TENAX-SAS | (N)TSCGEWOEU | 20/35 (42) кВ | 50 кВ test | −50 °C flexible | 25 Н/мм²

TENAX-SAS (N)TSCGEWOEU 20/35 кВ — высоковольтный низкотемпературный trailing/reeling cable

35-кВ питание, центральный aramid load path и гибкая работа до −50 °C для shovels, draglines и тяжелых мобильных машин.

TENAX-SAS 20/35 кВ сочетает высоковольтную изоляционную систему с conductive central support element и aramid rope. Конструкция рассчитана на волочение, циклический изгиб, работу через направляющие и применение с барабаном.

При 35 кВ механическая надежность должна оцениваться одновременно с electric field control, termination, pilot continuity, partial discharge risk и состоянием наружной оболочки.

U0/U 20/35 (42) кВ | 35 000 В | испытание 50 кВ | −50…+60 °C flexible | ±100°/м | 25 Н/мм²

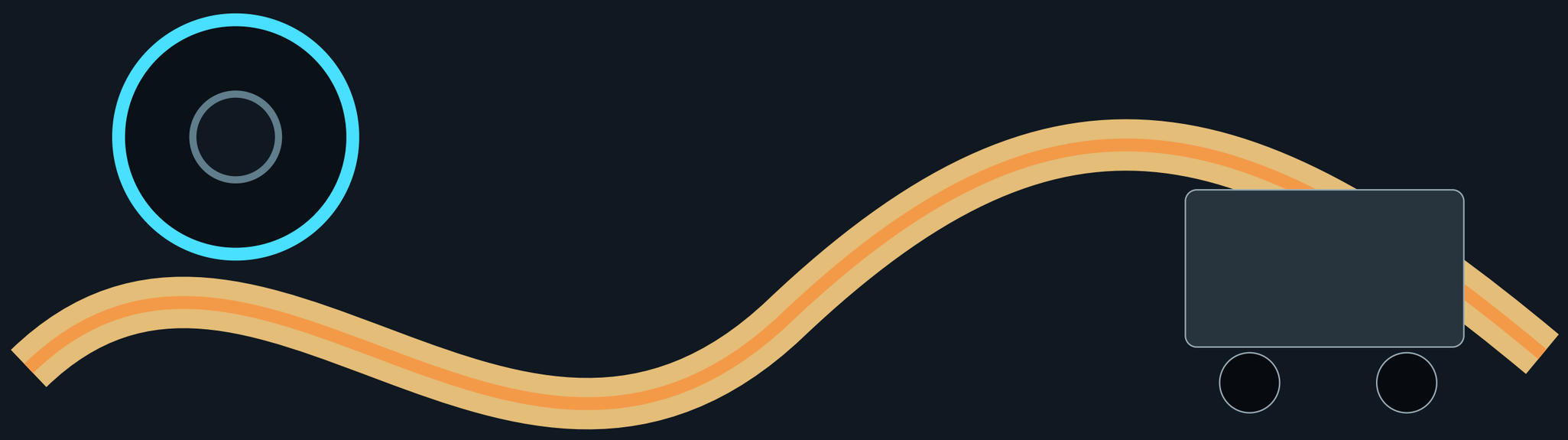
Номинальное напряжение	Испытательное напряжение	Гибкая эксплуатация	Типоразмеры
35 кВ	**50 кВ**	**−50 °C**	**11**
Um 42 кВ	по исходной спецификации	до +60 °C	16–300 мм²

Содержание

1. Рабочая концепция
2. Детальное сечение
3. Termination
4. Cold-soak
5. Trailing
6. Reeling
7. Стандарты
8. Размеры
9. Расчеты
10. Приемка

1. Рабочая концепция

TENAX-SAS 20/35 кВ · trailing + reeling · fully flexible до −50 °C



35 000 В · 50 кВ test · shovels · draglines · central aramid support

25 Н/мм² · ±100°/м · 6×D / 10×D / 20×D

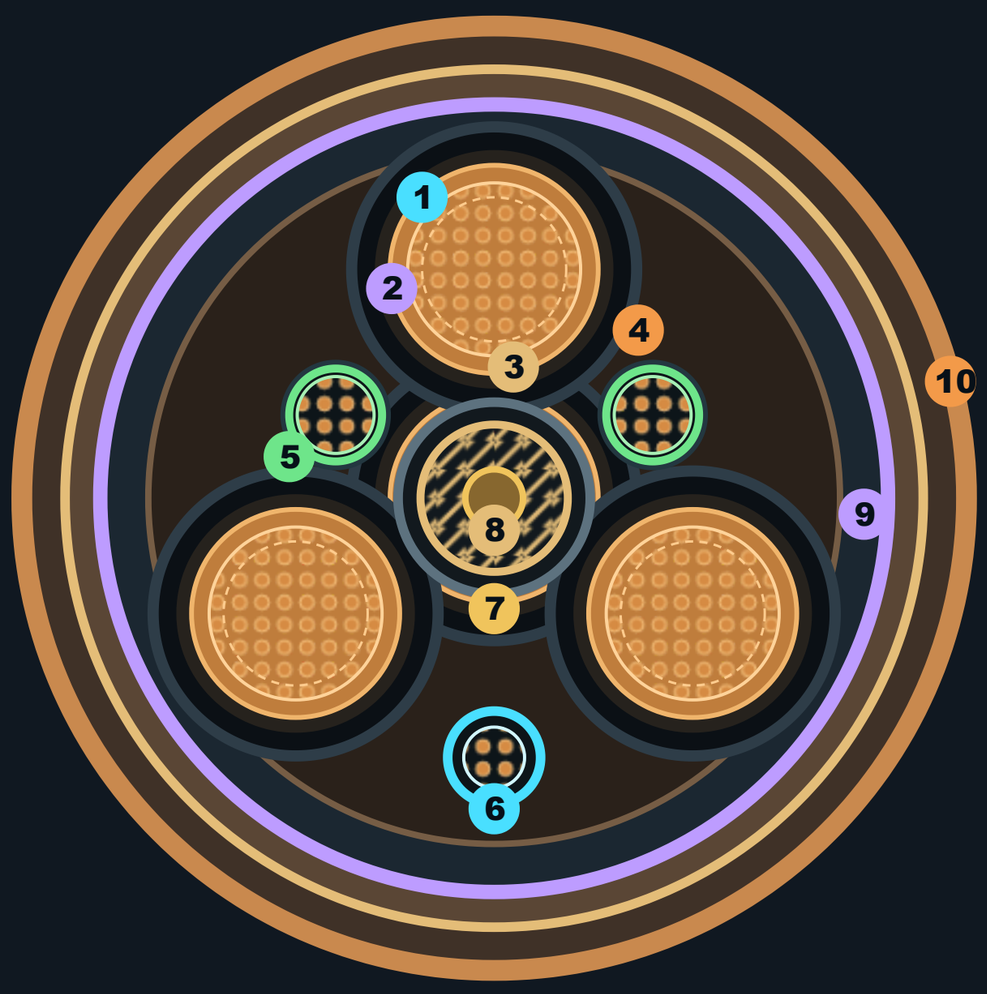
Скорость отсутствует в исходной спецификации и не заимствуется у других семейств.

35-кВ система требует совместной оценки электрического поля, termination и динамической механики.

35-кВ особенность: высокий класс напряжения требует точной геометрии semi-conductive layers, бездефектного EPR, корректного stress cone, герметичной termination и согласованной защиты.

2. Детализированное поперечное сечение

TENAX-SAS 20/35 кВ · детализированная функциональная схема поперечного сечения



Функциональные слои и элементы

1. луженый медный проводник, class 5
2. внутренний semi-conductive EPR
3. EPR insulation, compound 3GI3
4. наружный semi-conductive NBR easy-strip
5. две PE-жилы с полупроводящей резиной
6. pilot conductor, tinned copper, EPR
7. conductive central support element
8. aramid rope — основной axial load path
9. EPR inner sheath, compound 5GM3
10. rubber outer sheath, compound >5GM3

20/35 (42) кВ · испытательное напряжение 50 кВ

Подробная функциональная схема: все электрические и механические элементы показаны раздельно.

Проводниклуженая тонкопроволочная медь, класс 5	Внутренний экранsemi-conductive EPR вокруг каждого проводника	ИзоляцияEPR, специальная смесь 3GI3	Наружный экранsemi-conductive NBR easy-strip	PEдве луженые PE-жилы с полупроводящей резиной
Pilot conductorлуженая медь, класс 5, EPR-изоляция	Центральная системаconductive support element + aramid rope	ОболочкиEPR 5GM3 inner sheath + rubber >5GM3 outer sheath		

3. 35-кВ termination и electric field control

20/35 кВ termination: field grading, sealing и mechanical load transfer

1. EPR preparation
чистота · без надрезов

2. Semi-con cutback
контролируемый край

3. Stress cone
field grading 20/35 кВ

4. Sealing
влага · cold/heat cycles

5. Strain relief
aramid load path

Упрощенный профиль электрического поля



Резкий semi-con cutback, загрязнение или повреждение EPR могут концентрировать поле и инициировать partial discharge.

Для 35 кВ качество stress cone и границы полупроводящего слоя особенно критично.

Конструкция	Dmax	10×D	Тип termination	Критические проверки
3x16+2x16+1x16	77 мм	770 мм	20/35-кВ flexible-rubber termination	stress cone + semi-con cutback + sealing + strain relief + pilot continuity
3x25+2x16+1x16	82 мм	820 мм	20/35-кВ flexible-rubber termination	stress cone + semi-con cutback + sealing + strain relief + pilot continuity
3x35+2x16+1x16	84 мм	840 мм	20/35-кВ flexible-rubber termination	stress cone + semi-con cutback + sealing + strain relief + pilot continuity
3x50+2x16+1x16	88 мм	880 мм	20/35-кВ flexible-rubber termination	stress cone + semi-con cutback + sealing + strain relief + pilot continuity
3x70+2x25+1x16	94 мм	940 мм	20/35-кВ flexible-rubber termination	stress cone + semi-con cutback + sealing + strain relief + pilot continuity
3x95+2x25+1x16	98 мм	980 мм	20/35-кВ flexible-rubber termination	stress cone + semi-con cutback + sealing + strain relief + pilot continuity
3x120+2x35+1x16	104 мм	1040 мм	20/35-кВ flexible-rubber termination	stress cone + semi-con cutback + sealing + strain relief + pilot continuity
3x150+2x35+1x16	107 мм	1070 мм	20/35-кВ flexible-rubber termination	stress cone + semi-con cutback + sealing + strain relief + pilot continuity
3x185+2x50+1x16	111 мм	1110 мм	20/35-кВ flexible-rubber termination	stress cone + semi-con cutback + sealing + strain relief + pilot continuity
3x240+2x70+1x16	117 мм	1170 мм	20/35-кВ flexible-rubber termination	stress cone + semi-con cutback + sealing + strain relief + pilot continuity
3x300+2x95+1x16	122 мм	1220 мм	20/35-кВ flexible-rubber termination	stress cone + semi-con cutback + sealing + strain relief + pilot continuity

Semi-con cutback

Край наружного полупроводящего слоя должен иметь контролируемую геометрию без задиров.

Stress cone

Муфта должна быть предназначена для flexible rubber cable 20/35 кВ.

Sealing

Герметизация должна выдерживать cold/heat cycles и исключать проникновение влаги.

Strain relief

Тяга передается на central support/aramid rope, а не на электрические жилы.

4. Cold-soak и путь нагрузки

Cold-soak load path и высоковольтная диагностика



Рекомендуемая последовательность после полного cold-soak

1. Осмотр трассы и свободного вращения роликов
2. Baseline: pilot, PE, insulation, termination temperature
3. Медленный первый цикл без ударного старта
4. Повторная проверка после изгибов и нагрева
5. Анализ тяги, оболочки, pilot continuity и признаков partial discharge

Гибкость материала не устраняет риск сверхнормативной тяги из-за замерзшей механики.

Главный риск: кабель сохраняет гибкость при −50 °C, но примерзание к грунту, замерзший ролик или резкий пуск могут создать тягу выше допустимого уровня.

5. Trailing и reeling

Trailing

Abrasion, tearing, острые кромки, наезд и рывок при зацеплении.

Reeling

Layer pressure, cross-winding, малый радиус и S-reverse bending.

Кручение

Допускается ±100°/м; неправильная трасса может добавить лишнее torsion.

Скорость

В исходной спецификации скорость движения или намотки не указана.

6. Барабанная геометрия

Конструкция	Dmax	10×D радиус	Мин. диаметр по оси	20×D S-участок	Масса
3x16+2x16+1x16	77 мм	770 мм	1540 мм	1540 мм	6,06 кг/м
3x25+2x16+1x16	82 мм	820 мм	1640 мм	1640 мм	6,92 кг/м
3x35+2x16+1x16	84 мм	840 мм	1680 мм	1680 мм	7,51 кг/м
3x50+2x16+1x16	88 мм	880 мм	1760 мм	1760 мм	8,35 кг/м
3x70+2x25+1x16	94 мм	940 мм	1880 мм	1880 мм	10,01 кг/м
3x95+2x25+1x16	98 мм	980 мм	1960 мм	1960 мм	11,15 кг/м
3x120+2x35+1x16	104 мм	1040 мм	2080 мм	2080 мм	12,87 кг/м
3x150+2x35+1x16	107 мм	1070 мм	2140 мм	2140 мм	14,11 кг/м
3x185+2x50+1x16	111 мм	1110 мм	2220 мм	2220 мм	15,33 кг/м
3x240+2x70+1x16	117 мм	1170 мм	2340 мм	2340 мм	18,63 кг/м
3x300+2x95+1x16	122 мм	1220 мм	2440 мм	2440 мм	21,42 кг/м

7. Стандарты и свойства

DIN VDE 0250-813

Общая конструкционная база.

DIN VDE 0207-21

Резиновые смеси.

DIN VDE 0298-4

Электрические параметры и ampacity.

EN 60228 / IEC 60228 / VDE 0295

Проводники.

IEC 60811-404

Химическое поведение материалов.

IEC 60332-1-2

Нераспространение пламени.

GOST-R/-K/-B

Сертификационный и пожарный контекст.

Стойкость

Oil, ozone и UV resistant.

8. Размеры, масса и радиусы

Конструкция	SAP	Проводник, мм	Dmin	Dmax	кг/км	кг/м	6×D	10×D	20×D
3x16+2x16+1x16	TENAX_SAS_35KV_005	5	71	77	6 057	6,06	462	770	1540
3x25+2x16+1x16	TENAX_SAS_35KV_010	6,2	76	82	6 922	6,92	492	820	1640
3x35+2x16+1x16	TENAX_SAS_35KV_014	7,5	78	84	7 508	7,51	504	840	1680
3x50+2x16+1x16	TENAX_SAS_35KV_016	9	82	88	8 346	8,35	528	880	1760
3x70+2x25+1x16	TENAX_SAS_35KV_018	10,6	88	94	10 008	10,01	564	940	1880
3x95+2x25+1x16	TENAX_SAS_35KV_020	12,6	92	98	11 155	11,15	588	980	1960
3x120+2x35+1x16	TENAX_SAS_35KV_001	14,8	96	104	12 872	12,87	624	1040	2080
3x150+2x35+1x16	TENAX_SAS_35KV_003	16	99	107	14 112	14,11	642	1070	2140
3x185+2x50+1x16	TENAX_SAS_35KV_006	17,7	103	111	15 331	15,33	666	1110	2220
3x240+2x70+1x16	TENAX_SAS_35KV_008	20,3	109	117	18 633	18,63	702	1170	2340
3x300+2x95+1x16	TENAX_SAS_35KV_012	31,3	114	122	21 416	21,42	732	1220	2440

Аномалия исходных данных №1: для 3x25+2x16+1x16 указано сопротивление 0,0795 Ом/км. Значение сохранено без исправления, но требует подтверждения утвержденной таблицей.

Аномалия исходных данных №2: для 3x300+2x95+1x16 указан диаметр проводника 31,3 мм, тогда как для 240 мм² — 20,3 мм. Значение сохранено без исправления и требует производственного чертежа.

9. Электрические и механические расчеты

Мощность рассчитана при cosφ = 0,9. Падение напряжения рассчитано по исходному R20 на 100 м. Для 25 мм² расчеты наследуют указанное 0,0795 Ом/км без скрытой корректировки.

Конструкция	Fmax	C	L	R20	Ток	А/мм²	≈МВА	≈МВт	ΔU/100 м	Ic, А/км	Qc, квар/км
3x16+2x16+1x16	1 200	110	0,52	1,24	105	6,56	6,37	5,73	0,064%	0,691	41,9
3x25+2x16+1x16	1 875	120	0,48	0,0795	139	5,56	8,43	7,58	0,005%	0,754	45,7
3x35+2x16+1x16	2 625	130	0,46	0,565	172	4,91	10,43	9,38	0,048%	0,817	49,5
3x50+2x16+1x16	3 750	140	0,43	0,393	215	4,3	13,03	11,73	0,042%	0,88	53,3
3x70+2x25+1x16	5 250	160	0,4	0,277	265	3,79	16,06	14,46	0,036%	1,005	60,9
3x95+2x25+1x16	7 125	170	0,39	0,21	319	3,36	19,34	17,4	0,033%	1,068	64,8
3x120+2x35+1x16	9 000	190	0,37	0,164	371	3,09	22,49	20,24	0,03%	1,194	72,4
3x150+2x35+1x16	11 250	200	0,36	0,132	428	2,85	25,95	23,35	0,028%	1,257	76,2
3x185+2x50+1x16	13 875	210	0,35	0,108	488	2,64	29,58	26,63	0,026%	1,319	80
3x240+2x70+1x16	18 000	240	0,33	0,0817	574	2,39	34,8	31,32	0,023%	1,508	91,4
3x300+2x95+1x16	22 500	320	0,29	0,0654	660	2,2	40,01	36,01	0,021%	2,011	121,9

10. Тяга и самовес

Fmax = 25 Н/мм² × 3 × S
Rфикс = 6 × D
Rподв = 10 × D
S-переход ≥ 20 × D
Lteop = Fmax / (m × g)

Lteop учитывает только собственный вес.
Не учитываются волочение, грунт, трение, рывок, лед и коэффициент запаса.

Конструкция	Сечение	Расчет Fmax	Табличное	Самовес 100 м	Lteop	Статус
3x16+2x16+1x16	16 мм²	1 200 Н	1 200 Н	5942 Н	20,2 м	соответствует
3x25+2x16+1x16	25 мм²	1 875 Н	1 875 Н	679 Н	27,6 м	соответствует
3x35+2x16+1x16	35 мм²	2 625 Н	2 625 Н	7365 Н	35,6 м	соответствует
3x50+2x16+1x16	50 мм²	3 750 Н	3 750 Н	8187 Н	45,8 м	соответствует
3x70+2x25+1x16	70 мм²	5 250 Н	5 250 Н	9818 Н	53,5 м	соответствует
3x95+2x25+1x16	95 мм²	7 125 Н	7 125 Н	10943 Н	65,1 м	соответствует
3x120+2x35+1x16	120 мм²	9 000 Н	9 000 Н	12627 Н	71,3 м	соответствует
3x150+2x35+1x16	150 мм²	11 250 Н	11 250 Н	13844 Н	81,3 м	соответствует
3x185+2x50+1x16	185 мм²	13 875 Н	13 875 Н	1504 Н	92,3 м	соответствует
3x240+2x70+1x16	240 мм²	18 000 Н	18 000 Н	18279 Н	98,5 м	соответствует
3x300+2x95+1x16	300 мм²	22 500 Н	22 500 Н	21009 Н	107,1 м	соответствует

11. Низкотемпературное сопротивление

R−50 ≈ R20 × [1 + 0,00393 × (−50 − 20)]
Ориентировочная коррекция сопротивления меди.
Для строки 25 мм² результат наследует исходное R20 = 0,0795 Ом/км.

Конструкция	R20	Оценка R−50	Самовес 100 м	Остаток до Fmax	Lteop
3x16+2x16+1x16	1,24	0,8989	5942 Н	-4742 Н	20,2 м
3x25+2x16+1x16	0,0795	0,0576	679 Н	-4915 Н	27,6 м
3x35+2x16+1x16	0,565	0,4096	7365 Н	-474 Н	35,6 м
3x50+2x16+1x16	0,393	0,2849	8187 Н	-4437 Н	45,8 м
3x70+2x25+1x16	0,277	0,2008	9818 Н	-4568 Н	53,5 м
3x95+2x25+1x16	0,21	0,1522	10943 Н	-3818 Н	65,1 м
3x120+2x35+1x16	0,164	0,1189	12627 Н	-3627 Н	71,3 м

Конструкция	R20	Оценка R−50	Самовес 100 м	Остаток до Fmax	Lteop
3x150+2x35+1x16	0,132	0,0957	13844 Н	-2594 Н	81,3 м
3x185+2x50+1x16	0,108	0,0783	1504 Н	-1165 Н	92,3 м
3x240+2x70+1x16	0,0817	0,0592	18279 Н	-279 Н	98,5 м
3x300+2x95+1x16	0,0654	0,0474	21009 Н	1491 Н	107,1 м

12. Быстрый инженерный выбор

Конструкция	Ток	≈МВт	Dmax	Масса	Предварительное применение
3x16+2x16+1x16	105 А	5,73 МВт	77 мм	6 057 кг/км	компактная высоковольтная trailing-система или вспомогательный привод
3x25+2x16+1x16	139 А	7,58 МВт	82 мм	6 922 кг/км	компактная высоковольтная trailing-система или вспомогательный привод
3x35+2x16+1x16	172 А	9,38 МВт	84 мм	7 508 кг/км	компактная высоковольтная trailing-система или вспомогательный привод
3x50+2x16+1x16	215 А	11,73 МВт	88 мм	8 346 кг/км	shovel, dragline или мобильная установка средней мощности
3x70+2x25+1x16	265 А	14,46 МВт	94 мм	10 008 кг/км	shovel, dragline или мобильная установка средней мощности
3x95+2x25+1x16	319 А	17,4 МВт	98 мм	11 155 кг/км	shovel, dragline или мобильная установка средней мощности
3x120+2x35+1x16	371 А	20,24 МВт	104 мм	12 872 кг/км	крупная 35-кВ машина с pilot-контуром и тяжелой механикой
3x150+2x35+1x16	428 А	23,35 МВт	107 мм	14 112 кг/км	крупная 35-кВ машина с pilot-контуром и тяжелой механикой
3x185+2x50+1x16	488 А	26,63 МВт	111 мм	15 331 кг/км	крупная 35-кВ машина с pilot-контуром и тяжелой механикой
3x240+2x70+1x16	574 А	31,32 МВт	117 мм	18 633 кг/км	высокомощная 35-кВ trailing/reeling-система с полной HV-приемкой
3x300+2x95+1x16	660 А	36,01 МВт	122 мм	21 416 кг/км	высокомощная 35-кВ trailing/reeling-система с полной HV-приемкой

13. Failure modes

Over-tension

Причина: примерзание или зацепление.
Эффект: повреждение central support или termination.

Pilot failure

Причина: изгиб, сжатие или плохая оконцовка.
Эффект: ложный trip или потеря ground-check.

Partial discharge

Причина: дефект semi-con cutback, stress cone или надрез EPR.
Эффект: деградация 35-кВ termination.

Sheath abrasion

Причина: острый грунт или постоянное волочение.
Эффект: потеря механической защиты.

14. Приемка и ввод в эксплуатацию

- Проверка TENAX-SAS, SAP-кода, длины и маркировки 20/35 (42) кВ.
- Проверка протокола испытания 50 кВ.
- Измерение силовых жил, PE, pilot и изоляции.
- Проверка semi-con cutback, EPR surface и stress cone.
- Проверка central support, aramid rope и strain relief.
- Проверка 10×D радиуса и 20×D S-перехода.
- Cold-soak запуск с плавным движением и контролем тяги.
- Повторная проверка pilot/RPE и оболочки после первых циклов.
- Подтверждение 0,0795 Ом/км и 31,3 мм производственными документами.

15. Инженерные ограничения

Расчеты мощности, падения напряжения, зарядного тока, радиуса и вертикальной длины предназначены для предварительного проектирования. Они не заменяют расчет короткого замыкания, координацию защиты, partial discharge assessment, фактическую тягу, динамику барабана, termination и утвержденный производственный чертеж.

Feichun Cable — инженерный подбор TENAX-SAS 20/35 кВ

Телефон:
+86 13855123218

Техническая почта:
Tech@feichuncables.com

Feichun Cable не аффилирован с владельцами обозначений TENAX-SAS, TENAX-LUMEN, PROTOLON или PROTOFIRM. Обозначения используются как технические перекрестные ссылки из предоставленной спецификации. Конкретная поставка подтверждается документами партии.