

В.Г. Черномашенцев, канд. техн. наук,
В.А. Пацкевич, А.М. Уржумсков,
Ю.М. Зинин

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩАЯ ЗАЩИТА ТИРИСТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

В работе рассматривается новая схема быстродействующего исполнительного элемента защиты с диодным короткозамыкателем [1], позволяющая практически мгновенно снимать напряжение питания инвертора путем шунтирования его входа, при этом прерывание тока во входной цепи инвертора значительно облегчено. В предлагаемой схеме (рис. 1) исполнительного элемента, помимо увеличения быстродействия, снижены величины напряжений на элементах, что позволяет повысить надежность защиты.

При разработке новой быстродействующей системы защиты основное внимание уделялось снижению количества энергии, выделяющейся в полупроводниковых приборах ТПЧ.

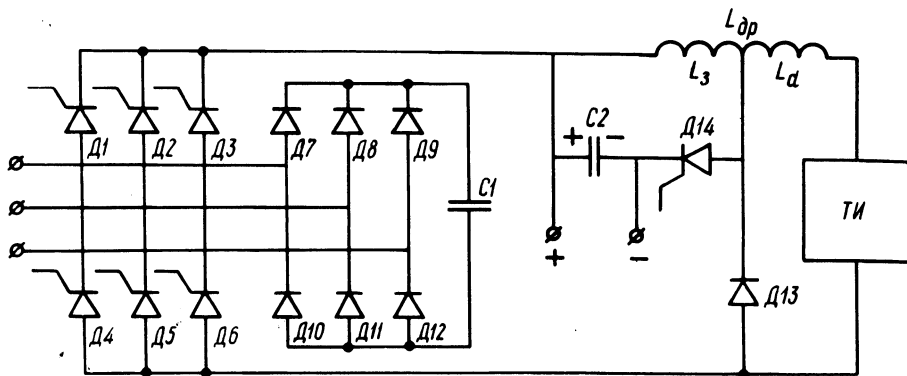


Рис. 1. Принципиальная схема блока питания инвертора с защитой.

Принцип действия исполнительного элемента разработанной системы защиты рассмотрим по схеме рис. 1. В нормальном режиме работы устройства на тиристоры выпрямителя Д1-Д6 подаются отпирающие импульсы. Тиристоры открываются и выпрямленное напряжение через дроссель фильтра $L_{др}$ подается на тиристорный инвертор (ТИ). Конденсатор С2 заряжен от отдельного источника с полярностью, указанной на рис. 1. Величина напряжения на этом конденсаторе в $1,2 \div 1,7$ раза превышает выходное напряжение выпрямителя.

В аварийном режиме сигнал от датчика поступает в блок управления выпрямителем и на тиристор Д14 исполнительного устройства защиты. При этом прекращается подача управляющих импульсов на тиристоры Д1-Д6, а тиристор Д14 подключает конденсатор С2 параллельно части дросселя. Так как напряжение на конденсаторе С2 больше выходного напряжения выпрямителя, включается диод Д13 и конденсатор оказывается подключенным параллельно выпрямителю. Диод Д13 шунтирует вход инвертора, при этом прекращается поступление энергии в инвертор. В течение времени, пока напряжение на конденсаторе С2 больше выходного напряжения выпрямителя, тиристоры Д1-Д6 находятся под обратным напряжением и восстанавливают запирающие свойства.

При большой индуктивности питающей сети для повышения быстродействия защиты целесообразно на входе преобразователя подключить диодный мост Д7-Д12, нагруженный на конденсатор С1. Это позволяет устранить затягивание тока через силовой выпрямитель и уменьшить время отключения выпрямителя ТПЧ до $10 \div 30$ мкс.

Расчет электромагнитных процессов в контуре конденсаторной защиты проведен, исходя из уравнения электрического равновесия, записанного в операторном виде в изображении по Лапласу

$$I_3(p) \left(\frac{1}{pC_3} + pL_3 \right) = \frac{U_3}{p} + I_d L_3,$$

где $I_3(p)$ - изображение тока собственного контура конденсаторного выключателя; U_3 - начальное напряжение на конденсаторе; I_d - входной ток инвертора.

Решая данное уравнение, получим выражение для тока контура защиты

$$i_3(t) = \frac{B}{\rho_3} \sin(\omega_3 t + \varphi_3),$$

где

$$\omega_3 = \frac{1}{\sqrt{L_3 C_3}}; \rho_3 = \omega_3 L_3; B = \sqrt{U_3^2 + I_d^2 \rho_3^2};$$

$$\varphi_3 = \arctg \frac{I_d \rho_3}{U_3}.$$

В интервале проводимости тиристора защиты напряжение на конденсаторе определяется уравнением

$$U_c(t) = B [-\cos(\omega_3 t + \varphi_3)].$$

Из последнего уравнения определяем время, предоставляемое на восстановление управляемости тиристоры выпрямителя t_0 , принимая $u_c(t_0) = U_d$ и $U_3 = k U_d$

Анализ полученных результатов показывает, что время t_0 зависит от k , I_d и ω_3 , т.е. от параметров устройства защиты и величины отключаемого тока.

Зависимости времени t_0 от емкости конденсатора защиты при различных значениях k и L_3 приведены на рис. 2.

Расчитанные графики позволяют определить параметры элементов защиты для ТПЧ мощностью $60 \div 120$ кВт.

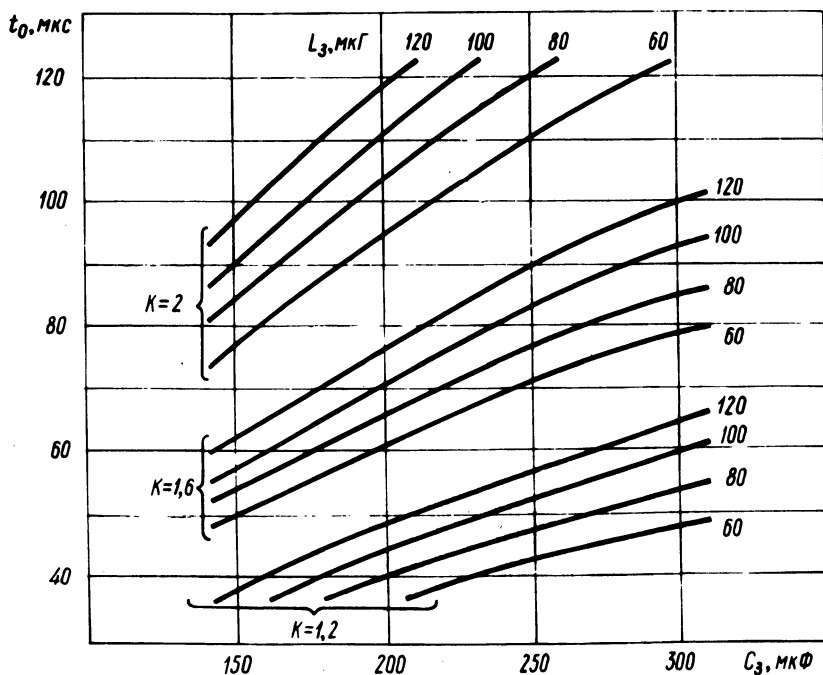


Рис. 2. Зависимость t_0 от параметров устройства защиты.

Зависимости t_0 от коэффициента нагрузки $\chi = \frac{\rho_3 I_d k}{U_3}$

приведены в [2].

Расчетом определены следующие параметры защиты для ТПЧ мощностью 60 кВт частотой 8000 Гц: $C_3 = 200$ мкФ, $L_3 = 120$ мкГ, $U_3 = 800$ В. Данные параметры позволяют при отключении тока $I_d = 120$ А, получить время восстановления $t_0 = 115$ мкс.

Экспериментальные исследования разработанной системы защиты проведены на промышленном образце преобразователя ПЧ-60-8000. Расхождение значений t_0 , полученных экспериментально и расчетным путем, не превышает 10%.

Для проверки надежности работы исполнительного элемента защиты произведено 200 автоматических отключений ТПЧ с интервалом в 1 мин при полной мощности, потребляемой от сети напряжением 3 x 380 В. Случаев отказа или иных повреждений элементов инвертора и конденсаторной защиты не зарегистрировано.

Резюме. Разработанное устройство защиты с диодным короткозамыкателем может применяться для селективного отключения тиристорных преобразователей при их питании от общего выпрямителя. Такое выполнение защиты может оказаться экономически целесообразным. Устройство защиты позволяет уменьшить перенапряжения и токи при возникновении аварийной ситуации. Поэтому рассмотренную схему защиты рекомендуется использовать в ТПЧ электротермических установок для индукционного нагрева металлов.

Л и т е р а т у р а

1. Кацнельсон С.М., Зимин Ю.М., Иванов А.В. и др. Устройство защиты источника питания. - Авт. свид. № 481964. - Бюлл. изобр., 1975, № 31.
2. Забродин Ю.С. Узлы принудительной конденсаторной коммутации тиристорov. М., 1974.

УДК 62 - 83 : : 621.313.3 - 532.3

А.И. Лapidус, канд. техн. наук

ИНДУКЦИОННО-ДИНАМИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ ДВУХСКОРОСТНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В электроприводах высокопроизводительных механизмов часто требуется интенсивное торможение и точная остановка перемещающихся узлов. Если цикл механизма состоит из движений, сопровождающихся двухкратным изменением скорости, то в этих случаях применяется электропривод с двухскоростным асинхронным двигателем. Для такого электропривода трудности в реализации требований быстрой и точной остановки возникают только при торможении с низкой скорости, так как переход с высокой скорости на низкую за счет удвоения