

Датчики компании «Прософт-Системы»

Павел Галаган, Григорий Пургин (г. Екатеринбург)

В данной статье рассматривается линейка «интеллектуальных» датчиков, используемых в системах вибродиагностики и тахометрического контроля. Приводятся технические характеристики датчиков, демонстрируются их функциональные, коммутационные, конструктивные особенности. Рассматриваются варианты готовых комплексных систем контроля и диагностики, использующие данные датчики.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективное решение задач вибродиагностики и тахометрического контроля невозможно без использования надёжных многофункциональных датчиков. Современные требования, предъявляемые к таким устройствам, предполагают наличие «интеллектуальных» функций, способность работы в агрессивных условиях окружающей среды, дистанционное конфигурирование устройств и другие функциональные возможности. Инженерная компания «Прософт-Системы» предлагает линейку датчиков, удовлетворяющих приведённым характеристикам. Конструктивно-технологические параметры датчиков обеспечивают надёжную работу систем вибрационного и тахометрического контроля,



Рис. 1. Датчик ИВД-3



Рис. 2. Плата датчика ИВД-3

защиты турбоагрегатов, насосов, двигателей электрических станций, нефтеперекачивающих и газокompresсорных станций и т.п. В данной статье приводятся технические характеристики датчиков, демонстрируются их функциональные, коммутационные, конструктивные особенности и рассматриваются комплексные решения в области систем вибрационного и тахометрического контроля.

ДАТЧИКИ И АППАРАТУРА ВИБРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

Виброконтроль – наиболее быстрый и информативный вид диагностики. Это обусловлено тем, что около 80% дефектов, возникающих в агрегатах, может быть обнаружено с помощью отслеживания вибрации. Самый распространённый вид промышленного контроля вибрационного состояния агрегатов представляет собой измерение величины среднеквадратического значения виброскорости в частотном диапазоне 10...1000 Гц и сравнение результатов измерений с уставками, соответствующими требованиям стандартов ISO 2372, ISO 2373.

Преобразование механических колебаний в цифровую величину среднеквадратического значения виброскорости в частотном диапазоне 10...1000 Гц и передача этой величины по интерфейсу RS-485 в контроллер осуществляется «интеллектуальными» датчиками ИВД-2 и ИВД-3 (последний заменил выпускаемый ранее датчик ИВД-1).

Датчик ИВД-3

Датчик производит измерение параметров вибрации по 1, 2 или 3 взаимоперпендикулярным направлениям

и может работать как интеллектуальный выключатель оборудования (датчик-реле). Датчик преобразует механические колебания основания в:

- токовый сигнал, пропорциональный мгновенному значению ускорения;
- цифровой сигнал среднеквадратичного значения (СКЗ) виброскорости;
- дискретные сигналы при достижении пороговых значений виброскорости.

Датчик имеет несколько вариантов исполнения, отличающихся выходными сигналами и числом чувствительных осей.

Вариант ИВД-3 обеспечивает контрольно-защитные и диагностические задачи одновременно. Выходные сигналы датчика могут быть как в аналоговой, так и в цифровой форме. Вариант ИВД-3Ц обеспечивает только контрольно-защитные задачи, а выходные сигналы – только цифровые. Датчик ИВД-3В является датчиком-реле, выходные сигналы дискретные, интерфейсная линия используется для изменения уставок. Дискретный сигнал обеспечивает срабатывание реле с управляющим напряжением 24 В и током до 100 мА. Цифровые данные передаются по интерфейсу RS-485, протокол Modbus RTU.

Датчики конструктивно выполнены в виде моноблока (рис. 1) с кабелем для внешних соединений. В максимальной комплектации они имеют пять миниатюрных функциональных плат: две платы с чувствительным элементом фирмы Analog Devices (рис. 2), аналоговую плату, плату микроконтроллера и плату дискретных сигналов. В минимальной комплектации имеется три платы: с чувствительным элементом, аналоговая плата и плата преобразователя. Основные параметры датчика приведены в табл. 1.

Датчик ИВД-2

Датчик производит одновременные измерения относительных перемещений объектов из электропроводящих материалов: статических (измерение зазора между торцом чувствительной части датчика и поверхностью объекта или осевого сдвига) и динамических (измерение амплитуды виброперемещения объекта относительно датчика). Датчик также производит измерение температуры в районе торца гильзы.

Датчик представляет единую конструкцию (рис. 3), объединяющую гильзу с чувствительным элементом (катушкой индуктивности на её торце) и корпус, в котором установлены максимально три миниатюрные функциональные платы: аналоговая плата, плата микроконтроллера и плата дискретных сигналов. Платы микроконтроллера и дискретных сигналов датчиков ИВД-2 и ИВД-3 унифицированы. Гильза по заказу выполняется разной длины. В зоне катушки индуктивности размещается температурный чувствительный элемент. Он позволяет измерять температуру подшипника скольжения одновременно с измерением радиального зазора и биения вала.

Датчик имеет несколько вариантов исполнения, отличающихся выходными сигналами. Виды выходных сигналов:

- токовый – мгновенное значение зазора/осевого сдвига,
- токовый – мгновенное значение перемещения,
- цифровой – СКЗ зазора/осевого сдвига,
- цифровой – СКЗ перемещения,
- цифровой – температура,
- два дискретных сигнала при достижении пороговых значений зазора/осевого сдвига,
- два дискретных сигнала при достижении пороговых значений перемещения.

Вариант ИВД-2 выполняет контрольно-защитные и диагностические задачи одновременно. При этом выходные сигналы могут быть как токовыми, так и цифровыми. Вариант ИВД-2Ц обеспечивает только контрольно-защитные задачи, выходные сигналы цифровые. Датчик ИВД-2В является датчиком-реле, выходные сигналы дискретные, интерфейсная линия используется для изменения уставок. Основные параметры датчика приведены в табл. 2.

Преимущества датчиков

Датчики ИВД-1 и ИВД-2 во многом унифицированы и имеют ряд уникальных особенностей:

- дистанционная установка тарифовочного коэффициента, сетевого и заводского адреса, скорости обмена для каждого датчика;
- высокие эксплуатационные и метрологические характеристики аппаратуры за счёт объединения чувствительного элемента и электро-

ники в одном герметичном корпусе, наличия кодовой связи и особых способов калибровки;

- отсутствие дополнительных выносных блоков (согласующих усилителей и приёмных блоков), что определяет меньшую по сравнению с традиционными вибросистемами стоимость и возможность внедрения виброконтроля в широкий круг агрегатов;
- работа датчика в режиме интеллектуального выключателя;
- возможность работы с любым контроллером, имеющим порт RS-485 и работающим по протоколу Modbus RTU.

Для комплексного решения задачи вибрационного контроля и защиты компания предлагает готовое решение – аппаратуру вибрационного контроля ЦВА. Аппаратура ЦВА состоит из совокупности датчиков ИВД-2, ИВД-3 и контроллера.

Контроллер

Блок контроллера показан на рис. 4. В корпусе контроллера установлены



Рис. 3. Датчик ИВД-2

плата контроллера, блок питания, блок барьеров искробезопасности и плата релейной коммутации. На лицевой панели контроллера имеются ЖК-индикатор (2 × 16 символов) и матричная клавиатура 4 × 4. Подключение питания 220 В, цепей датчиков и релейных цепей осуществляется с помощью разъёмов.

Контроллер выполняет следующие операции:

- производит последовательный опрос датчиков, поддерживаемых контроллером;
- выдаёт релейный сигнал при повышенной и аварийной вибрации;

Таблица 1. Основные параметры датчика ИВД-3

Диапазон цифрового измерения виброускорения, м ² /с	До 50
Диапазон цифрового измерения виброскорости, мм/с	До 70
Диапазон токового сигнала виброускорения, мА	±20
Диапазон токового сигнала виброскорости, мА	±20
Максимальная основная погрешность измерения вибропараметров во всём частотном диапазоне, %, не более	5
Максимальная основная погрешность измерения вибропараметров на базовой частоте 160 Гц, %, не более	1
Напряжение питания, В	10...30
Диапазон рабочих температур, °С	-40...85
Габариты корпуса, мм	55 × 50 × 50

Таблица 2. Основные параметры датчика ИВД-2

Диапазон измерения зазора/осевого сдвига, мм	0...6
Диапазон измерения виброперемещения, мкм	10...800
Диапазон токового сигнала зазора, мА	±20
Диапазон токового сигнала виброперемещения, мА	±20
Частотный диапазон изменения зазора, Гц	0...1,5
Частотный диапазон изменения виброперемещения, Гц	10...1000
Максимальная основная погрешность измерения зазора во всём частотном диапазоне, %, не более	2
Максимальная основная погрешность измерения виброперемещения во всех диапазонах амплитуд и частот, %, не более	8
Напряжение питания, В	10...30
Степень защиты оболочки	IP67
Диапазон рабочих температур, °С	-40...80
Габариты корпуса (диаметр × длина), мм	52 × 76
Максимальный диаметр гильзы, мм	M12
Длина гильзы, мм	54...151



Рис. 4. Виброконтроллер



Рис. 5. Датчик МЭД-1



Рис. 6. Датчик МЭД-2



Рис. 7. Преобразователь МТ1-2

- формирует статус каналов;
- обеспечивает связь с АСУ ТП верхнего уровня;
- производит ведение и просмотр журнала событий;
- устанавливает сетевой адрес датчика и скорости обмена;
- задает две уставки величины виброскорости;
- изменяет с помощью оператора статус каналов;

- устанавливает тарифовочный коэффициент для каждого датчика;
- индицирует величины виброскорости по каждому датчику, в т.ч. кнопочным заданием по одному датчику последовательно.

Все составные части контроллера разработаны и производятся компанией «Прософт-Системы». Аппаратура внесена в Государственный реестр средств измерений под № 23646-02. Маркировка взрывозащиты датчика – ИВД-3 РВ ExibI/1ExibIICT5 В, маркировка взрывозащиты контроллера – ПЕ2.781.001 – [Exib]I/[Exib].

Датчики и контроллеры эксплуатируются на Пургазовской, Комсомольской, Слонимской, Минской, Вынгаяхской, Губкинской, Западно-Таркосалинской газокomppressorных станциях и Качканарском ГОК.

ДАТЧИКИ ТАХОМЕТРИЧЕСКИЕ И КОМПЛЕКС МТ-1

Для работы ряда турбоагрегатов, насосов, двигателей и подобного оборудования требуется измерение скорости вращения валов. Эксплуатируемые в настоящее время отечественной промышленностью тахометрические системы (от первичных преобразователей до контроллеров) в большинстве физически и морально устарели. Компания «Прософт-Системы» разработала и выпускает тахометрические датчики и комплекс МТ-1 для измерения скорости вращения валов агрегатов, имеющих зубчатое мерительное колесо из ферромагнитного материала.

Датчик МЭД-1

Датчик МЭД-1 предназначен для формирования импульсов тока прямоугольной формы при прохождении возле него зубьев мерительной шестерни (рис. 5). Расстояние от торца датчика до вершины зуба – до 5 мм. Частота формируемых импульсов – от 2 до 20 000 Гц. Напряжение питания датчика 10...24 В. Имеется защита от переполосовки и перенапряжения. Стойкость датчика к промышленным электромагнитным полям до 1500 А/м.

Датчик конструктивно выполнен в виде моноблока с экранированным трёхжильным кабелем во фторопластовой оболочке. Внутри корпуса из нержавеющей и немагнитной стали установлена плата преобразователя с чувствительным элементом и постоянным магнитом. Размеры корпуса (диаметр × длина) могут быть М14 ×

× 55 или М22 × 55 мм или другими по желанию заказчика. Материалы и конструкция датчика гарантируют его работоспособность в среде воды, масла, нефти. Датчик предназначен для работы с зубчатым колесом, имеющим модуль не менее 0,8 и толщину не менее 3 мм.

Датчик МЭД-2

Датчик тахометрический МЭД-2 предназначен для бесконтактного преобразования вращения зубчатого колеса в последовательность импульсов тока прямоугольной формы. Отличительной особенностью датчика является чувствительность к мелкомоdulным зубьям толщиной от 0,6 мм.

Датчик конструктивно выполнен в виде моноблочного корпуса с экранированным кабелем во фторопластовой оболочке. На концах жил кабеля (на выводах) устанавливаются разъёмы по требованию заказчика. Исполнение корпуса – по желанию заказчика. На рис. 6 показан корпус, аналогичный корпусу датчика МИД, – ДУ300/400 «Турбоквант». Внутри корпуса, части которого выполнены из титанового сплава и нержавеющей стали, установлена плата преобразователя с чувствительным элементом и постоянным магнитом. Стойкость датчика к промышленным электромагнитным полям – до 300 А/м.

Датчик МЭД-2 эксплуатируется производственной компанией «Помощь» (г. Тюмень) на образцовой установке, тарирующей расходомёры узлов учёта нефти.

Датчики МЭД-1 и МЭД-2 входят в состав тахометрического комплекса компании «Прософт-Системы» для контроля и защиты агрегатов электрических станций, газокomppressorных станций и других промышленных объектов. Сигнал датчиков может быть введён в любой другой контроллер АСУ ТП.

В состав тахометрического комплекса входят датчик тахометрический МЭД-1 или МЭД-2, преобразователь аналоговый МТ1-2 и контроллер МТ1-1. Возможна работа комплекса в конфигурациях преобразователь–датчик и контроллер–датчик.

Преобразователь аналоговый МТ1-2

Преобразователь (рис. 7) преобразует сигнал произвольной формы

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ВИБРОКОНТРОЛЯ И ЗАЩИТЫ ОБОРУДОВАНИЯ

АППАРАТУРА ВИБРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ «ЦВА»

Предназначена для вибрационного контроля и защиты турбогенераторов, насосов, двигателей электрических станций, нефтеперекачивающих и газокomppressorных станций, шахтных вентиляционных установок и других промышленных объектов.

Аппаратура имеет разрешение на применение во взрывоопасных зонах на объектах нефтяной и газовой промышленности



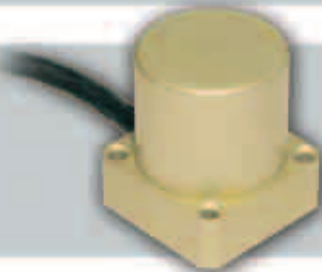
Контроллер



Цифровой
Вибродатчик
ИВД-1



Цифровой
Вибродатчик
ИВД-2



Цифровой
Вибродатчик
ИВД-3



Контроллер предназначен для приёма цифровых сигналов, передаваемых датчиками ИВД-1, ИВД-2, ИВД-3, установки технологических режимов и параметров, индикации величин вибрации и технологических параметров.

ИВД-1 производит измерения величины среднеквадратического значения виброскорости в частотном диапазоне 10-1000 Гц.

ИВД-2 производит одновременные измерения относительных перемещений объектов из электропроводящих материалов:

- статических, т.е. зазора (осевого сдвига) между торцом чувствительной части датчика и поверхностью объекта;
- динамических, т.е. амплитуды виброперемещения объекта относительно датчика.

Датчик может работать как интеллектуальный выключатель оборудования (датчик-реле) и производить измерение температуры в районе торца гильзы.

ИВД-3 производит измерения среднеквадратического значения виброскорости в частотном диапазоне 10-1000 Гц по одному, двум, трем взаимоперпендикулярным направлениям, может работать как интеллектуальный выключатель оборудования (датчик-реле).

Измеряемые датчиками параметры передаются в цифровом виде по интерфейсу RS-485



Рис. 8. Контроллер МТ1-1

тахометрических датчиков МЭД-1, МЭД-2 и любого другого тахометрического датчика в один частотный сигнал и два сигнала постоянного тока. Кроме того, преобразователь обеспечивает при необходимости питание датчика.

Преобразователь имеет частотный и аналоговый выход. На частотном выходе преобразователь выдаёт импульсы тока прямоугольной формы с уровнями 4...20 мА или 0...20 мА. Частота линейно зависит от скорости вращения зубчатого измерительного колеса из ферромагнитного материала. На аналоговом выходе преобразователь выдаёт два сигнала в виде постоянного тока в диапазоне 4...20 мА или 0...20 мА, величина сигнала линейно зависит от скорости вращения зубчатого колеса.

Контроллер МТ1-1

Контроллер (рис. 8) выполняет следующие операции:

- производит расчёт и отображает на дисплее частоту вращения и ускорения вала в диапазоне от программно задаваемого минимального значения 120/Z до 15 500 об./мин (Z – число зубьев зубчатого мерительного колеса);
- производит расчёт и отображает на дисплее ускорения вращения до 2513,274 рад/с² (400 Гц/с);
- выдаёт два релейных сигнала при превышении оборотов вала двух заданных значений;

Таблица 3. Зависимость погрешности от частотного диапазона

Частотный диапазон, Гц	Погрешность, %
500...2500	±2
2500...4500	±3
4500...8500	±6
8500...10 500	±8
10 500...14 500	±12

- выдаёт релейный сигнал при превышении ускорения вала заданного значения;
- выдаёт релейный сигнал при останове агрегата;
- проводит диагностику неисправности линии частотного входа: обрыв и КЗ;
- производит обмен информацией с АСУ верхнего уровня по изолированному интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU).

Потребитель устанавливает (под паролем) аварийную и предупредительную уставки, число зубьев, числа программного усреднения периодов.

В режиме просмотра архивных данных индицируются:

- фактическая величина частоты вращения на момент выдачи релейного сигнала «Предупредительный»,
- фактическая величина частоты вращения на момент выдачи релейного сигнала «Аварийный»,
- фактическая величина ускорения вала на момент выдачи релейного сигнала «Аварийный»,
- минимальная и максимальная частоты за всё время измерения.

Основные характеристики тахометрического комплекса

Тахометрический комплекс имеет следующие характеристики:

- относительная погрешность цифрового измерения частоты при задании входного сигнала от прецизионного генератора составляет 0,01% в диапазоне 2...6000 об./мин и 0,02% в диапазоне 6000...15 500 об./мин;
- относительная погрешность цифрового измерения ускорения – согласно табл. 3;
- относительная погрешность аналогового измерения составляет 0,4% в диапазоне $0,075f_{max} \dots f_{max}$, где f_{max} – заданное потребителем значение максимальной частоты (об./мин);
- при использовании мерительного колеса погрешность измерения определяется погрешностью шага зубьев и составляющей биения вала, перпендикулярной оси датчика;
- диапазон рабочих температур контроллера и преобразователя: 0...70°C;
- диапазон рабочих температур датчика: -40...+85°C;
- габариты и масса контроллера: 250 × 200 × 150 мм, 3,0 кг;
- габариты и масса преобразователя: 240 × 120 × 90 мм, 1,0 кг.

Контроллер и преобразователь могут быть проверены на работоспособность с помощью внешнего генератора.

В тахометрическом комплексе мерительное колесо выполняет роль датчика. Марка ферромагнитного материала мерительного колеса не нормируется. Число зубьев мерительного колеса может быть от 1 (паз или шпонка на валу) до 999. Компания производит на высокоточных станках зубчатые колеса для замены колёс, находящихся в длительной эксплуатации. Колесо выполняется как цельным, так и разрезным (последнее облегчает установку колеса на вал). Посадочный и наружный диаметры колеса и ширина венца выполняются по требованию заказчика. Зуб прямой, число зубьев любое. Погрешность шага зубьев не более 1 угловой минуты. Накопленная ошибка шага менее $D_H \times 10^{-4}$, где D_H – наружный диаметр колеса. Компания может производить колёса с числом зубьев, кратным 8, для компенсации накопленной ошибки шага с помощью современных микроконтроллерных устройств.

Тахометрический комплекс внесён в Государственный реестр средств измерений. Существенные преимущества комплекса следующие:

- наличие функции расчёта ускорения;
- современная элементная база, что обеспечивает высокие метрологические свойства и высокую надёжность;
- программное задание нескольких параметров позволяет использовать комплекс для широкого диапазона задач (в частности, в качестве локомотивного скоростемера с дополнительной функцией расчёта расстояний);
- комплекс может иметь искробезопасное исполнение при включении в его состав блока барьеров;
- комплекс имеет высокую стойкость к магнитному полю промышленной частоты.

Пять тахометрических комплексов эксплуатируются на Среднеуральской ГРЭС.

Следует отметить, что на основе контроллера МТ1-1 и датчиков МЭД-1 создано такое важнейшее контрольно-измерительное средство, как трёхканальный электронный автомат безопасности паровых турбин ЭПЗ-800.



Новости мира News of the World Новости мира

ВЧ-усилители

Компания Intersil представляет шесть ВЧ-усилителей, предназначенных для применения в спутниковых приёмниках и приложениях для промышленности, науки и медицинской техники. Усилители обеспечивают интегрированную защиту от электростатических разрядов до 3 кВ и имеют различные импедансы. ISL55005 является 3,3-В усилителем для работы в диапазоне 0,9...2,5 ГГц. Усилитель обеспечивает усиление 17 дБ и OIP3 (Output Intercept Point третьего порядка) 18 дБм. Он имеет входной импеданс 75 Ом и выходной импеданс 50 Ом.



Микросхема выполнена в корпусе SC70 с 6 выводами. На частотах свыше 1 ГГц усиление выдерживается с точностью до 1 дБ. Ток покоя составляет ~20 мА у микросхем ISL55005/7/8 и ~13 мА – у ISL55009/10/11. Предлагаются следующие конфигурации входного и выходного импеданса: 50/50 Ом и 75/75 Ом. Модели ISL55005, ISL55007, ISL55008, ISL55009, ISL55010 и ISL55011 уже предлагаются в корпусе SC70 с 6 выводами и стоят \$0,65 при заказе партий по 1000 штук.

www.intersil.com/amps

Прикладной процессор для электронных книг и словарей

Компания Epson выпускает на рынок ИС S1C33E07, которая, согласно заявлению производителя, идеально подходит для мобильных устройств, таких как электронные книги и словари. Процессор располагает контроллером цветного ЖК-дисплея, интерфейсом USB 2.0 и интерфейсами карт памяти, а также SDRAM- и NAND-FLASH-памятью. LCD-контроллер поддерживает как ЖК-индикаторы STN, так и TFT. Он обладает аппаратным ускорителем для таких функций, как Picture-in-Picture. Потребление тока снижается перемен-



ной тактовой частотой ЦПУ, а также рядом функций, которые юстируют тактовые частоты для отдельных функциональных блоков.

Образцы будут поставляться с июля 2006 г., серийное производство должно начаться в сентябре. Микросхема будет предлагаться в корпусах Bare Chip, TQFP и BGA.

www.epson-electronics.de

Изолированные DC/DC-преобразователи компании C&D Technologies

Компания C&D Technologies предлагает изолированные DC/DC-преобразователи с входным напряжением 5 и 12 В. Серия NDTs-Reihe имеет один выход, а серия NDTD – два выхода. Все преобразователи имеют диапазон входных напряжений 2 : 1 и максимально достижимую выходную мощность без теплоотвода 3 Вт при 85°C.



24-выводной герметизированный корпус с размерами 32,36 × 14,66 × 7 мм соответствует требованиям RoHS. Материалы корпуса сертифицированы по UL94V-0. Преобразователи обеспечивают непрерывную защиту от короткого замыкания. Напряжение изоляции 1 кВ. Преобразователи построены по схеме обратного генератора с изолированной обратной связью для того, чтобы обеспечить регулирование в пределах 25...100% во всём диапазоне рабочих температур –40...85°C.

www.cd4power.com

Двунаправленные изоляторы для шины I²C

Компания Analog Devices представляет микросхемы семейства ADuM125x – двунаправленные изоляторы для шины I²C. Модели ADuM1250 и ADuM1251 базируются на собственной технологии компании Analog Devices iCoupler и содержат интегрированные в одном чипе микротрансформаторы. Они предлагаются в корпусе SOIC с 8 выводами и обеспечивают напряжение изоляции 2,5 кВ. Обе микросхемы содержат Hot-Swap-интерфейс, препятствующий повреждению данных и установке карты в активную шину.

Модель ADuM1250 располагает двумя двунаправленными каналами. Модель ADuM1251 имеет один двунаправленный канал. Она предназначена для приложений, в которых двунаправленный синхросигнал не требуется. Обе модели работают со скоростью передачи до 400 Кбит/с и совместимы с протоколами SMBus и PMBus.

Изоляторы шины I²C в настоящее время находятся в стадии опробования, а с октября 2006 г. будут поставляться крупными партиями из серийного производства. Изоляторы предлагаются в корпусе без содержания свинца SOIC с 8 выводами.

www.analog.com/icoupler

Вандалостойкие выключатели

Фирма Schurter GmbH предлагает вандалостойкие металлические выключатели, крепящиеся посредством защёлкивания на передней панели прибо-



ра. Выключатели предлагаются с монтажным диаметром 19, 22, 24, 27 и 30 мм и обладают ударной прочностью и герметичностью уровней IK 07 и IP 67 соответственно.

www.schurter.com