

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].