

УДК 622.235

**Меньшиков Павел Владимирович**

младший научный сотрудник  
лаборатории разрушения горных пород  
Института горного дела УрО РАН,  
620075, г. Екатеринбург,  
ул. Мамина-Сибиряка, 58  
e-mail: menshikovpv@mail.ru.

**Таранжин Семен Сергеевич**

младший научный сотрудник  
лаборатории разрушения горных пород  
Института горного дела УрО РАН  
e-mail: semen-vip@yandex.ru

**Флягин Александр Сергеевич**

младший научный сотрудник  
лаборатории разрушения горных пород  
Института горного дела УрО РАН  
e-mail: [flyagingdr@mail.ru](mailto:flyagingdr@mail.ru)

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ  
УКРЫТИЙ ИЗ ШИН АВТОСАМОСВАЛОВ  
ПРИ ВЕДЕНИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА  
КАРАГАЙСКОМ КАРЬЕРЕ\****Аннотация:*

*Разработаны новые конструкции и схемы соединения газопроницаемых предохранительных укрытий из шин автосамосвалов, которые испытаны и используются в работе при проведении взрывных работ в стесненных условиях на северо-западном участке Карагайского карьера горного предприятия ПАО «Комбинат Магnezит». При разработке предохранительного укрытия применен новый способ скрепления шин автосамосвалов с помощью одноветьевых канатных и цепных строп. Предложены варианты скрепления шин автосамосвалов с помощью канатных или цепных строп через стальные тросы (чалки) или цепи на шинах или удлиненные рым-болты (проушины на болтах), радиально расположенные в протекторе шин. Проведены предварительные испытания укрытий из шин автосамосвалов.*

*Ключевые слова:* взрывные работы, массовый взрыв, газопроницаемые укрытия, локализаторы, взрывные маты, взрывание в стесненных условиях, безопасность от разлета кусков горных пород

DOI: 10.25635/2313-1586.2019.02.027

**Menshikov Pavel V.**

Junior Researcher  
of the Laboratory of Rock Destruction,  
Institute of Mining, UB RAS,  
620075, Ekaterinburg, 58 Mamin-Sibiryaka Str.,  
e-mail: menshikovpv@mail.ru.

**Taranzhin Semyon S.**

Junior Researcher  
of the Laboratory of Rock Destruction,  
Institute of Mining, UB RAS,  
e-mail: semen-vip@yandex.ru

**Flyagin Alexander S.**

Junior Researcher  
of the Laboratory of Rock Destruction,  
Institute of Mining, UB RAS  
e-mail: [flyagingdr@mail.ru](mailto:flyagingdr@mail.ru)

**APPLICATION OF PROTECTIVE  
BLASTING MATS MADE OF TRUCK TIRES  
IN THE COURSE OF BLAST WORKS  
ON KARAGAYSKY OPEN-PIT MINE***Abstract:*

*New designs and schemes have been developed for connecting the gas-permeable protective blasting mats made of truck tires, which are tested and used in the course of blast works in confined spaces on the north-western part of the Karagaysky open-pit mine of the mining enterprise of PAO Kombinat Magnesite. The development of protective blasting mats has applied a new method for fastening the truck tires by means of single-screw rope and chain slings. The paper has proposed the options for fastening the truck tires by means of rope or chain slings through steel ropes (slings) or chains on tires or elongated rim bolts (eyelets on bolts) radially located in tire tread. The protective blasting mats made of truck tires have been preliminary tested.*

*Key words:* blast works, large-scale blast, gas-permeable protective blasting mats, localizers, blasting mats, blasting in confined spaces, safety against flyrock travel

**Введение**

На горном предприятии ПАО «Комбинат «Магnezит» при отработке северо-западного участка Карагайского карьера фронт горных работ подходит вплотную к жилым домам города Сатки, и в дальнейшем планируется вести взрывные работы на расстоянии менее 200 м до охраняемых объектов.

\* Исследования проведены в рамках выполнения Государственного задания 007-00293-19-00, тема № 0405-2016-0001

Наиболее эффективным способом, исключая разлет кусков горных пород и частично воздействие ударной воздушной волны, является применение предохранительных укрытий-локализаторов. Целью работы являлась разработка специального мобильного укрытия-локализатора, предотвращающего разлет кусков горных пород и предназначенного для укрытия блоков, подготавливаемых к взрывному разрушению при ведении взрывных работ на северо-западном участке Карагайского карьера в непосредственной близости от зданий и сооружений. Для безопасного производства взрывных работ в стесненных условиях горного производства на комбинате «Магнезит» и сохранности ближайших охраняемых объектов от разлета кусков взорванной породы и частично от действия ударно-воздушной волны применялись предохранительные укрытия [1].

### *Теория и результаты*

Сплошные предохранительные укрытия по выбору конструкции подразделяются на металлические коробчатые, локализаторы, щиты, маты, пригрузочный материал, а также на комбинированные [1]. К газопроницаемым укрытиям, которые не задерживают распространение газообразных продуктов взрыва, относятся сетчатые укрытия и маты из шин и конвейерных лент.

Для полного предотвращения разлета кусков породы предохранительные укрытия должны удовлетворять следующим требованиям:

- обладать достаточной массой, чтобы ограничивать высоту подбрасывания укрытия и бокового смещения до допустимых значений;
- обеспечивать гарантированное перекрытие участка взрыва на весь период вылета кусков породы;
- сохранять свою целостность до прекращения вылета кусков породы в период проведения эксплуатационных взрывов [1].

Применение газопроницаемых укрытий из тяжелых якорных цепей является трудоемким [2] из-за сложности приобретения и удаленного транспортирования, а также в связи с обязательным использованием техники большой грузоподъемности из-за большой удельной массы укрытия ( $150 - 200 \text{ кг/м}^2$ ). Наиболее эффективным средством, ликвидирующим опасный разлет кусков горной породы и частично гасящим ударную воздушную волну в условиях ПАО «Комбинат «Магнезит», являются газопроницаемые укрытия из изношенных автопокрышек от большегрузных автосамосвалов, которыми укрывается место взрыва. Их отличительной особенностью является монтаж быстроразъемными соединениями из отдельных элементов (цепей, стальных тросов) с использованием для их перемещения автокранов, манипуляторов или колесных тракторов.

Применение укрытий из автомобильных шин является наиболее рациональным, т.к. они имеют минимальную удельную массу для покрытия большой площади взрываемого блока. По сравнению с коробчатыми и даже сетчатыми укрытиями они являются менее громоздкими и наиболее долговечными. В отличие от щитовых укрытий они могут выдерживать большое количество взрывов благодаря эластичной резине, легко монтируются на взрываемом блоке и не требуют для укладки техники большой грузоподъемности. Они значительно мобильнее и дешевле локализаторов других типов и легко транспортируются.

Как указывают Е.Б. Шевкун и А.В. Лещинский, срок службы газопроницаемых укрытий значительно больше сплошных металлических: они могут выдержать 500 и более взрывов, поскольку взрывные нагрузки зависят в основном от воздействия кусков горной массы. Вследствие эластичности мат деформируется вместе с горной массой, не отрываясь от нее, что препятствует разлету кусков горной породы из-под него [2, 3, 4].

В ИГД УрО РАН в 2017 г. был разработан Специальный проект проведения массовых взрывов с применением газопроницаемых укрытий – локализаторов при подходе фронта ведения горных работ на минимальное 200-метровое расстояние до охраняемых

объектов для горного предприятия ПАО «Комбинат «Мagneзит». В качестве газопроницаемого локализатора предложено применение шин автосамосвалов как наиболее универсальных в использовании и способных исключить разлет кусков горных пород при взрыве.

Для укрытий выбраны шины сочлененных автосамосвалов «Вольво» (Ø внутренний – 635 мм, Ø наружный – 1860 мм, масса – 575 кг) и автосамосвалов БелАЗ грузоподъемностью 30 т (Ø внутренний – 635 мм, Ø наружный – 1638 мм, масса – 352 кг). В качестве быстроразъемных соединений был выбран новый способ скрепления шин с помощью одноветьевых канатных и цепных строп [5]. Для создания системы скрепленных автопокрышек на каждой шине предложено использовать по 4 канатных или цепных троса (при первом варианте) или 4 рым-болта (при втором варианте).

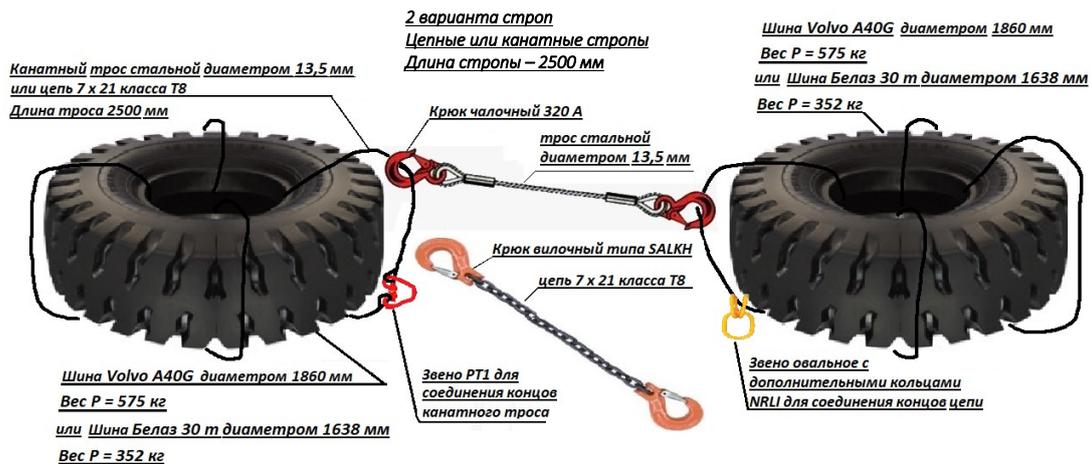


Рис. 1 – Схема соединения канатных или цепных строп с шинами Volvo A40G или Белаз грузоподъемностью 30 т при использовании стальных канатных тросов (чалок) или цепей на шинах (вариант 1)

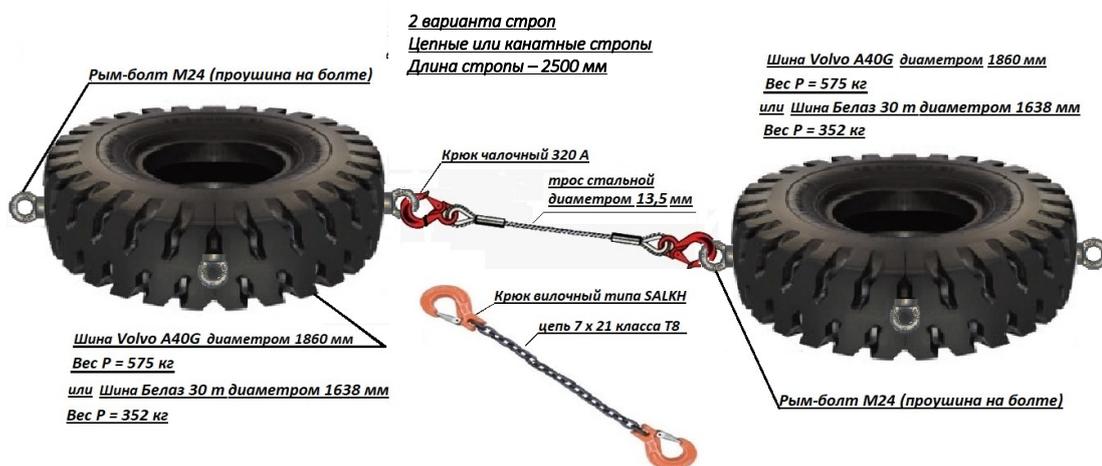


Рис. 2 – Схема соединения канатных или цепных строп с шинами Volvo A40G или Белаз грузоподъемностью 30 т при использовании рым-болтов на протекторе шин (вариант 2)

При первом варианте для крепления канатных или цепных строп к автопокрышкам были предложены стальные тросы (чалки) или цепи, продетые через центральные отверстия шин и соединенные через специальные звенья или П-образные соединительные элементы со шплинтуемыми или ввинчиваемыми на резьбе стопорами. При втором варианте для крепления канатных или цепных строп к автопокрышкам предложены удлиненные рым-болты ГОСТ 4751-73 (проушины на болтах), радиально расположенные в протекторе шины, где на одном уровне просверливаются перфоратором четыре отверстия

большими спиральными или трубчатыми сверлами из углеродистой стали или прожигаются раскаленным стержнем диаметром 25 мм.

Схема соединения канатных или цепных строп с автопокрышками со стальными тросами или цепями представлена на рис. 1, а с использованием рым-болтов – на рис. 2.

Схемы расположения укрытия из автомобильных шин диаметром 1860 и 1638 мм на взрываеваемой блоке при диаметре скважин 250 мм с основной сеткой скважин  $3,5 \times 3,5$  м представлены на рис. 3 и 4.

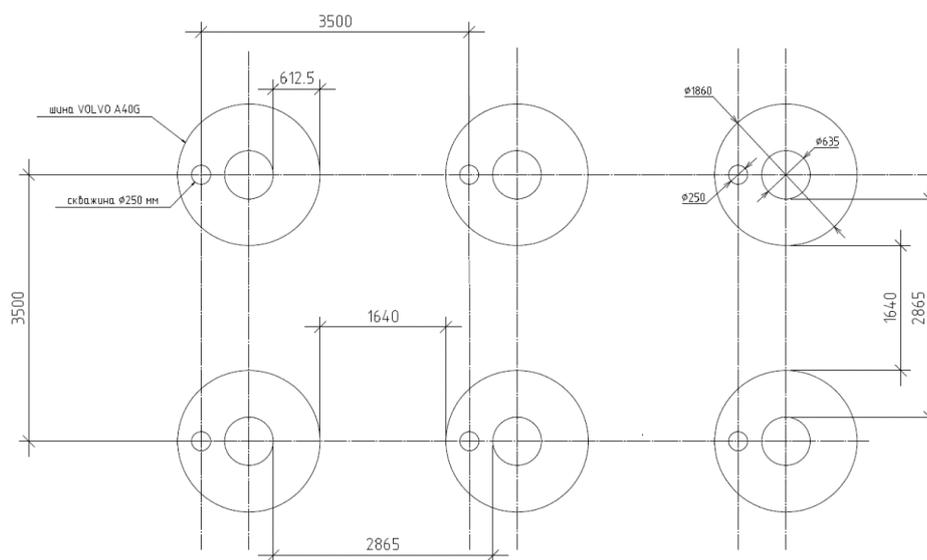


Рис. 3 – Схема расположения укрытия из автомобильных шин с наружным диаметром 1860 мм на взрываеваемой блоке с сеткой скважин  $3,5 \times 3,5$  м при диаметре скважин 250 мм

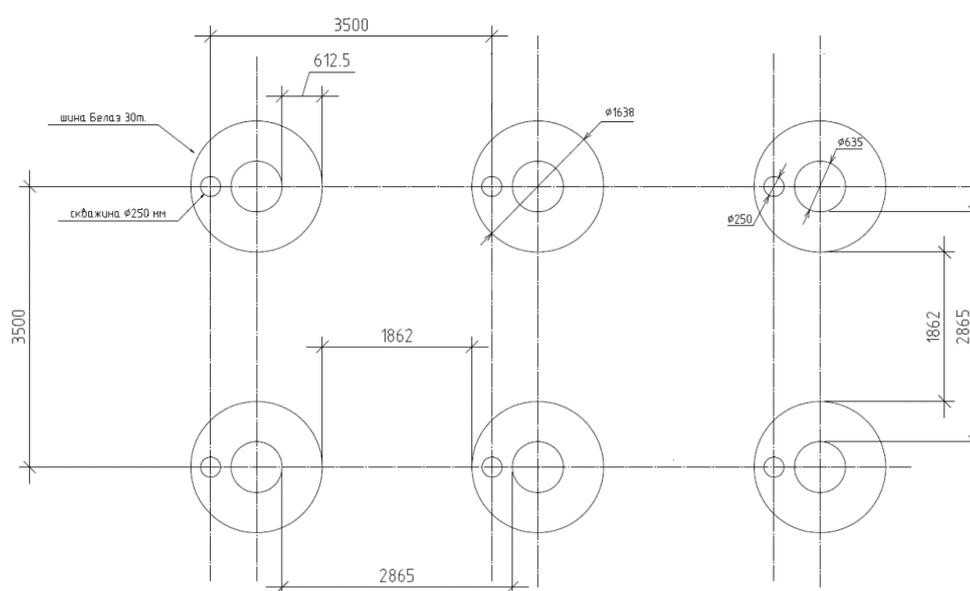


Рис. 4 – Схема расположения укрытия из автомобильных шин с наружным диаметром 1638 мм на взрываеваемой блоке с сеткой скважин  $3,5 \times 3,5$  м при диаметре скважин 250 мм

Длина строп 2,4 м была взята с некоторым запасом для сетки скважин  $4,0 \times 4,0$  м. В специальном проекте проведен расчет элементов конструкции укрытия на 20 скважин. Количество материалов выбирается на каждый конкретный массовый взрыв в соответствии с количеством скважин обуриваемого блока.

Укладку автошин рекомендуется проводить после заряжания скважин. Затем проводится монтаж взрывной сети. Для укладки шин рекомендуется использовать кран с возможностью мобильного перемещения и выдвижения стрелы в пределах взрывающегося блока или трактор с подцепным вилочным устройством погрузчика. Шины необходимо укладывать соосно со скважинами, закрывая профилем шины устье скважин.

Перед укладкой автошин концы волноводов системы НСИ или ДШ от каждой скважины рекомендуется пропускать через широкие шланги или специальные штробы из дерева или засыпать песком. Наиболее эффективной мерой является расположение под автошинами деревянных брусков для доступа к системам инициирования. При длине профиля шин 612,5 мм предложено использование деревянных брусков сечением  $100 \times 100$  мм длиной 1 м.

24 октября 2018 г. были проведены испытания укрытий из шин автосамосвалов. Краткая характеристика предохранительного укрытия: длина понизу – 18 м, ширина понизу – 14 м, максимальная высота (толщина) – 0,75 м, масса шин – 575 кг, общая масса – 12,8 т, цепные чалки на шинах, цепные стропы. Параметры БВР при испытании укрытия представлены в табл. 1. Фото укрытия из шин при испытании представлены на рис. 5.

Таблица 1

**Параметры БВР при испытании укрытия из шин**

Взрываемый блок	эск. № 45, гор. + 437 м
Взрываемые породы	доломит
Коэффициент крепости пород	6
Высота уступа, м	6
Количество взрываемых скважинных зарядов	21
Диаметр скважин, мм	250
Глубина взрываемых скважин	7
Сетка скважин, м	4 x 4
Масса одного заряда в скважине, кг	48
Длина скважинного заряда, м	0,7 – 0,9
Длина забойки, м	6,1 -6,3
Общая масса зарядов ВВ на блоке, кг	1008
Интервалы замедлений, кол-во ступеней замедлений	109 мс – 6 ступеней, 25 мс – 17 ступеней



Рис. 5 – Испытание укрытия из шин автосамосвалов при проведении массового взрыва на Карагайском карьере 24 октября 2018 г.

#### *Выводы*

При проведении предварительных испытаний в момент взрыва шины приподнимались вместе с горной массой и не отрывались от нее (см. рис. 5). Произошло подбрасывание одной шины по краю взрываемого блока из-за недостаточного скрепления. Затем на развале горной массы произошло сползание нескольких шин. Разлет кусков горной массы был зафиксирован в радиусе 50 м. В целом применяемое укрытие-локализатор из шин автосамосвалов показало надежность и пригодность для использования в производственных условиях.

Горное предприятие ПАО «Комбинат «Магnezит» в 2018 г. приступило к проведению взрывных работ с использованием газопроницаемых укрытий из шин автосамосвалов на северо-западном участке Карагайского карьера, при подходе фронта ведения горных работ на расстоянии 200 м до охраняемых объектов г. Сатки. Применяемые укрытия из шин автосамосвалов почти полностью исключили разлет кусков горных пород. Благодаря быстроразъемным цепным и канатным стропам повысилась мобильность укладки укрытия на взрываемый блок и уменьшилось время на монтаж укрытия. С начала 2019 г. для полного предотвращения разлета кусков горных пород на горном предприятии начали применяться укрытия из шин с покрытием сверху сеткой «рабица».

Укрытие из шин автосамосвалов рекомендуется применять в производственных условиях на горных предприятиях, ведущих взрывные работы в ближней зоне в стесненных условиях вблизи городской застройки.

#### **Литература**

1. Инструкция по организации и безопасному производству взрывных работ в стесненных условиях с применением предохранительных укрытий / под ред. Г.П. Берсенева; ИГД УрО РАН. - Екатеринбург, 2010. – 31 с.

2. Лещинский А.В. Взрывные работы под укрытием из автошин / А.В. Лещинский, Е.Б. Шевкун, И.М. Уренев. - Горный информационно- аналитический бюллетень. – 2007. - № 5. - С. 117 – 123.

3. Шевкун Е.Б. Взрывные работы под укрытием / Е.Б. Шевкун. – Хабаровск: Изд-во Хабаровского государственного технического университета, 2004. – 202 с.

4. Лещинский А.В. Определение массы упругих элементов газопроницаемого укрытия взрывных блоков / А.В. Лещинский, Е.Б. Шевкун, Н.К. Лукашевич // Горный информационный аналитический бюллетень. - 2013. - № 4. - С. 349 – 355.

5. ООО «УралСтроп». Производитель грузоподъемного оборудования [Электронный ресурс] – Режим доступа: сайт – URL: <http://www.uralstrop.ru> (дата обращения: 12.11.2017 г.).