

УДК 621. 311

**Конструкции и область применения неизолированных проводов на воздушных линиях электропередач**Воротилкин С.Ю., Воруев С.В., Голубенко А.Г., Прокопенко В.В.  
Научный руководитель – ст. препод. ПЕТРАШЕВИЧ Н.С.

Основными конструкциями являются:

- 1) однопроволочные провода из одного металла,
- 2) многопроволочные провода из одного металла,
- 3) многопроволочные провода из двух металлов,
- 4) пустотелые провода,
- 5) биметаллические провода.

Однопроволочные провода как показывает само название, выполняются из одной проволоки применяются на линиях до 1 кВ (рис. 1).

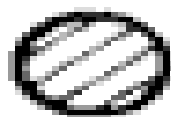
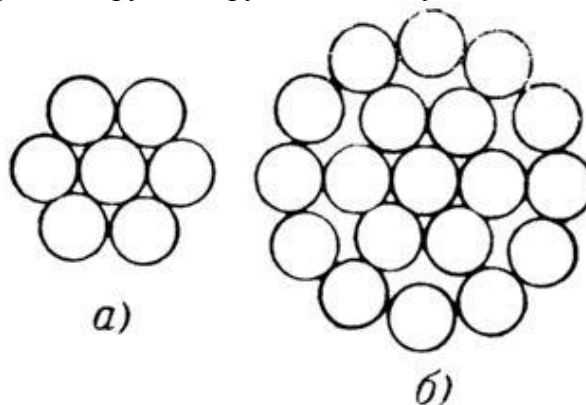


Рисунок 1 – Однопроволочный провод из одного металла.

Многопроволочные провода из одного металла состоят из нескольких свитых между собой проволок (рис. 2). Провода имеют одну центральную проволоку, вокруг которой делаются последующие повивы (ряды) проволок. Каждый последующий повив имеет на 6 проволок больше, чем предыдущий. При одной проволоке в центре в первом повиве 6 проволок, во втором — 12, в третьем — 18. Следовательно, при одном повиве провод свит из 7, при двух повивах — из 19, при трех повивах — из 37 проволок.

Скрутка смежных повивов производится в разных направлениях, что обеспечивает более круглую форму его и позволяет получить более устойчивый против раскручивания провод.

Многопроволочные провода других скруток используются в специальных случаях.



а — 7-проволочный, б — 19-проволочный.

Рисунок 2 – Многопроволочные провода из одного металла

Временное сопротивление многопроволочных проводов составляет около 90% суммы временных сопротивлений отдельных проволок. Уменьшение временного сопротивления провода в целом происходит из-за неодинакового распределения усилия, действующего по проводу, между проволоками провода.

Достоинства многопроволочных проводов

Многопроволочные провода имеют по сравнению с однопроволочными ряд существенных преимуществ:

1. Многопроволочные провода более гибки по сравнению с однопроволочными таких же сечений, что обеспечивает большую сохранность их и удобство при монтаже.

Провода воздушных линий под действием ветра постоянно раскачиваются, а иногда вибрируют, что вызывает дополнительные механические напряжения и усталость металла. Однопроволочные провода разрушаются при этом значительно быстрее, чем многопроволочные.

2. Высокие временные сопротивления материала могут быть получены только для проволок относительно небольших диаметров. Однопроволочные провода с сечениями 25, 35 мм<sup>2</sup> и более имели бы пониженные временные сопротивления.

В многопроволочных проводах не может быть такого сильного ослабления прочности провода, вызванного браком производства, как в однопроволочных.

Указанные преимущества многопроволочных проводов обусловили, что однопроволочными изготавливаются провода только малых сечений. При сооружении воздушных сетей в большинстве случаев применяются многопроволочные провода. Алюминиевые провода воздушных линий всегда делаются многопроволочными. Однопроволочные провода из этого металла не имеют нужной механической прочности и не обеспечивают надежности электроснабжения потребителей.

М-Провод, состоящий из одной или скрученный из нескольких медных проволок общим сечением от 4 до 400 мм<sup>2</sup>. В атмосфере воздуха типов III и II на суше и море всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150-69

А-Провод, скрученный из алюминиевых проволок общим сечением от 10 до 1500 мм<sup>2</sup>. В атмосфере воздуха типов I и II на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150-69, кроме ТВ и ТС

Многопроволочные провода изготавливают также из двух металлов, например алюминия и стали.

В этом случае внутренние жилы выполняют из стали, а внешние - из алюминия. Стальные жилы несут главным образом механическую нагрузку, так как обладают по сравнению с алюминием большей механической крепостью, а алюминиевые жилы проводят электрический ток, обладая по сравнению со сталью большей электрической проводимостью.

Сталеалюминиевые провода обычной конструкции (марки АС) состоят из стальной оцинкованной жилы (однопроволочной или скрученной из 7 или 19 проволок), вокруг которой расположена алюминиевая часть, состоящая из 6, 24 или более проволок

Сталеалюминиевые провода имеют то же удельное сопротивление, что и алюминиевые провода равного им сечения, так как в электрических расчетах сталеалюминиевых проводов проводимость стальной части не учитывается ввиду ее незначительности по сравнению с проводимостью алюминиевой части проводов.

Конструктивно стальные проволки составляют внутреннюю часть сталеалюминиевого провода, а алюминиевые проволки – внешнюю. Сталь предназначена для увеличения механической прочности, алюминий является токопроводящей частью.

Выпускаются следующие марки сталеалюминиевых проводов (ГОСТ 839-80):

АС – провод, состоящий из сердечника – стальных оцинкованных проволок, и одного или нескольких наружных повивов из алюминиевых проволок. Провод предназначен для прокладки на суше, кроме районов с загрязненным вредными химическими соединениями воздухом;

АСКС, АСКП – как и провод марки АС, но с заполнением стального сердечника (С) или всего провода (П) смазкой, противодействующей появлению коррозии проволок. Предназначен для прокладки на побережье морей, соленых озер и в промышленных районах с загрязненным воздухом;

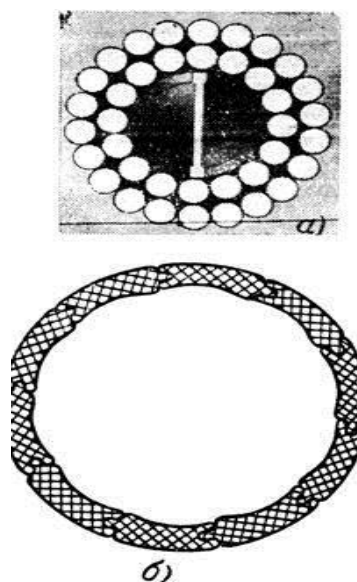
АСК – такой же как и провод АСКС, но со стальным сердечником, изолированным полиэтиленовой пленкой. В маркировке провода после буквы А может стоять буква П, которая указывает, что провод повышенной механической прочности (например АПСК).

Сталеалюминевые провода всех марок выпускаются с разным отношением сечения алюминиевой части провода к сечению стального сердечника: в пределах 6,0...6,16 – для работы провода в средних по механической нагрузке условиях; 4,29...4,39 – усиленной прочности; 0,65...1,46 – особо усиленной прочности; 7,71...8,03 – облегченной конструкции и 12,22...18,09 – особо облегченные.

Провода облегченной конструкции применяют на вновь сооружаемых и реконструируемых линиях в районах, где толщина стенки гололеда не превышает 20 мм. Сталеалюминевые провода усиленной прочности рекомендуется применять в районах с толщиной стенки гололеда более 20 мм. Для осуществления больших пролетов на переходах через водные пространства и инженерные сооружения применяют провода особой прочности.

Для более полной характеристики сталеалюминевых проводов в обозначение марки проводов вводится номинальное сечение провода и сечение стального сердечника, например: АС – 150/24 или АСКС – 150/34.

Конструкции пустотелых проводов изображены на рис. 3. В первой из них (рис. 3,а) на винтообразный сердечник накладываются круглые медные проволоки. В зависимости от сечения провода делается 1—3 активы проволок. Другой тип пустотелого провода (рис. 3,б) изготавливается из фасонных проволок, соединяемых специальным замком. Этот тип пустотелого провода является более рациональным.



а — с винтообразным сердечником из круглых проволок, б — из фасонных проволок с замком

Рисунок 3 – Пустотелые провода

Линии 220 кВ и более высокого напряжения при выполнении их сталеалюминевыми проводами требуют меньших затрат на сооружение и эксплуатацию, чем линии с пустотелыми медными проводами.

Биметаллические провода имеют одно проволочный стальной сердечник, обеспечивающий проводу необходимую механическую прочность, и сваренную с ним «рубашку» из цветного металла (меди, алюминия) (Рис. 4). Отношение сечений меди и стали может колебаться в широких пределах, давая возможность получить провода с характеристиками, близкими к характеристикам медных или стальных проводов.



Рисунок 4 – Биметаллический провод

Такая конструкция позволяет уменьшить электрические потери, связанные с ферромагнетизмом железа, и расход дефицитной меди. Проводимость определяет металл наружного слоя, так как токи повышенной частоты вследствие скин-эффекта распространяются по наружному слою провода. Сердцевина из стали воспринимает силовую нагрузку. Такой провод при температуре до 200°С раз упрочняется меньше, чем сплошной медный, поэтому допускает значительно большие токовые нагрузки. Покрытие создается гальваническим способом или плакированием. Наружный медный слой предохраняет железо от атмосферной коррозии.

Биметаллический провод используют в линиях связи и электропередачи. Кроме того, из биметаллического материала изготавливают шины для распределительных устройств, различные токопроводящие части электрических аппаратов. Биметаллическая сталемедная проволока в качестве проводов на ВЛ 0,4 кВ применяется в условиях загрязненной атмосферы.

#### Литература:

1. Беляев, Н. М. Методы теории теплопроводности. Учебное пособие. В 2 частях. Часть 1 / Н.М. Беляев, А.А. Рядно. - М.: Высшая школа, 1982. - 328 с.
2. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Учебник / Л.А. Бессонов. - М.: Юрайт, 2016. - 702 с.