

## СПОСОБЫ ИСКУССТВЕННОЙ КОММУТАЦИИ В НЕПОСРЕДСТВЕННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ЧАСТОТЫ

**Пчелинцев А.В., студент; Шумяцкий В.М., доц., к.т.н.**  
*(Донецкий национальный технический университет,  
г. Донецк, Украина)*

В непосредственных преобразователях частоты отсутствуют условия для осуществления процесса естественной коммутации. Поэтому главная силовая цепь должна дополняться вспомогательной цепью искусственной коммутации. Имеется два основных способа принудительной коммутации, обеспечивающих выполнение этих функций– жесткая и мягкая коммутации.

В случае жесткой коммутации на тиристор, который должен быть отключен, от коммутирующей цепи подается отключающее его обратное напряжение.

В случае мягкой коммутации путь для тока в направлении, обратном току отключаемого тиристора, обеспечивается в обход этого тиристора и к нему прикладывается обратное напряжение, равное падению напряжения на пути прохождения импульса.

Существуют три варианта введения коммутирующего импульса в главную цепь НПЧ: через входные выводы; непосредственно в ключи НПЧ; через выходные выводы.

Основные достоинства каждого варианта присоединения коммутирующей цепи оцениваются с точки зрения максимальных напряжений, воздействующих на главные тиристоры преобразователя частоты, соотношения между параметрами коммутирующего конденсатора и энергией, запасенной в коммутирующем импульсе..

Мягкая коммутация применима только при подсоединении коммутирующей цепи непосредственно к ключам

При мягкой коммутации, при подсоединении коммутирующей цепи непосредственно к ключам коммутации, в течение промежутка времени от начала коммутации до момента, когда линейное напряжение источника достигнет своего

отрицательного максимального значения, напряжение на отключающемся двустороннем ключе близко к нулю. После этого момента времени напряжение на отключающемся ключе становится равным линейному напряжению источника. На практике при мягкой коммутации двусторонних ключей, перенапряжения на тиристоре приближаются к трехкратному  $U_{\text{лм}}$ . Кроме того, запасается энергия в коммутирующей цепи. Энергетические показатели коммутирующей цепи и трудность реализации мягкой коммутации по отношению к различным вариантам введения коммутирующего импульса, ограничивают данный вид коммутации для практического применения.

Принцип жесткой коммутации может быть применен, когда коммутирующая цепь присоединяется к входным выходам, к самим ключам или к выходным выводам НПЧ.

При жесткой коммутации на входных выводах коммутирующая цепь должна вводить импульс непосредственно между входными выводами. При этом, когда последовательно с источником введены реакторы, удерживающие коммутирующее импульсное напряжение, на тиристорах НПЧ возникают относительно большие перенапряжения, (2,5-4)-кратного амплитудного значения линейного напряжения источника  $U_{\text{лм}}$ . Кроме того, в коммутирующей цепи запасается заметное количество энергии. Снижение максимального значения коммутирующего импульсного напряжения возможно за счет увеличения общей длительности коммутации.

При жесткой коммутации на входных выводах, для поддержания коммутирующего импульсного напряжения применяются диоды, на тиристорах НПЧ возникает напряжение  $U_{\text{лм}}+E_1$ , где  $E_1$ -начальное значение коммутирующего напряжения. При этом возможен запас энергии в коммутирующей цепи.

Выше изложенное, аналогично и для случая жесткой коммутации непосредственно на ключах преобразователя. Рассмотрим одну из возможных схем реализации данного вида коммутации рис.1.

Кривые, характеризующие схему, приведены на рис.2

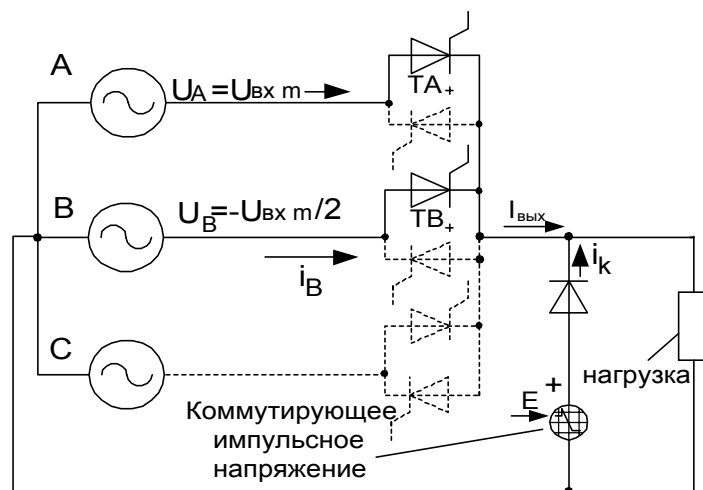


Рисунок 1. Жесткая коммутация на выходных выводах

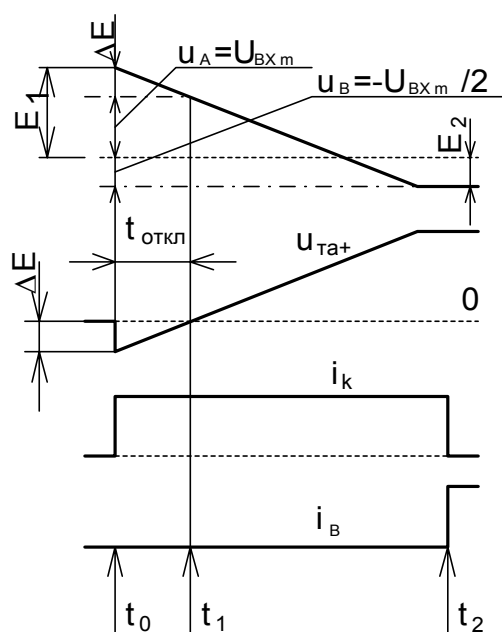


Рисунок 2. Кривые, иллюстрирующие процесс коммутации на выходных выводах

Как видно из работы схемы, жесткая коммутация на выходных выводах приводит к перенапряжению на тиристорах НПЧ, составляющим  $2U_{ВХм} + \Delta E = 1,15U_{лм} + \Delta E$ . В принципе  $\Delta E$  может быть установлено на любом уровне. Однако чем меньше оно, тем большая при данном времени отключения прибора требуется коммутирующая емкость и тем больше будет общая продолжительность коммутации. При этом способе коммутации энергия не запасается в коммутирующей цепи.

Это дает возможность сделать вывод, что применение жесткой коммутации на выходных выводах является в НПЧ наиболее приемлемым и применяется в реальных схемах.