



**О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ
УКРЫТИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

П. В. Меньшиков, С. С. Таранжин, А. С. Флягин

*Институт горного дела УрО РАН, E-mail: menshikovpv@mail.ru,
ул. Мамина-Сибиряка 58, г. Екатеринбург, Россия*

Показана возможность применения комбинированных предохранительных укрытий при проведении взрывных работ в стесненных условиях вблизи городской застройки. Разработаны новые схемы и конструкции укрытий из шин автосамосвалов при их соединении с помощью канатных и цепных строп, сетки “рабица” и матов из конвейерных лент, которые обеспечивают безопасность взрывных работ, предотвращая разлет кусков горных пород и частично воздействие ударной воздушной волны.

Взрывные работы, предохранительные укрытия, сплошные и газопроницаемые укрытия, укрытие из шин, маты, взрывание в стесненных условиях, безопасность от разлета кусков горных пород

**POSSIBILITY OF APPLICATION OF COMBINED SAFETY SHELTERS
WHEN CONDUCTING BLASTING WORKS UNDER CONSTRAINED CONDITIONS**

P. V. Menshikov, S. S. Taranzhin, and A. S. Flyagin

*Institute of Mining, Ural Branch, Russian Academy of Sciences,
E-mail: menshikovpv@mail.ru, ul. Mamina-Sibiryaka 58, Ekaterinburg 620219, Russia*

The possibility of using combined safety shelters to prevent the distribution of rock fragments during blasting in constrained conditions near urban terrain is shown. New schemes and designs of shelters made of dump truck tires connected by rope and chain slings were developed, as well as fencing mesh and mats made of conveyor belts, which ensure blasting safety preventing the rock pieces from flying apart and partially reduce the effect of an air shock wave.

Blasting works, safety shelters, solid and gas-permeable shelters, tire mats, mats, blasting in constrained conditions, safety against flyrock

При ведении взрывных работ в стесненных условиях взрывания, исключаящим разлет кусков горных пород и частичное воздействие ударной воздушной волны, является применение предохранительных укрытий-локализаторов. Большинство из них предназначены для участков небольших размеров при прохождении траншей, канав или создании котлованов при ведении взрывных работ на строительных объектах. Цель работы — создание специальных укрытий-локализаторов от разлета кусков горных пород для блоков, подготавливаемых к взрывному разрушению в стесненных условиях вблизи зданий и сооружений.

Предохранительные укрытия-локализаторы по типу конструкции подразделяются на сплошные (металлические коробчатые, железобетонные, локализаторы, щиты, сплошные маты) и газопроницаемые (сетчатые, решетчатые, цепи, маты из шин и полос конвейерных лент, пригрузочный материал). Для полного ограничения разлета кусков горной массы они должны удовлет-

ворять следующим требованиям: обладать достаточным весом, чтобы высота подбрасывания укрытия и бокового смещения не превышала допустимых значений, обеспечивать полное укрытие взрываемого блока и сохранение целостности конструкции [1].

Эффективным средством, исключаящим разлет кусков горной массы и частично гасящим воздействие ударной волны, являются газопроницаемые укрытия из изношенных автопокрышек от большегрузных автосамосвалов, которыми укрывается место взрыва. В работе [2] отмечено, что особенность укрытий из автомобильных шин состоит в их монтаже быстроразъемными соединениями из отдельных элементов (цепи, стальные тросы) с существенно меньшей удельной массой ($40-80 \text{ кг/м}^2$) и использованием для их перемещения кранов, манипуляторов, колесных тракторов. Срок службы газопроницаемых укрытий на порядок выше сплошных металлических: они могут выдержать свыше 500 взрывов, поскольку взрывные нагрузки воспринимаются только от воздействия кусков горной массы. Поскольку мат является гибким и эластичным, то он деформируется вместе с горной массой, не отрываясь от нее, что препятствует разлету кусков породы [2–4]. Шины автосамосвалов универсальны, мобильнее и дешевле локализаторов других типов, легко транспортируются, ими можно укрыть площадь взрывания значительных размеров. В отличие от щитовых укрытий они выдерживают значительное количество взрывов благодаря гибкой резине, просто монтируются и не требуют техники большой грузоподъемности.

Для укрытий из автомобильных шин предложены бывшие в употреблении шины сочлененных автосамосвалов (Volvo, БелАЗ или др.), так как их много скопилось на горных предприятиях. В качестве быстроразъемных соединений взяты одновальцевые канатные или цепные стропы. Для создания системы скрепленных автопокрышек на каждой шине предлагается использовать по 4 канатных или цепных троса (при варианте 1) или 4 рым-болта (при варианте 2) [5].

При варианте 1 для крепления канатных или цепных строп к автопокрышкам рекомендуются стальные тросы (чалки) или цепи, продетые через центральные отверстия шин и соединенные через специальные звенья или П-образные элементы со шплинтуемыми или ввинчиваемыми на резьбе стопорами, при варианте 2 — удлиненные рым-болты ГОСТ 4751-73 (проушины на болтах), радиально расположенные в протекторе шины, где на одном уровне просверливаются перфоратором 4 отверстия большими спиральными или трубчатыми сверлами из углеродистой стали или прожигаются раскаленным стержнем диаметром 25 мм. Схемы соединения для различных вариантов представлены на рис. 1. Длина строп 2.4 м взята с некоторым запасом для сетки скважин 4.0×4.0 м. Расчет элементов конструкции укрытий и количество материалов выбирается на каждый конкретный массовый взрыв в соответствии с числом скважин обуриваемого блока.

Размещать автошины на блоке следует только после зарядания скважин, а затем осуществлять монтаж взрывной сети. Для укладки шин требуется кран с возможностью мобильного перемещения и выдвигания стрелы в пределах взрываемого блока или трактор с подцепным виловым устройством погрузчика. Располагать шины необходимо соосно со скважинами, закрывая профилем шины устье скважин. Перед укладкой их на скважины концы волноводов или детонирующего шнура от каждой скважины рекомендуется засыпать щебнем мелкой фракции 0–15 мм. Предлагается перед укладкой шин на скважины размещать под ними деревянный брусок для предотвращения продавливания средств инициирования и быстрого доступа к ним при монтаже взрывной сети. Например, при профиле шин 612.5 мм можно использовать деревянный брусок 100×100 мм длиной 0.5–1.0 м.

Схема расположения укрытия из шин автосамосвалов в ближней зоне с дополнительными шинами между скважинами и рядами шин по контуру взрываемого блока (на примере шин диаметром 1860 мм для укрытия взрываемого блока из 20 скважин диаметром 250 мм с сеткой 3.5×3.5 м) представлена на рис. 2.

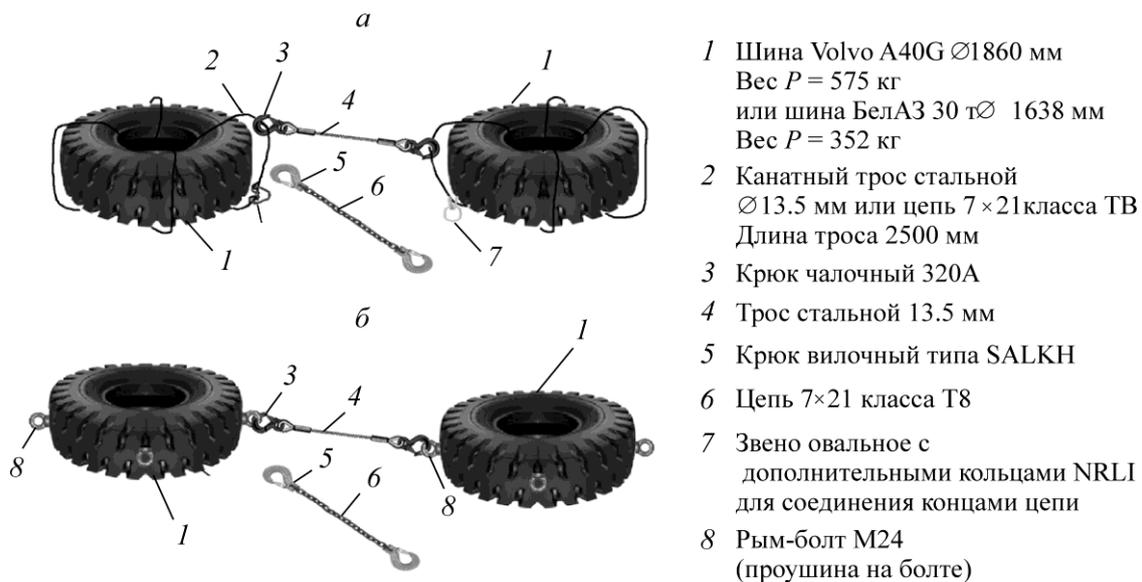


Рис. 1. Схема соединения канатных или цепных строп с шинами Volvo A40G или БелАЗ грузоподъемностью 30 т при использовании: *а* — стальных канатных тросов (чалок) или цепей на шинах (вариант 1); *б* — рым-болтов на протекторе шин (вариант 2)

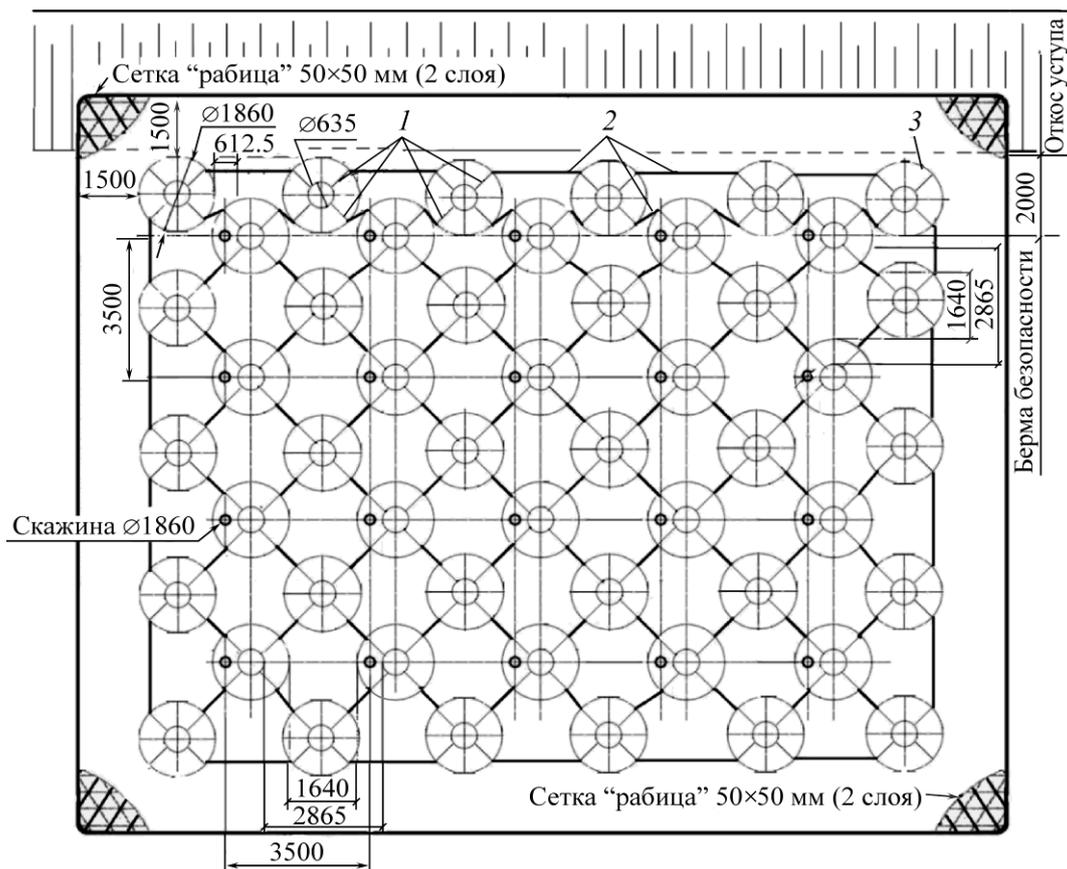


Рис. 2. Схема расположения укрытия из шин автосамосвалов с сеткой "рабица" в ближней зоне с дополнительными шинами между скажинами: 1 — канатный трос стальной диаметром 13.5 мм или цепь 7×21 класса ТВ; 2 — цепной или канатный строп длиной 2500 мм; 3 — шина Volvo A40G (все размеры даны в миллиметрах)

Среди других вариантов предохранительных укрытий из газопроницаемых эластичных матов наиболее экономичны укрытия из резиноканальных или резиноканевых конвейерных лент. Их газопроницаемость достигается за счет использования заплетенных или скрепленных

канатными тросами узких резиновых полос конвейерных лент на большой площади взрываемого блока [6–10]. Они получили широкое распространение при ведении взрывных работ в стесненных условиях на карьерах США, Канады, Австралии, Польши, Германии, Норвегии и других стран.

Преимуществами данных укрытий является не только минимальная масса и полное покрытие большой площади взрываемого блока, но и удобный и быстрый монтаж, демонтаж и транспортирование (возможность компактного скручивания укрытия в рулон). Конвейерная лента толщиной 8–20 мм разрезается вдоль на равные отрезки полос шириной 20–40 см электрическим резаком или лобзиком с тонкой пилой. Края плетеного укрытия скрепляются полосой шириной приблизительно 0.4 м с ее загибом и заклепыванием. Вместо заклепывания можно пропустить канатный трос, соединяющий каждую полосу вдоль края мата. Из канатного троса создается петля для перемещения мата после взрыва с развала горной массы с помощью трактора или бульдозера. Для перемещения мата на блок автокраном на нем закрепляются по диагонали от каждого угла четыре стягивающих канатных троса, которые цепляются к центральному кольцу (звено РТ1 или ОВ1) для транспортирования.

На рис. 3 и 4 представлены конструкции гибких эластичных матов из конвейерных лент (плетеного мата и прошитого канатными тросом) [6–8].

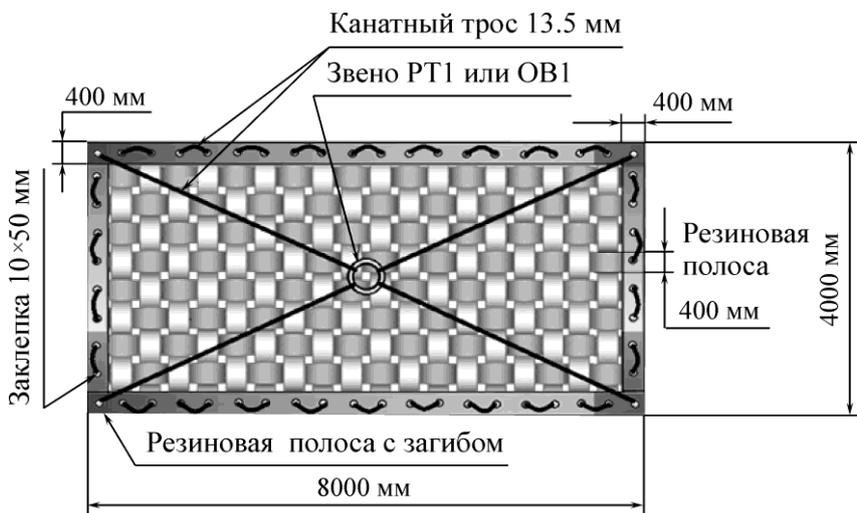


Рис. 3. Конструкция плетеного гибкого эластичного мата из полос конвейерных лент

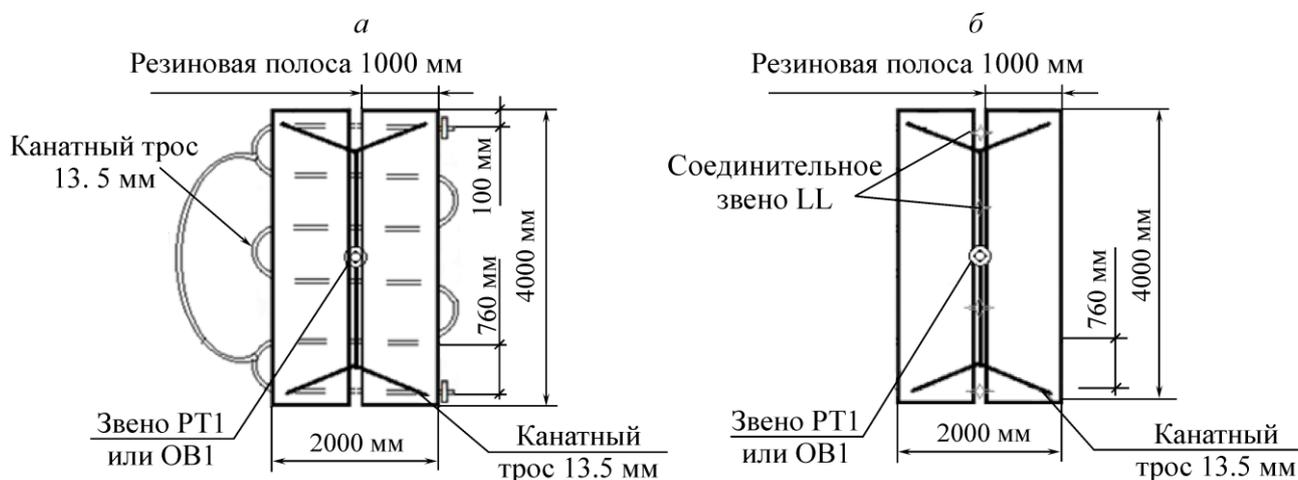


Рис. 4. Конструкция гибкого эластичного мата из конвейерных лент, скрепленных канатными тросами (а) и соединительными звеньями типа LL (б)

Одним из эффективных вариантов при создании предохранительных укрытий, практически полностью исключаящих разлет кусков горной массы, является комбинированное, состоящее из шин автосамосвалов и конвейерных лент. Для этого сверху на укрытие из шин после монтажа взрывной сети укладываются маты из конвейерных лент, которые через канатные петли на матах подсоединяются стропами к тросам, цепям или рым-болтам на шинах, а также при возможности к канатным или цепным стропам, скрепляющим шины. Достоинство данного укрытия — высокая безопасность, так как маты на взрываемый блок укладываются непосредственно на шины после монтажа взрывной сети и врезки детонаторов, исключая их повреждения. Для мобильности и удобства соединения матов с шинами целесообразно вместо проволоки использовать такелажные скобы (шаклы), чалки, цепь или рым-болты на шинах с канатными тросами на матах. Мат скрепляется с шестью шинами по его краям. Для соединения матов между собой также можно применять такелажные скобы (шаклы) или канатные зажимы. Для скрепления одной стороны мата к другой достаточно двух такелажных скоб или канатных зажимов. На рис. 5 представлена схема комбинированного предохранительного укрытия на примере шин Volvo A40G диаметром 1860 мм для укрытия взрываемого блока из 20 скважин диаметром 250 мм с сеткой 4.0×4.0 м.

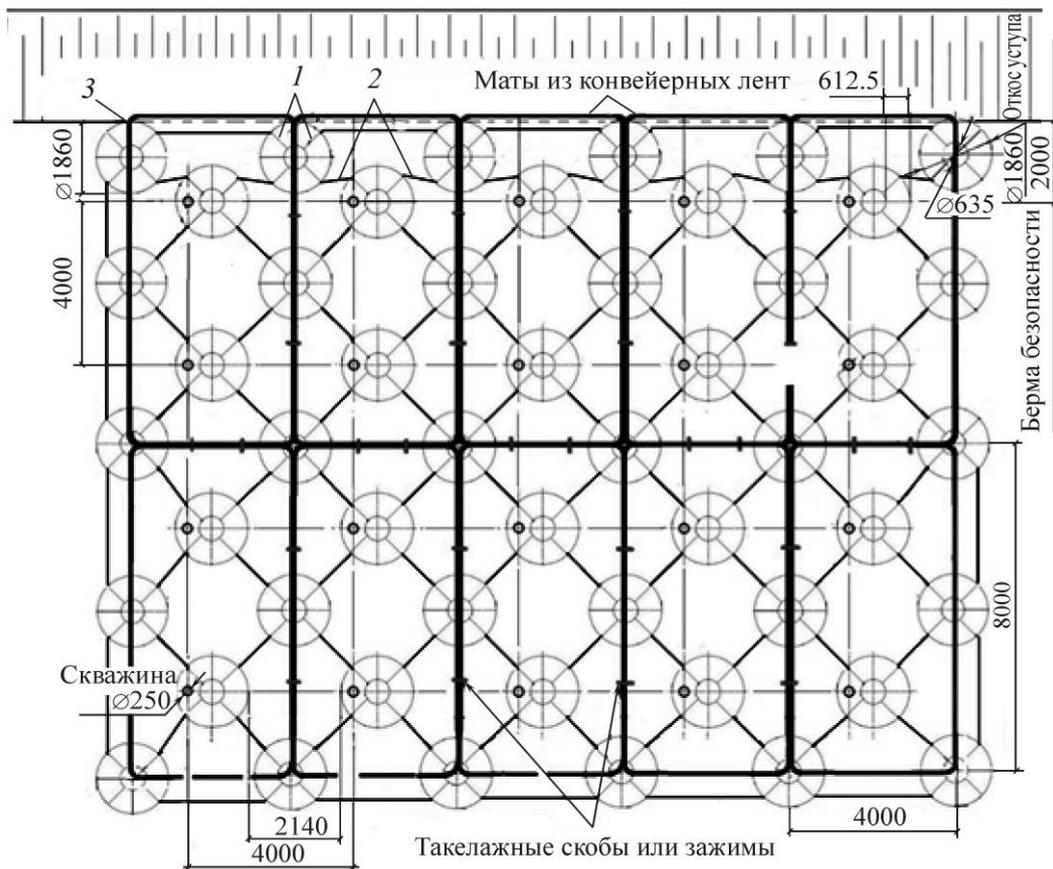


Рис. 5. Схема комбинированного предохранительного укрытия из шин автосамосвалов и матов из конвейерных лент: 1, 2, 3 — обозначения те же, что на рис. 2

Из представленных типов предохранительных укрытий наиболее эффективно комбинированное из шин автосамосвалов и матов из конвейерных лент. Оно не только полностью задерживает разлет кусков горной массы, но и частично воздействие ударных воздушных волн. К недостаткам можно отнести значительно меньшую газопроницаемость по сравнению с сетчатыми укрытиями, большую трудоемкость работ и продолжительное время операций, тем не менее оно малозатратно, так как в основном состоит из бывших в употреблении элементов.

На горном предприятии ПАО “Комбинат “Магнезит” на северо-западном участке Карагайского карьера в начале 2019 г. стали применять укрытия из шин автосамосвалов и сетки “рабица” при ведении взрывных работ в непосредственной близости от охраняемых объектов г. Сатки. Данные укрытия практически полностью исключили разлет кусков горных пород. При подходе фронта горных работ на расстояние менее 200 м до охраняемых объектов для полного предотвращения разлета кусков пород рекомендовано применять сплошные укрытия, в дальнейшем планируется использовать комбинированные из шин автосамосвалов и матов из конвейерных лент.

ВЫВОДЫ

Предварительные испытания газопроницаемых предохранительных укрытий из шин автосамосвалов и сетки “рабица” на горном предприятии ПАО “Комбинат “Магнезит” подтвердили их надежность и пригодность для использования в производственных условиях. Представленные укрытия имеют большой ряд преимуществ по сравнению с другими типами. Применяя их можно не только почти полностью исключить разлет кусков пород. Они являются легко-сборными и мобильными по сравнению с громоздкими щитовыми и сварными коробчатыми укрытиями, обладающими значительно большей массой и требующими для их монтажа и демонтажа техники большой грузоподъемности. Укрытия из шин и матов доступны по цене, так как их основные элементы состоят из бывших в употреблении материалов, а также износостойки (за счет резины) и способны укрыть большие площади взрывания.

Разработанные конструкции и схемы комбинированных предохранительных укрытий из шин автосамосвалов, сетки “рабица” и матов из конвейерных лент обеспечивают безопасность взрывных работ, предотвращая разлет кусков горных пород и частично воздействие ударной воздушной волны в ближней зоне ведения взрывных работ возле жилых домов, промышленных зданий и сооружений на земной поверхности. Кроме того, их рекомендуется применять на горных предприятиях, которые выполняют взрывные работы в стесненных условиях вблизи городской застройки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. **Instruction** for the organization and safe production of blasting in cramped conditions with the use of safety shelters, Institute of Mining, Ural branch, Russian Academy of Sciences, ed. G. Bersenev, Yekaterinburg, 2010, 31 pp. (in Russian) [**Инструкция** по организации и безопасному производству взрывных работ в стесненных условиях с применением предохранительных укрытий, ИГД УрО РАН / под ред. Г. П. Берсенева. — Екатеринбург, 2010. — 31 с.]
2. **Leschinsky A. V., Shevkun E. B., and Urenev I. M.** Blasting under cover of tires, Mining Information Analytical Bulletin, 2007, no. 5, pp. 117–123 (in Russian) [**Лещинский А. В., Шевкун Е. Б., Уренев И. М.** Взрывные работы под укрытием из автошин // ГИАБ. — 2007. — № 5. — С. 117–123.]
3. **Shevkun E. B.** Explosive work under cover, Khabarovsk, Publishing house of the Khabarovsk State Technical University, 2004, 202 pp. (in Russian) [**Шевкун Е. Б.** Взрывные работы под укрытием. — Хабаровск: Изд-во ХГТУ, 2004. — 202 с.]
4. [**Leshchinsky A. V., Shevkun E. B., and Lukashovich N. K.** Determination of the mass of the elastic elements of the gas-permeable cover of explosive blocks, Mining Information Analytical Bulletin, 2013, no. 4, pp. 349–355 (in Russian) [**Лещинский А. В., Шевкун Е. Б., Лукашевич Н. К.** Определение массы упругих элементов газопроницаемого укрытия взрывных блоков // ГИАБ. — 2013. — № 4. — С. 349–355.]

5. **LLC “UralStrop”**. Manufacturer of lifting equipment. [Electronic resource]. Access mode: website URL: <http://www.uralstrop.ru> (access date: 12.11.2017). [**ООО “УралСтроп”**. Производитель грузоподъемного оборудования. [Электронный ресурс]. Режим доступа: сайт – URL: <http://www.uralstrop.ru> (дата обращения: 12.11.2017).]
6. **Rubber Blasting Mats** [Electronic resource]. Access mode: website URL: <http://www.rubberbeltmats.com.au> (access date: 06.06.2018). [**Rubber Blasting Mats** [Электронный ресурс]. Режим доступа: сайт URL: <http://www.rubberbeltmats.com.au> (дата обращения: 05.06.2018).]
7. **Bergma. Blasting mats** [Electronic resource]. Access mode: website URL: <http://www.bergma.no> (access date: 06.06.2018). [**Bergma. Blasting mats** [Электронный ресурс]. Режим доступа: сайт URL: <http://www.bergma.no> (дата обращения: 05.06.2018 г.)]
8. **A1 Blasting mats** [Electronic resource]. Access mode: website URL: <https://a1blastingmats.net/> (access date: 06.06.2018). [**A1 Blasting mats** [Электронный ресурс]. Режим доступа: сайт URL: <https://a1blastingmats.net/> (дата обращения: 05.06.2018 г.)]
9. **What is blast mat** (a blasting mat) [Electronic resource]. Access mode: website URL: www.blastmat.com. BlastMat.com. (circulation date: 06.06.2018). [**What is blast mat** (a blasting mat) [Электронный ресурс]. Режим доступа: сайт URL: www.blastmat.com. BlastMat.com. (дата обращения: 05.06.2018).]
10. **Wire Rope Blasting Mat** [Electronic resource]. Access mode: website URL: www.blastmat.com. BlastMat.com. www.idealblasting.com (circulation date: 06.06.2018). [**Wire Rope Blasting Mat** [Электронный ресурс]. Режим доступа: сайт URL: www.blastmat.com. BlastMat.com. www.idealblasting.com. (дата обращения: 05.06.2018 г.)]