PROTOLON (FL) (N)TSFLCGEWÖU | 8,7/15 (17,5) KV | FLAT REELING | PROTOLON HS 3GI3 | PCP PROTOFIRM 5GM5 | 120 M/MIN | CLASS 5 SN-CU

Что такое PROTOLON (FL) (N)TSFLCGEWÖU 8,7/15KV — гибкий плоский кабель среднего напряжения Feichun для реелинга под высокой механической нагрузкой

Medium voltage flat reeling cable: класс 5 лужёная медь, внутренний и внешний полупроводящие экраны из EPR, изоляция EPR PROTOLON HS 3GI3, расщеплённый концентрический PE-проводник вокруг каждой жилы и наружная оболочка PCP PROTOFIRM 5GM5.

PROTOLON (FL) (N)TSFLCGEWÖU 8,7/15KV — гибкий плоский кабель среднего напряжения для применения под высокой механической нагрузкой: динамическое растяжение, многократная смена направления в одной плоскости, работа на роликах. Предназначен главным образом для подвижного оборудования — быстроходных контейнерных кранов и крупной перемещающейся техники.

Инженерная особенность марки — плоская параллельная укладка трёх экранированных жил среднего напряжения с концентрическим PE вокруг каждой жилы, что даёт высокую гибкость в плоскости изгиба и допускает **скорость реелинга до 120 m/min**. Полупроводящие экраны выравнивают электрическое поле, а оболочка из полихлоропрена PCP обеспечивает маслостойкость, озоно- и UV-стойкость и износ на роликах.

Medium Voltage 8,7/15 kV | Flat reeling cable | Container / gantry cranes | Running over rollers | Based on DIN VDE 0250-813 | IEC 60228 · HD 2216 | DIN VDE 0298-4

RATED VOLTAGE	TEST VOLTAGE	CONDUCTOR	OUTER SHEATH	TRAVEL SPEED	TEMPERATURE
8,7/15 kV	24 kV	Class 5 Sn-Cu	PCP 5GM5	120 m/min	90 / 250 °C
Um 17,5 kV · U 15000 V	полупроводящие экраны	лужёная гибкая медь	полихлоропрен PROTOFIRM	gantry reeling	−50…+80 fix · −35…+80 flex

1. Инженерная позиция: зачем плоский MV-кабель на реелинге

Реелинговое питание среднего напряжения — критическая система быстроходных контейнерных кранов (STS, RMG, RTG) и крупной подвижной техники. Кабель непрерывно наматывается на барабан, проходит по роликам и меняет направление в плоскости движения крана. Обычный круглый MV-кабель в таких условиях испытывает кручение и неравномерный изгиб; плоская конструкция решает эту задачу принципиально иначе.

Плоская параллельная укладка трёх жил в одной плоскости задаёт единственную предпочтительную ось изгиба. Кабель гнётся «как книга» вокруг ролика и барабана, кручение минимизируется, а нагрузка распределяется равномерно по ширине. Именно поэтому марка допускает высокую **скорость реелинга до 120 m/min** и многократную смену направления в плоскости — параметры, недостижимые для стандартного круглого MV-кабеля без специальной подготовки.

> **Опыт выбора:** плоский профиль требует правильной геометрии барабана и роликов. Паспорт задаёт «применяемый диаметр» D = 1,5 × высота плоского кабеля и радиусы 6×D (fixed), 10×D (flexible), 20×D (минимум при S-образной смене направления). Эти значения — основа расчёта барабана и трассы.

2. Чем эта конструкция отличается

Class 5 tinned Cu

Лужёная тонкопроволочная жила по IEC 60228: гибкость плюс защита меди от коррозии и сульфидации на длительном сроке службы.

Semi-conducting EPR

Внутренний и внешний полупроводящие экраны выравнивают электрическое поле у проводника и изоляции — обязательное условие надёжности MV.

PROTOLON HS 3GI3

Изоляция EPR специального состава для 8,7/15 kV, рассчитанная на изгиб и динамику, а не только на стационар.

Split concentric PE (3E)

Расщеплённый концентрический PE-проводник вокруг каждой жилы: симметричный обратный путь тока и функция экрана/защиты.

PCP PROTOFIRM 5GM5

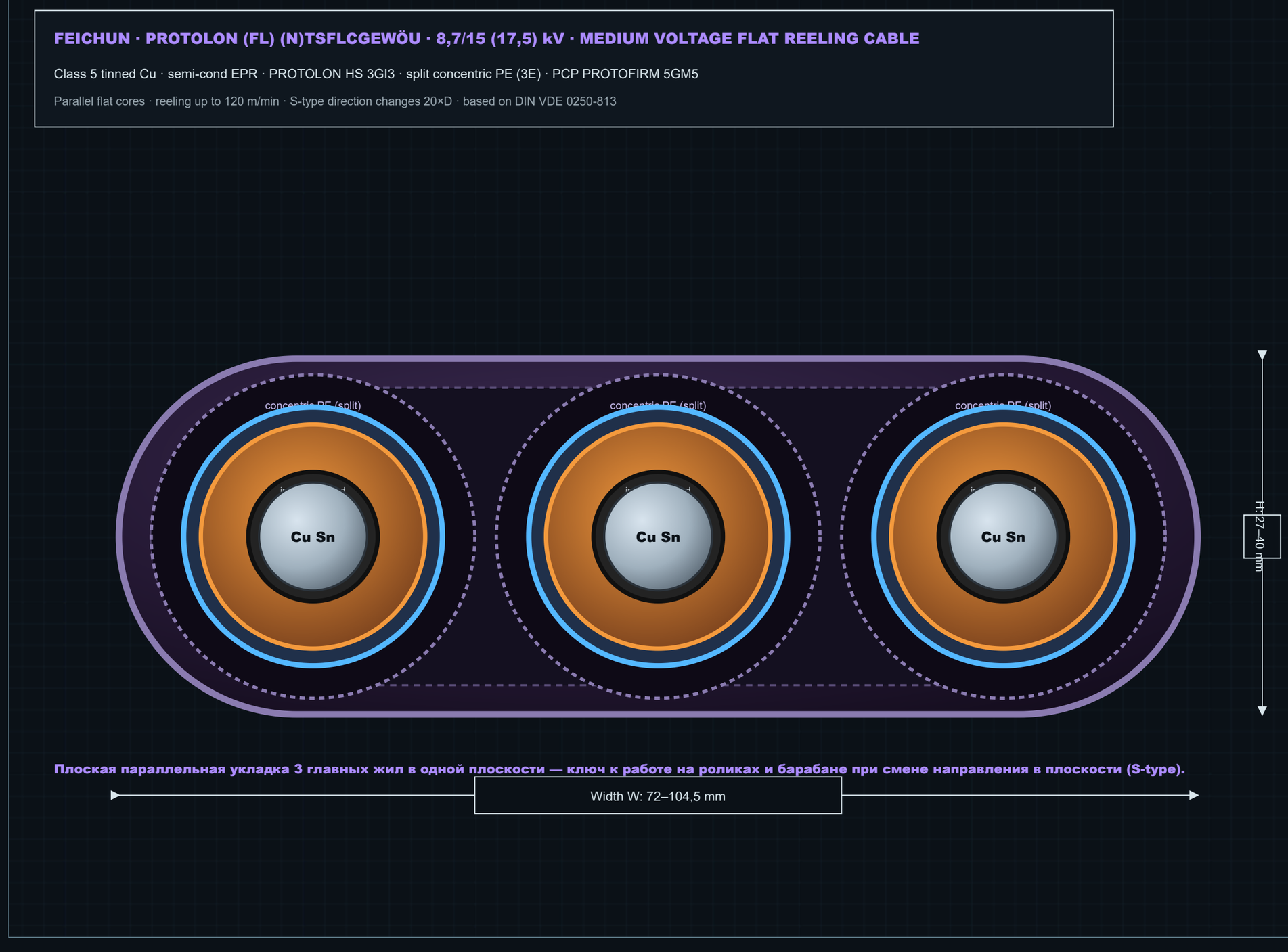
Оболочка из полихлоропрена: масло-, озоно-, UV-стойкость и высокая износостойкость на роликах и барабане.

Flat + 120 m/min

Плоский профиль и допуск скорости 120 m/min делают марку профильным решением для быстрых контейнерных кранов.

3. Профессиональная SVG-схема сечения

CAD-STYLE SVG · FEICHUN PROTOLON (FL) (N)TSFLCGEWÖU · 8,7/15 (17,5) KV · ПЛОСКАЯ 3-ЖИЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ С ПОЛУПРОВОДЯЩИМИ ЭКРАНАМИ · НЕ В МАСШТАБЕ



- Class 5 tinned copper: лужёный тонкопроволочный проводник.
- Inner semi-conducting EPR: внутренний полупроводящий экран.
- EPR PROTOLON HS 3GI3: изоляция среднего напряжения.
- Outer semi-conducting EPR: внешний полупроводящий экран.
- Split concentric PE (3E): концентрический заземляющий проводник вокруг каждой жилы.
- PCP PROTOFIRM 5GM5: наружная оболочка — масло, UV, озон, износ.

4. Конструкция слоями

① Finely stranded copper, tinned, class 5

Лужёная гибкая жила по IEC 60228 переносит многократный изгиб и динамику реелинга; лужение защищает медь от коррозии и облегчает контактирование.

② Inner semi-conducting layer — semi-conductive EPR

Внутренний полупроводящий слой сглаживает поверхность проводника и устраняет локальные усиления электрического поля на границе с изоляцией.

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

Основная изоляция среднего напряжения на 8,7/15 kV. Испытательное напряжение 24 kV. Резиновая природа EPR сохраняет гибкость под динамикой изгиба.

④ Outer semi-conducting layer — semi-conductive EPR

Внешний полупроводящий слой формирует равномерную внешнюю границу поля изоляции и работает совместно с концентрическим PE.

⑤ Earth conductor — split concentric PE distributed around each core (3E)

Заземляющий проводник расщеплён и концентрически распределён вокруг каждой жилы: симметричный обратный путь тока, экран и защитная функция при повреждении.

⑥ Outer sheath — polychloroprene PCP PROTOFIRM, special compound 5GM5

Наружная оболочка из PCP формирует плоский профиль, воспринимает контакт с роликами и барабаном и обеспечивает масло-, озоно-, UV- и износостойкость.

5. Полные данные размеров и массы (Cable properties)

Приведены все каталожные позиции: конструкция, SAP-код, external code, диаметр проводника, минимальная и максимальная высота и ширина плоского кабеля, масса.
Дополнительно рассчитана масса в kg/m для оценки барабана и тягового усилия.

Basic construction	SAP code	External code	Ø conductor [mm]	Height min [mm]	Height max [mm]	Width min [mm]	Width max [mm]	Weight [kg/km]	Weight [kg/m]
3x25+3x25/3E	20168238	5DK5006	6,9	27,3	30,3	72	76	3390	**3.390**
3x35+3x25/3E	20156862	5DK3470	8,3	28,7	31,7	76,2	80,2	3820	**3.820**
3x50+3x25/3E	20213843	5DK5009	9,8	30,2	33,2	80,7	84,7	4440	**4.440**
3x70+3x35/3E	20183694	5DK3028	11,4	33,3	36,3	87,5	92,5	5610	**5.610**
3x95+3x50/3E	FL_15KV_001	5DK3030	13,3	35,3	38,3	93,5	98,5	6700	**6.700**
3x120+3x70/3E	20183695	5DK3454	15,1	37,3	40,3	99,5	104,5	8000	**8.000**

6. Полные электрические и механические данные (Electrical / Mechanical)

Для каждой конструкции указаны максимальное тяговое усилие, минимальный радиус изгиба в движении, сопротивление проводника при 20 °C и допустимая токовая нагрузка.
Токовая нагрузка приведена по VDE 0298-4 для кабеля, намотанного в 1 слой, при температуре окружающей среды 30 °C.

Basic construction	SAP code	External code	Max. tensile strength [N]	Bending radius moving min [mm]	Conductor R at 20 °C [Ω/km]	Current capacity [A]
3x25+3x25/3E	20168238	5DK5006	1125	461	0,795	**111**
3x35+3x25/3E	20156862	5DK3470	1575	476	0,565	**138**
3x50+3x25/3E	20213843	5DK5009	2250	498	0,393	**172**
3x70+3x35/3E	20183694	5DK3028	3150	545	0,277	**212**
3x95+3x50/3E	FL_15KV_001	5DK3030	4275	575	0,21	**255**
3x120+3x70/3E	20183695	5DK3454	5400	605	0,164	**297**

```
Проверка тягового усилия по правилу 15 Н/мм²:
пример 3x95+3x50/3E (главные жилы 95 мм² × 3)
Max. tensile strength (каталог) = 4275 Н
Оценка по правилу: 15 Н/мм² × 95 мм² × 3 жилы = 4275 Н  ✓

Проверка радиуса изгиба (правило VDE 0298-3):
D = 1,5 × высота плоского кабеля
Пример: высота ≈ 38 мм → D ≈ 57 мм
6×D  fixed        ≈ 342 мм
10×D flexible     ≈ 570 мм   (сравн. паспорт: 575 мм для 3x95+3x50/3E)
20×D S-type       ≈ 1140 мм  (минимум при S-образной смене направления)

Вывод:
барабан и ролики проектируют от 20×D для S-трасс, тяговое усилие
лебёдки не должно превышать паспортное Max. tensile strength,
а скорость реелинга ограничивают значением до 120 m/min.
```

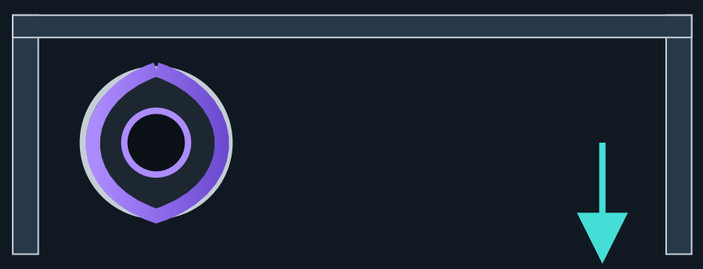
7. Сценарии применения: контейнерный кран, ролики, S-изгиб, реелинг

SVG SCENES · CONTAINER/GANTRY CRANE REELING 岸桥/龙门吊 · RUNNING OVER ROLLERS · S-TYPE DIRECTION CHANGE · DYNAMIC TENSILE LOAD

Сценарии применения PROTOLON (FL) (N)TSFLCGEWÖU 8,7/15KV

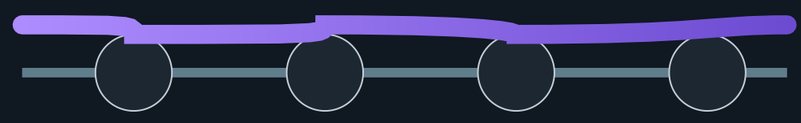
Быстрые контейнерные краны и крупная подвижная техника: реелинг до 120 m/min, работа на роликах, смена направления в плоскости.

Container crane reeling / 卷筒供电 крана



Барабан подаёт плоский кабель вдоль подкранового пути.

Running over rollers / работа на роликах



Плоское сечение равномерно ложится на ролики —
меньше кручения и локальных изгибов, чем у круглого кабеля.

S-type direction change / S-изгиб 20×D



Двойная смена направления в одной плоскости требует запаса радиуса.

Dynamic tensile load / динамическое растяжение

Правило 15 Н/мм²: сила натяжения не должна
превышать паспортное Max. tensile strength.

8. Электрические параметры

Electrical parameter	Value
Rated voltage U0/U (Um)	8,7/15 (17,5) kV
Test voltage	24 kV
Nominal voltage U	15 000 V

9. Тепловые параметры

Thermal parameter	Value
Max. conductor temperature	90 °C
Max. conductor temperature at short circuit	250 °C
Ambient temperature fixed installation, min	-50 °C
Ambient temperature fixed installation, max	80 °C
Ambient temperature flexible installation, min	-35 °C
Ambient temperature flexible installation, max	80 °C

Важное отличие: нижний предел fixed installation достигает **−50 °C**, a flexible — **−35 °C**. Это делает марку пригодной для портов и терминалов в холодном климате, где круглые MV-кабели теряют гибкость. Верхний предел +80 °C одинаков для обоих режимов.

10. Химические и механические параметры

Chemical / mechanical parameter	Value
Flame retardant	In accordance with EN/IEC 60332-1-2
Oil resistant	**Yes**
Ozone resistance	**Yes**
Resistant to UV	**Yes**
Permanent tensile strength, rule	15 N/mm²
Travel speed, gantry reeling	**up to 120 m/min**
Bending radius, applied diameter	D = 1,5 × высота плоского кабеля
Bending radius, fixed installation	6 × D
Bending radius, flexible operation	10 × D
Bending radius, S-type directional changes (min)	**20 × D**
Mechanical test	Reversed bending; roller bending

Сочетание маслостойкости, озоно- и UV-стойкости оболочки PCP и подтверждённых испытаний на реверсивный и роликовый изгиб (reversed bending; roller bending) прямо отражает реальную эксплуатацию: кабель постоянно перегибается в обе стороны при намотке-размотке барабана и катится по роликам подкранового пути. Химическое поведение проверяется по IEC/EN 60811-404 и HD 2216.

11. Стандарты и нормативная база

Standard / Approval	Meaning for engineering selection
Based on DIN VDE 0250-813	Базовая спецификация гибких кабелей MV для реелинга
DIN VDE 0298-4	Токовая нагрузка и условия применения (кабель, намотанный в 1 слой, 30 °C)
DIN EN 60228 / IEC 60228 / VDE 0295	Проводники; class 5 — гибкая тонкопроволочная жила
DIN EN 60332-1-2 / IEC 60332-1-2	Испытание одиночного кабеля на вертикальное распространение пламени
DIN EN 60811-404 / IEC 60811-404	Химическое поведение — маслостойкость
HD 2216	Химическое поведение — гармонизирующий документ
Reversed bending; roller bending	Механические испытания под реальную эксплуатацию на роликах и барабане

12. Сравнение с другими решениями питания кранов

Критерий	PROTOLON (FL) (N)TSFLCGEWÖU 8,7/15KV	Круглый MV reeling кабель (N)TSCGEWÖU	Троллейная шинопроводная система	NYY / c
Профиль	**Плоский (flat)**	Круглый	Жёсткая шина	Круглы
Ось изгиба	**Единственная плоскость — минимум кручения**	Любая, склонность к скручиванию	Нет изгиба	Не расс
Скорость реелинга	**До 120 m/min**	Обычно ниже	Высокая, но фиксированная трасса	Неприм
Смена направления в плоскости	**Да, 20×D (S-type)**	Ограниченно	Только прямая трасса	Нет
Экранирование MV	**Полупроводящие EPR + концентрический PE**	Аналогично	Открытая/защищённая шина	Есть, н
Когда выбирать	Быстрые контейнерные краны, барабан, ролики, S-трассы	Реелинг с круглым барабаном без плоскостной трассы	Длинные прямые пути, высокая частота	Стацио

13. Типовые отказы и профилактика

Failure mode	Typical root cause	Engineering countermeasure
Пробой изоляции MV	Повреждение полупроводящего экрана, влага, частичные разряды	Контроль экранов, целостности PE, испытание 24 kV, защита концевых муфт
Излом при малом радиусе	Радиус ниже 20×D на S-трассе	Проектирование барабана и роликов от D = 1,5×высота, соблюдение 6/10/20×D
Скручивание плоского кабеля	Неправильная геометрия входа на барабан	Направляющие ролики по плоскости, укладчик, контроль оси
Износ оболочки PCP	Абразив на роликах, перекос	Ролики корректного профиля, отсутствие острых кромок, осмотры
Обрыв при растяжении	Тяговое усилие выше Max. tensile strength	Расчёт по 15 Н/мм²; ограничение усилия натяжного устройства
Перегрев на барабане	Многослойная намотка вместо 1 слоя	Iz по VDE 0298-4 для 1 слоя; derating при многослойной намотке

14. Чек-лист для запроса и подбора

Information to specify	Why it matters	Example
Voltage class	Система изоляции MV и муфты	8,7/15 (17,5) kV
Basic construction	Сечение главных жил и PE (3E)	3x95+3x50/3E
Reeling geometry	Диаметр барабана, число слоёв, ролики	1 слой, D = 1,5×H
Travel speed	Динамика реелинга	до 120 m/min
Direction changes	S-type в плоскости → 20×D	R ≥ 20×D
Current & derating	Iz по VDE 0298-4, 1 слой, 30 °C	3x95+3x50/3E → 255 A
Environment	Масло, UV, озон, холод до −50/−35 °C	Порт, терминал

15. Готовое описание для карточки товара

Feichun PROTOLON (FL) (N)TSFLCGEWÖU 8,7/15KV is a flexible medium voltage flat reeling cable for application under high mechanical stresses (e.g. dynamic tensile loads, multiple changes of direction within one plane, running over rollers). Mainly for mobile equipment, e.g. fast-moving container cranes and large moving equipment.

Cable construction:
Finely stranded tinned copper class 5 conductors; inner semi-conducting layer (semi-conductive EPR); core insulation EPR rubber PROTOLON HS special compound 3GI3; outer semi-conducting layer (semi-conductive EPR); PE earth conductor splitted and concentrically distributed around each core (3E); parallel core arrangement; outer sheath polychloroprene PCP PROTOFIRM special compound 5GM5.

Electrical rating:
U0/U (Um): 8,7/15 (17,5) kV; nominal U 15000 V
Test voltage: 24 kV

Thermal rating:
Max conductor temperature 90 °C; short-circuit 250 °C
Ambient fixed: -50 to +80 °C; flexible: -35 to +80 °C

Mechanical / chemical:
Flame retardant EN/IEC 60332-1-2; oil resistant; ozone and UV resistant
Permanent tensile strength rule 15 N/mm²; travel speed (gantry reeling) up to 120 m/min
Bending radius acc. VDE 0298-3 (applied diameter D = 1.5 x flat cable height): 6xD fixed, 10xD flexible, 20xD min with S-type directional changes
Mechanical test: reversed bending; roller bending
Standards: DIN VDE 0250-813, DIN VDE 0298-4, IEC 60228, IEC 60811-404, HD 2216.

16. FAQ для инженеров и SEO

Что такое PROTOLON (FL) (N)TSFLCGEWÖU 8,7/15KV?

Это гибкий плоский кабель среднего напряжения 8,7/15 kV для реелинга под высокой механической нагрузкой: динамическое растяжение, смена направления в плоскости, работа на роликах. Главное применение — быстрые контейнерные краны и крупная подвижная техника.

Почему кабель плоский, а не круглый?

Плоская параллельная укладка задаёт единственную ось изгиба, минимизирует кручение и равномерно распределяет нагрузку по ширине при намотке на барабан и проходе по роликам, что позволяет высокую скорость реелинга.

Какая максимальная скорость реелинга?

Скорость gantry reeling — до 120 m/min. Фактический предел зависит от геометрии барабана, роликов и системы укладки.

Как рассчитать радиус изгиба?

По VDE 0298-3 от применяемого диаметра D = 1,5 × высота плоского кабеля: 6×D для fixed, 10×D для flexible, 20×D минимум при S-образной смене направления.

Зачем полупроводящие экраны и концентрический PE?

Внутренний и внешний полупроводящие слои EPR выравнивают электрическое поле, а расщеплённый концентрический PE вокруг каждой жилы (3E) даёт симметричный обратный путь тока и защитную функцию — обязательные элементы надёжности среднего напряжения.

Какая токовая нагрузка у кабеля?

Приведена по VDE 0298-4 для кабеля, намотанного в 1 слой, при 30 °C, например 255 A для 3x95+3x50/3E. При многослойной намотке применяют поправочные коэффициенты (derating).

17. Источники и технические аргументы

[1] IEC 60228 Conductors of insulated cables — класс 5 гибких тонкопроволочных проводников, основа гибкости плоского реелингового кабеля.

[2] IEC 60811-404 — методы определения химического (масло) поведения оболочек кабелей.

[3] DIN VDE 0298-4 — токовая нагрузка (кабель, намотанный в 1 слой, 30 °C) и условия применения.

[4] DIN VDE 0250-813 / VDE 0298-3 — базовая спецификация гибких MV-кабелей и правила радиуса изгиба.

[5] IEC 60332-1-2 — испытание одиночного кабеля на вертикальное распространение пламени.

Feichun PROTOLON (FL) (N)TSFLCGEWÖU 8,7/15KV · Medium Voltage Flat Reeling Cable · PROTOLON HS 3GI3 · PCP PROTOFIRM 5GM5 · 120 m/min

Профессиональная русскоязычная SEO-страница для подбора плоского реелингового кабеля среднего напряжения: flat reeling cable, container crane cable, gantry crane cable 岸桥电缆, reeling drum cable 卷筒电缆, MV crane cable, semiconductive EPR, split concentric PE, PCP sheath, S-type directional changes, running over rollers.

Feichun Cables · Feichun Cable · 飞纯电缆

Tel: +86 13855123218 · Email: Tech@feichuncables.com