

УДК 621.3

СОВРЕМЕННЫЕ СИЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Кабак С.И., Хомякова А.П.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Дерюгина Е.А.

Кабель силовой предназначен для передачи электрической энергии от различных источников к потребителям. Бывает кабели низкого и высокого напряжения. В зависимости от целей использования силового кабеля различается и его конструкция.

Современные кабели производятся с изоляцией из сшитого полиэтилена и используются в сетях различного класса напряжения. Применение сшитого полиэтилена обеспечивает высокие диэлектрические свойства изоляции, высокие механические свойства, более высокие по сравнению с бумажно-масляной изоляцией термические режимы, надёжность и долговечность кабелей.

К этому классу относятся кабели на напряжение 6, 10, 35, 110, (150), 220, (380) и 500 кВ применительно к номинальным напряжениям систем электропередачи, принятых странах СНГ. Напряжения 150 и 380 кВ используются в отдельных случаях. Кабели предназначены для передачи крупных мощностей электроэнергии (60 – 620 МВ·А) на указанных напряжениях. Области применения кабелей следующие:

- глубокие вводы к центрам потребления электроэнергии в условиях крупных городов (применяются кабели на напряжение 110 – 220 кВ для питания районных городских подстанций);
- выводы мощности с крупных гидро- и тепловых электростанции преимущественно при напряжениях 220 и 500 кВ;
- питание энергоёмких производственных комплексов (автозаводы, металлургические и химические предприятия).

К электрической изоляции кабелей высокого напряжения предъявляются высокие требования в части электрической прочности, высокой надёжности в течение длительных сроков службы (35 и более лет). Напряженности электрического поля в изоляции таких кабелей составляют от 7 до 15 кВ/мм, то есть являются наиболее высокими по сравнению с напряженностями поля в любых электротехнических аппаратах и устройствах. Напряженность электрического поля является одним из главных параметров, обеспечивающих приемлемые конструктивные размеры (диаметры) кабелей. Высокие рабочие напряженности электрического поля ставят серьезные научно-технические проблемы с точки зрения обеспечения высокого ресурса работы кабелей. Эти проблемы успешно решены для двух видов электрической изоляции кабелей: бумажно-пропитанной, работающей под избыточным давлением масла (маслонаполненные кабели – МНК) и из сшитого ПЭ с применением соответствующих технологий, обеспечивающих чистоту и требуемое качество изоляции.

В газонаполненных кабелях увеличение электрической прочности изоляции кабелей реализуется за счет повышения давления в газовых включениях, находящихся в бумажной изоляции. Они устроены таким образом, что в кабель подводится чистый сухой газ под давлением. Величина давления определяется особенностями конструкции кабеля и условиями его прокладки и находится в пределах от 0,7 до 3,0 МПа.

В зависимости от конструкции кабеля сжатый газ может поступать либо непосредственно в изоляцию кабеля, либо не иметь непосредственного соприкосновения с изоляцией, а передавать давление на изоляцию через специальную мембрану. Если газ под давлением непосредственно подается в изоляцию, то для изолирования кабеля могут применяться либо бумажные ленты с последующей сушкой, пропиткой изоляции и удалением излишек пропиточного состава (обеднено-пропитанная изоляция), либо предварительно пропитанные бумажные ленты. Если сжатый газ непосредственно не

соприкасается с изоляцией, то кабель изолируется бумажными лентами с последующей пропиткой вязким составом или жидким маслом, а поверх изоляции на кабель наносят пластмассовую оболочку, которая играет роль мембраны.

Маслонаполненные кабели (МНК) с бумажно-масляной изоляцией остаются пока наиболее распространенными кабелями высокого напряжения. При этом, чем выше класс номинального напряжения кабелей, тем больше удельный вес МНК среди всех кабелей высокого напряжения.

МНК применяются для электроснабжения городов и крупных потребителей энергии, для вывода мощности с тепловых станций и гидроэлектростанций, а также для передачи электроэнергии через труднопроходимые местности (водные пространства, горные районы и др.). Основные типы конструкций силовых МНК – кабели низкого давления (до 3–5 атм.) в свинцовой или алюминиевой оболочке на номинальное напряжение 110, 150 и 220 кВ и кабели высокого давления в стальном трубопроводе на номинальное напряжение 110, 220, 330, 380 и 500 кВ. Повышение давления масла приводит к увеличению электрической прочности бумажно-масляной изоляции и к возможности применения силовых МНК при более высокой рабочей напряженности электрического поля в изоляции кабелей (до 15 кВ/мм и более).