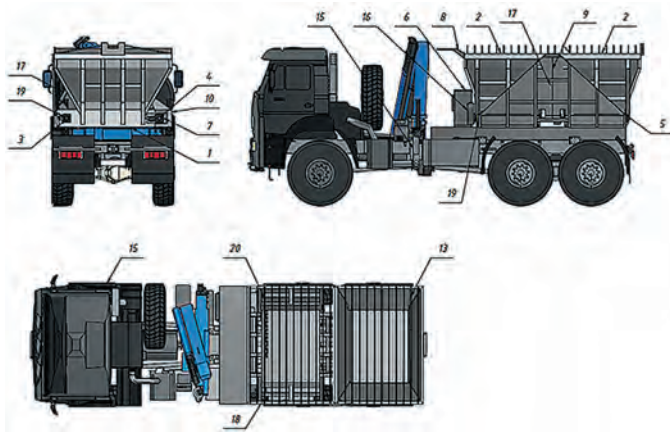


Рис. 1
Внешний вид забоечной машины:
1 – рама,
2 – бункер,
3, 4 – вал питателей,
5 – лоток,
6 – гидравлический бак,
7 – натяжное устройство,
8 – козырек,
9 – кронштейн ГЦ,
10 – кожух,
11 (условно, не показаны) – заслонка,
12 (условно, не показаны) – шкаф управления,
13 – просеивающая решетка,
14 – лестница,
15 – шасси с КМУ,
16 – редуктор,
17 – гидроцилиндр,
18 – звездочка,
19 – подшипниковые узлы,
20 – цепь

Fig. 1
Layout of the stemming truck:
1 – frame,
2 – hopper,
3, 4 – feeder shaft,
5 – tray,
6 – hydraulic tank,
7 – tensioning device,
8 – protective visor,
9 – bracket,
10 – cover,
11 (conditionally, not shown) – flap,
12 (conditionally, not shown) – control cabinet,
13 – screening grid,
14 – ladder,
15 – chassis with telescopic crane,
16 – gearbox,
17 – hydraulic cylinder,
18 – sprocket,
19 – bearing units,
20 – chain

В состав навесного оборудования входят:

- рама, закрепленная на шасси грузового автомобиля, с установленным на ней технологическим оборудованием;
- подрамник и крано-манипуляторная установка с грейфером (КМУ) для сыпучих материалов, находящиеся за кабиной шасси грузового автомобиля;
- система подачи забоечного материала, состоящая из бункера с несколькими отсеками, скребкового питателя с гидравлическим приводом, лотка для выгрузки забоечного материала;
- гидравлическая система, состоящая из гидравлического бака, насоса, манометра, воздушно-масляного охладителя гидравлической жидкости, датчика давления, фильтров, РВД и гидрораспределителя с электромагнитными клапанами;

Таблица 2
Основные характеристики забоечной машины ЗМ-7-Г компании ООО «АЗОТТЕХ»

Table 2
Key specifications of the ZM-7-G stemming truck by AZOTTEKH LLC

Наименование параметра	Характеристика
Общая вместимость бункеров, м ³	7
Грузоподъемность по забоечному материалу, не менее, кг	12 000
Техническая производительность, не менее, кг/мин	1600
Количество секций бункера, шт.	2
Количество лотков, шт.	1
Высота установки лотка (от поверхности полотна дороги), мм	220
Угол подъема лотка, град	0–45
Насыпная плотность, кг/м ³	2,5
Максимальный пиковый расход гидравлической жидкости, л/мин	130
Давление в гидросистеме, бар	160
Вместимость гидравлического грейфера, м ³	0,25
Максимальная грузоподъемность грейфера, кг	1860 на 4,0 м
Рекомендуемый диаметр заряжаемых скважин, не менее, мм	160
Скорость движения исполнительных механизмов (регулируемая), не более, м/с	0,2–0,5
Номинальное напряжение электрооборудования, В	24
Фракция забоечного материала, мм: – первая секция – вторая секция	0–20 20–70

– электрооборудование, соединенное с коробкой отбора мощности (КОМ) ТС, которое включает в себя: сигнальный фонарь на крыше кабины, электромагнитные клапаны гидрораспределителей, освещение рабочей зоны;

– пульт управления с дисплеем (в кабине водителя и внешний с левой стороны автомобиля).

Загрузка сыпучим забоечным материалом осуществляется в специально отведенных местах с помощью грейфера: щебень, песок и другой забоечный материал загружаются КМУ и подаются в отсек бункера через просыпную решетку. Сверхмерный материал, не прошедший сквозь решетку, сыпается на землю. Крупная фракция сыпается в передний бункер, а мелкодисперсный сыпучий материал подается в задний бункер для обеспечения попеременной подачи разной фракции забоечного материала в скважину. В данной конструкции допускается применение одинаковой фракции в оба бункера. Забоечная машина самостоятельно перемещается от скважины к скважине, транспортирует к скважине забоечный материал и производит забойку скважин с помощью скребковых питателей через откидной лоток. На дне бункеров установлены скребковые питатели, выдающие забоечный материал на общий поворотный лоток. Управление приводами питателей и лотка – электрическое и осуществляется с помощью пультов управления, установленных в кабине автомобиля и рядом с бункером. Опускание лотка происходит за счет ги-

дроициндра. Управление основных механизмов – гидравлическое.

Для подачи материала в скважину необходимо разложить и зафиксировать борта на лотке и открыть заслонку конвейера вручную. Выбор питателя осуществляется посредством кнопок управления на пульте. Перед началом работы задается производительность питателя, происходит запуск устройства и засыпка забоечным материалом. Данная машина, оборудованная бункером для крупнокусковых и мелкодисперсных материалов, а также имеющая возможность применять одинаковые фракции забоечного материала, обеспечивает высокую производительность и сниженную трудоемкость при формировании способа забойки. Это происходит за счет выдачи забоечного материала в одну точку, обеспечивая длительную замкнутость зарядной полости и выделение наибольшего количества энергии взрыва.

Основные технические характеристики забоечной машины ЗМ-7-Г производства ООО «АЗОТТЕХ» представлены в табл. 2.

Выбор гидравлической схемы

Управление технологическим оборудованием осуществляется с помощью гидравлической системы, в состав которой входят бак, насос аксиально-поршневой, гидрораспределитель, гидромоторы, гидроцилиндр, фильтры напорный и сливной, тормозной клапан, делитель потока, кран 3-ходовой, датчик давления, РВД. Питатель и конвейер приводятся в движение при помощи гидромоторов, лотки и грейфер – при помощи гидроцилиндров, заслонки открываются вручную.

Аксиально-поршневой насос с постоянным рабочим объемом обеспечивает подачу мощности гидравлической жидкости в гидрораспределитель. Далее гидрораспределитель делит мощность между рабочими органами с помощью секций (каждая секция отвечает за свой рабочий орган): гидроцилиндр лотка; два гидромотора, являющихся приводами скребковых питателей. Секции гидрораспределителя оснащены электромагнитным управлением, что обеспечивает удобное управление из кабины машины. Для этой цели в машине установлен пульт управления, который позволяет включать/выключать исполнительные механизмы (питатели, гидроцилиндр лотка), задавать производительность питателей и т.д. Модификация выбранного гидрораспределителя включает в себя рычажные механизмы типа LM с ограничителями расхода портов рабочих секций. Эти узлы дают возможность индивидуально настроить каждую секцию, исходя из расхода гидравлической жидкости.

Таблица 3
Настройка гидравлической системы

Настройка гидравлической системы управления	Привод питателя 1	Привод питателя 2	Гидроцилиндр	КМУ
Количество, шт.	1	1	1	1
Рабочий объем, см ³	80,5	80,5	–	–
Частота вращения гидромотора, об/мин	10–750	10–750	–	–
Давление номин/макс, бар	175/200	175/200	160/200	350/400
Усилие на штоке, толкающее/тянущее, кг	–	–	8038/6020	–
Расход гидравлической жидкости, л/мин	65	65	25	–

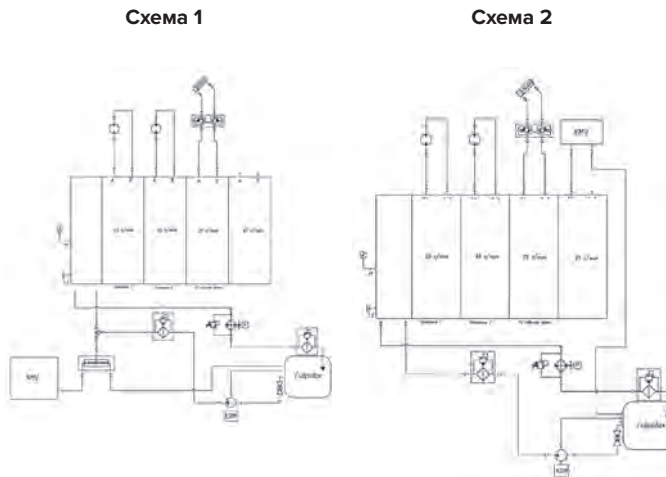


Рис. 2
Основные схемы гидравлической системы забоечной машины с разным подключением КМУ с грейфером

Fig. 2
Basic hydraulic system diagrams of the stemming truck with different connections to the crane and the clamp bucket

ской жидкости. Таким образом, гидрораспределитель обеспечивает подачу нужного объема гидравлического масла в нужную секцию для работы того или иного оборудования забоечной машины. На сливной линии от гидрораспределителя в бак находятся воздушно-масляный охладитель гидравлической жидкости и сливной фильтр.

Описание системы соответствует схеме 1, рис. 2. Крано-манипуляторная установка имеет свою гидравлическую систему и подключена к общей схеме через 3-ходовой кран, который за счет своего переключения обеспечивает распределение потока гидравлического масла между основной системой машины и КМУ. Схема 2 отличается от схемы 1 тем, что КМУ подключена к дополнительной секции гидрораспределителя. При расчете расхода гидравлического масла в первом случае получается 155 л/мин, а при подключении КМУ к дополнительной секции – 220 л/мин. Работа КМУ – периодическая, происходит при загрузке забоечного материала в бункеры перед началом работы. При подаче забоечного материала в скважину грейфер не работает. Соответственно, управление в первом случае будет осуществляться с отдельной панели управления, не расходующая гидравлическую жидкость через общий гидрораспределитель, а направляя масло отдельно с заданной подачей. Во втором случае управление КМУ будет осуществляться

Table 3
Adjustment of the hydraulic system

через общий гидрораспределитель, заполняя все секции маслом и используя полный расход 220 л/мин. Кроме того, предохранительный клапан гидрораспределителя настроен на 160 бар, а максимальное давление всей установки – 200 бар. Значение не соответствует заявленному давлению предохранительного клапана гидравлической системы КМУ, так как это давление рассчитано на 350 бар. Поэтому при управлении КМУ от общей схемы гидрораспределителя теряется заявленная мощность по грузоподъемности грейфера на 46% от номинальной, и возможен выход из строя всех приводов из-за превышения номинального значения гидрораспределителя.

Схема 1 с распределением потока гидравлической жидкости более экономична, эффективна, безопасна и целесообразна. В табл. 3 представлены значения настройки гидравлической системы для схемы 1.

Заключение

Исследования [7], определяющие эффективность типов забойки и способы ее осуществления, показывают, что наиболее широко применяются сыпучие забойки скважинных зарядов. В качестве забоечного материала в основном применяют песок, щебень, гранулированный доменный шлак и др. Силы внутреннего трения обеспечивают высокую величину и способ сопротивления выталкиваемому действию продуктов взрыва.

Для механизированной забойки сыпучим забоечным материалом применяется забоечная машина, описание, конструкция и расчет гидравлической системы которой соответствуют Забоечной машине ЗМ-7-Г компании ООО «АЗОТТЕХ». В данной статье приведен пример устройства, который выполняет все требования применения такого типа машин при взрывных работах.

Забоечная машина дополняет комплекс машин для механизации взрывных работ и повышения эффективности взрыва, уменьшение зоны разлета кусков горной массы,

а также улучшения экологической обстановки в районах карьеров.

Машина отвечает требованиям ГОСТ 12.1.004–91, ГОСТ 12.2.106–85, СП 37.13330.2012, Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» (Утверждены приказом №505 Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от «08» декабря 2020 г.), Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» (Утверждены приказом №494 Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от «03» декабря 2020 г.).

Применение гидравлической схемы с разделением потоков гидравлической жидкости обеспечивает эффективное обслуживание и экономный расход гидравлической жидкости, корректную работу КМУ с заявленной грузоподъемностью, а также безопасную работу всех исполнительных механизмов.

Компания ООО «АЗОТТЕХ» разрабатывает специальное оборудование для буровзрывных работ, в которое входят смесительно-зарядные машины, забоечные машины, эмульсионные заводы и мини-заводы, занимается поставками промышленных взрывчатых веществ и химии для БВР, электронными системами инициирования, маркшейдерией и геодезией с применением БПЛА. Большой опыт компании позволяет предоставлять услуги на высоком уровне с применением новейших разработок и наличием современной производственной базы. Качество оборудования напрямую зависит от материалов, которые используются при создании того или иного продукта. Сегодня ООО «АЗОТТЕХ» гордится своими работами, сервисом и исследованиями, которые совершенствуют и улучшают базу машиностроительного производства.

Список литературы

1. Караманов А.Н., Искандаров Ж.Р., Мардонов А., Хайитов О.Г. Оценка влияния качества взрыва на процессы открытых горных работ. В: *Global science and innovations 2019: Central Asia: International Scientific Conference, Nur-Sultan, Kazakhstan, May 9–13, 2019*. Нур-Султан; 2019. Т. 9. С. 79–82.
2. Оника С.Г., Стасевич В.И., Кузьмич А.К. *Разрушение горных пород взрывом*. Минск: БНТУ; 2020. 113 с. Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/81516>
3. Демидюк Г.П. О повышении степени полезного использования энергии взрыва. *Взрывное дело*. 1966;(60/17):237–254.
4. Буровцов В.П., Тарасенко В.П. Физико-технические обоснования параметров забойки и оценка ее роли в управлении действием взрыва скважинных зарядов на карьерах. В: *Проблемы взрывного дела: сб. ст. и докл.* М.: МГУ; 2002. Т. 1. С. 5–9.
5. Демидюк Г.П., Росси Б.Д., Андрианов Н.Ф., Усачев В.А. Влияние забойки на степень дробления горных пород взрывом. *Взрывное дело*. 1963;(53/10):96–105.
6. Курчин Г.С., Лобацевич М.А., Петушкова Т.А., Ефремов П.Ю. Эффективность применения забойки в скважинах. В: Ахметов И.Г. (ред.). *Науки о Земле: вчера, сегодня, завтра: материалы 4-й Междунар. науч. конф., г. Казань, май 2018 г.* Казань: Молодой ученый; 2018. С. 17–19. Режим доступа: <https://moluch.ru/conf/earth/archive/293/13655/>
7. Лещинский А.В., Шевкун Е.Б. *Забойка взрывных скважин на карьерах*. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та; 2008. 230 с.
8. Федотенко В.С., Гришин А.С., Антонов Н.О., Елесина Н.В., Федотенко С.М. *Устройство для забойки скважин*. Полезная модель №136823 МПК: E02F3/345F42D1/08. Оpubл. 20.01.2014.
9. Лещинский А.В., Шевкун Е.Б., Добровольский А.И., Галимьянов А.А. *Забоечная машина для формирования короткой комбинированной забойки взрывных скважин с каменным материалом*. Пат. 2600474 Российская Федерация, МПК f42 d 1/08, f42 d 1/10, B65 g65/30. Заявл. № 2015113100/03. Оpubл. 20.10.2016.
10. Шевкун Е.Б., Лещинский А.В., Рудницкий К.А., Николаев А.С. *Комбинированная засыпная забойка скважин*. Пат. 2462688 Российская Федерация, МПКf42d1/08. Заявл. № 2011107822/03. Оpubл. 27.09.2012. Бюл. №27
11. Лещинский А.В., Шевкун Е.Б., Комков В.Г., Рудницкий К.А., Добровольский А.И., Галимьянов А.А. *Способ формирования короткой комбинированной засыпной забойки взрывных скважин с распорным конусом и устройство для его осуществления*. Пат. 2608101 Российская Федерация.

12. Шевкун Е.Б., Лещинский А.В., Комков В.Г., Галимьянов А.А. *Способ формирования короткой комбинированной забойки взрывных скважин с каменным материалом и устройство для его осуществления*. Пат. 25563265. Российская Федерация, МПК f42d1/08/. Заявл. №2014143338/03. Опубл. 20.09.2015. Бюл. №26.

References

1. Karamanov A.N., Iskandarov Zh.R., Mardonov A., Khaiitov O.G. Assessment of the blast quality impact on surface mining processes. In: *Global science and innovations 2019: Central Asia: International Scientific Conference, Nur-Sultan, Kazakhstan, May 9–13, 2019*. Nur-Sultan; 2019, vol. 9, pp. 79–82. (In Russ.)
2. Оника С.Г., Стасевич В.И., Кузьмич А.К. *Rock breaking by blasting*. Minsk: Belarusian National Technical University; 2020. 113 p. (In Russ.) Available at: <https://rep.bntu.by/handle/data/81516>
3. Demidyuk G.P. On enhancing the effective utilization of the blast energy. *Vzryvnoe delo*. 1966;(60/17):237–254. (In Russ.)
4. Burovtsov V.P., Tarasenko V.P. Physical and technical justification of stemming parameters and estimation of its contribution to control downhole charge blasting in open pits. In: *Challenges of blast engineering: collection of papers and reports*, Moscow: Moscow State Mining University; 2002, vol. 1, pp. 5–9. (In Russ.)
5. Demidyuk G.P., Rossi B.D., Andrianov N.F., Usachev V.A. Effect of stemming on the degree of rock fragmentation by blasting. *Vzryvnoe delo*. 1963;(53/10):96–105. (In Russ.)
6. Kurchin G.S., Lobatsevich M.A., Petushkova T.A., Efremov P.Yu. Efficiency of blast hole stemming. In: Akhmetov I.G. (ed.). *Earth sciences: past, present, and future; Proceedings of the 4th International Scientific Conference, Kazan, May 2018*. Kazan: Molodoi uchenyi; 2018, pp. 17–19. (In Russ.) Available at <https://moluch.ru/conf/earth/archive/293/13655/>
7. Leshchinsky A.V., Shevkun E.B. *Blast hole stemming in quarries*. Khabarovsk: Pacific State University; 2008. 230 p. (In Russ.)
8. Fedotenko V.S., Grishin A.S., Antonov N.O., Elesina N.V., Fedotenko S.M. *Blasthole stemming design*. Useful model No.136823 MPK: E02F3/345F42D1/08. Published on 20.01.2014. (In Russ.)
9. Leshchinsky A.V., Shevkun E.B., Dobrovolsky A.I., Galimiyarov A.A. *Stemming truck for short combined stemming of blast holes with rock material*. Patent of the Russian Federation 2600474, MPK f42 d 1/08, f42 d 1/10, B65 g65/30. Application No. 2015113100/03. Published on 20.10.2016. (In Russ.)
10. Shevkun E.B., Leshchinsky A.V., Rudnitsky K.A., Nikolaev A.S. *Combined backfill stemming of blast holes*. Patent of the Russian Federation 2462688, MPKf42d1/08. Application No. 2011107822/03. Published on 27.09.2012. Bulletin No. 27. (In Russ.)
11. Leshchinsky A.V., Shevkun E.B., Komkov V.G., Rudnitsky K.A., Dobrovolsky A.I., Galimiyarov A.A. *A method of short combined backfill stemming of blast holes with a spacer cone and a device for its implementation*. Patent of the Russian Federation 2608101. (In Russ.)
12. Shevkun E.B., Leshchinsky A.V., Komkov V.G., Galimiyarov A.A. *A method of short combined stemming of blast holes with rock materials and a device for its implementation*. Patent of the Russian Federation 25563265, MPK f42d1/08/. Application No. 2014143338/03. Published on 20.09.2015. Bulletin No.26, (In Russ.)

Информация об авторах

Сахапова Татьяна Сергеевна – технический писатель ООО «АЗОТТЕХ», г. Москва, Российская Федерация; e-mail: t.morozova@azottech.ru

Караваяев Андрей Сергеевич – ведущий инженер-конструктор гидравлических и пневматических систем ООО «АЗОТТЕХ», г. Москва, Российская Федерация

Сидоров Олег Владимирович – руководитель направления специального оборудования ООО «АЗОТТЕХ», г. Москва, Российская Федерация

Тихонов Виталий Александрович – генеральный директор ООО «АЗОТТЕХ», г. Москва, Российская Федерация

Information about the authors

Tatyana S. Sakhapova – Technical Writer, AZOTTECH LLC, Moscow, Russian Federation; e-mail: t.morozova@azottech.ru

Andrey S. Karavaev – ведущий инженер-конструктор гидравлических и пневматических систем, AZOTTECH LLC, Moscow, Russian Federation

Oleg V. Sidorov – Special Equipment Line Manager, AZOTTECH LLC, Moscow, Russian Federation

Vitaly A. Tikhonov – Director General, AZOTTECH LLC, Moscow, Russian Federation

Информация о статье

Поступила в редакцию: 22.01.2022

Поступила после рецензирования: 16.02.2022

Принята к публикации: 17.02.2022

Article info

Received: 22.01.2022

Revised: 16.02.2022

Accepted: 17.02.2022