

Общий подход к расчету снабберных RC-цепей

Игорь Ветров /начальник лаборатории автоматизации.

При разработке мощных преобразовательных установок, особенно работающих на высоких частотах, необходимо учитывать режимы восстановления СПП и возникающие при этом выбросы напряжения. Основным способом минимизации выбросов обратного напряжения является применение снабберных RC-цепей, включенных параллельно СПП. Для расчета параметров снабберных RC цепей мы используем зависимости, полученные в результате эмпирических исследований, которые с достаточной точностью позволяют рассчитать требуемые параметры. Для точного выбора параметров снабберной цепи необходимо учесть индуктивности всех проводников, их конструкцию и кривые восстановления СПП в заданном режиме работы. Рассчитать такую математическую модель очень сложно.

Предлагаем вашему вниманию базовую методику расчета снабберных RC цепей: Расчет снабберного конденсатора:

Для низкочастотных тиристорov снабберный конденсатор должен перезарядиться зарядом, равным половине заряда обратного восстановления, при этом выброс напряжения не должен превысить 80% от класса прибора.

Как правило, значение заряда обратного восстановления Q_{rr} для низкочастотных приборов дается для скорости спада анодного тока 10 А/мкс.

Таким образом:

$$C = (0.3 \div 0.6) \frac{Q_{rr}}{0.8 V_{RRM}} \quad [\text{мкФ}] = [\text{мкКл}]/[\text{В}]$$

Коэффициент 0.3 принимается в случае, если реальная скорость спада анодного тока значительно меньше 10 А/мкс.

Коэффициент 0.6 принимается в случае если реальная скорость спада анодного тока близка к 10 А/мкс.

Для тиристорov, которые восстанавливаются с большей скоростью спада (для высокочастотных тиристорov) значение Q_{rr} берется для фактической скорости спада и значение емкости рассчитывается следующим образом:

$$C = 0.5 \frac{Q_{rr}}{0.8 V_{RRM}} \quad [\text{мкФ}] = [\text{мкКл}]/[\text{В}]$$

Расчет снабберного резистора:

Величина сопротивления снабберного резистора выбирается из следующих соображений:

— резистор должен позволить за время нахождения тиристора в состоянии проводимости практически полностью разрядить конденсатор;

— скорость нарастания тока разряда снабберного конденсатора не должна превысить предельно допустимого значения скорости нарастания анодного тока для тиристора (для надежной работы величина скорости нарастания тока от снабберного конденсатора не должна превышать 15 ÷ 25 % от предельного значения di/dt);

— значение тока разряда снабберного конденсатора через открытый тиристор должно быть выше тока отпирания основной структуры;

В первом приближении величина снабберного резистора рассчитывается по формуле

$$R = (1.5 \div 2) \sqrt{\frac{L}{C}}$$

, где L – эквивалентное значение индуктивности преобразователя.

Снабберные цепи должны быть смонтированы максимально близко к тиристору.

Следует минимизировать индуктивность соединительных проводников, применять безиндуктивные резисторы.

Расчет снабберных RC-цепей по описанной выше методике представляет собой итерационный процесс, и для получения результатов, удовлетворяющих всем требованиям, могут потребоваться повторные расчеты, с скорректированными входными данными. Применение снабберных цепей позволяет улучшить режимы работы СПП.