

Выбор сечений изолированных проводов СИП



Сечения изолированных проводов СИП до 1 кВ выбирают по экономической плотности тока и нагреву при числе часов использования максимума нагрузки более 4000 - 5000, при меньшей продолжительности максимума нагрузки — по нагреву. Если сечение провода, определенное по этим условиям, получается меньше сечения, требуемого другими техническими условиями (механическая прочность, термическая стойкость при токах КЗ, потери напряжения), то необходимо принимать наибольшее сечение, требуемое этими техническими условиями.



При выборе сечений СИП по нагреву следует учитывать материал изоляции провода: термопластичный или сшитый полиэтилен. Допустимые температуры жил проводов с различной изоляцией для различных режимов работы приведены в табл. 1.

Таблица 1. Конструктивные и стоимостные характеристики изолированных проводов

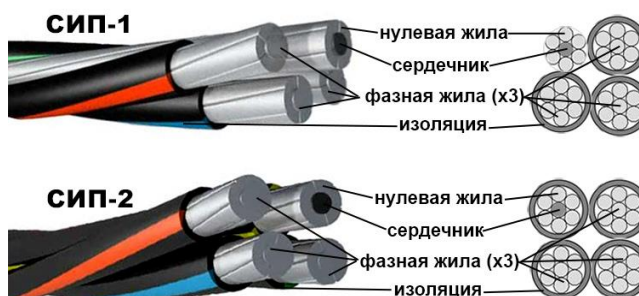
Режим эксплуатации	Допустимые температуры, °С, для проводов	
	СИП-1, СИП-1А, СИП-4, СИПн-4 (термопластичный полиэтилен)	СИП-2, СИП-2А, СИПс-4, СИП-3, ПЗВ, ПЗВГ (сшитый полиэтилен)
Нормальный режим	70	90
Режим перегрузки	80	130
Короткое замыкание длительностью до 5 с	135	250

Изоляция из сшитого полиэтилена более термоустойчива, чем из термопластичного полиэтилена. В нормальных режимах работы температура жилы с изоляцией из термопластичного полиэтилена ограничена 70 °С, а с изоляцией из сшитого полиэтилена — 90 °С.

Режим перегрузки СИП допускается до 8 ч в сутки, не более 100 ч в год и не более 1000 ч за весь срок службы провода.

Соответствующие допустимой температуре допустимые длительные токи $I_{доп}$ для различных конструкций СИП приведены в табл. 2 и 3. Здесь же указаны омические сопротивления фазной и нулевой жил и предельные односекундные токи термической стойкости.

Табл. 2. Электрические параметры проводов СИП-1, СИП-1А (СИП-2, СИП-2А)



Количество жил и их сечение, мм ²	Омическое сопротивление фазной жилы, Ом/км	Омическое сопротивление несущей жилы, Ом/км	Допустимый длительный ток фазной жилы $I_{\text{доп}}$, А	Односекундный ток термической стойкости фазной жилы $I_{\text{к1с}}$, кА
2×16	1,91	—	75 (105)	1,0
3×16	1,91	—	70 (100)	1,0
4×16	1,91	—	70 (100)	1,0
2×25	1,2	—	100 (135)	1,6
3×25	1,2	—	95 (130)	1,6
4×25	1,2	—	95 (130)	1,6
5×16	1,91	—	70 (100)	1,0
5×25	1,2	—	95 (130)	1,6
1×16 + 1×25	1,91	1,38	75 (105)	1,0 (1,5)
3×16 + 1×25	1,91	1,38	70 (100)	1,0 (1,5)
3×25 + 1×35	1,20	0,99	95 (130)	1,6 (2,3)
3×35 + 1×50	0,87	0,72	115 (160)	2,3 (3,2)
3×50 + 1×50	0,64	0,72	140 (195)	3,2 (4,6)
3×50 + 1×70	0,64	0,49	140 (195)	3,2 (4,6)
3×70 + 1×70	0,44	0,49	180 (240)	4,5 (6,5)
3×50 + 1×95	0,44	0,36	180 (240)	4,5 (6,5)
3×95 + 1×70	0,32	0,49	220 (300)	5,2 (6,9)
3×95 + 1×95	0,32	0,36	220 (300)	5,2 (6,9)
3×120 + 1×95	0,25	0,36	250 (340)	5,9 (7,2)
4×16 + 1×25	1,91	1,38	70 (100)	1,0 (1,5)
4×25 + 1×35	1,20	0,99	95 (130)	1,6 (2,3)

Примечание. В скобках приведены значения для СИП с изоляцией из сшитого полиэтилена.

Табл. 3. Электрические параметры проводов СИП-4

Количество жил n и их сечение, мм ² ($n = 2, 3, 4$)	Омическое сопротивление фазной и нулевой жил, Ом/км	Допустимый длительный ток фазной жилы $I_{\text{доп}}$, А	Односекундный ток термической стойкости фазной и нулевой жил $I_{\text{к1с}}$, кА
$n \times 25$	1,20	95 (130)	1,6 (2,3)
$n \times 35$	0,89	115 (160)	2,3 (3,2)
$n \times 50$	0,64	140 (195)	3,2 (4,6)
$n \times 70$	0,44	180 (240)	4,5 (6,5)
$n \times 95$	0,32	220 (290)	6,0 (7,0)
$n \times 120$	0,25	250 (340)	7,6 (7,6)

Примечание. В скобках приведены значения для СИП с изоляцией из сшитого полиэтилена.

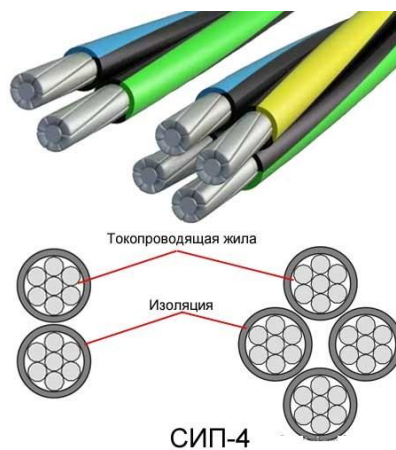


Табл. 4. Допустимые длительные токи изолированных проводов

Сечение, мм ²	35	50	70	95	120	150	185	240
$I_{\text{доп}}, \text{А}$	175	210	265	330	390	450	510	605

Для сопоставления в табл. 4 приведены допустимые длительные токи неизолированных проводов. Провода СИП напряжением до 1 кВ допускают меньшие токовые нагрузки, чем неизолированные провода. Провода СИП охлаждаются воздухом менее эффективно, поскольку имеют изоляцию и скручены в жгут.

Провода с изоляцией из сшитого полиэтилена в 1,15 - 1,2 раза дороже проводов с изоляцией из термопластичного полиэтилена. Однако, как видно из табл. 2 и 3, СИП с изоляцией из сшитого полиэтилена имеют в 1,3 - 1,4 раза большую пропускную способность, чем провода такого же сечения с изоляцией из термопластичного полиэтилена. Очевидно, что выбор сечения СИП следует проводить на основе технико-экономического сравнения вариантов с различной изоляцией.

Рассмотрим конкретный пример выбора сечения СИП по расчетному току $I_{\text{расч}} = 140 \text{ А}$.

В соответствии с исходными данными табл. 2 можно принять два варианта СИП:

СИП-1А 3х50 + 1х70, $I_{\text{доп}} = 140 \text{ А}$; изоляция — термопластичный полиэтилен;

СИП-2А 3х35 + 1х50, $I_{\text{доп}} = 160 \text{ А}$; изоляция — сшитый полиэтилен.

Очевидно, что экономически целесообразно принять СИП-2А 3х35 + 1х50 с изоляцией из сшитого полиэтилена:

Таким образом, фактически осуществляется замена провода СИП-1А на провод СИП-2А меньшего сечения и меньшей стоимости. Благодаря этой замене:

- уменьшается масса провода;
- уменьшаются габариты провода и соответственно снижаются гололедно-ветровые нагрузки на провод;
- увеличивается срок службы ВЛИ, так как сшитый полиэтилен долговечнее термопластичного полиэтилена.

Технические параметры провода СИПн-4 соответствуют параметрам провода СИП-4. Провод СИПн-4 с изоляцией, не распространяющей горение, следует применять в условиях с повышенными [требованиями по пожарной безопасности](#):

- для вводов в жилые дома и промышленные постройки;
- при прокладке по стенам домов и зданий;
- в зонах с повышенной пожарной опасностью.

Если выбор провода СИПн-4 определяется исходя из требований пожарной безопасности, то выбор между проводами марки СИП-4 и СИПс-4 производится технико-экономическим сравнением вариантов.

Для проверки сечений на термическую стойкость при токах КЗ в табл. 2 и 3 приведены допустимые односекундные токи термической стойкости $I_{\text{к1}}$.

При другой продолжительности КЗ допустимый ток термической стойкости определяется умножением тока $I_{\text{к1}}$ на поправочный коэффициент

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

где t — продолжительность КЗ, с.

По условиям механической прочности на магистралях ВЛИ, линейных ответвлениях и ответвлениях к вводам следует применять провода с минимальными сечениями, указанными в табл. 5. При проверке сечений СИП по допустимой потере напряжения необходимо знать погонные параметры провода. Омические сопротивления СИП приведены в табл. 11 и 2, индуктивные сопротивления — в табл. 6.

Табл. 5. Провода ВЛИ с минимальными сечениями (пример)

Нормативная толщина стенки гололеда, мм; район по гололеду	Сечение несущей жилы, мм ² , на магистрали и линейном ответвлении	Сечение жилы, мм ² , на ответвлениях к вводам
10; I район	35 (25)	16
15 и более; II район и выше	50 (25)	16

Примечание. В скобках указано сечение жилы СИП без несущего провода, например СИП-4.

Табл. 6. Индуктивные сопротивления многожильных проводов СИП

Сечения, мм ²	1×16 1×25	3×16 1×25	4×16 1×25	3×25 1×35	4×25 1×35	3×35 1×50	3×50 1×70	3×70 1×95	3×120 1×95
x_0 , Ом/км	0,095	0,099	0,074	0,091	0,073	0,091	0,091	0,092	0,088

Следует отметить, что индуктивные сопротивления неизолированных проводов ВЛИ составляют $X_0 = 0,3$ Ом/км.

Благодаря меньшим реактивным сопротивлениям потери напряжения в линии с СИП будут меньше, чем в линии с неизолированными проводами при прочих равных условиях.

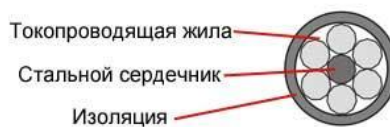
Сечения защищенных изоляцией проводов напряжением выше 1 кВ выбираются по экономической плотности тока. Выбранные сечения должны удовлетворять требованиям допустимого нагрева, термической стойкости при токах КЗ, механической прочности, допустимой потере напряжения.

Допустимые температуры нагрева защищенных изоляцией проводов (СИП-3, ПЗВ, ПЗВГ) приведены в табл. 1, электрические параметры этих проводов — в табл. 7 и 8.

Сечения защищенных изоляцией проводов напряжением выше 1 кВ выбираются по экономической плотности тока. Выбранные сечения должны удовлетворять требованиям допустимого нагрева, термической стойкости при токах КЗ, механической прочности, допустимой потере напряжения.

Табл. 7. Электрические параметры проводов СИП-3

Сечение жилы, мм ²	Омическое сопротивление жилы, Ом/км	Допустимый длительный ток $I_{\text{доп}}$, А	Односекундный ток термической стойкости жилы $I_{\text{к1с}}$, кА
35	0,99	200	3,2
50	0,72	245	4,3
70	0,49	310	6,4
95	0,36	370	8,6
120	0,29	430	11,0
150	0,26	485	13,0



СИП-3

Табл. 8. Электрические параметры проводов ПЗВ и ПЗВГ

Сечение жилы, мм ²	Омическое сопротивление жилы, Ом/км	Допустимый длительный ток $I_{\text{доп}}$, А	Ток термической стойкости жилы $I_{\text{к1}}$, кА
35	0,79	220	4,0
50	0,60	270	5,2
70	0,43	340	8,0
95	0,31	400	10,5
120	0,25	460	13,5
150	0,20	520	16,5
185	0,16	600	21,0
240	0,12	670	26,5



ПЗВ, ПЗВГ

Табл. 9. Провода ВЛЗ с минимальными сечениями (пример)

Нормативная толщина стенки гололеда, мм; район по гололеду	Сечение провода, мм ²		
	алюминиевого	из алюминиевого сплава	сталеалюминиевого
До 15; до II района	70	50	35
20—25; III, IV районы	95	50	50
30 и выше; V район и выше	—	—	70

Сечения защищенных изоляцией проводов напряжением выше 1 кВ выбираются по экономической плотности тока. Выбранные сечения должны удовлетворять требованиям допустимого нагрева, термической стойкости при токах КЗ, механической прочности, допустимой потере напряжения. Допустимые длительные токи защищенных изоляцией проводов выше, чем неизолированных проводов. Это объясняется хорошими условиями охлаждения одножильных изолированных проводов, а также более благоприятными условиями работы контактных соединений по сравнению с контактными соединениями неизолированных проводов. На ВЛИ и ВЛЗ все контактные соединения герметизируются.

Термическая стойкость изолированных проводов напряжением выше 1 кВ проверяется так же, как изолированных проводов напряжением до 1 кВ.

По условиям механической прочности на ВЛЗ следует применять провода с минимальными сечениями, указанными в табл. 9.

