ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72227— 2025

Горное дело

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК ШАХТ

Требования безопасности

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли» (АО «НЦ ВостНИИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 269 «Горное дело»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 августа 2025 г. № 844-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сокращения 3
5 Требования безопасности 4
Библиография 10

Введение

В настоящий стандарт включены положения, являющиеся дополнительными к требованиям нормативных правовых актов Ростехнадзора [1], [2], [3], а также по безопасности систем электроснабжения подземных выработок шахт и рудников в целях соответствия, согласно [4], [5], современному уровню развития науки, техники и технологий, передовому отечественному и зарубежному опыту. При подготовке настоящего стандарта учтены также актуальные требования разработанных ранее инструкций и рекомендаций [6], [7].

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Горное дело

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК ШАХТ

Требования безопасности

Mining. Power supply system in underground mines. Safety requirements

Дата введения — 2025—10—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования безопасности к проектированию систем электроснабжения подземных выработок угольных шахт и рудников (далее — шахт), в том числе опасных по газу и (или) пыли.

Настоящий стандарт распространяется на проектирование вновь строящихся, расширяемых, реконструируемых шахт и рудников, их техническое перевооружение, а также на проекты по поддержанию производственных мощностей.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 31610.0 (IEC 60079-0:2011) Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования

ГОСТ 31612 Устройства защиты от токов утечки рудничные для сетей напряжением до 1200 В. Общие технические требования

ГОСТ 31945 Кабели гибкие и шнуры для подземных и открытых горных работ. Общие технические условия

ГОСТ 33968—2016 Защита от сверхтоков и контроль изоляции рудничного электрооборудования

ГОСТ Р 12.1.038 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

ГОСТ Р 58342 Кабели силовые и контрольные для применения в электроустановках во взрывоопасных средах. Общие технические условия

ГОСТ Р 58717 Горное дело. Ремонт и испытание шахтных силовых кабелей. Общие технические требования

ГОСТ Р 58718 Горное дело. Кабели гибкие шахтные. Методы проверки обеспечения опережающего отключения при раздавливании

ГОСТ Р МЭК 61508-1 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 1. Общие требования

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого

Издание официальное

стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

рудничное электрооборудование: Электрооборудование специального назначения, предназначенное для рудников, шахт, карьеров и горно-обогатительных предприятий.

[Адаптировано из ГОСТ 18311—80, статья 35]

3.2

система электроснабжения: Совокупность электротехнических средств и электрической цепи, обеспечивающая стабильную доставку электроэнергии всем потребителям, включенным в данную цепь.

[ГОСТ Р 57190—2016, статья 01-15-49]

3.3 **режим заземления нейтрали сети:** Способ устройства нейтрали сети, при котором нейтраль либо изолирована, либо в нее включено дополнительное оборудование: реактор, резистор или их комбинация, изменяющее величину тока однофазного замыкания на землю.

3.4 **резистивное заземление нейтрали сети:** Преднамеренное электрическое соединение нейтрали генератора или специального заземляющего трансформатора с заземляющим устройством через активное сопротивление с целью подавления дуговых перенапряжений и феррорезонансных явлений при однофазном замыкании на землю.

3.5 **дуговое перенапряжение:** Перенапряжение, возникающее в сети при неустойчивом (перемежающемся) горении дуги в месте повреждения.

3.6 **перемежающаяся дуга:** Дуга, имеющая неустойчивый характер горения, сопровождающийся многократными зажиганием и гашением.

3.7 **феррорезонансные явления:** Перенапряжения и сверхтоки в обмотках измерительных трансформаторов напряжения, возникающие в результате насыщения стали и резонанса в схеме, содержащей емкость электрооборудования сети и индуктивность намагничивания трансформатора напряжения.

3.8

система с изолированной нейтралью (isolated neutral system): Система, в которой нейтральная точка не заземлена преднамеренно, за исключением заземления через большое сопротивление для целей защиты и измерения.

[ГОСТ Р МЭК 60050-195—2005, статья 195-04-07]

3.9

напряжение на заземляющем устройстве: Напряжение, возникающее между точкой ввода тока в заземлитель и зоной нулевого потенциала.

[ГОСТ Р 57190—2016, статья 01-13-28]

3.10

напряжение относительно земли при замыкании на землю (voltage to earth during an earth fault): Напряжение между рассматриваемой точкой и относительной землей для данного места замыкания на землю и данного значения тока замыкания на землю.

[ГОСТ 12.1.009—2017, статья 2.2.24]

3.11

ток замыкания на землю: Ток, проходящий через место замыкания на землю.
[ГОСТ 12.1.009—2017, статья 2.2.23]

3.12

ток утечки (в установке) [leakage current (in an installation)]: Электрический ток, протекающий на землю или на сторонние проводящие части в электрической цепи при отсутствии повреждений.
[ГОСТ IEC 60519-1—2011, пункт 3.2.14]

3.13

сверхток (over-current): Электрический ток, превышающий номинальный ток.
[ГОСТ IEC 60050-441—2015, статья 441-11-06]

3.14 **направленная токовая защита от однофазных замыканий на землю:** Защита, реагирующая на ток и напряжение нулевой последовательности, а также электрический угол между ними. Защита подключается к фильтру токов и фильтру напряжения нулевой последовательности.

3.15

автоматическое отключение питания (automatic disconnection of supply): Отключение одного или нескольких линейных проводников в результате автоматического срабатывания защитного устройства в случае повреждения.
[ГОСТ Р МЭК 60050-195—2005, статья 195-04-10]

3.16

полимерная изоляция: Изоляция, состоящая из полимерной композиции.

Примечание — Полимерную изоляцию перерабатывают методом экструзии. Полимерная изоляция бывает термопластичной или сшитой. Наиболее распространенными полимерными изоляциями являются: резиновая изоляция, пластмассовая изоляция, термопластичная эластичная изоляция (термоэластопласт), термореактивная изоляция.

[ГОСТ 15845–2024, статья 80]

3.17

сопротивление утечки (сопротивление заземления) [leakage resistance (resistance to earth)]: Сопротивление, выраженное в омах, между электродом в контакте с поверхностью, на которой ведется измерение, и землей.
[ГОСТ 31610.32-1—2015/IEC/TS 60079-32-1:2013, пункт 3.17]

3.18

скважина: Вертикальная, реже наклонная горная выработка цилиндрического сечения, диаметр которой намного меньше ее глубины, проведенная в горной породе или полезном ископаемом с земной поверхности или из подземных выработок под любым углом наклона к горизонту механическими или не механическими способами бурения в разведочных и эксплуатационных целях.

Примечание — Скважина обычно бывает диаметром более 75 мм при глубине до 5 м или любого диаметра при глубине более 5 м.

[ГОСТ Р 57719—2017, статья 31]

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:
АВР — автоматический ввод резерва;
БРУ — режим «блокировочного реле утечки»;
ЛЭП — линия электропередачи;
КРУ — комплектное распределительное устройство;
КТП — комплексная трансформаторная подстанция;

ОЗЗ — однофазное замыкание на землю;
ПВХ — поливинилхлорид;
ГПП — главная поверхностная подстанция;
ПУПП — передвижная участковая понизительная подстанция;
РП — распределительный пункт участка;
РПП — распределительная подземная подстанция;
ЦПП — центральная подземная подстанция;
ЭПР — этиленпропиленовая резина.

5 Требования безопасности

5.1 Общие положения

5.1.1 Для подземных электроустановок шахт должно использоваться рудничное электрооборудование.

В случае потенциально взрывоопасной среды из-за наличия рудничного газа и/или угольной пыли в угольных шахтах или другой взрывоопасной среды в подземных рудниках электрооборудование должно быть выполнено в соответствии с [6].

5.1.2 Электрооборудование с уровнем взрывозащиты оборудования Mb (PB) по ГОСТ 31610.0 должно быть смонтировано таким образом, чтобы его можно было обесточить, если концентрация рудничного газа в воздухе превысит максимальные значение согласно [1]. Обесточивание не требуется для искробезопасных систем с уровнем взрывозащиты оборудования Ma (PO).

5.1.3 В подземных выработках с потенциально взрывоопасной средой для предотвращения опасных электростатических разрядов открытые проводящие части электрооборудования должны быть электростатически связаны с землей таким образом, чтобы сопротивление утечки было не больше 10^6 Ом или не больше 10^8 Ом, если емкость меньше или равна 100 пФ (см. [8]).

Поверхностное электрическое сопротивление наружной оболочки или защитного шланга кабелей 6(10) кВ стационарной прокладки согласно ГОСТ Р 58342 должно быть:

- не более 10^9 Ом — при относительной влажности (50 ± 5) %;
- не более 10^{11} Ом — при относительной влажности (30 ± 5) %.

5.1.4 Сопротивление изоляции силовых кабелей в подземных выработках без подключенных потребителей должно быть таким, чтобы на каждые 1000 м длины кабеля активная составляющая тока утечки каждого кабеля при номинальном напряжении составляла не более 1 мА (см. [8]). В этом случае сопротивление изоляции R, Ом, должно быть:

$$R \geq \frac{1000 \cdot U}{L}, \quad (1)$$

где U — напряжение, В;

L — длина кабеля, км.

В случае, если протяженность кабеля не превышает 1 км, используется значение сопротивления изоляции, рассчитанное для кабеля длиной 1 км.

В сетях с изолированной нейтралью сопротивление изоляции всей системы, включая подключенные нагрузки, должно быть не ниже 50 Ом на 1 В номинального напряжения (см. [8]).

5.2 Схема электроснабжения подземных выработок шахт напряжением 6(10) кВ

5.2.1 Схемой электроснабжения подземных электроприемников шахт должно предусматриваться обособленное от сети поверхности питание их при напряжении 6(10) кВ с применением для этой цели специальных трехобмоточных, двухобмоточных трансформаторов с расщепленной обмоткой или разделительных [7].

Не допускается присоединение к секции, питающей подземные электроприемники, воздушных линий, а также линий городских сетей [9].

Питание электродвигателей главных водоотливных установок мощностью 1250 кВт и более допускается осуществлять от секции шин подстанции поверхности [6], [7]. При этом мощность короткого замыкания в подземной сети шахты ограничивается величиной, соответствующей номинальным харак-

теристикам установленного в шахте электрооборудования и сечению кабелей, но не должна превышать 100 МВА [2].

Для выравнивания нагрузок трансформаторов с расщепленными обмотками допускается присоединение энергоемких электроприемников, находящихся на поверхности и получающих питание по кабельным линиям, к сборным шинам обособленной подземной нагрузки [9].

5.2.2 Питание всех подземных электроприемников шахт должно осуществляться, как правило, через ЦПП, либо высоковольтные РП 6-10 кВ. Допускается при технико-экономическом обосновании питание электроприемников участков очистных и подготовительных работ непосредственно с поверхности через временные скважины при отсутствии в пределах отрабатываемого шахтного поля пахотных земель. Это требование не распространяется на стационарные энергетические скважины, используемые для питания ЦПП горизонта, крыла или шахты в целом [7].

5.2.3 Питание ЦПП и РПП, к которому подключены электроприемники категорий 1 и 2 по надежности электроснабжения, следует предусматривать не менее чем по двум кабельным линиям от двух независимых источников. При выходе из строя одной из питающих линий оставшиеся в работе должны обеспечить питание 100 % нагрузки всех электроприемников с учетом допустимой перегрузки [7]. Допускается на период восстановления питания отключение электроприемников категории 3, при этом время отключения не должно превышать допустимое время по критериям технологических ограничений (возможное время простоя по условию горного давления и т. п.).

5.2.4 При проектировании разветвленных схем питания подземных электроустановок, расположенных на нескольких участках (в пределах одной панели или этажа), рекомендуется применять схему с одним РПП 6(10) кВ.

5.2.5 В подземных выработках следует предусматривать, как правило, раздельную работу силовых трансформаторов.

5.2.6 ЦПП следует проектировать с двумя вводами и одним распределительным устройством 6(10) кВ, состоящим из двух секций шин. При количестве вводов в ЦПП четыре и более предусматривают два и более самостоятельных РУ 6(10) кВ (каждое РУ на два ввода). Каждая вводная кабельная линия может состоять из двух кабелей, если их присоединение предусмотрено конструкцией КРУ.

5.2.7 Присоединение питающих кабелей к РУ 6(10) кВ ЦПП предусматривают только через вводное КРУ. Соединение секций РУ 6(10) кВ между собой осуществляют через секционное КРУ.

5.2.8 Каждая секция ЦПП должна иметь не менее одного резервного КРУ, полностью оборудованного и присоединенного к шинам 6(10) кВ, и не менее одного свободного места для установки КРУ в дальнейшем.

5.2.9 Подвод электроэнергии к скважинам может осуществляться по воздушным и кабельным ЛЭП 6(10) кВ, а также по воздушным ЛЭП 35-110 кВ.

5.2.10 При передаче электроэнергии напряжением до 1,2 кВ через временную скважину КТП должна устанавливаться непосредственно перед устьем скважины.

На отходящей в скважину сети должен быть установлен автоматический выключатель с защитой от утечки тока на землю. Допускается установка автоматического выключателя с защитой от утечки тока на землю под скважиной при соблюдении требований [1].

5.2.11 Проектирование у скважин открытых мачтовых подстанций не допускается.

5.2.12 Передача электроэнергии напряжением 6(10) кВ через скважину допускается при соблюдении требований, изложенных в 5.2.1.

5.2.13 При подводе электроэнергии к скважине воздушной ЛЭП 35-110 кВ следует предусматривать на поверхности (непосредственно около устья скважины) установку КТП 35(110)/6(10) кВ.

5.2.14 В одной скважине следует предусматривать, как правило, прокладку одного силового бронированного кабеля с контрольными жилами. Допускается прокладка в одной скважине силового и контрольного бронированных кабелей с креплением каждого из них к отдельному тросу.

Для питания технологически связанных электроприемников III категории по надежности электроснабжения допускается прокладка в одной скважине двух силовых бронированных кабелей с контрольными жилами. При этом каждый кабель должен быть прикреплен к отдельному тросу диаметром не менее 10 мм.

5.2.15 Прокладываемый по скважине кабель должен быть надежно прикреплен к тросу по всей его длине с помощью жимков из мягкой проволоки. Расстояние между местами крепления кабеля к тросу не должно превышать 2,5 м.

5.2.16 На поверхности следует предусматривать надежное крепление троса и кабеля, исключающее передачу механических усилий на электрооборудование.

5.2.17 Участок кабеля, проложенный на поверхности между источником питания и устьем скважины, должен быть огражден. Должны быть предусмотрены мероприятия, исключающие выброс кабеля из скважины в выработку в случае его обрыва.

5.2.18 Если электрическая сеть участка обособлена от остальной сети шахты, и заземляющую сеть нельзя объединить с общешахтной сетью, то необходимо выполнить устройство заземлителя на поверхности. При этом в качестве главного заземлителя может быть использована обсадная металлическая труба, если ее сопротивление растеканию тока не превышает 2 Ом.

5.3 Защита шахтных электроустановок от однофазных замыканий на землю

5.3.1 Все отходящие линии электроснабжения напряжением 6(10) кВ, питающие ЦПП и РПП шахты, должны быть оснащены устройствами релейной защиты от междуфазных коротких замыканий и ОЗЗ, действующими на отключение.

5.3.2 Селективная защите от ОЗЗ должна выполняться двухступенчатой. Первая ступень защиты должна устанавливаться в ячейках распределительных устройств на ЦПП и РПП, питающих шахтные электроустановки 6(10) кВ, и выполняться без выдержки времени. Вторая ступень защиты, устанавливаемая на шинах 6(10) кВ ГПП шахты, должна иметь выдержку времени не более 0,7 с.

5.3.3 Общее время отключения поврежденного присоединения первой ступени защиты от ОЗЗ должно быть не более 0,1 с, второй ступени защиты — не более 0,6 с.

5.3.4 Защиту от ОЗЗ первой и второй ступени для обеспечения селективности рекомендуется выполнять направленной (коды ANSI 67N и 32P согласно [10]). Для этого следует применять микропроцессорные защиты, использующие различные алгоритмы действия на основе непрерывного контроля напряжения и тока нулевой последовательности с целью выявления и определения поврежденного фидера как при устойчивых (металлических), так и при перемежающихся дуговых замыканиях.

5.4 Режим заземления нейтрали электрической сети шахты

5.4.1 Для электроснабжения шахтных электроустановок используют сети с изолированной или заземленной через резистор нейтралью трансформаторов [1]. С целью повышения селективности и надежности действия релейной защиты от замыканий на землю, а также для снижения уровня перенапряжений при дуговых замыканиях на землю рекомендуется выполнять заземление нейтрали электрической сети через резистор, обеспечивающий создание дополнительного активного тока замыкания на землю.

5.4.2 Величину сопротивления, создающего дополнительный активный ток замыкания на землю, следует выбирать на основе выполнения следующих условий:

а) селективное отключение присоединения с ОЗЗ путем применения как простых токовых защит от замыканий на землю (код ANSI 51G), так и более сложных направленных защит по току нулевой последовательности (код ANSI 67N) или активной мощности нулевой последовательности («ваттметрические», код ANSI 32);

б) напряжение на заземляющем устройстве при протекании полного тока ОЗЗ шахтной электрической сети с учетом емкостной и активной составляющих за время отключения до 0,7 с не должно превышать 100 В (см. ГОСТ Р 12.1.038, [11]).

5.4.3 При отказе защит по отключению поврежденного присоединения должно быть выполнено резервное действие защит от ОЗЗ по отключению секции (ввода), к которой присоединено поврежденное присоединение, с целью защиты низкоомного резистора от термического повреждения и предотвращения работы сети в режиме ОЗЗ с большим током повреждения. При этом должен быть выполнен запрет АВР. При ОЗЗ непосредственно на секции шин, к которой подключен низкоомный резистор, защита должна отключать секцию (ввод) с запретом АВР [12].

5.5 Требования к силовым шахтным кабелям

5.5.1 Для стационарной прокладки электроснабжения в подземных выработках шахт используются силовые и контрольные кабели с полимерной изоляцией из ПВХ пластиката, сшитого полиэтилена и ЭПР и с оболочками, не распространяющими горение [1].

Основные жилы этих кабелей должны быть экранированными для эффективного действия защиты от ОЗЗ. Силовые кабели, подключаемые к взрывобезопасным оболочкам, с целью обеспечения продольной герметичности и устойчивости при ударной нагрузке должны иметь жилы, скрученные вокруг профилированного сердечника, из полимерного материала или резины (см. ГОСТ Р 58342). Для

использования данных кабелей в цепи общего заземляющего устройства шахты они должны иметь заземляющую жилу, а также изолированную вспомогательную жилу для контроля цепи заземления и электрической блокировки.

Допускается присоединение стационарно установленного электрооборудования гибкими кабелями, выполненными по ГОСТ 31945, при условии наличия соответствующих вводных устройств.

5.5.2 В соответствии с [2], [3] присоединение передвижных забойных машин и механизмов к коммутационным аппаратам осуществляется шахтными гибкими экранированными кабелями, не распространяющими горение.

При применении силовых гибких кабелей в подземных выработках шахт и рудников, опасных по газу и пыли, в случае их повреждения в процессе эксплуатации должно обеспечиваться опережающее отключение (снятие напряжения) до возникновения опасности появления открытого искрения, исключая тем самым возникновение источника открытого искрения во взрывоопасной среде. Проверку опережающего отключения следует проводить по методам, приведенным в ГОСТ Р 58718, где кабель при раздавливании клином должен обеспечить действие электрической защиты на отключение до возникновения опасного открытого искрения.

С целью усиления механической прочности и обеспечения опережающего отключения в шахтных гибких кабелях, используемых для питания передвижных машин и механизмов, рекомендуются следующие конструктивные особенности:

- наличие в оболочке упрочняющего элемента из синтетических нитей или стальных и медных проволок;
- наличие в центре кабеля опорного элемента в виде гибкого профилированного сердечника из электропроводящего эластомерного материала;
- выполнение внутренней оболочки из электропроводящего эластомерного материала.

5.5.3 В выработках с углом наклона 20° и более необходимо предусматривать меры, исключающие возможность сползания кабеля от собственного веса. Прокладка кабелей через перемычки вентиляционных и противопожарных дверей, а также вводы кабелей и выводы их из камер должны осуществляться для каждого кабеля в отдельной трубе (металлической, пластмассовой, бетонной и т. п.). Отверстия труб с проложенными в них кабелями должны быть уплотнены глиной.

В горизонтальных и наклонных выработках с углом наклона до 45° с металлической крепью и деревянной затяжкой или с деревянной крепью кабели должны подвешиваться не жестко. Жесткое крепление кабелей допускается в выработках с бетонной, металлической с железобетонной затяжкой крепью, а также в выработках, проведенных в устойчивых, не требующих крепления породах.

В выработках с углом наклона более 45° подвеска кабеля должна производиться с помощью хомутов, скоб или иных приспособлений, разгружающих кабель от действия собственного веса. Крепление кабеля должно исключать возможность повреждения защитной оболочки кабеля.

5.5.4 Ремонт шахтных кабелей следует производить в соответствии с ГОСТ Р 58717 на основе использования самовулканизирующихся лент, трубок холодной усадки и заливных компаундов с высокой адгезией к любым современным типам оболочек кабелей, чего не всегда удается достичь посредством традиционной вулканизации. Кроме этого, отсутствие источников высокой температуры при данных технологиях позволяет безопасно и эффективно проводить ремонт кабелей непосредственно в подземных выработках шахт.

5.6 Требования к электрическим защитам кабельных линий

5.6.1 КРУ, от которых к ПУПП отходят бронированные экранированные кабели напряжением 6(10) кВ, должны быть оборудованы:

- селективной направленной защитой от ОЗЗ;
- предварительным контролем изоляции (БРУ) с оперативным напряжением не менее 300 В;
- защитами от сверхтоков и ассиметрии;
- контролем непрерывности заземляющей жилы кабеля (рекомендательно).

5.6.2 К одному КРУ подключается несколько ПУПП, питающих электроэнергией технологически связанные машины участка при условии обеспечения необходимой чувствительности максимальной токовой защиты и резервирования КРУ действия максимальной токовой защиты автоматических выключателей, установленных на стороне низкого напряжения подстанции.

5.6.3 Для защиты гибких экранированных кабелей напряжением 1,14 и 3,3 кВ, питающих комбайны и конвейеры в очистных и подготовительных забоях, микропроцессорные блоки (терминалы) ПУПП должны обеспечивать:

- защиту от межфазных коротких замыканий (токовая отсечка);
- защиту от перегрузки (затянувшиеся пуски, перегрузка рабочего механизма);
- контроль (мониторинг) сопротивления изоляции при включенном напряжении;
- автоматическое отключение питания при снижении сопротивления (повреждении) изоляции;
- быстродействующую защиту при повреждении изоляции и замыкании на землю (ОЗЗ);
- блокировку от включения напряжения при снижении сопротивления изоляции (БРУ);
- диагностическое высоковольтное тестирование для участковых сетей 3,3 кВ.

5.6.3.1 Контроль сопротивления изоляции при включенном напряжении для электрических сетей напряжением до 1200 В должен осуществляться источником постоянного измерительного тока с предпочтительным значением напряжения 100 В согласно ГОСТ 31612. Для частотных преобразователей измерения необходимо производить двухполярным напряжением. Сопротивления срабатывания устройств контроля при симметричных и асимметричных снижениях сопротивления изоляции приведены в таблице 1 в соответствии с ГОСТ 33968. При наличии быстродействующей защиты от ОЗЗ время срабатывания устройства контроля сопротивления изоляции должно составлять не более 1,5 с (с частотными преобразователями не более 10 с).

Таблица 1 — Сопротивление срабатывания устройств контроля изоляции

Номинальное напряжение сети, В	Сопротивление срабатывания, кОм
127	3,3
220	10,0
660	20,0
1140	30,0
3300	80,0

5.6.3.2 Быстродействующая защита от ОЗЗ может быть выполнена по току и напряжению нулевой последовательности. Собственное время срабатывания устройства защиты при сопротивлении 1 кОм и емкости 1 мкФ/фазу приведено в таблице 2.

Таблица 2 — Время срабатывания быстродействующей защиты от ОЗЗ

Номинальное напряжение сети, В	Время срабатывания, с
660	0,2
1140	0,12
3300	0,1

Примечание — Время срабатывания защиты при напряжениях ниже 220 В устанавливается заводом-изготовителем.

5.6.3.3 Диагностическое высоковольтное тестирование в участковых сетях угольных шахт (рудников) напряжением 3,3 кВ проводится после каждого автоматического отключения защитой от токов короткого замыкания и от замыканий на землю на поврежденном (отключенном защитой) присоединении в соответствии с ГОСТ 33968—2016 (пункт 4.2.3).

5.6.4 Блоки защит должны иметь устройство для проверки их действия с целью обнаружения внутренних повреждений, которые могут привести к несвоевременному отключению или к неотключению при коротком замыкании.

Микропроцессорные блоки и системы защит должны обеспечивать:

- запись режимов проверки и аварийных срабатываний аппарата (организация функции «черного ящика»);
- самоконтроль элементов и самодиагностирование состояния схемы с индикацией исправного состояния;
- интеграцию в систему автоматизации предприятия (передача данных в реальном времени).

Микропроцессорные блоки и системы защит, позволяющие проводить самодиагностику с автоматическим определением ошибки, должны проверяться и настраиваться в соответствии с эксплуатационной документацией изготовителя.

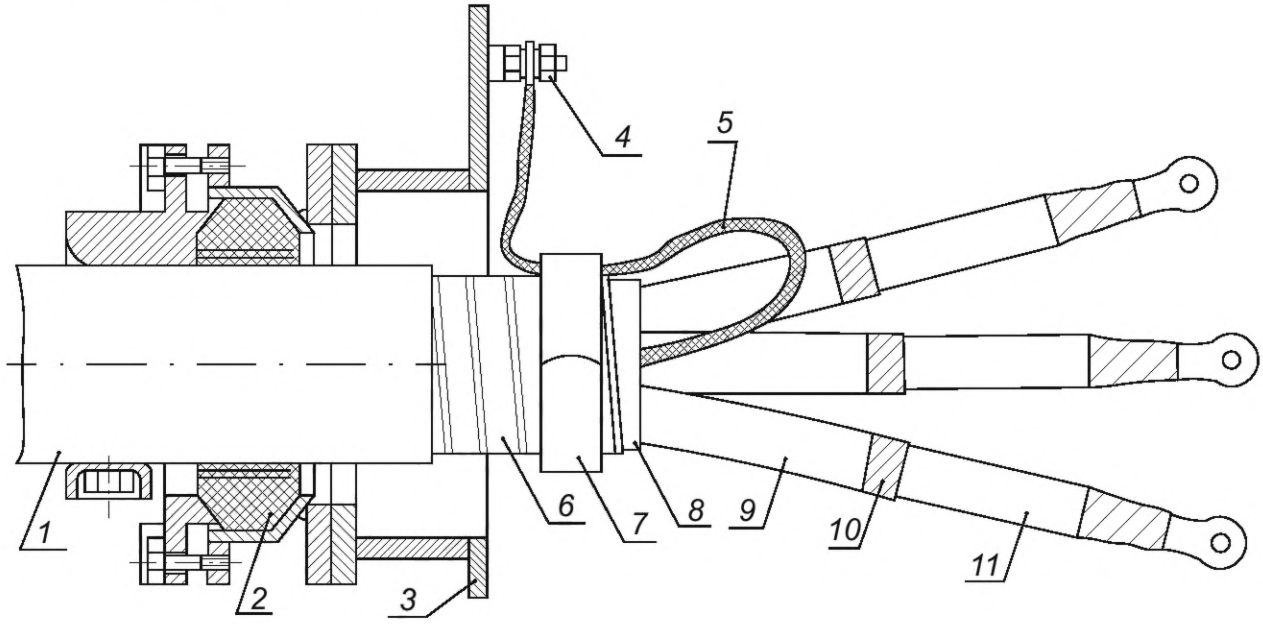
5.6.5 По функциональной безопасности микропроцессорные устройства защиты должны удовлетворять определенным требованиям к надежности в зависимости от возможного объема ущерба и иметь уровень полноты безопасности SIL 1 в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-1.

5.7 Требования к защитному заземлению кабельных сетей

5.7.1 При применении бронированных силовых кабелей с заземляющими жилами общую сеть заземления создают путем присоединения заземляющих жил кабелей к внутренним заземляющим зажимам электрооборудования в соответствии с рисунком 1.

Допускается применение кабелей, жила заземления которых выполнена в виде оплетки из стренг медных проволок вокруг основной жилы, выполняющей функции индивидуального экрана, либо в виде оплетки из стренг стальных и медных проволок вокруг всех основных жил, каждая из которых имеет непрерывный индивидуальный экран из электропроводящей резины.

Заземляющую жилу с обеих сторон присоединяют к внутренним заземляющим зажимам в кабельных муфтах и вводных устройствах.



1 — наружная оболочка кабеля; *2* — уплотнительное кольцо; *3* — корпус; *4* — внутренний заземляющий зажим; *5* — жила заземления; *6* — броня кабеля; *7* — кольцо постоянного давления; *8* — внутренняя оболочка; *9* — экраны основных токопроводящих жил из медной ленты; *10* — ленточный бандаж экрана; *11* — изоляция жилы

Рисунок 1 — Монтаж кабеля во вводном устройстве взрывозащищенного электрооборудования

5.7.2 Для передвижных машин и забойных конвейеров непрерывный автоматический контроль заземления обеспечивается путем использования заземляющей жилы в цепи управления или через вспомогательную жилу (пилот).

5.7.3 В силовых кабелях с полимерной изоляцией напряжением 6(10) кВ, используемых для питания ПУПП, непрерывность заземляющей жилы должна контролироваться посредством вспомогательной жилы кабеля. При обрыве или повышении сопротивления заземляющей жилы должно быть снято напряжение с силовых жил кабеля.

5.7.4 Величина контролируемого сопротивления в цепи заземляющей жилы должна быть не более 50 Ом.

5.7.5 Конструкция разъемов должна обеспечить следующую последовательность размыкания контактов: первым должен размыкаться контакт вспомогательной жилы кабеля, затем контакты силовых жил и последним — контакт жилы заземления. При соединении разъемов последовательность замыкания контактов должна быть обратной.

Библиография

[1] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» (утверждены Приказом Ростехнадзора от 8 декабря 2020 г. № 507)

[2] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по электроснабжению угольных шахт» (утверждены Приказом Ростехнадзора от 28 октября 2020 г. № 429)

[3] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» (утверждены Приказом Ростехнадзора от 8 декабря 2020 г. № 505)

[4] Федеральный закон от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»

[5] Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

[6] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 012/2011 — О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах

[7] Инструкция по проектированию электроустановок угольных шахт, разрезов, обогатительных и брикетных фабрик. — М.: Министерство топлива и энергетики Российской Федерации, Комитет угольной промышленности, 1993

[8] ЕН 50628—2016 — Устройство электроустановок в подземных выработках шахт (Erection of electrical installations in underground mines)

[9] Р 12.26.229—90 — Проектирование систем электроснабжения угольных шахт с обособленным питанием подземных электроприемников напряжением 6(10) кВ

[10] IEEE C37.2—2022 — Стандарт института инженеров электротехники и электроники. Основные Функции Устройств Релейной Защиты. Сокращения и обозначения (IEEE Standard Electrical Power System Device Function Numbers, Acronyms, and Contact Designations)

[11] IEEE Std 142—2007 — Стандарт института инженеров электротехники и электроники. Рекомендуемая практика IEEE по заземлению промышленных и коммерческих энергосистем (IEEE Standard Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems)

[12] СТО 18—2013 ПАО «Ленэнерго» — Руководящие указания по выбору режима заземления нейтрали в кабельных электрических сетях напряжением 6—35 кВ (утвержден Приказом ОАО «Ленэнерго» № 334 от 25 июня 2013 г.)

УДК 621.311:006.354 ОКС 73.100.99

Ключевые слова: система электроснабжения подземных выработок шахт, рудничное электрооборудование, режим заземления нейтрали, однофазное замыкание на землю, силовые шахтные кабели, сопротивление изоляции, электрические защиты, защитное заземление

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 07.08.2025. Подписано в печать 13.08.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,47.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru