

Поэтому, в алгоритме микропроцессоре предусмотрен быстродействующий метод, основанный на использовании взаимосвязи величины симметричной составляющей тока возмущения ΔI_ϕ со значением силовой характеристики цепи

$$\Delta I_\phi = \sqrt{S(\Delta i^2) / \left[3 \left(1 - 2e^{-t/T} \cos(\omega t) + e^{-2t/T} \right) \right]}$$

где S – суммы квадратов мгновенных значений токов всех фаз;
 T – электромагнитная постоянная времени цепи.

Используя данное выражение в течении 2–3 миллисекунд определяется величина симметричной составляющей тока при трехфазном КЗ.

Следовательно, использование в качестве критерия селективности интегральной уставки и метода быстрого определения величины тока цепи, позволяет снизить время срабатывания защиты при предельных токах КЗ.

Список использованных источников

1. Протосовицкий, И.В. Повышение надежности защиты сетей 0,4 кВ выключателями с микропроцессорными расцепителями / И.В. Протосовицкий, Д.А. Кулаковский // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: сборник науч. Статей Междунар. науч.-техн.конф., Минск, 21–22 декабря 2021 г. – Минск: БГАТУ, 2021. – С. 64–66.

2. Дьянов А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная релейная защита и автоматика энергетических систем: – М.: Издательство-МЭИ, 2000. 199с.

Равинский Н.А., ст. преподаватель,

Иванов Д.М., ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

МЕТОДИКА ВЫБОРА МОДУЛЬНЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Для модульных многополюсных автоматических выключателей характерной особенностью является тот факт, что двух-, трех- и че-

трехполюсные выключатели состоят из соответствующего числа одиночных однополюсных выключателей (модулей). К таким выключателям, относятся автоматические выключатели серии ВА47, ВА61, ВМ63, ВМ125, ВА77-29 и т.д. Как правило, такие выключатели содержат комбинированный расцепитель (электромагнитный – для защиты от токов короткого замыкания и тепловой – для защиты от перегрузок).

Выбор модульных автоматических выключателей производится по следующим условиям:

- по номинальному напряжению: номинальное напряжение модульного автоматического выключателя должно соответствовать напряжению сети:

$$U_n \geq U_{сети} \quad (1)$$

- по номинальному току автоматического выключателя: номинальный ток модульного автоматического выключателя должен соответствовать длительному (расчетному) току электроприемника или линии:

$$I_n \geq I_{дл} \quad (2)$$

- по числу полюсов автоматического выключателя. Выбор производится с учетом следующих соображений: для однофазной сети переменного тока выбирается однополюсный выключатель, если провод N и PE объединены, и 1+N полюсный выключатель, если нулевой провод N отделен от PE проводника; для трехфазной сети переменного тока при отсутствии однофазных потребителей применяются трёхполюсные автоматические выключатели и 3+N полюсные выключатели, если в трехфазной сети есть однофазные потребители и проводники N и PE разделены.

- по номинальному току теплового расцепителя. В модульных автоматических выключателей тепловой расцепитель не регулируется и входит в состав комбинированного расцепителя. Для модульных автоматических выключателей номинальный ток расцепителей задается при температуре тепловых расцепителей +30°C для одного полюса [2]. При выборе номинального тока теплового расцепителя обязательно учитывается число полюсов (модулей, размещенных рядом), так как при установке модулей вплотную друг к другу происходит ухудшение их охлаждения за счет взаимного нагрева проходящими через полюса токами. Также следует учиты-

вать и ожидаемую температуру в месте установки автоматических выключателей. Исходя из вышенаписанного, номинальный ток теплового расцепителя модульного автоматического выключателя:

$$I_{н.расц} \geq \frac{I_{дл}}{K_N K_t} \quad (3)$$

где $I_{дл}$ – длительный (расчетный) ток электроприемника или линии, А;

K_N – коэффициент, зависящий от числа полюсов. Например, для ВА47-29 $K_N = 1$ при 1 полюсе; $K_N = 0,875$ при 2 полюсах; $K_N = 0,83$ при 3 полюсах; $K_N = 0,81$ при 4 полюсах [2];

K_t – коэффициент, зависящий от температуры окружающей среды. Например, для ВА47-29 при $+50$ °С $K_t = 0,97$; при $+40$ °С $K_t = 0,99$; при $+30$ °С $K_t = 1$; при $+10$ °С $K_t = 1,04$; при -10 °С $K_t = 1,1$ [2].

- по классу (типу) электромагнитного (мгновенного) расцепителя. Для модульных автоматических выключателей диапазон срабатывания электромагнитного расцепителя по отношению к номинальному току теплового расцепителя указывается буквой (В, С, D, Z, L, К). Например, для типа В срабатывание электромагнитного расцепителя обеспечивается в диапазоне от $3I_{н.расц}$ до $5I_{н.расц}$; для типа С – от $5I_{н.расц}$ до $10I_{н.расц}$; для типа D – от $10I_{н.расц}$ до $20I_{н.расц}$ [1]. Выбор класса электромагнитного расцепителя осуществляется с учетом максимальных или пусковых токов в сети:

$$K_{эм.мин} \geq \frac{K_N I_{max}}{I_{н.расц}} \quad (4)$$

где $K_{эм.мин}$ – минимальная кратность срабатывания электромагнитного расцепителя соответствующего класса. например, для класса С $K_{эм.мин} = 5$, для класса D $K_{эм.мин} = 10$;

K_N – коэффициент надежности максимального расцепителя, $K_N = 1,25 - 1,4$;

I_{max} – максимальный кратковременный ток электроприемника или линии, А.

$I_{н.расц}$ – номинальный ток теплового расцепителя, А;

- по степени защиты автоматического выключателя от воздействия окружающей среды и от соприкосновения людей с токоведущими частями, по климатическому исполнению и категория размещения модульные автоматические выключатели выбираются так же, как и автоматические выключатели общего назначения.

Выбранный автоматический выключатель необходимо проверить по условию надежного отключения наибольшего тока короткого замыкания; по чувствительности к однофазному току короткого замыкания, по условию селективности срабатывания, по условию срабатывания номинального тока комбинированного расцепителя с допустимым током проводников защищаемой электрической цепи.

Список использованных источников

1. ГОСТ ИЕС 60898-1-2020. Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. Часть 1. автоматические выключатели для переменного тока. – Введ. 01.10.2021. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 124 с.

2. Гурин, В.В. Автоматическая защита электрооборудования. В 2 ч. Ч. 1. Защита электрических цепей: учеб.-метод. пособие / В.В. Гурин. – Минск: БГАТУ, 2010. – 360 с.

**Свешников А.Г., аспирант, Михеев Г.М., д.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный
университет», Чебоксары, Россия**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УТЕЧКИ ЖИДКОСТИ ПУТЕМ
АНАЛИЗА ТОКА НАГРУЗКИ НАСОСА И ДАВЛЕНИЯ
В СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКИХ
НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТАХ**

Все чаще водоснабжение малых НП осуществляется с применением скважинного насоса с устройством частотного регулирования. Данная система имеет ряд положительных моментов перед традиционным способом водоснабжения с использованием водонапорных башен [1-2].

Однако у этой системы имеется большой недостаток, который заключается в трудности обнаружения утечки жидкости из-за малого объема воды в системе.

Известно, что питьевая вода в такой системе сосредоточена лишь в объёмах трубопровода. По этой причине утечка жидкости в ней приводит к потерям, как электрической энергии, так и самого ценного сырья [3].