

режение. Энергетический паспорт потребителя топливно-энергетических ресурсов. Общие требования». Энергетический паспорт разрабатывается потребителем ТЭР при методической помощи энергоаудиторской компании. Ответственность за достоверность данных паспорта несут как потребители ТЭР, так и энергоаудиторы.

Предлагаемые по результатам энергоаудитов энергосберегающие мероприятия должны всегда сопровождаться их технико-экономическим обоснованием по условиям годового экономического эффекта, затратности и сроку окупаемости. В ряде случаев экономическая выгода от проведения энергоаудита может либо отсутствовать, либо быть минимальной.

Руководители предприятий в условиях рыночных отношений должны быть экономически заинтересованы в проведении энергетических обследований и внедрении рекомендуемых мер по энергосбережению. Экономическая заинтересованность в энергосбережении может являться гарантом того, что мероприятия по энергосбережению будут реализованы. При условии успешного внедрения рекомендаций энергоаудита возможно создание эффективного современного энергохозяйства предприятия, имеющего стабильно высокие доходы.

Литература

1. Республиканская программа энергосбережения на 2006–2010 гг.
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь «Об энергетическом обследовании организаций» от 29.07.2006 № 964.
3. СТБ 1691-2006. Энергетическое обследование потребителей топливно-энергетических ресурсов. Требования к организациям.
4. СТБ 1776-2007. Энергетическое обследование потребителей топливно-энергетических ресурсов. Общие требования.

УДК 621.311.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЧЕНИЯ ЖИЛ КАБЕЛЕЙ С ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 КВ ПО ТЕРМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ

Скобля О.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент РАДКЕВИЧ В.Н.

В электрических сетях напряжением до 1 кВ промышленных предприятий, городов и сельскохозяйственных производственных объектов широко используются силовые кабели с пластмассовой изоляцией следующих марок: АВВГ, ВВГ, АВПГ, АПВГ, АВРГ, НРГ и т. п.

Площадь сечения проводников является важным параметром линий электропередачи. С увеличением площади сечения проводников возрастают затраты на сооружение линий электропередачи, но при этом снижаются потери электроэнергии. Уменьшение площади сечения до технически допустимого предела сокращает капиталовложения, но вызывает увеличение потерь в линии. В связи с этим правильный выбор площади сечения проводников с учетом конкретных условий является важной и ответственной задачей проектирования систем электроснабжения.

Выбор сечений проводников электрических сетей до 1 кВ производится по допустимому нагреву длительным расчетным током. При этом выбранные сечения должны соответствовать их защитным аппаратам. В осветительных сетях сечение проводников определяется также по допустимой потере напряжения. При отсутствии в здании трансформаторной подстанции силовые сети рассчитываются по потере напряжения.

Сечения проводников питающих силовых сетей, за исключением ответвлений к электроприемникам, при времени использования максимальной нагрузки более 5000 ч в год проверяются по экономической плотности тока.

В действующей нормативно-технической литературе [1–3] нет прямых указаний о необходимости выбора сечений жил кабелей напряжением до 1 кВ с пластмассовой и резиновой изоляцией по термической стойкости. Однако в [4] даются расчетные формулы для такого выбора. В заводских инструкциях по применению кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) приводится методика проверки сечения жил по допустимому односекундному току короткого замыкания. В [3] имеются формулы, позволяющие рассчитать предельное время отключения тока короткого замыкания.

Предельно допустимый ток короткого замыкания кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена определяют по формуле

$$I_K = KI_{1C}, \quad (1)$$

где I_{1C} – допустимый ток односекундного короткого замыкания для кабелей, зависящий от материала проводника и сечения жилы, кА (по данным завода-изготовителя);

K – поправочный коэффициент, позволяющий учитывать фактическую длительность короткого замыкания, рассчитываемый по формуле

$$K = \frac{1}{\sqrt{t}}, \quad (2)$$

где t – продолжительность короткого замыкания, с.

С учетом (2) выражение (1) имеет вид

$$I_K = \frac{I_{1C}}{\sqrt{t}}. \quad (3)$$

По формуле (3) можно построить характеристики термической стойкости кабелей с разными сечениями жил.

Согласно [2] предельное время отключения короткого замыкания в распределительных сетях напряжением до 1 кВ не должно превышать 5 с. В этом случае в соответствии с [3] время t , в течение которого температура проводников возрастает от максимального значения в нормальном режиме до предельно допустимой температуры может быть приблизительно определено по формуле:

$$\sqrt{t} = C \frac{F}{I_K}, \quad (4)$$

где t – продолжительность действия сверхтока, с;

F – площадь сечения проводника, мм²;

I_K – действующее значение тока короткого замыкания, кА;

C – расчетный коэффициент, зависящий от материала жил проводника и его изоляции, Ас^{0,5}/мм².

В соответствии с [3] расчетный коэффициент C имеет следующие значения:

– 115 – для кабелей с медными жилами с поливинилхлоридной изоляцией;

– 74 – для кабелей с алюминиевыми жилами с поливинилхлоридной изоляцией;

– 135 – для кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией и с изоляцией из СПЭ;

– 87 – для кабелей с алюминиевыми жилами с резиновой изоляцией и с изоляцией из СПЭ.

Из формулы (4) можно найти предельно допустимый ток короткого замыкания по термической стойкости

$$I_K = \frac{CF}{\sqrt{t}},$$

а также минимальное сечение жил кабеля по термической стойкости

$$F = \frac{I_K \sqrt{t}}{C} \tag{5}$$

Формулу (5) можно представить в виде

$$F = \frac{\sqrt{I_K^2 t}}{C}.$$

Так как тепловой импульс тока короткого замыкания $B_K = I_K^2 t$, то

$$F = \frac{\sqrt{B_K}}{C} \tag{6}$$

Следует отметить, что в электрических сетях напряжением до 1 кВ t – это время действия устройства защиты (плавкого предохранителя, автоматического выключателя), которое определяется по защитной времятоковой характеристике в зависимости от величины тока короткого замыкания. В соответствии с [4] в электрических сетях с глухозаземленной нейтралью расчет должен производиться по току однофазного короткого замыкания.

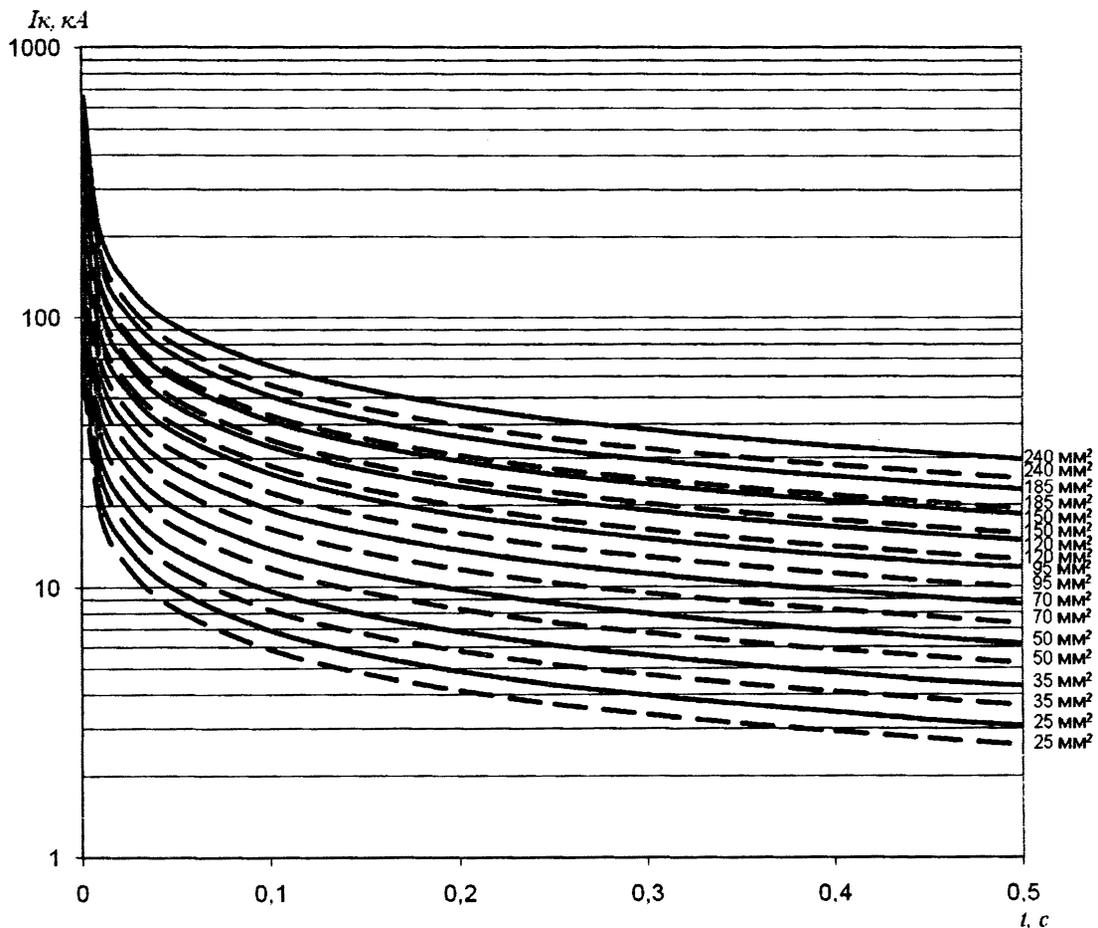


Рис. 1. Допустимый ток короткого замыкания кабелей напряжением до 1 кВ с алюминиевыми жилами: ———— кабели с резиновой изоляцией и изоляцией из СПЭ; - - - - кабели с поливинилхлоридной изоляцией

В работе исследована зависимость термически стойкого сечения жил кабелей с пластмассовой и резиновой изоляцией от тока короткого замыкания и времени отключения устройства защиты, а также построены соответствующие номограммы. В качест-

ве иллюстрации на рисунке 1 приведена номограмма для кабелей с алюминиевыми жилами, с помощью которой можно определять термически стойкое сечение жилы, не проводя вычислений по формуле (6). Расчеты, выполненные для кабелей с изоляцией из СПЭ, показали, что для всех сечений жил допустимые токи короткого замыкания, найденные по каталожным данным и рассчитанные в соответствии с [3], практически совпадают. Отметим также, что при одних и тех же сечениях жил допустимые токи короткого замыкания для кабелей с изоляцией из поливинилхлоридного пластика существенно меньше, чем для кабелей с резиновой изоляцией и изоляцией из СПЭ. Анализ формулы (6) показывает, что кабели с медными жилами обладают большей термической стойкостью по сравнению с аналогичными кабелями с алюминиевыми жилами.

Выводы

Показана необходимость выбора кабелей с пластмассовой и резиновой изоляцией в электроустановках напряжением до 1 кВ по термической стойкости при коротком замыкании.

Выбор сечения жил кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена по термической стойкости можно производить как по односекундному допустимому току короткого замыкания, так и по данным ГОСТ 30331.5-95.

Построены номограммы, позволяющие осуществлять проверку на термическую стойкость силовых кабелей с пластмассовой и резиновой изоляцией напряжением до 1 кВ.

Литература

1. Правила устройства электроустановок. – 6-е издание переработанное и дополненное. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 640 с.
2. ГОСТ 30331.3-75 (МЭК 364-4-41-92). Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током.
3. ГОСТ 30331.5-95 (МЭК 364-4-43-77). Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока.
4. Тульчин И.К., Нудлер Г.И. Электрические сети и электрооборудование жилых и общественных зданий. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 480 с.

УДК 621.311.1

ВЫБОР ПЛАВКИХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ДО 1 КВ

Петрова В.С., Угоренко В.Д.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент РАДКЕВИЧ В.Н.

Для обеспечения стабильности времятоковых характеристик предохранителей необходимо, чтобы температура нагрева плавких вставок в процессе эксплуатации не превышала допустимых значений. Это достигается выбором тока плавкой вставки предохранителя $I_{пл в}$ по условию

$$I_{пл в} \geq I_{дл}, \quad (1)$$

где $I_{дл}$ – длительный ток в защищаемой цепи.

Нагрев предохранителя имеет место и при пуске электродвигателей и других электроприемников со значительными пусковыми токами. Экспериментально установлено [1], что тепловое старение плавкой вставки не происходит при пиковых токах $I_{пик}$, равных половине тока плавления $I_{пл}$. Следовательно, при наличии в цепях, защищаемых от сверхтоков, пиковых токов должно соблюдаться условие