

УДК 621.3

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ

Бухтик Е.П.

Научный руководитель – к.т.н., доцент ГУБАНОВИЧ А.Г.

Кабельная линия электропередачи – линия для передачи электроэнергии, состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами и крепежными деталями. Как правильно, кабельные линии прокладывают в местах, где затруднено строительство воздушных линий.

Силовые кабели предназначены для передачи по ним на расстояние электроэнергии, используемой для питания электрических установок.

Силовые кабели состоят из следующих основных элементов: токопроводящих жил, изоляции, оболочек и защитных покровов. Помимо основных элементов в конструкцию силовых кабелей могут входить экраны, нулевые жилы, жилы защитного заземления и заполнители.

Силовые кабели имеют одну или несколько изолированных жил, заключенных в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься соответствующий защитный покров и в необходимых случаях броня.

Силовые кабели низкого напряжения выпускаются с бумажной пропитанной, резиновой и пластмассовой изоляцией в одножильном, двухжильном, трех- и четырехжильном исполнении. Одно- и трехжильные кабели предназначены для работы в сетях с напряжением 1–35 кВ, а двух- и четырехжильные – с напряжением до 1 кВ. Четвертая жила в кабеле является заземляющей или зануляющей, и поэтому ее сечение, как правило, меньше сечения основных жил.

Для передачи электроэнергии переменным током при напряжениях выше 35 до 500 кВ и выше применяют маслонаполненные и газонаполненные кабели.

Маркировка электрических кабелей и проводов производится буквами и числами.

Расшифровка букв:

– буква № 1 характеризует материал жилы. Алюминию присваивается буква «А», меди буква не присваивается;

– буква № 2 в маркировке характеризует вид провода либо материал оболочки кабеля;

– буква № 3 характеризует материал для изоляции жил. Буква «В» либо «ВР» означает что изоляция поливинилхлоридная, «Р» – резиновая, «Н» либо «НР» – найритовая (резина, которая не горит), «П» – полиэтиленовая, «К» – капроновая, «Ф» – металлическая (фальцованная), «МЭ» – эмалированная, «Л» – лакированная, «Ш» – полиамидный шелк, «О» – полиамидный шелк в качестве оплетки, «С» – стекловолокно, «Э» – экранированная изоляция, «Т» – изоляция с несущим тросом, «Г» – изоляция с гибкой жилой. Помимо этого, следует отметить, что провод с резиновой изоляцией может быть дополнительно защищен следующим видом оболочки: «Н» – найритовая, «В» – ПВХ;

– буква № 4 характеризует особенность конструкции. Если написана

буква «А», значит изделие является асфальтированным, «Б» – бронированным лентами, «Г» – без защитного покрова (если кабель) и гибкий (если провод), «К» – бронированный круглыми проволоками, «Т» – предназначен для прокладки в трубах, «О» – защищен оплеткой.

Расшифровка цифрового обозначения:

– цифра № 1 всегда указывает количество жил, если в маркировке провода либо кабеля цифра перед буквами отсутствует, значит, проводник одножильный;

– цифра № 2 характеризует площадь поперечного сечения в мм<sup>2</sup>;

– цифра № 3 отображает номинальное напряжение сети.

Токи КЗ могут достигать значений, в десятки раз превышающих номинальные токи присоединенных электроприемников и допустимые токи проводников. Для предотвращения

чрезмерного нагрева проводников и смежного оборудования каждый участок сети должен быть снабжен защитным аппаратом, отключающим поврежденный элемент сети за минимально возможное время.

При рассмотрении режима короткого замыкания необходимо кроме расчета проводников по температуре производить расчет электродинамических усилий, возникающих в проводниках.

Для выбора термически стойкого сечения жил кабеля необходимо знать максимальный установившийся ток короткого замыкания из соответствующего расчета  $I_{кз}$  и возможное время прохождения этого тока через кабель, определяемое аппаратом защиты  $t_{зщ}$ .

Выбор сечения проводов и кабелей без учета экономических факторов может привести к значительным потерям электрической энергии в линиях и существенному возрастанию эксплуатационных расходов. По этой причине сечение кабелей электрических сетей внутреннего электроснабжения значительной протяженности, а также сетей, работающих с большим числом часов использования максимума нагрузки  $T_{max} > 4000$  ч – должно быть не менее отвечающего рекомендованной экономической плотности тока.

Расчетное экономическое сечение округляют до ближайшего стандартного и, если оно окажется свыше  $150 \text{ мм}^2$ , одну кабельную линию заменяют двумя или несколькими кабелями с суммарным сечением, соответствующим экономическому. Применять кабели с мало изменяющейся нагрузкой сечением менее  $50 \text{ мм}^2$  не рекомендуется.

Выбор сечения из условий допустимого нагрева сводится к пользованию соответствующими таблицами длительно допустимых токовых нагрузок  $I_d$  при которых токопроводящие жилы нагреваются до предельно допустимой температуры, установленной практикой так, чтобы предупредить преждевременный износ изоляции, гарантировать надежный контакт в местах соединения проводников и устранить различные аварийные ситуации, что наблюдается при  $I_d \geq I_p$ , где  $I_p$  – расчетный ток нагрузки.

При выборе сечения кабелей следует иметь в виду, что при одинаковой температуре нагрева допустимая плотность тока токопроводящих жил большего сечения должна быть меньше.

При окончательном выборе сечения проводов и кабелей из условия допустимого нагрева по соответствующим таблицам необходимо учитывать не только расчетный ток линии, но и способ прокладки ее, материал проводников и температуру окружающей среды.

Кабельные линии на напряжение выше 1000 В, выбранные по условиям допустимого нагрева длительным током, проверяют еще на нагрев токами короткого замыкания.

Сечение жил кабелей сетей внутреннего электроснабжения напряжением до 1000 В согласуют с коммутационными возможностями аппаратов защиты линий – плавких предохранителей и автоматических выключателей.

#### Литература

1 Белоруссов, Н.И. Электрические кабели, провода и шнуры: справочник / Н.И. Белоруссов, А.Е. Саакян. – 5-е изд. – М.: Энергия, 1987. – 536 с.

2 Пантелеев, Е.Г. Монтаж и ремонт кабельных линий: справочник электромонтажника / Е.Г. Пантелеев, А.Д. Смирнова. – 2-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.

3 Привезенцев, В.А. Силовые кабели и высоковольтные кабельные линии / В.А. Привезенцев, Э.Т. Ларина. – М.: Энергия, 1970. – 425 с.