PROTOLON SMRT(N) | 6/10 (12) KV | MEDIUM STRESS | CLASS 5 BARE CU | TORSION ±25°/M | 160 / 200 M/MIN | STRESS CONE ≥35 MM²

Что такое PROTOLON SMRT(N)TSCGEWOEU 6/10KV — средневольтный кабель Feichun для барабанной намотки при средних механических нагрузках

Flexible medium-voltage reeling cable for medium mechanical stresses: finely stranded bare copper class 5, EPR >3GI3 insulation, easy-strip semi-conductive NBR, split PE in three interstices, EPR inner sheath, polyester braid reinforcement и PCP >5GM5 outer sheath.

PROTOLON SMRT(N)TSCGEWOEU 6/10KV — гибкий круглый средневольтный кабель для подвижного оборудования, где нагрузка выше стационарной прокладки, но ниже extreme/high-stress зоны XPRT. Его типичная область: умеренные скорости перемещения, динамические растягивающие нагрузки, многократные изменения направления в разных плоскостях, churning при прохождении роликов и торсионные напряжения до ±25°/m.

Feichun Cable рассматривает SMRT как рациональное решение для машин среднего динамического класса: мобильные конвейеры, средние портальные краны, сервисные тележки, штабелеукладчики, реклаймеры и оборудование, где режим заранее ограничен по скорости, натяжению, радиусу и температуре, но нужна промышленная средневольтная конструкция с EPR-изоляцией, polyester braid reinforcement и PCP-оболочкой. Марки PROTOLON, PROTOFIRM и соответствующие обозначения используются ниже как **технический кросс-референс**; Feichun не заявляет аффилированность с правообладателями этих обозначений.

Rated voltage 6/10 (12) kV | Test voltage 17 kV | Nominal U 10 000 V | 90 °C / 250 °C | −25 °C dynamic | center-feed 160 m/min | end-feed 200 m/min

RATED VOLTAGE	TEST VOLTAGE	STRESS CLASS	TENSILE STATIC	TENSILE DYNAMIC	CONNECTOR NOTICE
6/10 kV	17 kV	Medium	20 N/mm²	25 N/mm²	≥35 mm²
Um 12 kV · U 10 000 V	medium-voltage dielectric test	not high/extreme	permanent tensile rule	during acceleration	stress cone adapter

Содержание инженерной статьи

1. Где нужен SMRT
2. Отличие от XPRT
3. Connector notice ≥35 mm²
4. Конструкция слоями
5. SVG-сечение
6. Сценарии применения
7. Полные параметры
8. Таблица размеров
9. Электрика и механика
10. Расчёт барабана
11. Сравнение решений
12. Проекты
13. Сертификация
14. Диагностика

1. Инженерная позиция: SMRT — это не «облегчённый XPRT», а кабель для правильного среднего режима

Ошибочный выбор кабеля часто возникает из-за того, что заказчик смотрит только на напряжение 6/10 kV и сечение. В реальности SMRT нужно выбирать по механическому профилю машины. Если барабан работает в контролируемом режиме, скорость находится в пределах 160 m/min для center-feed или 200 m/min для end-feed, а динамика не достигает high/extreme stress, SMRT даёт разумный баланс стоимости, массы, гибкости и ресурса.

Ключевое отличие от XPRT начинается с проводника: здесь указан **finely stranded bare copper class 5**, а не very finely stranded class FS copper class FS. Температурный диапазон также мягче: −40…+80 °C для фиксированной установки и −25…+80 °C для гибкой работы. Динамическое тяговое правило — 25 N/mm², а не 30 N/mm².

160 m/min	200 m/min	±25 °/m	10×D
Максимальная скорость для reeling operation center-feed.	Максимальная скорость для reeling operation end-feed.	Допустимое торсионное напряжение при корректной трассе.	Минимальный радиус гибкой эксплуатации.

Нормативная логика: IEC 60228 задаёт характеристики проводников в готовом кабеле; IEC 60332-1-2 описывает испытание вертикального распространения пламени одиночного электрического кабеля; IEC 60811-404 относится к испытанию оболочек погружением в минеральное масло; DIN VDE 0298-4 используется как база для токовых нагрузок. Эти стандарты не заменяют расчёт барабана, роликов, скорости и duty cycle.[1][2][3][4]

2. SMRT vs XPRT: где проходит инженерная граница

Практический алгоритм выбора: если проектная скорость ≤160 m/min для center-feed или ≤200 m/min для end-feed, температура движения не ниже −25 °C, трасса роликов выдерживает 10D/20D, а динамическая тяга укладывается в 25 N/mm², SMRT может быть экономически и технически оправдан. Если хотя бы один параметр выходит за эти рамки, кабель следует проверять как high-stress задачу.

SMRT подходит, когда машина действительно работает в medium mechanical stresses. Если фактический режим включает высокие ускорения, аварийные рывки, скорость выше предела, длинные S-изгибы с малым расстоянием, тяжёлый churning, частые боковые удары или холодный пуск ниже −25 °C в движении, лучше рассматривать XPRT или специальное исполнение Feichun.

Критерий	SMRT(N)TSCGEWOEU 6/10 kV	XPRT(N)TSCGEWOEU 6/10 kV	Практический вывод
Механический класс	**Medium mechanical stresses**	High to extreme mechanical stresses	SMRT выбирать только при подтверждённом среднем режиме
Проводник	Finely stranded bare Cu, class 5	Very finely stranded class FS Cu, class FS	XPRT имеет более тяжёлую динамическую конструкцию
Dynamic tensile rule	25 N/mm²	30 N/mm²	Для ускорений и рывков нужен запас
Travel speed	160 m/min center-feed; 200 m/min end-feed	higher-speed XPRT regime; consult >300 m/min	Скорость — главный фильтр между SMRT и XPRT
Flexible temperature min	−25 °C	обычно ниже для XPRT-серий	Для Арктики и зимнего пуска нужен отдельный cold test
Inner sheath	EPR rubber	часто PCP / sandwich EPR/CR в XPRT	SMRT не рассчитан на тот же уровень churning

3. Важное предупреждение: T-Connectors и Coupling Connectors только от 35 mm²

Notice: для T-Connectors и Coupling Connectors элемент управления электрическим полем / Field Control Element / Stress Cone Adapter подходит только начиная с 35 mm². Следовательно, исполнение **3×25+3×25/3** нельзя автоматически комплектовать тем же T-Connector или Coupling Connector без отдельного подтверждения аксессуара.

Basic construction	Main conductor section	Connector / stress cone status
3x25+3x25/3	25 mm²	НЕ применять T/Coupling connector stress cone
3x35+3x25/3	35 mm²	OK: ≥35 mm²
3x50+3x25/3	50 mm²	OK: ≥35 mm²
3x70+3x50/3	70 mm²	OK: ≥35 mm²
3x95+3x50/3	95 mm²	OK: ≥35 mm²
3x120+3x70/3	120 mm²	OK: ≥35 mm²
3x150+3x70/3	150 mm²	OK: ≥35 mm²
3x185+3x95/3	185 mm²	OK: ≥35 mm²
3x240+3x120/3	240 mm²	OK: ≥35 mm²

Это предупреждение критично именно для средневольтной разделки: stress cone формирует распределение электрического поля у конца экрана. Неверный адаптер может привести к локальной концентрации поля, частичным разрядам, нагреву и преждевременному отказу муфты.

4. Конструкция Feichun SMRT(N)TSCGEWOEU 6/10 kV слоями

① Conductor — finely stranded copper, bare, class 5

Проводник class 5 обеспечивает гибкость для medium reeling, но не является эквивалентом very finely stranded class FS. Для тяжёлой динамики выбор должен пересматриваться.

② PE — finely stranded copper, bare, class 5

Защитный проводник имеет такую же class 5 природу и разделён по трём межжильным промежуткам.

③ Inner semi-conducting layer — semi-conductive EPR

Выравнивает поле у проводника и стабилизирует электрическую структуру 6/10 kV жилы.

④ Core insulation — EPR rubber, PROTOLON HS reference, special compound >3GI3

Эластомерная средневольтная изоляция: 90 °C длительно на проводнике и 250 °C при коротком замыкании.

⑤ Outer semi-conducting layer — semi-conductive NBR easy-strip

Облегчает разделку, но требует правильного инструмента и соответствующего stress cone, особенно при сечениях ниже 35 mm².

⑥ Core arrangement — three-core design with split earth conductor in three interstices

Трёхжильная круглая компоновка поддерживает баланс кабеля при роликах, изменении направления и торсии.

⑦ Inner sheath — EPR rubber

Внутренняя EPR-оболочка отделяет сердечник от армирования и поддерживает форму кабеля в medium-duty reeling.

⑧ Reinforcement — polyester braid

Полиэстеровая оплётка помогает воспринимать растяжение, ограничивает деформацию и повышает ресурс при роликовом контакте.

⑨ Outer sheath — PCP / PROTOFIRM reference / special compound >5GM5

Наружная PCP-оболочка рассчитана на масло, озон, UV, морскую воду, абразив и наружную промышленную эксплуатацию.

5. Профессиональная SVG-схема сечения

CAD-STYLE SVG · КРУГЛОЕ СЕЧЕНИЕ SMRT(N)TSCGEWOEU 6/10 KV · CLASS 5 BARE CU · НЕ В МАСШТАБЕ

FEICHUN · PROTOLON SMRT(N)TSCGEWOEU · 6/10 (12) kV · MEDIUM-STRESS REELING CABLE

Class 5 bare Cu · EPR >3GI3 · easy-strip semi-conductive NBR · split PE · EPR inner sheath · polyester braid · PCP >5GM5

Medium mechanical stress · center-feed 160 m/min · end-feed 200 m/min · torsion ±25°/m · dynamic 25 N/mm²



Функциональные слои SMRT

① **Finely stranded bare Cu, class 5**
Для medium mechanical stress и умеренных скоростей.

② **Inner semi-conductive EPR**
Выравнивание поля у проводника 6/10 kV.

③ **EPR insulation — >3GI3**
90 °C conductor, 250 °C short circuit.

④ **Outer semi-conductive NBR easy-strip**
Разделка MV-оконцеваний; stress cone ≥35 mm².

⑤ **Split earth conductor in three interstices**
PE расположен между силовыми жилами.

⑥ **EPR rubber inner sheath**
Внутренняя оболочка для динамического сердечника.

⑦ **Polyester braid reinforcement**
Поддержка при роликах, churning и растяжении.

⑧ **PCP outer sheath — >5GM5**
Масло, озон, UV, морская вода, абразив.

SMRT ≠ XPRT
SMRT — medium stress, class 5 bare Cu, dynamic 25 N/mm².

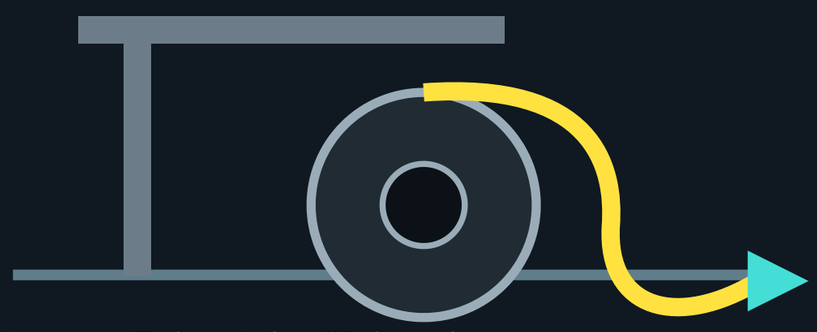
- Class 5 bare Cu: тонкопроволочная голая медь.
- EPR >3GI3: средневольтная эластомерная изоляция.
- NBR easy-strip: наружный полупроводящий слой.
- EPR inner sheath: внутренняя оболочка SMRT.
- Polyester braid: армирование для средних динамических нагрузок.

Схема отражает инженерную архитектуру, а не заводской масштабный чертёж.

6. Сценарии применения: medium-duty барабан, ролики и connector notice

СЦЕНАРИИ ПРИМЕНЕНИЯ SMRT · MODERATE SPEED REELING · ROLLERS · MEDIUM STRESS · CONNECTOR NOTICE

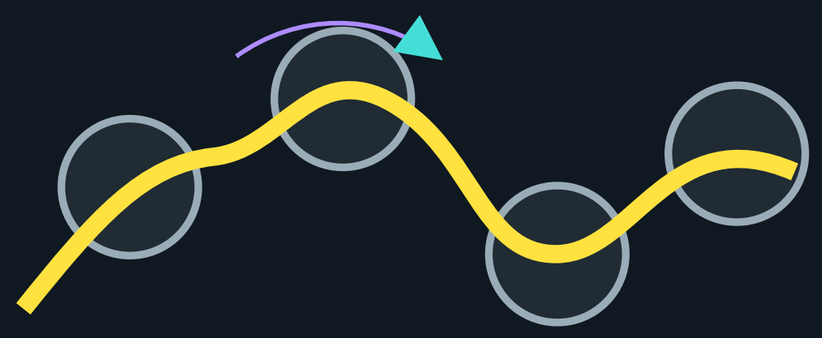
A · Center-feed / End-feed reeling



Travel speed: 160 m/min center-feed · 200 m/min end-feed

Для более высокой скорости или тяжёлой динамики выбирают XPRT, а не SMRT

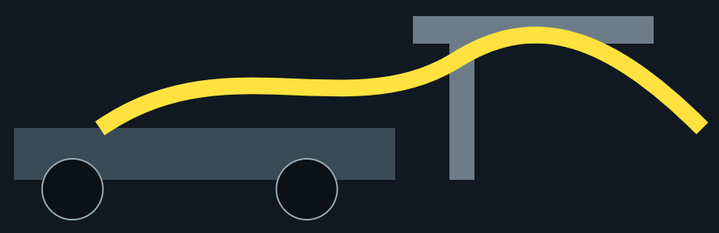
B · Rollers and direction changes



Разрешены reversed bending, roller bending and torsional stress

Но режим должен оставаться medium, без экстремальной скорости и ударных перегрузок

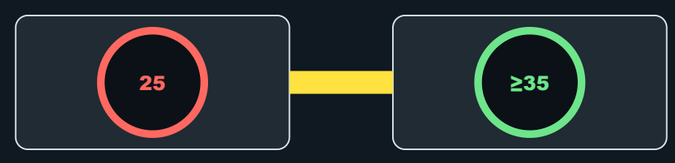
C · Medium-duty mobile equipment



Подходит для мобильных машин со средним уровнем циклов и умеренной скоростью

Например: reclaimer, small/medium gantry, mobile conveyor, service equipment

D · Connector notice ≥35 mm²



Field Control Element / Stress Cone Adapter suitable only from 35 mm²

3×25 требует отдельного аксессуара, согласования или другого решения оконцевания

Изображения встроены как SVG и могут использоваться на странице без дополнительных файлов.

7. Полные технические параметры исходной спецификации

Все параметры из предоставленной спецификации сохранены. Где отсутствует SAP или External code, в таблице стоит «—», чтобы не добавлять выдуманные коды.

Тип	**Medium voltage reeling cable**
Назначение	**medium mechanical stresses**
Примеры нагрузок	**moderate travel speeds, dynamic tensile loads, multi-plane direction changes, churning, torsion**
Connector notice	**T-Connectors / Coupling Connectors stress cone adapter suitable only from 35 mm²**
Стандарт конструкции	**Based on DIN VDE 0250-813**
Проводник	**DIN EN 60228 / IEC 60228 / VDE 0295**
Электропараметры	**DIN VDE 0298-4**
Химическое поведение	**DIN EN 60811-404**
Механика	**reversed bending; roller bending; torsional stress**
Силовой проводник	**finely stranded copper, bare, class 5**
PE	**finely stranded copper, bare, class 5**
Внутренний полупроводящий слой	**да, semi-conductive EPR**
Изоляция	**EPR rubber; PROTOLON HS reference; special compound >3GI3**
Наружный полупроводящий слой	**да, semi-conductive NBR easy-strip**
Расположение жил	**three-core design with split earth conductor in three interstices**
Внутренняя оболочка	**EPR rubber**
Армирование	**polyester braiding**
Наружная оболочка	**PCP / PROTOFIRM reference / special compound >5GM5**
Rated voltage U0/U (Um)	**6/10 (12) kV**
Test voltage	**17 kV**
Nominal voltage U	**10 000 V**
Max conductor temperature	**90 °C**
Short circuit temperature	**250 °C**
Fixed installation	**−40...+80 °C**
Flexible installation	**−25...+80 °C**
Flame retardant	**EN/IEC 60332-1-2**
Oil resistant	**Yes**
Ozone resistance	**Yes**
UV resistance	**Yes**
Sea water resistance	**Yes**
Torsional stress	**±25 °/m**
Permanent tensile strength	**20 N/mm² static; 25 N/mm² dynamic**

Travel speed center-feed **160 m/min**	Travel speed end-feed **200 m/min**	Bending radius fixed **6 × D**	Bending radius flexible **10 × D**

S-type directional changes **minimum distance 20 × D**

8. Полная таблица Cable Properties: размеры и масса

Basic construction	SAP code	External code	Ø conductor [mm]	Cable Ø min [mm]	Cable Ø max [mm]	Weight [kg/km]	Weight [kg/m]
3x25+3x25/3	20472049	—	6,4	35	38	2 150	**2,15**
3x35+3x25/3	20472050	—	7,6	39,5	42,5	2 700	**2,7**
3x50+3x25/3	20472281	—	9,1	42,1	45,1	3 290	**3,29**
3x70+3x50/3	20472282	—	10,85	46	49	4 200	**4,2**
3x95+3x50/3	—	—	12,7	52,1	55,1	5 550	**5,55**
3x120+3x70/3	—	—	14,4	55,8	58,8	6 630	**6,63**
3x150+3x70/3	—	—	16,2	62,8	65,8	8 000	**8**
3x185+3x95/3	—	—	17,8	66,2	69,2	9 500	**9,5**
3x240+3x120/3	—	—	20,6	74,3	77,3	12 100	**12,1**

9. Полная таблица Electrical / Mechanical

Токовая нагрузка указана по VDE 0298-4, Table 15, на поверхности при 30 °C. На барабане, особенно многослойном, тепловой режим меняется и требует derating по duty cycle, вентиляции и длине кабеля на барабане.

Basic construction	Max tensile static [N]	Max tensile during acceleration [N]	Moving bend min [mm]	R 20 °C [Ω/km]	Current [A]	≈ P at 10 kV, cosφ 0,9 [MW]	≈ ΔU/100m at I [%]	Conn
3x25+3x25/3	1 500	1 875	383	0,784	**131**	**2,04**	0,18%	НЕ п
3x35+3x25/3	2 100	2 625	419	0,554	**162**	**2,53**	0,16%	OK: ≥
3x50+3x25/3	3 000	3 750	451	0,386	**202**	**3,15**	0,14%	OK: ≥
3x70+3x50/3	4 200	5 250	490	0,272	**250**	**3,9**	0,12%	OK: ≥
3x95+3x50/3	5 700	7 125	551	0,206	**301**	**4,69**	0,11%	OK: ≥
3x120+3x70/3	7 200	9 000	588	0,161	**352**	**5,49**	0,1%	OK: ≥
3x150+3x70/3	9 000	11 250	658	0,129	**404**	**6,3**	0,09%	OK: ≥
3x185+3x95/3	11 100	13 875	692	0,106	**461**	**7,19**	0,08%	OK: ≥
3x240+3x120/3	14 400	18 000	773	0,0801	**540**	**8,42**	0,07%	OK: ≥

Проверка правил: статическая тяга соответствует 20 N/mm², динамическая — 25 N/mm². Большинство радиусов согласуется с 10×Dmax; 3×25 имеет табличный радиус 383 mm при Dmax 38 mm, что практически соответствует округлению 10×D.

10. Формулы выбора: скорость, барабан, тяга и напряжение

1) Скорость:
center-feed ≤ 160 m/min
end-feed ≤ 200 m/min

2) Минимальный радиус изгиба:
Rfixed ≥ 6 × D
Rdynamic ≥ 10 × D
S-type change distance ≥ 20 × D

3) Допустимое тяговое усилие:
Fstatic = 20 N/mm² × 3 × S
Fdynamic = 25 N/mm² × 3 × S

4) Приблизительная активная мощность:
P ≈ √3 × 10 kV × I × cosφ

5) Оценка падения напряжения на 100 m без реактивной составляющей:
ΔU% ≈ √3 × I × R20 × 0,1 km / 10 000 V × 100

Пример для 3×150+3×70/3: статическое тяговое усилие 20×3×150 = 9 000 N; динамическое при ускорении 25×3×150 = 11 250 N; минимальный динамический радиус 658 mm; при 404 A и 10 kV ориентировочная активная мощность при cosφ 0,9 составляет примерно 6,30 MW.

Запрещённое упрощение: нельзя выбирать SMRT только потому, что напряжение и сечение совпадают с XPRT. Если фактическая скорость, тяга или роликовая трасса выше medium-класса, нужен пересмотр в сторону XPRT или специальной конструкции.

11. Сравнение: SMRT 6/10 kV vs XPRT 6/10 kV vs стационарный MV

Критерий	SMRT 6/10 kV	XPRT 6/10 kV	Стационарный MV cable
Основное назначение	**Medium-duty reeling**	High/extreme-duty reeling	Фиксированная прокладка
Проводник	Class 5 bare Cu	Class FS tinned Cu	Обычно class 2 / class 5 по типу кабеля
Динамическая тяга	25 N/mm²	30 N/mm²	Не нормируется для барабана
Скорость	160/200 m/min	Выше; при >300 m/min согласовать	Неприменимо
Гибкая температура	−25…+80 °C	Обычно ниже минимум для тяжёлых серий	Зависит от кабеля, не для движения
Лучшее применение	Умеренный портовый/карьерный барабан	Быстрые краны и тяжёлые мобильные машины	Подстанции и постоянные линии

12. Feichun Cable: проектная логика применения SMRT

Портовые краны средней динамики

SMRT подходит для reeling operation с ограниченной скоростью, где нужна круглая 6/10 kV конструкция, но режим не достигает high/extreme уровня XPRT.

RTG/RMG и сервисные мобильные машины

Для умеренных скоростей и контролируемой трассы через ролики SMRT снижает стоимость и массу относительно более тяжёлых high-stress решений.

Конвейерные трипперы и штабелёры

При правильном барабане, радиусе 10D и регулярном осмотре оболочки кабель работает в пыльной промышленной среде.

Горнодобывающие площадки

6/10 kV питание подвижного оборудования с EPR-изоляцией, PCP-оболочкой и polyester braid полезно для среднего циклического режима.

Морские и припортовые зоны

PCP >5GM5, oil/UV/ozone/sea water resistance повышают ресурс оболочки при соляном аэрозоле и наружной прокладке.

Модернизация старых барабанов

SMRT применим, когда скорость и динамика известны и не превышают 160 m/min center-feed или 200 m/min end-feed.

В российском, европейском и портовом экспорте SMRT рационален там, где проектировщик может документально ограничить скорость, радиус, температуру гибкой работы, динамическую тягу и роликовую геометрию. Для объектов с Арктикой, экстремальным churning или непрерывной высокой скоростью предпочтительно рассматривать более тяжёлые XPRT/специальные исполнения.

13. Сертификация, экспорт и безопасность

VDE | **CE** | **UKCA** | **EAC** | **ATEX scope by project** | **IECEx scope by project** | **Russian Fire Safety docs by batch**

Feichun Cable подчёркивает полноту сертификационного пакета для тяжёлых промышленных условий: Engineered for maximum safety in demanding environments, our cable systems can be supplied with project documentation aligned to global frameworks including ATEX, IECEx, VDE, CE, UKCA, EAC, and Russian fire-safety documentation where applicable. Для SMRT конкретный объём сертификатов проверяется по рынку, партии и применимой технической спецификации.

Точная инженерно-юридическая оговорка: ATEX и IECEx применяются к оборудованию, защитным системам и сертифицированным компонентам для взрывоопасных сред; CE и UKCA относятся к применимым требованиям рынка; EAC относится к оценке соответствия ЕАЭС. Для кабеля нужно проверять не только логотип, но и scope сертификата: кабель, сборка, ввод, муфта, машина или система питания.[5][6][7][8][9]

14. Типовые отказы SMRT и диагностика

① Применение SMRT в режиме XPRT

Причины: скорость выше 160/200 m/min, сильные ускорения, аварийные рывки, тяжёлый churning. Признаки: усталостные обрывы, волнистость оболочки, рост нагрева.

② Неверный T-Connector для 25 mm²

Причины: игнорирование notice о stress cone ≥35 mm². Последствия: частичные разряды, локальный нагрев, пробой оконцевания.

③ Радиус меньше 10D

Причины: малый барабан, неправильная канавка ролика, S-изгиб без расстояния 20D. Последствия: усталость жил и повреждение экрана.

④ Холодный запуск ниже −25 °C dynamic

Причины: движение кабеля при температуре ниже проектной. Последствия: рост жёсткости, растрескивание оболочки, повышенная тяга.

⑤ Табличный ток применён к намотанному барабану без derating

Причины: отсутствие теплового расчёта многослойной намотки. Последствия: перегрев внутреннего слоя, старение EPR и PCP.

Опросный лист для заказа Feichun SMRT

Укажите тип машины, center-feed или end-feed, скорость, ускорение, длину, сечение, барабан, число слоёв, D барабана, ролики, S-изгибы, температуру гибкой работы, наличие T-Connector/Coupling Connector, ток, duty cycle, среду, требуемые документы и ограничения по монтажу.

15. Контрольный список для тендера и закупки

- ✓ Зафиксировать тип подачи: center-feed или end-feed, потому что допустимая скорость различается.
- ✓ Проверить, что 3×25 mm² не используется с T-Connector / Coupling Connector stress cone без отдельного подтверждения аксессуара.
- ✓ Указать минимальный радиус барабана и роликов по 10×D, а для S-type изменений — расстояние не менее 20×D.
- ✓ Отдельно согласовать derating для многослойного барабана, duty cycle и температуру окружающей среды.
- ✓ Согласовать документы партии: паспорт, маркировка, результаты электрических испытаний, сертификаты и инструкция по разделке.

16. Источники и нормативная опора

Исходные характеристики SMRT(N)TSCGEWOEU 6/10 kV предоставлены пользователем и сохранены без сокращения. Внешние источники используются как справочная нормативная база.

[1] IEC 60228:2023 — Conductors of insulated cables

[2] IEC 60332-1-2:2025 — vertical flame propagation for a single cable

[3] IEC 60811-404:2012 — mineral-oil immersion tests for sheaths

[4] DIN VDE 0298-4:2013-06 — current-carrying capacity guidance

[5] ATEX Directive 2014/34/EU — equipment and protective systems

[6] IECEx Certified Equipment Scheme

[7] European Commission — CE marking

[8] GOV.UK — UKCA and CE regimes

[9] Eurasian Economic Commission — technical regulation acts

Feichun Cable / 飞纯电缆 — medium-duty 6/10 kV reeling cable systems

Инженерный подбор SMRT и XPRT reeling cable, расчёт барабанов и роликов, проверка stress cone, выбор аксессуаров, medium-duty кабельные системы для портового и горнодобывающего оборудования.

Телефон:
+86 13855123218

Техническая почта:
Tech@feichuncables.com

В документе не добавлены другие виртуальные контакты. Сертификаты, маркировка и проектные референсы подтверждаются актуальными документами конкретной поставки.