

DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.10.2.006

УДК 621.315.22

© М.В. Гришин, 2019

М.В. ГРИШИН

канд. техн. наук,

ведущий научный сотрудник

АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово

e-mail: mvgrishin@gmail.com



ОПЕРЕЖАЮЩЕЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ ШАХТНЫХ ГИБКИХ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ ПРИ ИХ ПОВРЕЖДЕНИИ

В статье рассматривается вопрос о том, что безопасность применения гибкого шахтного кабеля в случае его повреждения при раздавливании определяется его конструкцией, которая под действием электрических защит обеспечивает отключение кабеля до его полного разрушения и образования опасного искрения.

Ключевые слова: ШАХТНЫЕ ГИБКИЕ СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ, ГИБКАЯ БРОНЬ, ЭКРАНИРОВАНИЕ.

Одной из наиболее актуальных проблем электроснабжения шахт является обеспечение безопасного применения гибких силовых кабелей для питания передвижного оборудования очистных и подготовительных забоев. Во-первых, это связано с тем, что в отличие от другого подземного электрооборудования гибкий кабель не имеет средств взрывозащиты. Во-вторых, срок службы гибкого кабеля в шахте обусловлен не столько старением его изоляции, сколько значительной вероятностью его повреждения от недопустимого механического воздействия (раздавливания, задира, разрыва). Что может привести к появлению опасной открытой искры.

Проблема гибкого кабеля может быть решена созданием системы «кабель – блок защиты», которая при недопустимом механическом воздействии обеспечивала бы опережающее отключение под действием электрических защит в начальной стадии повреждения кабеля до возникновения опасного открытого искрения.

Следует отметить, что из возможных механических воздействий шахтные гибкие кабели наиболее часто подвергаются раздавливающим нагрузкам, например, при работе горного оборудования с мощной гидравликой. Даже при вывалах горных пород в выработках вначале происходит смятие и передавливание кабеля. В связи с этим в АО «НЦ ВостНИИ» разработан проект стандарта на методы оценки способности конструкций гибких шахтных кабелей с целью обеспечить опережающее отключение при раздавливании. В разработке стандарта приняли участие производители кабелей АО «НИКИ г. Томск» и ООО «Томсккабель». Кроме того, на этих заводах завершается создание специальных стендов для проведения испытаний по способности гибких кабелей различной конструкции обеспечить опережающее отключение при повреждении.

Принципиальная схема стенда приведена на рисунках 1 и 2. Стенд включает:

- гидравлический пресс (усилие до 30 т);
- матрицы: верхняя – клин с радиусом R , нижняя – плоскость;
- источник напряжения ИН, подающий на кабель его номинальное напряжение;
- устройство контроля изоляции УКИ (реле утечки), контролирующее целостность изоляции основных жил испытываемого кабеля.

Гибкий кабель в шахте должен, прежде всего, быть прочным и упругим. Поэтому на-

чальные испытания оценивают способность конструкции и материалов кабеля выдерживать допустимую (предельную) для него нагрузку P , равную нескольким тоннам. При этом не должно происходить никаких защитных отключений. Возможно оценивать прочность кабеля и по допустимой степени деформации кабеля α , равной отношению деформации кабеля в направлении раздавливающего усилия к первоначальному размеру кабеля в данном направлении.

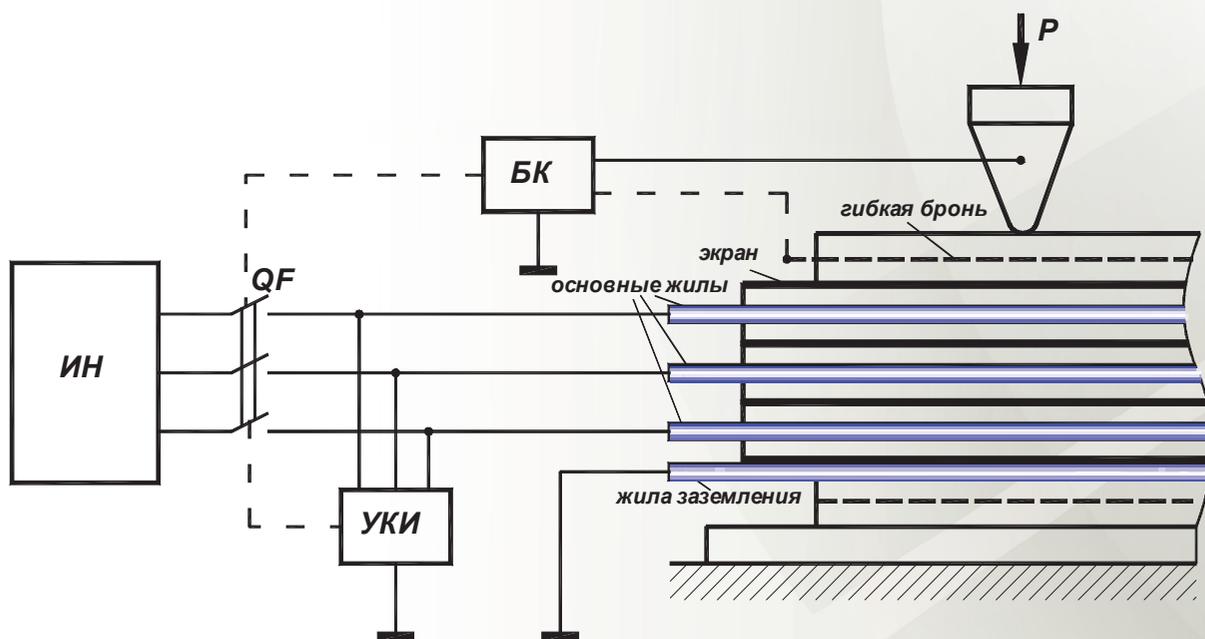


Рис. 1. Схема стенда на раздавливание шахтного гибкого кабеля: ИН – источник напряжения; QF – автоматический выключатель; УКИ – устройство контроля изоляции; БК – блок контроля; P – раздавливающая нагрузка

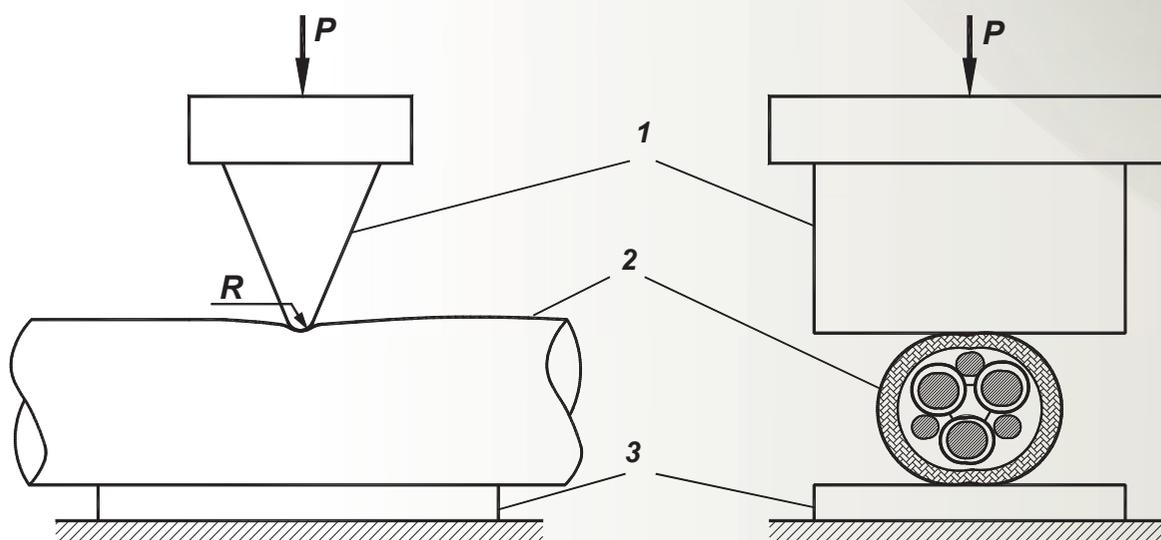


Рис. 2. Схема раздавливания кабеля: 1 – верхняя матрица в виде клина; 2 – образец кабеля; 3 – нижняя матрица (плоскость)

Основное испытание на опережающее отключение проводится при возрастании раздавливающей нагрузки выше допустимой Р. При этом конструкция кабеля должна обеспечить опережающее отключение, тем самым исключая возникновение источника открытого искрения во взрывоопасной среде горных выработок шахт и рудников. При существующих конструкциях гибких шахтных кабелей это можно сделать двумя методами.

Первый метод позволяет отключать кабель в начальной стадии раздавливания до повреждения изоляции основных жил в соответствии с пунктом 417 «Правил безопасности в угольных шахтах» [1]. Наиболее приемлемым решением для этого метода является наличие внутри оболочки кабеля гибкой брони в виде изолированной обмотки или оплетки из стальных и медных проволок, а также наличие дополнительного блока защиты, который отключает кабель при замыкании гибкой брони на заземленные части кабеля.

При испытаниях на стенде по первому методу образец кабеля подвергается воздействию раздавливающей нагрузки через матрицу в виде клина. Одновременно на жилы кабеля подается напряжение, соответствующее номинальному напряжению кабеля.

В процессе раздавливания контролируются замыкание гибкой брони на заземленные элементы кабеля, замыкание между металлическим клином и гибкой броней при повреждении наружной оболочки кабеля и изоляция основных жил кабеля.

Кабель считается выдержавшим испытание при выполнении двух условий: во-первых, замыкание гибкой брони на заземленные элементы кабеля и срабатывание дополнительного блока защиты произошло при раздавливающей нагрузке превышающей допустимую, и, во-вторых, замыкание гибкой брони на заземленные элементы кабеля произошло до повреждения изоляции жил кабеля.

Гибкая броня должна сделать кабель более защищенным, но она также увеличит его жесткость. По этой причине, например, для самоходных вагонов такой кабель применить будет сложно. Значительные трудности воз-

никают при подключении такого кабеля и его ремонте. Кроме того, появляется необходимость поддерживать изоляцию гибкой брони, регламентировать уставки и проверки дополнительного блока защиты. Следует также отметить, что гибкая броня импортных комбайновых кабелей Protomont (V), применяемых сейчас на шахтах Кузбасса, предназначена в основном для механической защиты; использование ее в качестве контрольного проводника невозможно, так как имеется прочная внутренняя оболочка. Поэтому при раздавливании вперед происходит повреждение изоляции внутри кабеля и защитное отключение после повреждения изоляции кабеля.

Второй метод заключается в том, чтобы при недопустимой раздавливающей нагрузке сама конструкция экранированного кабеля приводила к возникновению тока замыкания с фазы на экраны и заземляющие жилы внутри кабеля, а также его быстрому отключению существующими устройствами контроля изоляции.

При испытаниях на стенде по второму методу образец кабеля подвергается воздействию раздавливающей нагрузки через матрицу в виде клина. Одновременно на жилы кабеля подается напряжение, соответствующее номинальному напряжению кабеля, и осуществляется контроль электрического сопротивления изоляции. Раздавливание происходит до повреждения изоляции и срабатывания защиты, отключающей кабель. Вместе с этим производится контроль целостности оболочки кабеля путем фиксации контакта металлического клина с заземленными элементами внутри кабеля.

Кабель считается выдержавшим испытание при выполнении двух условий. Во-первых, защитное отключение кабеля произошло при раздавливающей нагрузке, превышающей допустимую; во-вторых, при увеличении раздавливающей нагрузки выше допустимой срабатывание защиты контроля изоляции жил произошло раньше повреждения оболочки кабеля.

Несмотря на то, что второй метод ориентирован на традиционные конструкции гиб-

ких экранированных кабелей, его осуществление предполагает использование новых, более прочных и гибких материалов. Защищенность кабеля по данному методу определяется, во-первых, свойствами экранов поверх изоляции жил, их контактом с заземляющими жилами, а во-вторых, прочностью оболочки кабеля, которая должна быть усилена синтетическими материалами, например, типа Кевлар. При этом важно, чтобы кабель оставался гибким и упругим.

По результатам работы в этом году выйдет ГОСТ Р «Кабели гибкие шахтные. Методы проверки возможности опережающего отключения при раздавливании», который будет одним из основных стандартов при оценке без-

опасности применения гибкого кабеля в шахте.

Второй метод в проекте стандарта пока остается рекомендательным до выхода изменения 1 в Регламент ТР ТС 012, в котором от АО «НЦ ВостНИИ» было рассмотрено и внесено в 1-ю редакцию на публичное рассмотрение следующее предложение:

«Гибкие силовые кабели для присоединения передвижных машин и механизмов в подземных выработках шахт и рудников, опасных по газу и пыли, должны быть разработаны и изготовлены таким образом, чтобы в случае их повреждения обеспечивалось защитное отключение (снятие напряжения) с кабеля и предотвращение воспламенения рудничного газа и пыли».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» (с изменениями на 25 сентября 2018 года) // URL: <http://docs.cntd.ru/document/499060050> (дата обращения 06.05.2019).

2. Гришин М.В. О совершенствовании конструкции шахтных гибких кабелей и их оценке как источника воспламенения метана // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2017. № 2. С. 50–55.

3. Гришин М.В. Защищенность шахтных силовых гибких кабелей от раздавливания // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2017. № 4. С. 4–7.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2019.10.2.006

UDC 621.315.22

© M.V. Grishin, 2019

M.V. GRISHIN

Candidate of Engineering Sciences

Leading Researcher

JSC «NC VostNII», Kemerovo

e-mail: mvgrishin@gmail.com

THE ADVANCING SHUTDOWN OF MINE FLEXIBLE POWER CABLES AT THEIR DAMAGE

In article the question that safety of application of a flexible mine cable in case of its damage at crush is defined by its design which under the influence of electric protection provides shutdown of a cable before its final fracture and formation of dangerous sparking is considered.

Keywords: MINE FLEXIBLE POWER CABLES, FLEXIBLE RESERVATION, SHIELDING.

REFERENCES

1. Federal norms and rules of industrial safety of «The safety rule for coal mines» (with changes for September 25, 2018) // URL: <http://docs.cntd.ru/document/499060050> (date of the application 06.05.2019). (In Russ.).
2. Grishin M.V. About improvement of a design of mine flexible cables and their assessment as methane ignition source // Vestnik Nauchnogo tsentra VostNII po promyshlennoy i ekologicheskoy bezopasnosti [Bulletin of Scientific Center of VOSTNII on Industrial and Environmental Safety]. 2017. No. 2. P. 50–55. (In Russ.)
3. Grishin M.V. Security of mine power flexible cables from crush // Vestnik Nauchnogo tsentra VostNII po promyshlennoy i ekologicheskoy bezopasnosti [Bulletin of Scientific Center of VOSTNII on Industrial and Environmental Safety]. 2017. No. 4. P. 4–7. (In Russ.).