

ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ СЕТОЧНОЙ ЗАЩИТЫ ИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Л. В. Трубецков, И. В. Гаврилов, Н. Н. Свириденко

Х а р ь к о в

Ионные преобразователи широко применяются в схемах электролиза, на транспорте, в электроэнергетике и в промышленных электроприводах. Основным потребителем преобразователей в электроприводе являются прокатные станы. За последнее время в главных электроприводах непрерывных прокатных станов используются исключительно ртутные преобразователи. Несмотря на определенные успехи, достигнутые при разработке силовых управляемых полупроводниковых вентилях (тиристорах), задача создания высоконадежных ионных преобразователей остается весьма актуальной.

Применение ртутных преобразователей для реверсивных электроприводов средней и в особенности большой мощности в нашей стране пока ограничено, что связано с недостаточной надежностью ртутных вентилях, выпускаемых отечественной промышленностью. Впервые ртутные вентили в мощной реверсивной схеме были применены на главном приводе блуминга Челябинского металлургического завода.

Наиболее частой причиной аварийных режимов, возникающих в ртутных выпрямителях, является обратное зажигание, которое приводит к простоям оборудования, расстройству технологии, выходу из строя и поломке валков, подгару и перекрытию коллекторов двигателей. Так как обратное зажигание представляет собой глухое короткое замыкание двух и более фаз питающего трансформатора, то развитие его (при нарушениях в работе защиты) может привести к повреждению силового оборудования преобразовательного агрегата.

Надежная работа вентилях ионных преобразовательных агрегатов во многом зависит от надежности средств защиты от перегрузок при прямом и обратном токах.

В установках ионного электропривода помимо аппаратуры, применяемой в обычных приводах, устанавливается аппаратура защиты и контроля ртутных выпрямителей. Ввиду того, что ртутный выпрямитель является практически безынерционным аппаратом, естественно предъявить к защите требование безынерционности.

В настоящее время основной защитой от перегрузок при прямом и обратном токе являются быстродействующие автоматические выключатели, устанавливаемые в анодных и катодных цепях.

Эффективность защиты будет максимальной, если ее быстроедействие позволит ликвидировать аварийный процесс до полного его развития. Короткие замыкания или обратные зажигания развиваются в главных цепях за время, исчисляемое десятками микросекунд. Исключительно большой эффективностью обладала бы защита со временем срабатывания в единицы микросекунд.

Выключатель может погасить дугу на своих контактах после того, как контакты разойдутся на расстояние больше одного миллиметра, т. е. для эффективной защиты контакты выключателя за одну микросекунду должны раздвинуться на расстояние не менее одного миллиметра. Рассмотрим, реально ли такое требование.

Допустим, что сила, осуществляющая движение, постоянна; тогда движение будет равноускоренным и для него справедливы равенства

$$F = ma; S = \frac{at^2}{2}.$$

Эти уравнения позволяют по заданному пути и времени, за которое этот путь должен быть пройден, определить необходимое усилие

$$F = \frac{2PS}{981t^2} \text{ кг},$$

где P — вес контакта, кг;

S — путь контакта, см;

t — время движения, сек;

$m = \frac{P}{981}$ (981 см/сек² — ускорение силы тяжести).

Предположив, что вес контакта равен одному килограмму, и, подставив в формулу соответствующие значения

$$S = 0,1 \text{ см}; t = 10^{-6} \text{ сек}; P = 1 \text{ кг},$$

узнаем, что для достижения поставленной задачи потребуется сила в 200 тыс. т.

Если развить такую силу весьма трудно, то совершенно немыслим столь прочный материал, который мог бы выдержать напряжение, неизбежное при таких усилиях. Кроме того, необходимость больших усилий — не единственное препятствие для достижения малого времени отключения. Здесь играют большую роль ограниченное нарастание потока в магнитной цепи, зависимость времени гашения дуги между контактами от силы магнитного дутья, величины тока и другие причины.

На наш взгляд, наиболее эффективно применение сеточной защиты, воздействующей на преобразователь через его цепи управления. В идеальном случае быстроедействующая сеточная защита должна без задержек отключать выходные цепи системы сеточного управления от сеток преобразователя и с выдержкой времени, обеспечивающей полную деионизацию плазмы, ввести преобразователь в работу без отключения последнего масляным выключателем.

Из вышесказанного вытекают основные требования, предъявляемые к сеточной защите:

1. Датчики, управляющие моментом вступления защиты в действие, должны быть безынерционными.
2. Быстроедействие сеточной защиты должно обеспечивать ее ввод в действие еще до полного развития аварийного режима.
3. Защита должна действовать селективно, т. е. запирает только те аноды, которые участвуют в развитии аварийного процесса.

4. Представляя защиту как систему автоматического регулирования, отметим, что все существующие в настоящее время защиты являются разомкнутыми (не имеют обратной связи по аварийному процессу). Естественно, что наиболее эффективной защита будет в том случае, когда она сможет произвести автоматическое повторное включение сразу же по восстановлении вентильной прочности прибора. Для этого логично использовать обратную связь по аварийному режиму, разрешающую повторное включение агрегата после ликвидации аварии.

5. Защита должна обеспечивать быструю деионизацию плазмы.

В настоящее время, благодаря широкому внедрению полупроводниковой техники в схемах защиты, целесообразно использовать бесконтактные автоматические переключающие устройства. Применение бесконтактных элементов создает реальную возможность для построения сеточной защиты, по своим параметрам близкой к идеальной.

Рассмотрим эти возможности.

1. Датчики аварийного режима могут быть выполнены как насыщающиеся трансформаторы, выдающие сигнал либо при росте тока выше установленного значения, либо при обратном зажигании (в зависимости от полярности включения подмагничивающей обмотки). Основным положительным качеством таких датчиков является полная их безынерционность. На время выдачи сигнала датчики задерживают развитие аварийного процесса.

2. Необходимое быстродействие сеточной защиты может быть обеспечено при использовании в качестве исполнительного органа бесконтактных переключающих устройств, например, тиристоров.

3. Требование селективности действия защиты легко осуществимо в том случае, когда датчики контролируют ток в каждом отдельном вентиле. Наличие отдельных датчиков позволяет собрать селективно работающие защиты применительно к любой силовой схеме преобразователя.

4. Обратная связь в схеме защиты может быть создана при условии, что тиристор, будучи открыт одиночным импульсом, продолжает проводить ток после снятия управляющего импульса и запирается только после снижения анодного тока до величины, меньше тока удержания.

5. Быстрая деионизация плазмы обеспечивается созданием низкоомных цепей для тока деионизации.

В последнее время предложен ряд схем сеточных защит, в большей или меньшей степени реализующих сформулированные выше требования [3, 4, 5, 7, 8].

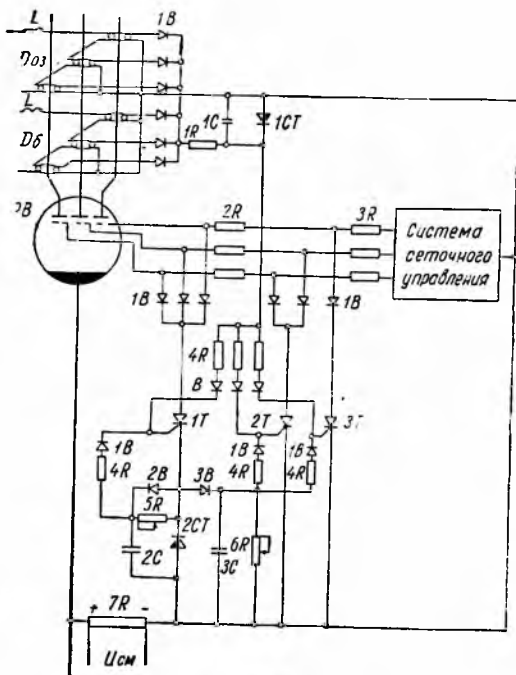


Рис. 1.

В качестве примера рассмотрим схему, разработанную на кафедре «Промышленная электроника» ХИРЭ.

В устройстве использованы датчики обратных зажигания и датчики большого прямого тока. Эти датчики представляют собой магнитопроводы, насыщенные благодаря действию обмотки подмагничивания и имеющие, кроме того, обмотку, обтекаемую анодным током, и выходную обмотку. Датчики обратного зажигания и прямого большого тока имеют

различные начальные подмагничивания. Работа датчиков показана на рис. 1, 2.

При возникновении аварийного режима датчик генерирует импульс, который через формирующее устройство отпирает тиристоры $1T$, $2T$, $3T$. Сеточные сопротивления в схеме разделены ($2R$, $3R$) для обеспечения анодного питания тиристоров $1T$, $2T$, $3T$. Через тиристор $1T$ идет ток под действием напряжения источника смещения $U_{см}$ благодаря плазме в ртутном выпрямителе, созданной большим прямым током или током обратного зажигания. В момент перехода аварийного тока через нуль в ртутном выпрямителе происходит интенсивная деионизация благодаря малому сопротивлению контура, в котором действует источник смещения. Ток деионизации (при по-

мощи стабилитрона) используется для поддержания тиристоров $2T$ и $3T$ в открытом состоянии. Эти тиристоры снимают отпирающие импульсы с сеток вентилях, соединяя выход системы сеточного управления через сопротивления $3R$ непосредственно с нулевой точкой системы сеточного управления.

После прекращения электронным реле тока деионизации с выдержкой времени (цепочка $6R$, $3C$) тиристоры $2T$ и $3T$ запираются. Выдержка времени выбирается такой, которая обеспечивает восстановление вентиляльной прочности прибора. После этого происходит автоматическое повторное включение вентиля в работу. Использование двух тиристоров $2T$ и $3T$ необходимо для создания скважности между импульсами, если длительность каждого импульса 120° и больше.

Таким образом, при помощи тиристора $1T$ создается цепь обратной связи, позволяющая согласовать время действия защиты с состоянием плазмы в приборе. Ввод преобразователя в работу происходит с выдержкой времени. Время отсчитывается с момента окончания аварийного процесса. Безынерционные датчики позволяют осуществить безынерционное включение схемы защиты в действие. Бесконтактные переключающие устройства (тиристоры) позволяют осуществить быстродействующее срабатывание защиты.

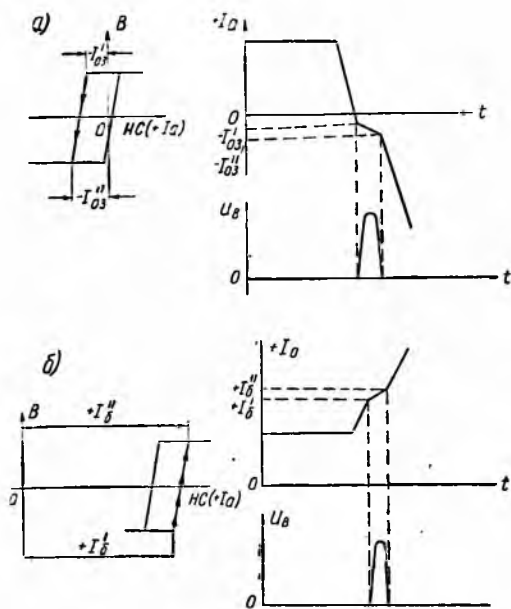


Рис. 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы 4-й Всесоюзной конференции по автоматизированному электроприводу, М., 1964.
 2. А. И. Голубев. Быстродействующие автоматические выключатели. Госэнергоиздат, М., 1955.
 3. С. Д. Соколов. Схемы быстродействующей сеточной защиты тяговой п/ст ЦНИИ, М., 1960.
 4. Применение ртутных вентилей в электроприводе, «Электротехническая промышленность за рубежом». М., 1960.
 5. Р. И. Мирошниченко. Обратные зажигания и борьба с ними, Трансжелдориздат, М., 1960.
 6. И. Л. Каганов. Электронные и ионные преобразователи тока. ОНТИ НКТП, СССР, М., 1937.
 7. Мелик-Саркисов. Защита электропередачи постоянного тока. Известия НИИ постоянного тока, сб. 2. М., 1957.
 8. Мелик-Саркисов. Применение полупроводниковых триодов в защите преобразователей. Известия НИИ постоянного тока, сб. 8. М., 1961.
-