



H.P. INDUSTRIJA KABLOVA

**КАБЕЛИ С ИЗОЛЯЦИЕЙ
ИЗ СЩИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ**



ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Завод «Кабельная промышленность г. Ягодина (ФКС)» создан в 1947 году, а производство кабелей начинается с 1955 года. В настоящее время ФКС является Холдинг предприятием Смешанной собственности со следующей структурой:

- Обще службы Холдинг предприятия- "Дирекция Холдинг":
- АО Предприятие по производству силовых кабелей
- АО Предприятие по производству телекоммуникационных кабелей и эмалированных проводов,
- АО Предприятие по производству микропроводов, разъемов и электромеханических изделий,
- АО Предприятие по производству проводов,
- АО Предприятие по производству и монтажу оборудования,
- АО Предприятие по производству кабельной арматуры и инжинеринг
- АО Институт исследования изделий и качества,
- АО Предприятие по обработке данных и счетоводству,
- АО Предприятие по транспортным услугам,
- АО Предприятие по производству и распределению тепловой энергии,
- АО Предприятие по проектированию и инвестиционному строительству,
- АО Предприятие по бытовому обслуживанию рабочих,
- ООО Учреждение по здравоохранению

ФКС – крупнейший производитель кабелей, кабельной арматуры, разъемов, кабельных комплектов и подключений. ФКС - самый большой югославский экспортер кабельных изделий. Значительную часть своих изделий продает за рубежом.

Изделия с фирменным знаком нашли применения в свыше 80 стран мира.



ТЕХНОЛОГИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ, КАЧЕСТВО

В линии производства ФКС все технологические процессы, начиная с переработки сырья до изготовления окончательных изделий, соединены в единственное производство. Реализация высокой технологии обеспечивает применение современного оборудования. Все фазы производства на ФКС базируются на самых современных машинах. Направление развития ФКС расширяет возможность продажи изделий основной производственной программы и обеспечивает комплектное инженерное предложение, так что ФКС выступает на рынке с следующей продукцией: система силовых и телекоммуникационных сетей, нагревательные системы, кабельные распределительные системы, другие системы для использования в различных условиях. Концепция развития ФКС обоснована на связи собственных потенциалов и современного и ожидаемого развития кабельного производства в мире. Постоянные исследования дают возможность использования новых идей, технологий и обеспечивают изготовление новой продукции. Контроль качества является составной частью производственного процесса. Постоянным контролем сырья и многолетним деловым сотрудничеством с своими поставщиками, ФКС обеспечивает высокий уровень качества входных материалов и сырья, и отбор такого сырья, которое даст самые лучшие результаты в окончательном изделии и обеспечит оптимальное использование существующих мощностей. Постоянно проводится контроль качества каждого изделия в ходе и после его изготовления, а типовые испытания осуществляются в лабораториях Института по развитию и исследованию.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА

Производственная программа ФКС включает свыше 20.000 различных изделий, и формируется на основании потребностей внутреннего и зарубежного рынков. Продукция ФКС изготавливается согласно известным мировым стандартам, а также в соответствии с требованиями Покупателя. Силовые и телекоммуникационные кабели, провода и разъемы испытаны многими известными мировыми предприятиями, как например: ВНИИКП-Москва; Institut VDE Prüfstelle-Offenbach; UTE(LCIE)-Paris; KEMA-Arnhem; SEMKO – Stockholm; ÖVE(PVEW)-Wien; MSHA-Philadelphia, USA; Underwriters Laboratories Inc – UL - USA; CSA – Rexdal – Canada; Объединение югославских ПТТ Белград, Институт "Борис Кидрич" -Белград и тд.



СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ

- С бумажной изоляцией, номинального напряжения до 35 кВ
- С поливинилхлоридной - ПВХ изоляцией, номинального напряжения до 11 кВ
- С сшитой полиэтиленовой изоляцией, номинального напряжения до 220 кВ
- С изоляцией из натуральной и синтетической резины, номинального напряжения до 35 кВ

СИЛОВЫЕ КАБЕЛИ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Кабели 10-35 кВ широко используются для передачи и распределения электроэнергии, особенно в крупных городах и на промышленных предприятиях, в которых уровень энергопотребления и плотность нагрузки являются чрезвычайно высокими. Хотя требования, предъявляемые к кабелям (надежность, функциональность, низкие затраты на эксплуатацию), просты и очевидны, они должны безукоризненно выполняться, так как их нарушение ведет к значительным финансовым потерям.

Эксплуатация кабелей должна быть долговечной, с постоянным обеспечением потребителей достаточной электрической мощностью. Благодаря своей конструкции, современной технологии изготовления и высококачественным материалам, кабели среднего и высокого напряжения с СПЭ-изоляцией обладают самыми лучшими электрическими и механическими свойствами и самым длительным сроком службы среди других серийно выпускаемых типов кабелей.

Одним из достоинств кабеля с СПЭ-изоляцией является его экологическая безопасность. Отсутствие жидких включений обеспечивает сохранение чистоты окружающей среды, что позволяет прокладывать кабель на любых объектах и эксплуатировать кабельные линии практически без обслуживания.

Благодаря преимущественно одножильной конструкции, прокладка и монтаж кабелей значительно облегчены даже в самых тяжелых условиях. Прокладка кабеля осуществляется даже при температуре до -20°C .

Сшитый полиэтилен идеально подходит для изоляции высоковольтных кабелей. Используя современную технологию, процесс вулканизации (сшивки) полиэтиленовой изоляции производится химическим способом в среде нейтрального газа при давлении 8-9 атмосфер и температуре $285-400^{\circ}\text{C}$. В результате химической реакции изменяется молекулярная структура полиэтилена, и образуются новые межмолекулярные связи, что приводит к изменению электрических и механических свойств вещества.

Необходимо подчеркнуть, что изоляция и электропроводящие экраны накладываются в процессе тройной экструзии, после чего происходит одновременная сшивка всех трех слоев. Такая технология обеспечивает хорошую адгезию между экранами и изоляцией, а также отсутствие газовых включений в изоляции и на границе с экранами.

При высокой температуре сшивка происходит равномерно по всей толщине изоляции, что невозможно обеспечить при использовании альтернативной силановой сшивки, которая не предусматривает применения высоких температур и давления.



МАРКИРОВКА

Условные обозначения кабелей
с изоляцией из сшитого полиэтилена

Материал жилы	Без обозначения	Медная жила, Напр., ПвП 1 x 95/16 - 10
	А	Алюминиевая жила, Напр., АПвП 1 x 95/16 - 10
	гж	герметизация жилы, Напр., АПвП 1 x 150(гж)/25 - 10
Материал изоляции	Пв	Изоляция из сшитого (вулканизированного) полиэтилена, Напр., ПвВ 1 x 95/16 - 10
Оболочка	П	Оболочка из полиэтилена, Напр., АПвП 1 x 120/25 - 10
	Пу	Для 10,20,35 кВ усиленная оболочка увеличенной толщины из полиэтилена Напр., АПвПу 1 x 240/35 - 20
	В	Оболочка из ПВХ пластиката, Напр., АПвВ 1 x 150/25 - 10
	Внг	Оболочка из ПВХ пластиката Пониженной горючести с индексом: А-нераспространение горения по кат.А; В-нераспространение горения по кат.В; Напр., АПвВнг 1 x 185/35 - 10
	г (после обозначения оболочки)	Продольная герметизация экрана водонепроницаемыми лентами, Напр., АПвПг 1 x 240/35 - 10
	2г	Двойная герметизация: алюмополимерная лента, сваренная с оболочкой, для защиты от проникновения влаги в сочетании с продольной герметизацией водонепроницаемыми лентами, Напр., АПвП2г 1 x 240/35 - 10

Пример обозначения:

АПвПг 1 x 150 / 25 - 10

Кабель с алюминиевой жилой сечением 150мм², СПЭ изоляция, с медным экраном сечением 25 мм², с водонепроницаемым слоем и оболочкой из полиэтилена, напряжением 10 кВ.



Кабель напряжением

10, 20 и 35 кВ

ПвП (ПвПу), АПвП (АПвПу)
ПвВ (ПвВнг), АПвВ (АПвВнг)

Конструкция

Кабель с СПЭ - изоляцией напряжением 10, 20 и 35 кВ состоит из круглой медной или алюминиевой многопроволочной жилы, полупроводящего слоя поверх жилы, изоляции из сшитого полиэтилена, электропроводящего слоя поверх изоляции, электропроводящей ленты, экрана из медных проволок и медной ленты, разделительного слоя, полиэтиленовой оболочки из полиэтилена повышенной твердости или оболочки из ПВХ пластиката пониженной горючести.

Для обеспечения продольной герметизации экрана вместо электропроводящей ленты можно использовать водонепроницаемую ленту, а вместо разделительного слоя - слой из водонепроницаемой ленты.



Область применения

Кабели ПвП, АПвП используются для стационарной подземной прокладки (в траншеях), если кабель защищен от механических повреждений (ПвПу, АПвПу то же , для прокладки по трассам сложной конфигурации) а также для воздушной прокладки при условии обеспечения мер противопожарной защиты. Кабели с продольной герметизацией-для подземной прокладки в грунтах с повышенной влажностью и в сырых, частично отапливаемых помещениях. Кабели ПвВ, АПвВ, ПвВнг, АПвВнг применяются для прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях (ПвВнг и АПвВнг применяются при групповой прокладке), а также для прокладки в сухих грунтах.

Область применения кабелей с изоляцией из СПЭ производства "ФКС"-Ягодина

Марка кабеля		Наименование кабеля	Основная область применения	Обозначение класса пожарной опасности
с медной жилой	с алюми-ево жилой			
ПвП	АПвП	Кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена, в оболочке из полиэтилена	Для прокладки в земле (в траншеях), если кабель защищен от механических повреждений	О2.7.2.3
ПвПу	АПвПу	То же, в усиленной оболочке	То же, для прокладки по трассам сложной конфигурации	О2.7.2.3
ПвВ	АПвВ	Кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена, в оболочке из поливинил-хлоридного пластика	Для одиночной прокладки в кабельных сооружениях и производственных помещениях	О1.7.2.3
ПвВнг-LS**	АПвВнг-LS**	То же, в оболочке из поливинилхлоридного пластика пониженной пожароопасности	Для групповой прокладки кабельных линий в кабельных сооружениях и производственных помещениях	П1.7.2.2 (для кабелей с индексом нг-LS(A))
				П2.7.2.2 (для кабелей с индексом нг-LS(B))
<p>* Пероксидна сшивка ** Индекс LS в марках означает низкое дымо-и газовыделение (Low-Smoke)</p>				

Для кабелей марок ПвП, АПвП, ПвПу, АПвПу при наличии в конструкции герметизирующих элементов в обозначение марки кабеля добавляются индексы:
"г"- водоблокирующие лены для герметизации металлического экрана, исключают проникновение влаги в продольном направлении;
"2г"- алюмополимерная лента поверх герметизированного экрана, дополнительная герметизация кабеля в поперечном направлении,
Для кабелей марок ПвВнг-LS и АПвВнг-LS в обозначении марки добавляются индексы
А-предел распространения горения ПРГП1, относительно В-предел распространения горения ПРГП2 а по классификации НПБ 248-97



Технические характеристики
кабеля напряжением 10 кВ

Ном. сечение жилы	Сечен. экрана	Толщина изоляции	Толщина оболочки	Наруж. Диаметр	Вес припл.	Строит. длина поставки	Длит. доп.ток в земле О ОО	Длит. доп.ток в земле ООО	Длит. доп.ток в возд. О ОО	Длит. доп.ток в возд. ООО
мм ²	мм ²	мм	мм	мм	кг/км	м	А	А	А	А
ПвПг										
50	16	3.4	2.5	27.0	990	1000	225	250	240	290
70	16	3.4	2.5	29.0	1220	1000	275	310	300	360
95	16	3.4	2.5	30.5	1505	1000	326	336	387	448
120	16	3.4	2.5	32.0	1765	1000	370	380	445	515
150	25	3.4	2.5	33.0	2140	1000	413	416	503	574
185	25	3.4	2.5	35.0	2505	1000	466	466	577	654
240	25	3.4	2.5	37.0	3050	1000	537	531	677	762
300	25	3.4	2.5	40.0	3745	1000	604	590	776	865
400	35	3.4	2.5	43.0	4690	1000	677	633	891	959
500	35	3.4	2.5	46.0	5710	500	759	697	1025	1081
630	35	3.4	2.7	49.5	7175	500	848	762	1166	1213
800	35	3.4	2.9	56.0	8720	500	933	825	1319	1349
АПвПг										
50	16	3.4	2.5	27.0	685	1000	170	195	185	225
70	16	3.4	2.5	29.0	780	1000	210	240	230	280
95	16	3.4	2.5	30.5	890	1000	253	263	300	349
120	16	3.4	2.5	32.0	995	1000	288	298	346	403
150	25	3.4	2.5	33.0	1185	1000	322	329	392	452
185	25	3.4	2.5	35.0	1330	1000	364	371	450	518
240	25	3.4	2.5	37.0	1530	1000	422	426	531	607
300	25	3.4	2.5	40.0	1785	1000	476	477	609	693
400	35	3.4	2.5	43.0	2180	1000	541	525	710	787
500	35	3.4	2.5	46.0	2545	500	614	587	822	900
630	35	3.4	2.7	49.5	3050	500	695	653	954	1026
800	35	3.4	2.9	56.0	3675	500	780	719	1094	1161

Технические характеристики
кабеля напряжением 20 кВ

Ном. сечение жилы	Сечен. экрана	Толщина изоляции	Толщина оболочки	Наруж. Диаметр	Вес припл.	Строит. длина поставки	Длит. доп.ток в земле О ОО	Длит. доп.ток в земле ООО	Длит. доп.ток в возд. О ОО	Длит. доп.ток в возд. ООО
мм ²	мм ²	мм	мм	мм	кг/км	м	А	А	А	А
ПвПг										
50	16	5.5	2.5	31.5	1150	1000	225	230	250	290
70	16	5.5	2.5	33.0	1390	1000	270	290	310	365
95	16	5.5	2.5	35.0	1690	1000	326	336	389	446
120	16	5.5	2.5	36.0	1950	1000	371	380	448	513
150	25	5.5	2.5	37.5	2340	1000	413	417	507	573
185	25	5.5	2.5	39.0	2715	1000	466	466	580	652
240	25	5.5	2.5	41.5	3275	1000	538	532	680	760
300	25	5.5	2.5	44.5	3985	1000	605	582	779	863
400	35	5.5	2.5	47.5	4950	500	678	635	895	957
500	35	5.5	2.7	50.5	6015	500	762	700	1027	1081
630	35	5.5	2.7	53.5	74705	500	851	766	1172	1213
800	35	5.5	2.9	60.5	9055	400	942	830	1325	1351
АПвПг										
50	16	5.5	2.5	31.5	845	1000	175	185	190	225
70	16	5.5	2.5	33.0	950	1000	215	225	240	280
95	16	5.5	2.5	35.0	1070	1000	253	263	301	348
120	16	5.5	2.5	36.0	1185	1000	288	298	348	402
150	25	5.5	2.5	37.5	1385	1000	322	330	394	451
185	25	5.5	2.5	39.0	1540	1000	365	371	452	516
240	25	5.5	2.5	41.5	1750	1000	422	426	533	605
300	25	5.5	2.5	44.5	2025	500	476	477	611	690
400	35	5.5	2.5	47.5	2440	500	541	526	712	783
500	35	5.5	2.7	50.5	2855	500	615	588	824	897
630	35	5.5	2.7	53.5	3350	500	699	655	953	1023
800	35	5.5	2.9	60.5	4010	400	782	722	1096	1159

**Технические характеристики
кабеля напряжением 35 кВ**

Ном. сечение жилы	Сечен. экрана	Толщина изоляции	Толщина оболочки	Наруж. Диаметр	Вес прибл.	Строит. длина поставки	Длит. доп.ток в земле О ОО	Длит. доп.ток в земле ООО	Длит. доп.ток в возд. О ОО	Длит. доп.ток в возд. ООО
мм ²	мм ²	мм	мм	мм	кг/км	м	А	А	А	А
ПвПг										
50	16	8.5	2.5	37.5	1425	1000	225	230	250	290
70	16	8.5	2.5	39.0	1680	1000	270	290	310	365
95	16	8.5	2.5	41.0	1995	1000	326	336	389	446
120	16	8.5	2.5	42.0	2265	1000	371	380	448	513
150	25	8.5	2.5	43.5	2665	1000	413	417	507	573
185	25	8.5	2.5	45.5	3055	500	466	466	580	652
240	25	8.5	2.5	47.5	3640	500	538	532	680	760
300	25	8.5	2.7	51.0	4405	500	605	582	779	863
400	35	8.5	2.7	54.0	5400	500	678	635	895	957
500	35	8.5	2.9	57.0	6495	500	762	700	1027	1081
630	35	8.5	2.9	60.0	7985	400	851	766	1172	1213
800	35	8.5	2.9	66.0	9585	400	942	830	1325	1351
АПвПг										
50	16	8.5	2.5	37.5	1120	1000	175	185	190	225
70	16	8.5	2.5	39.0	1240	1000	215	225	240	280
95	16	8.5	2.5	41.0	1375	1000	253	263	301	348
120	16	8.5	2.5	42.0	1500	1000	288	298	348	402
150	25	8.5	2.5	43.5	1715	1000	322	330	394	451
185	25	8.5	2.5	45.5	1885	500	365	371	452	516
240	25	8.5	2.5	47.5	2115	500	422	426	533	605
300	25	8.5	2.7	51.0	2445	500	476	477	611	690
400	35	8.5	2.7	54.0	2890	500	541	526	712	783
500	35	8.5	2.9	57.0	3330	500	615	588	824	897
630	35	8.5	2.9	60.0	3860	400	699	655	953	1023
800	35	8.5	2.9	66.0	4540	400	782	722	1096	1159



**Основные характеристики
кабеля с изоляцией из СПЭ производства "ФКС" - Ягодина**

Марка кабеля	Ном. сечени ж ил ы (Сечен. экрана) мм ²	Наружный диаметр кабеля,			Вес примерно 1 км кабеля, кг					
		мм			10 кВ		20 кВ		35 кВ	
		10кВ	20кВ	35кВ	алюми- ниевая жила	медная жила	алюми - ниевая жила	медная жила	алюми- ниевая жила	медная жила
АПвП ПвП	50(16)	25.5	29.7	35.7	690	990	850	1155	1130	1435
	70(16)	27.1	31.3	37.3	785	1225	960	1400	1250	1690
	95(16)	28.9	33.1	39.1	895	1510	1080	1695	1390	2005
	120(16)	30.0	34.2	40.2	1000	1770	1195	1960	1510	2280
	150(25)	31.5	35.7	41.7	1195	2150	1395	2350	1730	2680
	185(25)	33.2	37.4	43.4	1340	2515	1550	2725	1900	3075
	240(25)	35.5	39.7	45.7	1540	3060	1765	3285	2135	3655
	300(25)	38.3	42.5	48.9	1795	3760	2040	4000	2465	4425
	400(35)	41.3	45.5	51.9	2195	4705	2460	4970	2910	5420
	500(35)	44.0	48.6	55.0	2560	5725	2870	6035	3355	6515
	630(35)	47.6	51.8	58.2	3070	7190	3370	7495	3880	8005
800(35)	53.6	58.2	64.2	3660	8705	4035	9080	4570	9615	
АПвПу ПвПу	50(16)	26.5	30.7	36.7	715	1120	900	1205	1185	1490
	70(16)	28.1	32.3	38.3	915	1355	1010	1450	1310	1750
	95(16)	29.9	34.1	40.1	1025	1645	1130	1750	1450	2070
	120(16)	31.0	35.2	41.2	1135	1905	1250	2015	1575	2345
	150(25)	32.5	36.7	42.7	1245	2200	1455	2405	1795	2750
	185(25)	34.2	38.4	44.4	1395	2565	1610	2785	1970	3140
	240(25)	36.5	40.7	46.7	1595	3120	1830	3350	2205	3730
	300(25)	39.3	43.5	49.9	1860	3820	2110	4070	2540	4505
	400(35)	42.3	46.5	52.9	2265	4770	2530	5040	2995	5505
	500(35)	45.0	49.6	56.0	2630	5795	2950	6110	3440	6605
	630(35)	48.6	52.8	59.2	3145	7265	3450	7575	3975	8100
800(35)	54.6	59.2	65.2	3745	8790	4130	9175	4670	9715	
АПвВ ПвВ	50(16)	25.5	29.7	35.7	765	1070	940	1245	1240	1545
	70(16)	27.1	31.3	37.3	865	1305	1050	1495	1365	1805
	95(16)	28.9	33.1	39.1	980	1600	1180	1795	1510	2125
	120(16)	30.0	34.2	40.2	1090	1860	1300	2065	1635	2405
	150(25)	31.5	35.7	41.7	1290	2245	1505	2460	1855	2810
	185(25)	33.2	37.4	43.4	1440	2615	1665	2840	2035	3205
	240(25)	35.5	39.7	45.7	1650	3170	1885	3410	2275	3795
	300(25)	38.3	42.5	48.9	1915	3876	2170	4135	2630	4590
	400(35)	41.3	45.5	51.9	2325	4835	2600	5110	3085	5595
	500(35)	44.0	48.6	55.0	2700	5860	3035	6200	3555	6715
	630(35)	47.6	51.8	58.2	3225	7350	3545	7670	4095	8215
800(35)	53.6	58.2	64.2	3840	8885	4245	9290	4805	9850	
АПвВнг-LS ПвВнг- LS	50(16)	25.9	30.1	36.1	850	1155	1075	1375	1435	1740
	70(16)	27.5	31.7	37.7	965	1405	1205	1645	1580	2020
	95(16)	29.3	33.5	39.5	1095	1715	1350	1970	1750	2370
	120(16)	30.4	34.6	40.6	1225	1995	1475	2245	1885	2655
	150(25)	31.9	36.1	42.1	1390	2345	1645	2600	2045	3000
	185(25)	33.6	37.8	43.8	1550	2725	1820	2995	2235	3410
	240(25)	35.9	40.1	46.1	1775	3300	2060	3580	2505	4030
	300(25)	38.7	42.9	49.3	2060	4020	2365	4330	2900	4860
	400(35)	41.7	45.9	52.3	2480	4990	2790	5295	3355	5865
	500(35)	44.4	49.0	55.4	2875	6035	3245	6410	3580	7010
	630(35)	48.0	52.2	58.6	3430	7555	3780	7905	4415	8540
800(35)	54.0	58.6	64.6	4095	9140	4540	9585	5175	10220	

Нагрузочная способность

Нагрузочная способность кабелей среднего напряжения рассчитывается при следующих условиях:

При подземной прокладке:

коэффициент нагрузки 1.0
 глубина прокладки 0.7 м
 термическое сопротивление грунта 1.2 Км/Вт
 температура окружающей среды 15 °С
 температура жилы 90 °С

При воздушной прокладке :

коэффициент нагрузки 1.0
 температура окружающей среды 25 °С
 температура жилы 90 °С

В условиях эксплуатации длительно допустимые токи для каждой кабельной линии устанавливаются с учетом конкретных условий.

В зависимости от температуры окружающей среды и удельного сопротивления грунта применяются поправочные коэффициенты, указанные в таблицах 1 и 2.

При прокладке одножильных кабелей треугольником кабели прокладываются вплотную. При прокладке одножильных кабелей в плоскости расстояние между кабелями "в свету" равно диаметру кабеля.

Поправочные коэффициенты на температуру окружающей среды

Таб.1

Температура	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
В земле	1.13	1.10	1.06	1.03	1.00	0.97	0.93	0.89	0.86	0.82	0.77	0.73
В воздухе	1.21	1.18	1.14	1.11	1.07	1.04	1.0	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78

Поправочные коэффициенты на удельное сопротивление грунта

Таб.2

удельное термическое сопротивление грунта Км/Вт	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5
Поправочный коэффициент	1.13	1.05	1.00	0.93	0.85	0.8

Токowe нагрузки кабеля с изоляцией из СПЭ на напряжение 10 кВ производства "ФКС" - Ягодина

Ном. сечение жилы мм ²	Токowe нагрузки для кабелей на напряжение 10 кВ, А							
	Медная жила				Алюминиевая жила			
	Длит. доп.ток в земле	Длит. доп.ток в земле	Длит. доп.ток в возд.	Длит. доп.ток в возд.	Длит. доп.ток в земле	Длит. доп.ток в земле	Длит. доп.ток в возд.	Длит. доп.ток в возд.
	О	О	О	О	О	О	О	О
	ОО	ОО	ОО	ОО	ОО	ОО	ОО	ОО
50	225	250	240	290	170	195	185	225
70	275	310	300	360	210	240	230	280
95	326	336	387	448	253	263	300	349
120	370	380	445	515	288	298	346	403
150	413	416	503	574	322	329	392	452
185	466	466	577	654	364	371	450	518
240	537	531	677	762	422	426	531	607
300	604	590	776	865	476	477	609	693
400	677	633	891	959	541	525	710	787
500	759	697	1025	1081	614	587	822	900
630	848	762	1166	1213	695	653	954	1026
800	933	825	1319	1349	780	719	1094	1161



Токовые нагрузки кабеля с изоляцией из СПЭ на напряжение 20, 35 кВ производства "ФКС" - Ягодина

Токовые нагрузки для кабелей на напряжение 20, 35 кВ, А								
Ном. сечение жилы мм ²	Медная жила				Алюминиевая жила			
	Длит. доп.ток в земле	Длит. доп.ток в земле	Длит. доп.ток в возд.	Длит. доп.ток в возд.	Длит. доп.ток в земле	Длит. доп.ток в земле	Длит. доп.ток в возд.	Длит. доп.ток в возд.
	О	ООО	О	ООО	О	ООО	О	ООО
50	225	230	250	290	175	185	190	225
70	270	290	310	365	215	225	240	280
95	326	336	389	446	253	263	301	348
120	371	380	448	513	288	298	348	402
150	413	417	507	573	322	330	394	451
185	466	466	580	652	365	371	452	516
240	538	532	680	760	422	426	533	605
300	605	582	779	863	476	477	611	690
400	678	635	895	957	541	526	712	783
500	762	700	1027	1081	615	588	824	897
630	851	766	1172	1213	699	655	953	1023
800	942	830	1325	1351	782	722	1096	1159

Электрические характеристики

Сопротивления жилы постоянному току при 20 °С приведены в таблице 3.

Таб.3

Номинальное сечение жилы мм ²	Сопротивление, не менее	
	медной жилы Ом/км	алюминиевой жилы, Ом/км
50	0.387	0.641
70	0.268	0.443
95	0.193	0.320
120	0.153	0.253
150	0.124	0.206
185	0.0991	0.164
240	0.0754	0.125
300	0.0601	0.100
400	0.0470	0.0778
500	0.0366	0.0605
630	0.0280	0.0464
800	0.0221	0.0367

Если температура не 20 °С, сопротивление жилы вычисляется по формуле:

для медной жилы:

$$R_{\theta} = R_{20} \times (234.5 + \theta) / 254.5$$

для алюминиевой жилы:

$$R_{\theta} = R_{20} \times (228 + \theta) / 248$$

где:

R₂₀ - сопротивленные жилы при 20 °С, (Ом/км)

θ - температура жилы (°С)

R_θ - сопротивленные жилы при θ °С, (Ом/км)

Емкость кабеля (мкФ/км) приведена в таб.4

Таб.4

Сечение жилы, мм ²	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800
10 кВ	0.23	0.26	0.29	0.31	0.34	0.37	0.41	0.45	0.50	0.55	0.61	0.68
20 кВ	0.17	0.19	0.21	0.23	0.26	0.27	0.29	0.32	0.35	0.39	0.43	0.49
35 кВ	0.14	0.16	0.18	0.19	0.20	0.22	0.24	0.26	0.29	0.32	0.35	0.40

Индуктивные сопротивления жилы при частоте 50 Гц с учетом заземления экрана с 2 - х сторон приведены в таб.5

Таб.5

Номинальное сечение жилы мм ²	Индуктивное сопротивление, Ом/км					
	10 кВ		20 кВ		35 кВ	
	О ОО	ООО**	О ОО	ООО**	О ОО	ООО**
50	0.126	0.184	0.141	0.217	0.152	0.228
70	0.119	0.177	0.133	0.210	0.144	0.220
95	0.112	0.170	0.125	0.202	0.135	0.211
120	0.108	0.166	0.123	0.199	0.132	0.208
150	0.106	0.164	0.116	0.193	0.125	0.202
185	0.103	0.161	0.111	0.188	0.120	0.196
240	0.099	0.157	0.106	0.183	0.115	0.192
300	0.096	0.154	0.103	0.179	0.111	0.187
400	0.093	0.151	0.097	0.173	0.105	0.181
500	0.090	0.148	0.093	0.169	0.100	0.176
630	0.087	0.145	0.089	0.165	0.096	0.172
800	0.083	0.142	0.085	0.160	0.091	0.167

** Расстояние между кабелями в свету равно диаметру кабеля.

Токи короткого замыкания

Для всех видов кабелей и сечений ток короткого замыкания вычисляется исходя из нижеприведенных условий:

температура на жиле

- до короткого замыкания - 90 °С
- после короткого замыкания - 250 °С

температура на экране

- до короткого замыкания - 70 °С
- после короткого замыкания - 350 °С

Допустимые односекундные токи короткого замыкания по жиле и экрану не должны превышать значения, приведенные в таб. 6 и 7

Таб.6

Допустимый 1-сек. ток КЗ, кА	Сечение жилы, мм ²											
	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800
медной жилы	7.15	10.0	13.6	17.2	21.5	26.5	34.3	42.9	57.2	71.5	90.1	114.4
алюмин. жилы	4.7	6.6	8.9	11.3	14.2	17.5	22.7	28.2	37.6	47.0	59.2	75.2

Таб.7

Сечение экрана, мм ²	16	25	35	50	70
Допустимый 1-сек. ток КЗ, кА	3.3	5.1	7.1	10.2	14.2

Если ток короткого замыкания продолжается более 1 с, значения тока короткого замыкания в таб.6 и 7 нужно умножить на поправочный коэффициент:

$$K = 1 / \sqrt{t}$$

t - продолжительность короткого замыкания, сек.

Указания по монтажу и эксплуатации

Кабели ПвП, АПвП, ПвПу, АПвПу используются для прокладки в земле независимо от степени коррозионной активности грунтов а также на воздухе при условии обеспечения мер противопожарной защиты.

Кабели с продольной герметизацией-для прокладки в грунтах с повышенной влажностью и в сырых, частично затапливаемых помещениях т.е кабели марок "г" и "2г" при соблюдени мер ,исключающих механические повреждения кабеля.

Прокладка кабелей должна осуществляться в соответствии с действующей документацией, утвержденной в установленном порядке.

Кабели предназначены для прокладки на трассах без ограничения разности уровней.

Кабели марок ПвПу и АПвПу для прокладки на сложных участках кабельных трасс, содержащих более 4 поворотов под углом свыше 30 градусов или прямолинейные участки с более чем 4 переходами в трубах длиной свыше 20 м или с более чем 2 трубными переходами длиной свыше 40м.

Кабели марок ПвВ, АПвВ, ПвВнг-LS, АПвВнг-LS могут быть проложены в сухих грунтах.

Кабель марки ПвВнг-LS(A) может быть использован для прокладки во взрывоопасных зонах классов В-I, В-Ia, кабели марки АПвВнг-LS(A) во взрывоопасных зонах классов В- Iб, В- Iг, В- II, В- IIa.

Кабели марок ПвП, АПвП, ПвПу, АПвПу могут быть проложены при температуре не ниже минус 20°С без предварительного подогрева а кабели марок ПвВ, АПвВ, ПвВнг-LS, АПвВнг-LS не ниже минус 15°С.

Длительно допустимая температура нагрева жилы кабеля -90°С. Допустимый нагрев жилы кабеля в режиме перегрузки - не более 130°С

Продолжительность работы кабеля в режиме перегрузки должна быть не более 8 ч в сутки и не более 1000 ч за срок службы.

Предельно допустимая температура жилы кабеля при коротком замыкании - 250°С, предельно допустимая температура медного экрана кабеля при коротком замыкании -350°С, предельная температура нагрева жилы при коротком замыкании по условиям невозгораемости кабеля -400°С, при протекании тока короткого замыкания в течение до 4 с.



Условия прокладки и испытания после прокладки

При прокладке кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена температура кабеля не должна быть ниже:

- 15 °С - для кабелей с оболочкой из ПВХ пластиката
- 20 °С - для кабелей с оболочкой из полиэтилена

При более низкой температуре кабель должен подогреться перед прокладкой.

Это получается при хранении кабеля в теплом помещении (около 20 °С) в течение 48 часов или с помощью специального оборудования.

При прокладке кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена радиус изгиба должен быть не менее $15 \times D$.

D -наружный диаметр кабеля

При прокладке кабеля чулком или за жилу усилия тяги не должны превышать следующие значения:

$F = S \times 50 \text{ Н/мм}^2$ - для медной жилы,

$F = S \times 30 \text{ Н/мм}^2$ - для алюминиевой жилы,

где:

S - общее сечение жил в мм^2

После прокладки и монтажа рекомендуется

провести испытания переменным

напряжением частотой 0.1 Гц в течение 15

минут для кабеля :

10 кВ 30 кВ

20 кВ 60 кВ

35 кВ 105 кВ

Допускается испытание переменным

напряжением промышленной частотой в течение

24 часов для кабеля:

10 кВ 10 кВ

20 кВ 20 кВ

35 кВ 35 кВ

Допускается испытание постоянным

напряжением в течение 15 минут для кабеля:

10 кВ 60 кВ

20 кВ 80 кВ

35 кВ 120 кВ

Оболочка кабеля должна быть испытана

постоянным напряжением 10 кВ, который подается

между металлическим экраном и заземлителем

в течение 10 минут.

Преимущества кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ):

-увеличение рабочей температуры жил кабеля с изоляцией из СПЭ до 90°С обеспечивает большую пропускную способность кабеля

-высокий ток термической устойчивости при коротком замыкании

-низкий вес, меньший диаметр и радиус изгиба, что обеспечивает легкость прокладки кабеля в сооружениях и б земле на сложных трассах

-возможность вести прокладку кабеля с СПЭ изоляцией без предварительного подогрева при температуре до -20°С благодаря

использованию полимерных материалов для изоляции и оболочки

- твердая изоляция дает огромные преимущества при прокладке на местности с большими наклонами т.е на трассах с большой разницей

уровней, в вертикальных и наклонных коллекторах.

- изоляционный материал позволяет сократить диэлектрические потери в кабеле с изоляцией из СПЭ

- низкая удельная повреждаемость кабеля с СПЭ, 1-2 порядка ниже чем у кабеля с бумажно-пропитанной изоляцией

- большие строительные длины

- однофазная конструкция, позволяющая изготавливать кабель с жилой сечением до 800 мм^2

- увеличенные срока службы кабеля (срок службы кабеля-не менее 30 лет, гарантийный срок эксплуатации

-5 лет)

Кабели с СПЭ изоляцией напряжением 110 кВ

ПвП(ПвПу), АПвП(АпВПу)

Конструкция

Кабель с СПЭ-изоляцией напряжением 110 кВ состоит из круглой многопроволочной медной или алюминиевой жилы, полупроводящего слоя по жиле, изоляции из сшитого полиэтилена, полупроводящего слоя по изоляции, полупроводящей ленты, экрана из медных проволок и медной ленты, полупроводящей ленты оболочки из полиэтилена или ПВХ пластиката.

На жилу накладывается экструдированный экран из полупроводящего материала, изоляция и полупроводящий экран по изоляции (будут экструдируются в одной операции- **Triple -extrusion**) и они между собой связаны.

От диаметра проводника зависит толщина изоляции.

Сечение экрана выбирается по условию протекания токов короткого замыкания. В кабелях для обеспечения продольной герметизации используется слой водонабухающего материала который при контакте с водой формирует продольный барьер. Кроме продольной герметизации экрана кабели с индексом **2г** имеют оболочку из алюмополимерной ленты для обеспечения эффективный диффузионной барьер.

Кабели с индексом **"у"** имеют усиленную полиэтиленовую оболочку предназначенные для прокладки на сложных участках кабельных трасс.



Технические характеристики кабеля напряжением 110 кВ

Ном. сечение жилы	Сечен. экрана	Толщина изоляции	Толщина оболочки	Наруж. Диаметр	Вес прибл.	Длит. доп.ток в земле О ОО	Длит. доп.ток в земле ООО	Длит. доп.ток в возд. О ОО	Длит. доп.ток в возд. ООО
мм ²	мм ²	мм	мм	мм	кг/км	А	А	А	А
ПвПг									
185	35	18	3.0	69	5005	500	451	600	624
240	35	18	3.2	71	5665	575	507	690	725
300	50	16	3.4	70	6305	650	557	775	820
400	50	16	3.4	73	7295	755	611	895	938
500	70	16	3.4	77	8540	840	667	995	1065
630	70	16	3.6	80	10225	935	724	1115	1204
800	95	16	3.8	85	12280	1030	777	1245	1352
АПвПг									
185	35	18	3.0	69	3830	395	366	480	494
240	35	18	3.2	71	4145	455	416	555	576
300	50	16	3.4	70	4340	515	461	630	656
400	50	16	3.4	73	4785	600	514	735	758
500	70	16	3.4	77	5480	675	572	825	872
630	70	16	3.6	80	6135	760	631	935	999
800	95	16	3.8	85	7140	850	690	1060	1139
1000	95	16	4.0	89	8085	955	745	1205	1300

Сечение экрана выбирается по условию протекания токов короткого замыкания.

Вес дан для кабелей марок с полиэтиленовой оболочкой и основным сечением экрана.

При прокладке кабелей треугольником экран жажемлен с 2-х концов.

Нагрузочная способность кабелей среднего напряжения рассчитывается

при следующих условиях:

При подземной прокладке:

коэффициент нагрузки	1.0
глубина прокладки	1.0 м
термическое сопротивление грунта	1.2 Км/Вт
температура окружающей среды	15 °С
температура жилы	90 °С

При воздушной прокладке :

коэффициент нагрузки	1.0
температура окружающей среды	25 °С

Для всех видов кабелей и сечений ток короткого замыкания вычисляется исходя из нижеприведенных условий:

температура на жиле

- до короткого замыкания - 90 °С
- после короткого замыкания - 250 °С

температура на экране

- до короткого замыкания - 70 °С
- после короткого замыкания - 350 °С

Допустимый1-сек.ток КЗ ,кА	Сечение жилы ,мм ²							
	185	240	300	400	500	630	800	1000
медной жилы	26.5	34.3	43.4	57.8	72.2	90.9	115.3	-
алюмин. жилы	17.5	22.7	28.8	38.3	47.8	60.2	76.4	95.3

Таб.7

Сечение экрана,мм ²	35	50	70	95
Допустимый1-сек.ток КЗ ,кА	7.1	7.7	10.6	14.3

Условия прокладки и испытания после прокладки

При прокладке кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена температура кабеля не должна быть ниже:- 5 °С

При более низкой температуре кабель должен подогреться перед прокладкойи тогда допускается
 - 15 °С для кабелей с оболочкой из ПВХ пластиката
 - 20 °С - для кабелей с оболочкой из полиэтилена

При прокладке кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена радиус изгиба должен быть не менее 15 x D.

D-наружный диаметр кабеля

Допускается испытание постоянным напряжением 286кВ в течение 15 минут .
 Оболочка кабеля должна быть испытана постоянным напряжением 10 кВ, который подается между металлическим экраном и заземлителем в течение 1 минут.

Преимущества кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ):

- увеличение рабочей температуры жил кабеля с изоляцией из СПЭ до 90°С обеспечивает большую пропускную способность кабеля
- высокий ток термической устойчивости при коротком замыкании
- низкий вес,меньший диаметр и радиус изгиба,што обеспечивает легкость прокладки кабеля в сооружениях и в земле на сложных трассах
- возможность вести прокладку кабеля с СПЭ изоляцией без предварительного подогрева при температуре до -20°С благодаря использованию полимерных материалов для изоляции и оболочки
- твердая изоляция дает огромные преимущества при прокладке на местности с большими наклонами т.е на трассах с большой разницей уровней, в вертикальных и наклонных коллекторах.
- возможность быстрого ремонта в случае пробоя
- отсутвие утечек масла и опасности загрязнения окружающей среды при повреждении оболочки.