



DOI: 10.25558/VOSTNII.2023.85.61.007

УДК 622.235

© А.И. Басарнов, Д.Н. Батраков, А.И. Нестеренко, И.Н. Мерный, 2023

А.И. БАСАРНОВ

научный сотрудник лаборатории безопасности взрывных работ
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: vostnii-bvr@yandex.ru



Д.Н. БАТРАКОВ

заведующий лабораторией безопасности взрывных работ
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: vostnii-bvr@yandex.ru



А.И. НЕСТЕРЕНКО

инженер лаборатории безопасности взрывных работ
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: vostnii-bvr@yandex.ru



И.Н. МЕРНЫЙ

инженер лаборатории безопасности взрывных работ
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: vostnii-bvr@yandex.ru



ИСПЫТАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСОВ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ И РУДНИКАХ, ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ УДАРНОЙ ВОЗДУШНОЙ ВОЛНЫ

В статье изложена методика проведения испытаний конструкций корпусов устройств избыточным давлением ударной воздушной волны. Приведены результаты испытаний, выполненных по описанной методике, на примере пункта переключения в резервные самоспасатели.

Ключевые слова: ДАВЛЕНИЕ, УДАРНАЯ ВОЗДУШНАЯ ВОЛНА, КОРПУС, ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА.

ВВЕДЕНИЕ

С 01.06.2022 г. на территории Российской Федерации стал действовать разработанный НА «Ассоциация машиностроителей Кузбасса» ГОСТ Р 70061–2022 «Оборудование горно-шахтное. Пункты переключения в самоспасатели. Общие технические требования». Согласно данному нормативному документу (далее — НД), в частности, предъявляются требования к конструкции корпуса мобильных технических устройств, предназначенных для эксплуатации в угольных шахтах и рудниках.

Одним из важнейших параметров, подтверждающих безопасность применения данных технических устройств в условиях угольных шахт и рудников, является способность конструкции корпуса технического устройства выдерживать по результатам проведенных испытаний воздействие избыточным давлением ударной воздушной волны (далее — УВВ).

Перед производителями стала нерешаемая задача по проведению испытаний конструкций корпусов технических устройств воздействию избыточного давления достигаемого значения 0,1 МПа (1 кгс/см²), при чем временной интервал времени воздействия данного значения давления должен составлять не менее 0,2 с.

На момент введения в действия ГОСТ Р 70061–2022 не было разработано методики проведения испытаний, а также действующего испытательного оборудования, позволяющего воссоздать необходимые значения параметров давления и времени, особенно учитывая габаритные размеры испытываемых технических устройств.

Решая эти задачи по заявкам предприятий – изготовителей данных технических устройств, сотрудниками лаборатории безопасности взрывных работ АО «НЦ ВостНИИ» разработана методика испытаний избыточным давлением фронта ударной воздушной волны, образующегося при взрыве.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСОВ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ И РУДНИКАХ, ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ УДАРНОЙ ВОЗДУШНОЙ ВОЛНЫ

Данная методика апробирована при испытании конструкции корпуса пункта переключения в резервные самоспасатели (ППС) избыточным давлением ударной воздушной волны (УВВ).

Конструкция корпуса ППС по требованиям п.п. 6.2.6 и 6.2.11 ГОСТ Р 70061–2022 должна выдерживать воздействие избыточного давления ударной воздушной волны следующих параметров:

- при эксплуатации испытываемого ППС в угольных шахтах, опасных по газу и (или) пыли — не менее 0,1 МПа (1 кгс/см²) при воздействии УВВ в течение 0,2 с;
- при эксплуатации ППС на рудниках — не менее 0,03 МПа (0,3 кгс/см²) при воздействии УВВ в течение 0,2 с.

Суть методики — в рамках стендовых испытаний на определенный временной интервал смоделировать для испытываемого объекта (техническое устройство) условия воздействия избыточного давления, значением не менее требуемого согласно ГОСТ Р 70061–2022, фронта ударной воздушной волны.

Ударная воздушная волна формируется за счет воспламенения (взрыва) метановоздушной смеси объемом 10 м³ и навеской неперехранительного промышленного взрывчатого вещества массой 50–100 граммов.

Требования к концентрации метана (СН₄, %) в метановоздушной смеси, технические характеристики применяемого испытательного оборудования, средств измерения для воссоздания воспламенения (взрыва) метановоздушной смеси приняты согласно требованиям ГОСТ 7140–98 «Вещества взрывчатые промышленные. Методы испытаний в метановоздушной и пылевоздушной смесях». Стендовая модель проведения испытаний приведена на рис. 1.

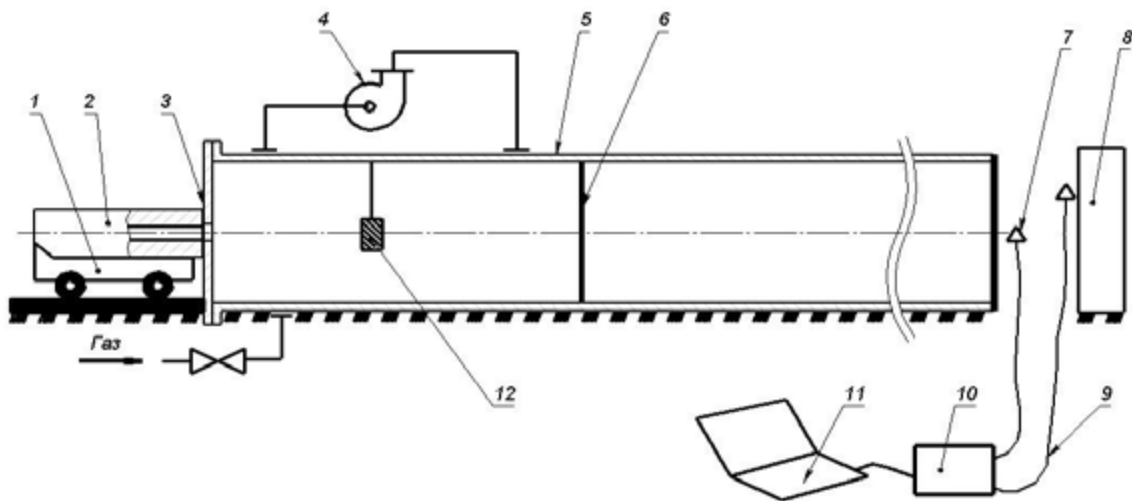


Рис. 1. Стендовая модель для проведения испытаний корпуса ППС воздействием избыточного давления фронта УВВ: 1 — тележка канальной мортиры; 2 — канальная мортира; 3 — люк штрека; 4 — вентилятор для перемешивания метановоздушной смеси; 5 — труба штрека; 6 — бумажная мембрана; 7 — датчики ЛХ-610; 8 — пункт переключения в самоспасатели (ППС); 9 — кабель РК-50; 10 — быстродействующий модуль АЦП (Е-14-440); 11 — ноутбук; 12 — навеска непригодного ВВ.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ НА ПРИМЕРЕ ППС

1. С целью подтверждения устойчивости корпуса ППС к воздействию избыточным давлением УВВ испытанию подвергают две поверхности корпуса:

- «торец», боковая сторона корпуса ППС с входной дверью (рис. 2);



Рис. 2. Внешний вид испытательного стенда при испытании боковой сторона корпуса ППС (боковая сторона корпуса ППС с входной дверью)

- «длинная», боковая сторона, состоящая из 3-х соединенных болтовым соединением секций ППС (рис. 3).



Рис. 3. Внешний вид испытательного стенда при испытании боковой стороны корпуса ППС (боковая сторона, состоящая из 3-х, соединенных болтовым соединением секций ППС)

2. Для фиксирования числового значения давления фронта ударной воздушной волны, воздействующего на корпус ППС при проведении испытаний, используется два параллельно фиксирующих давление УВВ датчика типа «ЛХ-610». Датчики фиксируют показатели давления, передавая их посредством кабеля РК-50 на каналы аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Значения передаются в милливольтгах (мВ), для их записи на ноутбук

(ПК) и обработки используются программное обеспечение «LGraph» и «PowerGraph».

Перед началом проведения испытаний необходимо провести калибровку датчиков давления. Суть калибровки состоит в определении числового значения соотношения передаваемого датчиком сигнала (напряжения, В) на известное значение давления в калибровочной оснастке (кгс/см²), измеренное поверенным манометром (рис. 4).



Рис. 4. Внешний вид калибровочной оснастки с установленным датчиком: 1 — мембрана, которая при нарушении целостности (прокалывании) вызывает скачок давления внутри оснастки; 2 — датчик давления ЛХ-610; 3 — ниппель для подключения компрессора (источника создания давления в оснастке) и поверенного манометра с целью фиксирования созданного давления

Пример выполненной калибровки датчика ЛХ-610 показан на рис. 5.

Время окончания спада давления — 1,78582 с., напряжение, выданное дат-

чиком, — 0,3425 В, давление в калибровочной оснастке — 2,8 кгс/см².

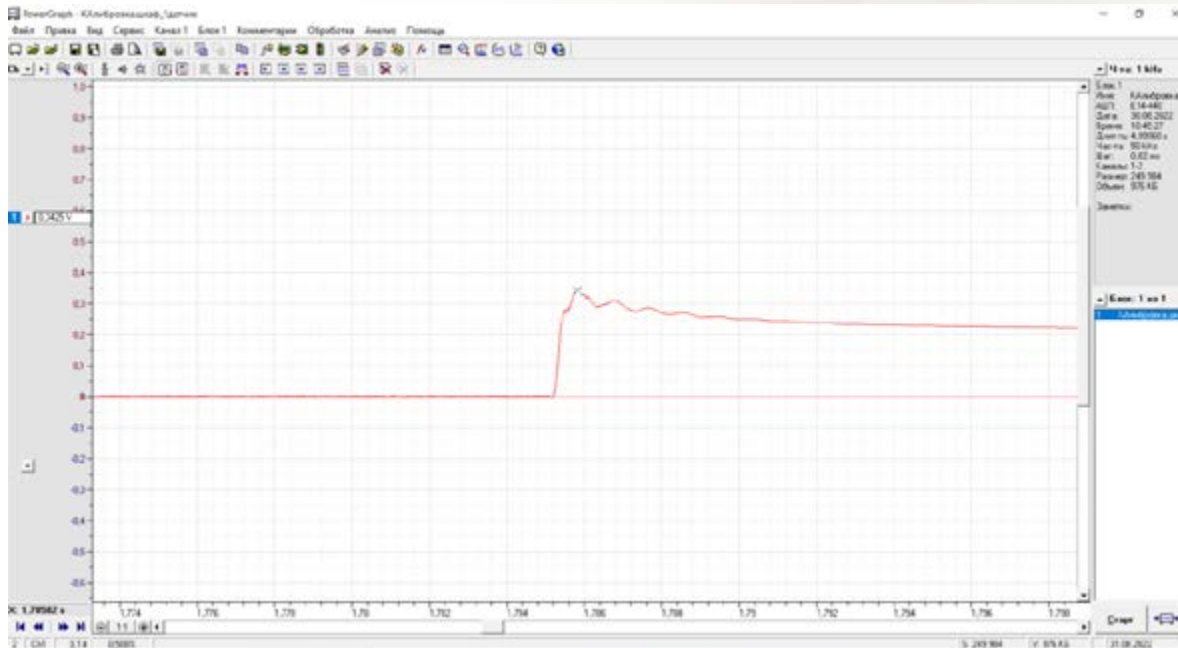


Рис. 5. Осциллограмма срабатывания датчика давления ЛХ-610 при калибровке (1 канал АЦП)

Результат калибровки датчика: $0,3425 \text{ В} / 2,8 \text{ кгс/см}^2 = 0,122 \text{ В/кгс/см}^2$.

3. Далее выполняются работы согласно порядку, описанному в ГОСТ 7140-98:

- подвешивается навеска ВВ (поз. 12, рис. 1);
- устанавливается бумажная мембрана (поз. 6, рис. 1);
- подается метан в отгороженный мембраной объем трубы штрека (поз. 5, рис. 1) для создания метановоздушной смеси, концентрацией от 8,5 до 9,5 %;

4. Датчики давления № 1 и № 2 подключаются с помощью кабеля РК-50 к каналам АЦП, соответственно № 1 и № 2.

5. Производится инициирование навески промышленного взрывчатого вещества (поз. 12, рис. 1). В результате чего воспламеняется (взрывается) метановоздушная смесь.

Кадры фотофиксации проведения испытания по воздействию фронта ударной воздушной волны на корпус ППС приведены на рис. 6 а, б, в, г, д, е.

а)



б)



в)



г)



д)



е)



Рис. 6. Внешний вид испытательного стенда и испытываемого ППС при взрыве метановоздушной смеси

6. Обрабатываются данные, зафиксированные датчиками давления в ходе проведения испытаний (рис. 7 а, б).

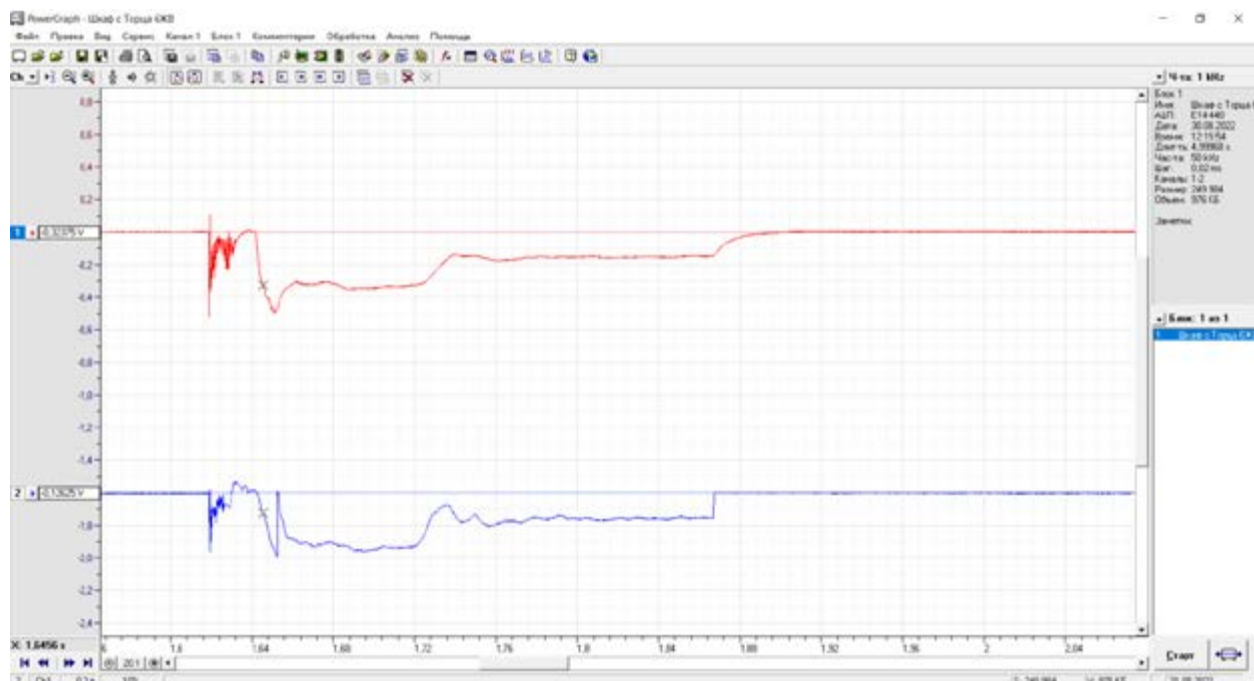


Рис. 7а. Осциллограмма срабатывания датчиков давления ЛХ-610 № 1 и № 2 (1 и 2 каналы АЦП)

Время начала воздействия $t = 1,6456$ с.,
давление на начало отсчета времени воздей-
ствия составило:

- датчик № 1. $P = 2,65$ кгс/см²;
- датчик № 2. $P = 1,25$ кгс/см².

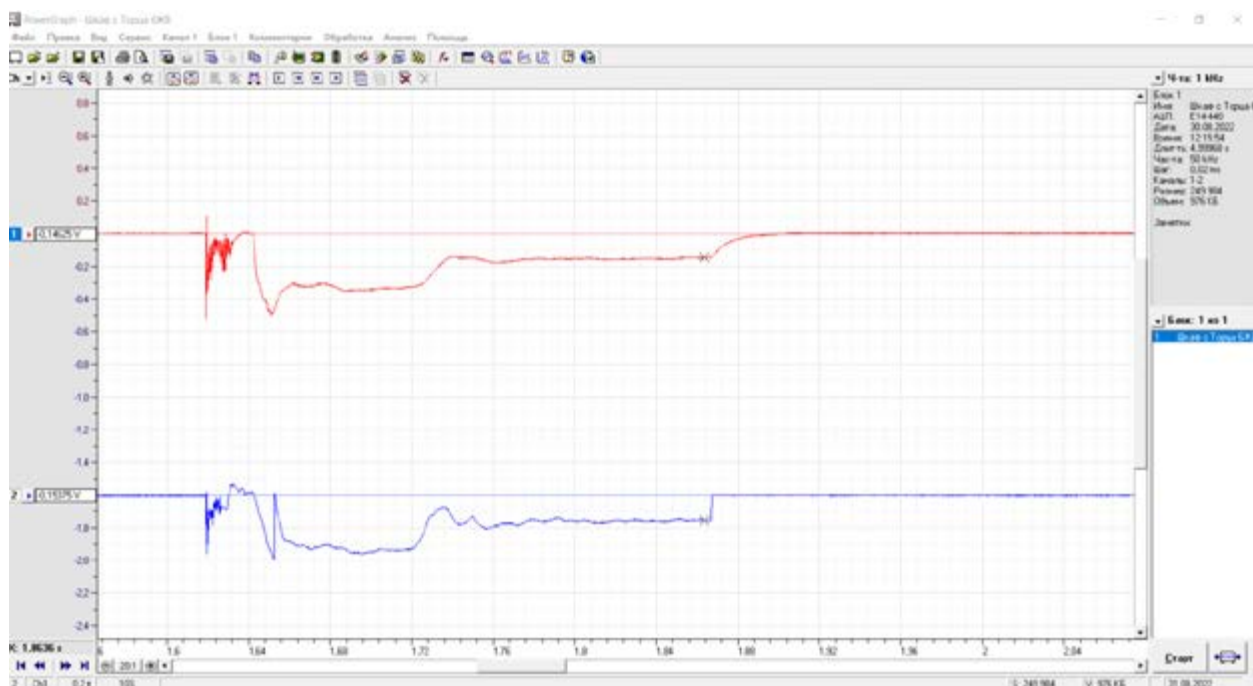


Рис. 7б. Осциллограмма срабатывания датчиков давления ЛХ-610 № 1 и № 2 (1 и 2 каналы АЦП)

Время окончания воздействия $t = 1,8636$ с.,
давление на конец отсчета времени воздей-
ствия составило:

- датчик № 1. $P = 1,19$ кгс/см²;
- датчик № 2. $P = 1,52$ кгс/см².

Время воздействия составило: $t = 1,8636 - 1,6456 = 0,218$ с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Представленный на испытания пункт переключения в самоспасатели (ППС), приведенный в данной статье в качестве испытываемого объекта для оценки эффективности методики, соответствует требованиям п.п. 6.2.6 и 6.2.11 ГОСТ Р 70061–2022 «Оборудование горно-шахтное. Пункты переключения в самоспасатели. Общие технические требования».

В ходе проведения нескольких серий испытаний различных технических устройств в 2022 году на базе полигона лаборатории безопасности взрывных работ АО «НЦ Вост-

НИИ» отработаны все технические моменты для стабильного получения необходимого временного интервала воздействия фронта УВВ заданного значения (избыточного давления на фронте УВВ).

Стендовые испытания по изложенной в данной статье методике позволяют воссоздать требуемые условия согласно ГОСТ Р 70061–2022 по воздействию УВВ для проверки соответствия требованиям безопасности и предусмотренным мерам защиты изготавливаемых технических устройств, применяемых в условиях угольных шахт и рудников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения: федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности (утверждены Приказом Ростехнадзора от 03.12.2020 г. № 494). Доступ из справочной системы «Техэксперт» (дата обращения: 10.05.2023 г.).

2. ГОСТ 7140-98 «Вещества взрывчатые промышленные. Методы испытаний в метановоздушной и пылевоздушной смесях». Доступ из справочной системы «Техэксперт» (дата обращения: 03.04.2023 г.).

3. ГОСТ Р 52035-2003 «Вещества взрывчатые промышленные. Детонит марки М. Технические условия». Доступ из справочной системы «Техэксперт» (дата обращения: 03.04.2023 г.).

4. ГОСТ Р 52036-2003 «Вещества взрывчатые промышленные. Угленит марки Э-6. Технические условия». Доступ из справочной системы «Техэксперт» (дата обращения: 03.04.2023 г.).

5. ГОСТ Р 70061-2022 «Оборудование горно-шахтное. Пункты переключения в самоспасатели. Общие технические требования». Доступ из справочной системы «Техэксперт» (дата обращения: 03.04.2023 г.).

6. ГОСТ Р 58584-2019 «Горное дело. Пункты переключения в самоспасатели. Требования безопасности. Методы испытаний». Доступ из справочной системы «Техэксперт» (дата обращения: 03.04.2023 г.).

7. ГОСТ Р 58198-2018 «Горное дело. Пункты переключения в самоспасатели. Термины и определения». Доступ из справочной системы «Техэксперт» (дата обращения: 03.04.2023 г.).

DOI: 10.25558/VOSTNII.2023.85.61.007

UDC 622.235

© A.I. Basarnov, D.N. Batrakov, A.I. Nesterenko, I.N. Mernyj, 2023

A.I. BASARNOV

Researcher at the Explosive Safety Laboratory
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: vostnii-bvr@yandex.ru

D.N. BATRAKOV

Head of the Explosion Safety Laboratory,
Senior Researcher

JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: vostnii-bvr@yandex.ru

A.I. NESTERENKO

Engineer of the Explosion Safety Laboratory
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: vostnii-bvr@yandex.ru

I.N. MERNYJ

Engineer of the Explosion Safety Laboratory
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: vostnii-bvr@yandex.ru

TESTING OF HULL STRUCTURES OF TECHNICAL DEVICES USED IN COAL MINES AND MINES WITH EXCESSIVE AIR SHOCK WAVE PRESSURE

The article describes the procedure for testing the structures of the device bodies with excessive pressure of the shock air wave. The results of tests performed according to the described procedure are given on the example of the switching point to backup self-rescuers.

Keywords: PRESSURE, SHOCK AIR WAVE, HOUSING, TECHNICAL DEVICES.

REFERENCES

1. Safety rules for the production, storage and use of industrial explosives: Federal norms and rules in the field of industrial safety (approved by Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision Order No. 494 dated 03.12.2020). Access from the Technical Expert Help System (date of application 10.05.2023). [In Russ.].
2. GOST 7140-98 «Industrial explosive substances. Test methods in methane-air and dust-air mixtures». Access from the Technical Expert Help System (date of application: 03.04.2023). [In Russ.].
3. GOST R 52035-2003 "Industrial explosive substances. Detonite of the brand M. Technical conditions». Access from the Technical Expert Help System (date of application: 03.04.2023). [In Russ.].
4. GOST R 52036-2003 «Industrial explosive substances. Uglenit brand E-6. Technical conditions». Access from the Technical Expert Help System (date of application: 03.04.2023). [In Russ.].
5. GOST R 70061-2022 «Mining equipment. Switching points to self-rescuers. General technical requirements». Access from the Technical Expert Help System (date of application: 03.04.2023). [In Russ.].
6. GOST R 58584-2019 «Mining. Switching points to self-rescuers. Security requirements. Test methods». Access from the Technical Expert Help System (date of application: 03.04.2023). [In Russ.].
7. GOST R 58198-2018 «Mining. Switching points to self-rescuers. Terms and definitions». Access from the Technical Expert Help System (date of application: 03.04.2023). [In Russ.].