

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

$$I_{пл в} \geq I_{дл в}, \quad (1)$$

где $I_{дл в}$ – 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

$$I_{\text{пик}} \leq 0,5I_{\text{пл}}.$$

Принимается, что длительность пускового тока при легких условиях пуска электродвигателя $t = 1$ с. Затем по времятоковой характеристике предохранителей ПН2 находят, что при времени $t = 1$ с отключаемый ток равен $5I_{\text{пл в}}$, т. е.

$$I_{\text{пл}} = 5I_{\text{пл в}}.$$

Отсюда следует, что

$$I_{\text{пик}} \leq 0,5 \cdot 5 \cdot I_{\text{пл в}} \leq 2,5I_{\text{пл в}}.$$

В итоге получаем выражение для определения $I_{\text{пл в}}$ при легких условиях пуска электродвигателя:

$$I_{\text{пл в}} \geq \frac{I_{\text{пик}}}{2,5}. \quad (2)$$

В выражении (2) число 2,5 является коэффициентом кратковременной тепловой перегрузки плавкой вставки [2]. При тяжелых условиях пуска данный коэффициент принимается равным 1,6–2,0. Для защиты электрических цепей, питающих группы электроприемников, номинальный ток плавкой вставки предохранителя определяется по условиям (1) и (2).

В настоящее время в новых электроустановках используются предохранители серии ППН, которые являются взаимозаменяемыми с предохранителями ПН2, но имеют более широкий диапазон номинальных токов плавких вставок: от 2 до 1250 А. Оптимальные показатели потерь мощности за счет современной конструкции, технологии изготовления и применяемых материалов позволяют экономить электроэнергию при эксплуатации данной серии предохранителей. Габариты и характеристики ППН соответствуют международным стандартам.

В этой связи возникает вопрос, подходит ли методика выбора предохранителей ПН2 для предохранителей ППН. Для этого был проведен анализ времятоковых характеристик предохранителей ППН.

В ходе исследования были получены следующие результаты: при $t = 1$ с отношение тока плавления к току плавкой вставки предохранителей ППН не для всех плавких вставок равно 5 (рисунок 1), как это имеет место у предохранителей типа ПН2.

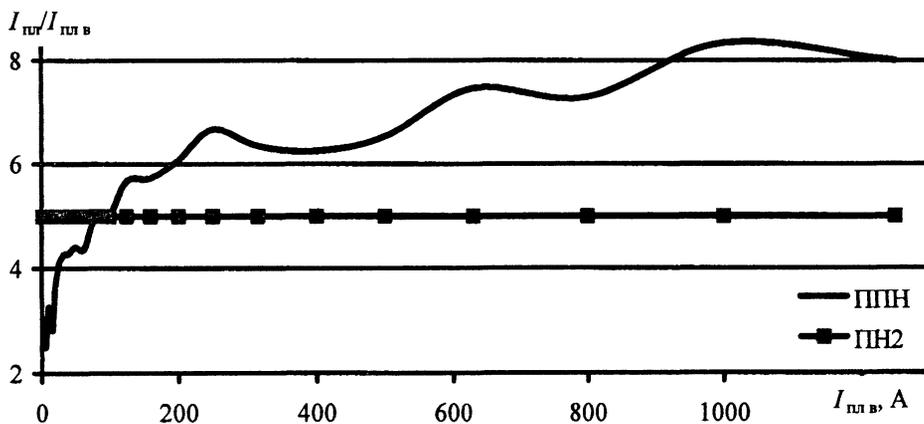


Рис. 1. Зависимости отношения тока плавления к току плавкой вставки от тока плавкой вставки предохранителей ППН и ПН2

Из рисунка 1 видно, что это отношение выполняется только для плавких вставок на номинальные токи 80 и 100 А.

На основании рисунка 1 можно сделать следующие выводы:

- при $I_{\text{пл в}} < 80 \text{ А}$ $I_{\text{пл}} < 5I_{\text{пл в}}$ следовательно, при расчете по формуле (2) ток плавкой вставки предохранителя типа ППН оказывается заниженным;
- при $I_{\text{пл в}} > 100 \text{ А}$ $I_{\text{пл}} > 5I_{\text{пл в}}$ что приводит к завышению тока плавкой вставки при выборе по условию (2).

Ошибка в вычислении тока плавкой вставки $I_{\text{пл в}}$ варьируется от 12 до 66 %.

Таким образом, при выборе предохранителей необходимо иметь сведения о параметрах защищаемого электрооборудования в нормальном и аварийном режиме его работы, а именно:

- номинальном токе $I_{\text{ном}}$;
- значении длительного тока $I_{\text{дл}}$;
- токе перегрузки $I_{\text{пер}}$;
- токе короткого замыкания $I_{\text{кз}}$.

При выборе предохранителей следует пользоваться характеристиками термической стойкости защищаемого электрооборудования, которые регламентируют допустимое время t протекания тока КЗ (рисунок 2) [3].

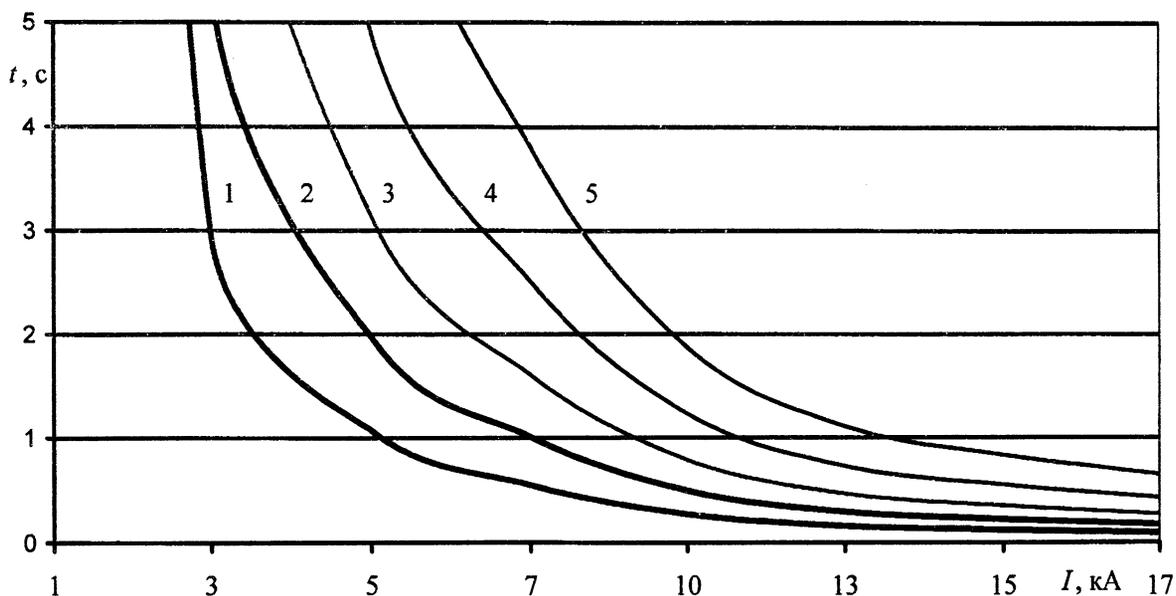


Рис. 2. Характеристики термической стойкости для алюминиевых проводников с жилами стандартных сечений S с поливинилхлоридной изоляцией:
1 – $S = 70 \text{ мм}^2$; 2 – 95 мм^2 ; 3 – 120 мм^2 ; 4 – 150 мм^2 ; 5 – $S = 185 \text{ мм}^2$

Значение t рассчитывается по формулам, характерным для каждого вида защищаемых проводников с учетом аварийного режима.

Чтобы убедиться, что аппарат защиты способен отключить сверхток за время, не превышающее значение t , необходимо совместить характеристики термической стойкости проводников с защитными характеристиками плавких вставок предохранителей, отражающими зависимость срабатывания аппарата защиты от тока (рисунок 3) [3].

Для обеспечения защиты проводника нужно, чтобы при любом токе в электрической цепи время срабатывания плавкого предохранителя с учетом возможного разброса защитных характеристик не превышало времени термической стойкости защищаемого проводника.

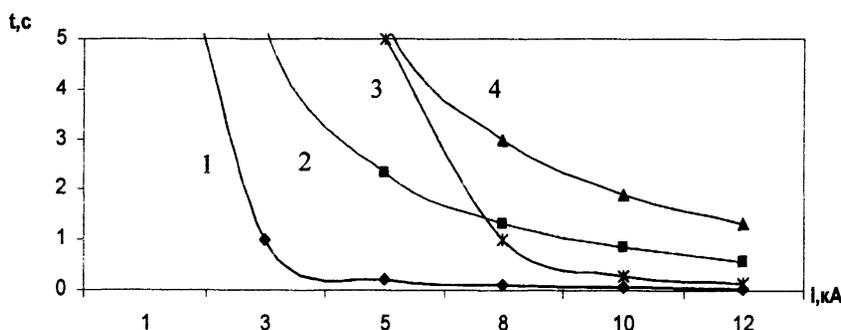


Рис. 3. Совмещенные характеристики термической стойкости проводников и защитные характеристики плавких вставок предохранителей: 1 – защитная характеристика плавкой вставки предохранителей с номинальным током 63 А; 2 – характеристика термической стойкости проводников сечением 4 мм² с поливинилхлоридной изоляцией; 3 – защитная характеристика плавкой вставки предохранителей с номинальным током 80 А; 4 – характеристика термической стойкости проводников сечением 6 мм² с поливинилхлоридной изоляцией

Выводы

Для плавких предохранителей типа ППН применяемая методика выбора дает в некоторых случаях неприемлемо грубые результаты. Это обуславливает необходимость:

- расчета параметров защищаемого электрооборудования в различных режимах;
- использования при выборе аппаратов их защитных характеристик, а также характеристик термической стойкости защищаемого оборудования;
- учета диапазона возможных разбросов токов плавкой вставки и характеристик термической стойкости оборудования, возникающих в результате влияния окружающей среды, отклонения электротехнических параметров питающей сети и других факторов.

Литература

1. Чунихин А.А. Электрические аппараты: Общий курс. учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.
2. Кудрин Б.И., Прокопчик В.В. Электроснабжение промышленных предприятий. – Минск: Высшая школа, 1988. – 357 с.
3. Петрова В.С., Угоренко В.Д. Защита от сверхтоков электрических сетей напряжением до 1 кВ плавкими предохранителями // Актуальные проблемы энергетики: материалы докладов 62-й научн.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов / БНТУ. – Минск: БНТУ, 2006. – С. 119–122.

УДК 621.7

АНАЛИЗ СВАРОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА С НОРМАЛЬНЫМ МАГНИТНЫМ РАССЕЯНИЕМ СО ВСТРОЕННЫМ РЕГУЛЯТОРОМ

Лодова О.А.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор АНИЩЕНКО В.А.

Для ручной и в ряде случаев полуавтоматической и автоматической дуговой сварки под слоем флюса источники питания должны иметь круто падающую внешнюю (нагрузочную) характеристику. Ее можно получить с помощью предложенного В.П. Никитиным (1893–1956 гг.) сварочного трансформатора с нормальным магнитным рассеянием и дополнительной реактивной катушкой (дресселем), встроенной в общий