PROTOLON (M) | R-(N)TSCGEWOEU LWL | 3,6/6 (7,2) кВ | испытание 11 кВ | 5DK3 | интегрированная оптика

PROTOLON (M) R-(N)TSCGEWOEU LWL 3,6/6 кВ — опытный инженер о токовой нагрузке, барабане, оптике и диагностике

Средневольтный барабанный кабель для экскаваторов, самосвалов, мобильных дробилок и крупного оборудования открытых горных работ.

Версия 3,6/6 кВ имеет ту же тяжелую барабанную механику, что и более высоковольтные варианты, но при равной мощности передает больший ток. Поэтому для нее особенно важны тепловой режим многослойной намотки, сопротивление контактов, падение напряжения, качество концевых муфт и фактический коэффициент загрузки.

По опыту **Feichun Cable**, надежность определяется не одной характеристикой. Нужно одновременно контролировать барабан, направляющие, динамическую тягу, полупроводящие слои, защитный проводник и оптический элемент.

U0/U 3,6/6 (7,2) кВ | номинальное напряжение 6 000 В | испытание 11 кВ | 20 Н/мм² статически | 25 Н/мм² динамически | до 120 м/мин

Серия	Ток	Оптика	Радиус
5DK3	**131–620 A**	**6–24**	**10×D**
14 типоразмеров	по исходной таблице	волокна G62,5 / G50 / E9	подвижная эксплуатация

Содержание

1. Инженерная роль
2. Конструкция
3. Тепловой режим
4. Барабанная механика
5. Оптика
6. Стандарты
7. Размеры
8. Электрические расчеты
9. Зарядный ток
10. Диагностика

1. Чем версия 6 кВ отличается в эксплуатации

При снижении напряжения для передачи той же мощности требуется больший ток. Это увеличивает потери I^2R, чувствительность к качеству контактов и влияние многослойной намотки на температуру. Поэтому кабель 6 кВ нельзя выбирать только по номинальному току из таблицы.

Практическое правило: проверяйте токовый профиль машины, пусковые токи, длительность циклов, число слоев на барабане, вентиляцию, температуру, сопротивление муфт и допустимое падение напряжения.

2. Конструкция и управление электрическим полем

Проводникособо гибкая голая медь, класс FS	Защитный проводникособо гибкая голая медь, раздельное размещение в междужильях	Внутренний полупроводящий слойполупроводящий EPR для сглаживания поля у проводника	ИзоляцияEPR, технический ориентир PROTOLON, специальная смесь >3GI3
Наружный полупроводящий слойNBR easy-strip; повреждение EPR при разделке недопустимо	Оптический элементшесть трубок вокруг центральной опоры, по 1–4 волокна в трубке	Внутренняя оболочкаспециальная EPR-смесь GM1b	Армированиеполиэфирная оплетка для распределения механической нагрузки
Внешняя оболочкаPCP, специальная смесь >5GM5			

Разделка конца

Надрез изоляции после снятия easy-strip слоя создает локальную концентрацию поля и может привести к частичным разрядам.

Контактное сопротивление

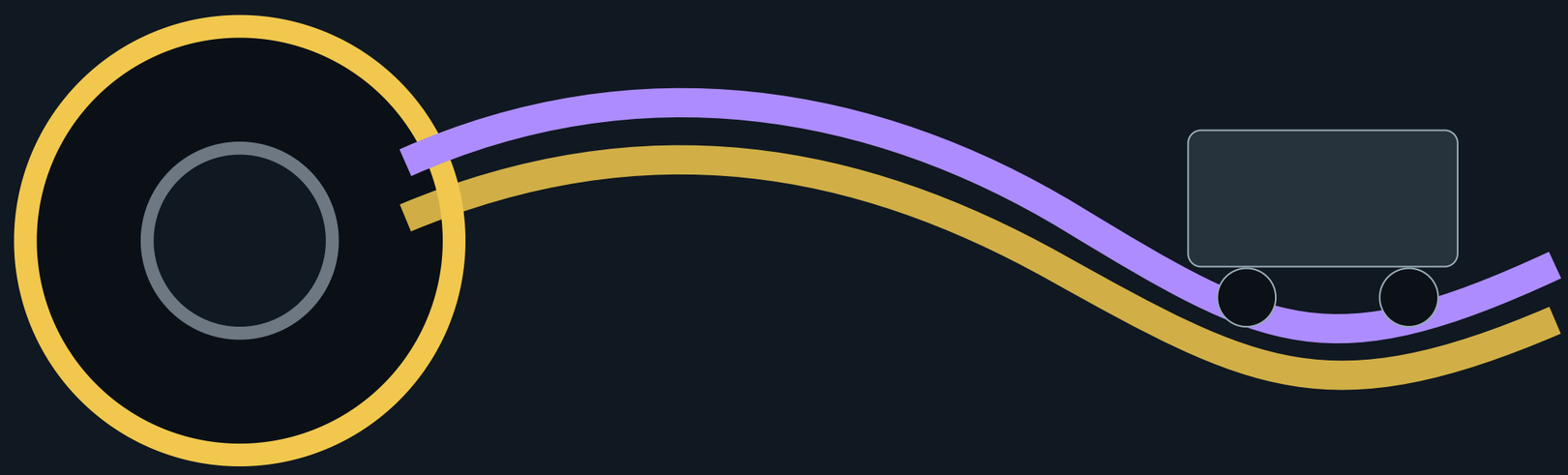
При токах до 620 А даже небольшое увеличение сопротивления соединения вызывает значительный локальный нагрев.

Тепловой запас

90 °C — предельная температура проводника. Для долговечности желательно работать с запасом и учитывать намотку на барабан.

3. Барабанная механика и минимальный диаметр

PROTOLON (M) R-(N)TSCGEWOEU LWL · 3,6/6 кВ · барабанная система



перемотка до 100 м/мин · рабочая намотка до 120 м/мин · моноспиральный или цилиндрический барабан

6×D фиксировано · 10×D подвижно · S-образный участок ≥20×D · кручение ±100°/м

При 6 кВ особенно важны токовая нагрузка, нагрев на барабане, сопротивление контактов и падение напряжения.

В классе 6 кВ электрический ток выше, чем у более высоковольтных версий той же мощности, поэтому тепловой режим барабана критичен.

Конструкция	Dmax	10×D радиус	Минимальный диаметр по оси кабеля	20×D S-участок
3x25+2x25/2+LWL	43 мм	430 мм	860 мм	860 мм
3x25+2x50/2+LWL	45,6 мм	456 мм	912 мм	912 мм
3x35+2x25/2+LWL	44,6 мм	446 мм	892 мм	892 мм
3x35+2x50/2+LWL	47,5 мм	475 мм	950 мм	950 мм
3x50+2x25/2+LWL	45,8 мм	458 мм	916 мм	916 мм
3x50+2x50/2+LWL	49,4 мм	494 мм	988 мм	988 мм
3x70+2x35/2+LWL	49,4 мм	494 мм	988 мм	988 мм
3x70+2x50/2+LWL	53,8 мм	538 мм	1076 мм	1076 мм
3x95+2x50/2+LWL	55,5 мм	555 мм	1110 мм	1110 мм
3x120+2x70/2+LWL	59,2 мм	592 мм	1184 мм	1184 мм
3x150+2x70/2+LWL	63,2 мм	632 мм	1264 мм	1264 мм
3x185+2x95/2+LWL	68,4 мм	684 мм	1368 мм	1368 мм
3x240+2x120/2+LWL	74,6 мм	746 мм	1492 мм	1492 мм
3x300+2x150/2+LWL	81,5 мм	815 мм	1630 мм	1630 мм

Ускорение

Скорость до 120 м/мин допустима только при плавном разгоне. Ударное натяжение может превысить динамический ориентир.

Многослойная намотка

Нижние слои испытывают давление верхних витков и хуже охлаждаются; для токовой нагрузки нужен понижающий коэффициент.

Направляющие ролики

Расстояние между противоположными изгибами должно быть не менее 20×D, иначе возникает ускоренная усталость жил и оптики.

4. Функциональное сечение

R-(N)TSCGEWOEU LWL 6 кВ · split earth · optical element · polyester braid · PCP >5GM5



Функциональные слои

① особо гибкая голая медь, класс FS

② внутренний полупроводящий слой EPR

③ изоляция EPR, технический ориентир PROTOLON >3GI3

④ наружный полупроводящий слой NBR easy-strip

⑤ раздельный защитный проводник в междужильях

⑥ оптический элемент: шесть трубок вокруг центральной опоры

⑦ GM1b + полиэфирная оплетка + PCP >5GM5

3,6/6 (7,2) кВ · испытание 11 кВ · стойкость к морской воде

Функциональная схема показывает силовую, защитную, оптическую и механическую подсистемы кабеля.

5. Оптика и приемка

Доступные варианты: 6, 12, 18 или 24 волокна типов G62,5/125, G50/125 и E9/125. Возможны смешанные конфигурации.

Параметр	G62,5/125	G50/125	E9/125
Диаметр оболочки	125 мкм	125 мкм	125 мкм
Диаметр волокна	250 мкм	250 мкм	250 мкм
Затухание при 850 нм	<3,3 дБ/км	<2,8 дБ/км	—
Затухание при 1310 нм	<0,9 дБ/км	<0,8 дБ/км	<0,4 дБ/км
Затухание при 1550 нм	—	—	<0,3 дБ/км
Полоса при 850 нм	>400 МГц	>400 МГц	—
Полоса при 1310 нм	>600 МГц	>1200 МГц	—
Числовая апертура	0,275 ±0,02	0,2 ±0,02	0,14 ±0,02
Дисперсия при 1300 нм	—	—	<3,5 пс/(нм·км)
Дисперсия при 1550 нм	—	—	<18 пс/(нм·км)

OTDR до монтажа

Сохраните базовую трассу каждого волокна до размотки барабана.

OTDR после обкатки

Повторная трасса после первых циклов помогает выявить макроизгиб, сжатие трубки или локальный дефект ролика.

Резервные волокна

Резервные fibers часто оправданы, поскольку их стоимость мала по сравнению с простоем машины.

6. Стандарты и approvals

EN 50525-2-21

Электрические параметры по исходной спецификации.

DIN VDE 0207-21

Материалы и смеси.

DIN VDE 0298-3

Механические параметры и радиусы.

DIN VDE 0250-813

Общая конструкционная база.

IEC 60811-404

Химические испытания материалов.

IEC 60332-1-2

Нераспространение пламени одиночного кабеля.

GOST-R/-K/-B

Сертификационный и пожарный контекст Российской Федерации и региона.

VDE 0298-4

Токовая нагрузка по таблице 15 на поверхности при 30 °C.

7. Размеры, масса и радиусы

Конструкция	SAP	Внешний код	Проводник, мм	Dmin, мм	Dmax, мм	Масса, кг/км	Оптика	6×D, мм	10×D, мм	20×D, мм
3x25+2x25/2+LWL	M_R_L_6KV_005	5DK3***	7,1	40	43	2 590	LWL	258	430	860
3x25+2x50/2+LWL	M_R_L_6KV_006	5DK3***	7,1	42,6	45,6	2 900	LWL	273,6	456	912
3x35+2x25/2+LWL	M_R_L_6KV_008	5DK3***	8,4	41,6	44,6	2 960	LWL	267,6	446	892
3x35+2x50/2+LWL	M_R_L_6KV_009	5DK3***	8,4	44,5	47,5	3 300	LWL	285	475	950
3x50+2x25/2+LWL	M_R_L_6KV_010	5DK3***	10,1	42,8	45,8	3 430	LWL	274,8	458	916
3x50+2x50/2+LWL	M_R_L_6KV_011	5DK3***	10,1	46,4	49,4	3 950	LWL	296,4	494	988
3x70+2x35/2+LWL	M_R_L_6KV_012	5DK3***	11,8	46,4	49,4	4 350	LWL	296,4	494	988
3x70+2x50/2+LWL	M_R_L_6KV_013	5DK3***	11,8	49,8	53,8	4 700	LWL	322,8	538	1076
3x95+2x50/2+LWL	M_R_L_6KV_014	5DK3***	13,8	51,5	55,5	5 630	LWL	333	555	1110
3x120+2x70/2+LWL	M_R_L_6KV_001	5DK3***	15,5	55,2	59,2	6 800	LWL	355,2	592	1184
3x150+2x70/2+LWL	M_R_L_6KV_002	5DK3***	17,4	59,2	63,2	7 970	LWL	379,2	632	1264
3x185+2x95/2+LWL	M_R_L_6KV_003	5DK3***	19,2	64,4	68,4	9 630	LWL	410,4	684	1368
3x240+2x120/2+LWL	M_R_L_6KV_004	5DK3***	22,1	70,6	74,6	12 160	LWL	447,6	746	1492
3x300+2x150/2+LWL	M_R_L_6KV_007	5DK3***	24,7	77,5	81,5	14 880	LWL	489	815	1630

8. Электрические и механические параметры

Токовая нагрузка дана для кабеля на поверхности при 30 °C. На барабане, особенно при многослойной намотке, требуется тепловое снижение. Расчет мощности использует коэффициент мощности 0,9. Падение напряжения рассчитано только по активному сопротивлению на 100 м.

Конструкция	Статическая тяга, Н	Динамическая оценка, Н	C, нФ/км	L, мГн/км	R20, Ом/км	Ток, А	≈ МВА	≈ МВт	≈ ΔU/100 м
3x25+2x25/2+LWL	1 500	1 875	370	0,35	0,7839	131	1,36	1,23	0,3%
3x25+2x50/2+LWL	1 500	1 875	370	0,38	0,7839	131	1,36	1,23	0,3%
3x35+2x25/2+LWL	2 100	2 625	430	0,32	0,554	162	1,68	1,52	0,26%
3x35+2x50/2+LWL	2 100	2 625	430	0,35	0,554	162	1,68	1,52	0,26%
3x50+2x25/2+LWL	3 000	3 750	490	0,28	0,386	202	2,1	1,89	0,23%
3x50+2x50/2+LWL	3 000	3 750	490	0,31	0,386	202	2,1	1,89	0,23%
3x70+2x35/2+LWL	4 200	5 250	550	0,27	0,272	250	2,6	2,34	0,2%
3x70+2x50/2+LWL	4 200	5 250	550	0,29	0,272	250	2,6	2,34	0,2%
3x95+2x50/2+LWL	5 700	7 125	630	0,26	0,206	301	3,13	2,82	0,18%
3x120+2x70/2+LWL	7 200	9 000	700	0,25	0,161	352	3,66	3,29	0,16%
3x150+2x70/2+LWL	9 000	11 250	760	0,25	0,129	404	4,2	3,78	0,15%
3x185+2x95/2+LWL	11 100	13 875	820	0,24	0,106	461	4,79	4,31	0,14%
3x240+2x120/2+LWL	14 400	18 000	930	0,24	0,0801	540	5,61	5,05	0,12%
3x300+2x150/2+LWL	18 000	22 500	1 030	0,23	0,0641	620	6,44	5,8	0,11%

9. Зарядный ток и реактивная мощность

Емкость у версии 6 кВ сравнительно высокая. Для длинной линии зарядный ток влияет на ток холостого хода, защиту и коммутационные процессы. Оценка выполнена для 50 Гц и U0 = 3,6 кВ.

$$I_c = 2\pi f C U_0$$
$$Q_c \approx \sqrt{3} \times U \times I_c$$

f = 50 Гц

U0 = 3,6 кВ

U = 6 кВ

Конструкция	C, нФ/км	Ic, А/км	Qc, квар/км
3x25+2x25/2+LWL	370	0,418	4,3
3x25+2x50/2+LWL	370	0,418	4,3

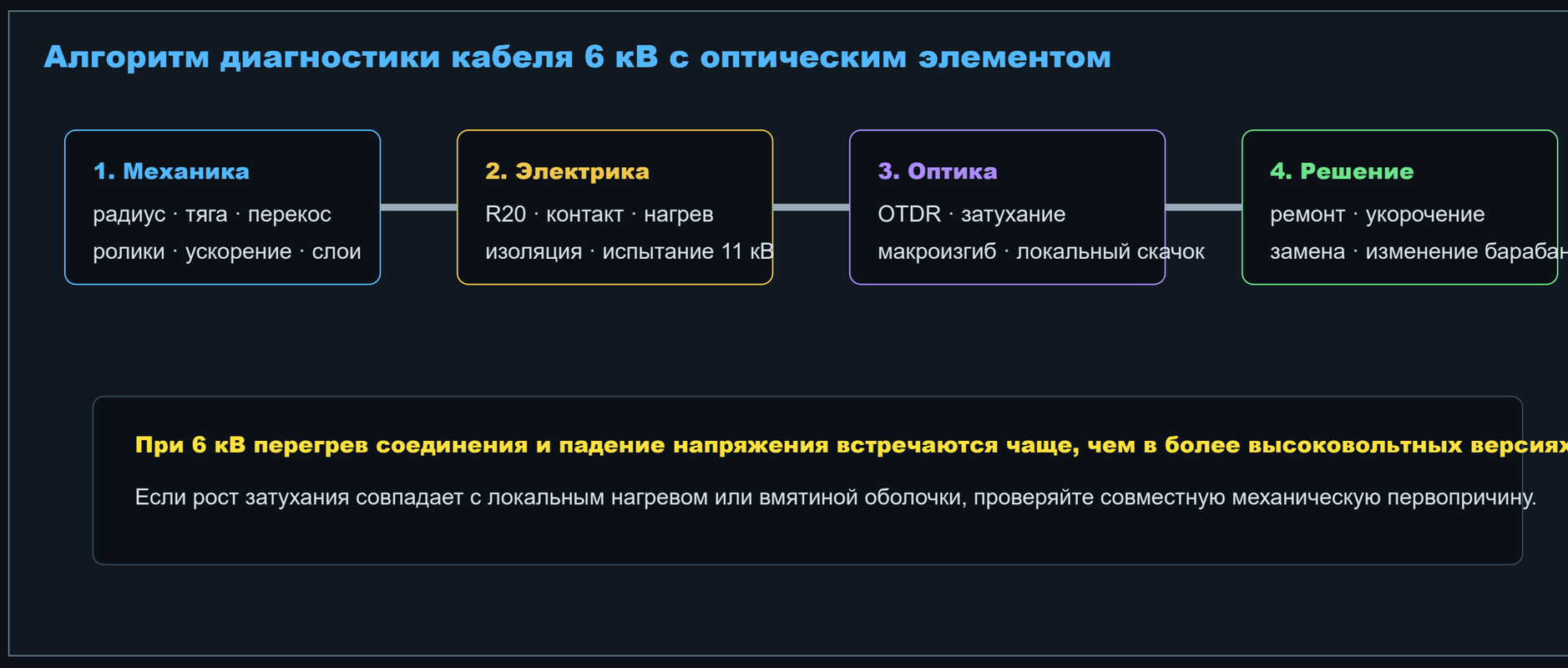
Конструкция	C, нФ/км	Ic, А/км	Qc, квар/км
3x35+2x25/2+LWL	430	0,486	5,1
3x35+2x50/2+LWL	430	0,486	5,1
3x50+2x25/2+LWL	490	0,554	5,8
3x50+2x50/2+LWL	490	0,554	5,8
3x70+2x35/2+LWL	550	0,622	6,5
3x70+2x50/2+LWL	550	0,622	6,5
3x95+2x50/2+LWL	630	0,713	7,4
3x120+2x70/2+LWL	700	0,792	8,2
3x150+2x70/2+LWL	760	0,86	8,9
3x185+2x95/2+LWL	820	0,927	9,6
3x240+2x120/2+LWL	930	1,052	10,9
3x300+2x150/2+LWL	1 030	1,165	12,1

10. Проверка тяги

Fстат = 20 Н/мм² × 3 × S
Fдин = 25 Н/мм² × 3 × S
Rфикс = 6 × D
Rподв = 10 × D
расстояние S-образного перехода ≥ 20 × D
испытательное напряжение = 11 кВ

Конструкция	Сечение	Расчет статической тяги	Табличная тяга	Динамическая оценка	Статус
3x25+2x25/2+LWL	25 мм²	1 500 Н	1 500 Н	1 875 Н	соответствует
3x25+2x50/2+LWL	25 мм²	1 500 Н	1 500 Н	1 875 Н	соответствует
3x35+2x25/2+LWL	35 мм²	2 100 Н	2 100 Н	2 625 Н	соответствует
3x35+2x50/2+LWL	35 мм²	2 100 Н	2 100 Н	2 625 Н	соответствует
3x50+2x25/2+LWL	50 мм²	3 000 Н	3 000 Н	3 750 Н	соответствует
3x50+2x50/2+LWL	50 мм²	3 000 Н	3 000 Н	3 750 Н	соответствует
3x70+2x35/2+LWL	70 мм²	4 200 Н	4 200 Н	5 250 Н	соответствует
3x70+2x50/2+LWL	70 мм²	4 200 Н	4 200 Н	5 250 Н	соответствует
3x95+2x50/2+LWL	95 мм²	5 700 Н	5 700 Н	7 125 Н	соответствует
3x120+2x70/2+LWL	120 мм²	7 200 Н	7 200 Н	9 000 Н	соответствует
3x150+2x70/2+LWL	150 мм²	9 000 Н	9 000 Н	11 250 Н	соответствует
3x185+2x95/2+LWL	185 мм²	11 100 Н	11 100 Н	13 875 Н	соответствует
3x240+2x120/2+LWL	240 мм²	14 400 Н	14 400 Н	18 000 Н	соответствует
3x300+2x150/2+LWL	300 мм²	18 000 Н	18 000 Н	22 500 Н	соответствует

11. Диагностика отказов



Надежная диагностика объединяет измерения силовой части, защитного проводника, оптики и барабанной механики.

Перегрев муфты: измерьте контактное сопротивление и ток по фазам; при 6 кВ небольшая ошибка соединения дает заметные потери.

Повторный пробой на одной длине: проверьте ролик, перекрестную точку намотки, давление между слоями и геометрию барабана.

Рост оптического затухания: вероятны макроизгиб, локальное сжатие трубки или смещение центрального элемента.

Повреждение у муфты: проверьте разгрузку натяжения, жесткость крепления и длину свободного гибкого участка.

12. Опросный лист Feichun

Тип машины; мощность и ток; пусковой режим; длина активной части; тип барабана; диаметр сердечника; ширина; число слоев; скорость и ускорение; угол схода; ролики; минимальные радиусы; температура; масло, озон, ультрафиолет и вода; защитный проводник; количество и тип волокон; требования OTDR; тип концевой муфты; протокол испытания 11 кВ; маркировка барабана; комплект сертификатов.

13. Инженерное ограничение расчетов

Расчетные значения мощности, падения напряжения, зарядного тока, реактивной мощности, радиуса и динамической тяги предназначены для предварительного выбора. Они не заменяют тепловой расчет многослойной намотки, проверку привода барабана, расчет короткого замыкания, координацию защиты и утвержденный производственный чертеж.

Feichun Cable — технический подбор барабанных кабелей 3,6/6 кВ с интегрированной оптикой

Телефон:
+86 13855123218

Техническая почта:
Tech@feichuncables.com

Feichun Cable не аффилирован с владельцами обозначений PROTOLON или PROTOFIRM. Названия используются как технические перекрестные обозначения из предоставленной спецификации. Конкретная поставка подтверждается документами партии.