

УДК 621.313.8

Автоматы гашения магнитного поля современных синхронных генераторов и компенсаторов

Лойко К.Г., Куницкий И.О.

Научный руководитель – к.т.н., доцент БУЛАТ В.А.

Гашение магнитного поля является единственным способом, позволяющим ограничить размеры повреждений электрических машин при внутренних коротких замыканиях. Проблема наиболее быстрого гашения поля получила оптимальное и принципиально новое решение, которое было основано на свойствах катода короткой электрической дуги, в 50-е гг. прошлого столетия так как именно тогда вопрос о наиболее быстром гашении поля стал особенно острым в связи с ростом мощности синхронных машин и применением форсированного возбуждения. Оказалось, что по скорости гашения поля новый способ превосходил все известные способы, позволяя просто и надежно гасить поле электрических машин – от сравнительно небольших до самых крупных, выпускаемых или проектируемых в настоящее время. Поэтому было принято решение разработать основанную на новом принципе серию автоматов гашения поля для всех турбо- и гидрогенераторов, а также для крупных синхронных машин и машин постоянного тока. Гашением поля называют процесс, заключающийся в быстром сведении магнитного потока возбуждения электрических машин к величине, близкой к нулю. Простейшим способом гашения поля является отключение обмотки возбуждения. Однако при этом, вследствие большой индуктивности цепи, на зажимах обмотки возбуждения возникают значительные перенапряжения, способные вызвать пробой изоляции. Поэтому при гашении поля прибегают к замыканию обмотки возбуждения на разрядное сопротивление или на встречно-действующую электродвижущую силу. Аппараты выполняющие эту операцию, называются автоматами гашения поля.

Существует множество способов гашения поля:

- разряд обмотки возбуждения на постоянное активное сопротивление;
- противовключение возбудителя;
- разряд обмотки возбуждения на электрическую емкость;
- разряд обмотки возбуждения на динамическую емкость;
- разряд обмотки возбуждения на карборундовое сопротивление;
- разряд обмотки возбуждения на полупроводниковый выпрямитель;
- разряд обмотки возбуждения на дугогасительную решетку;
- гашение поля при ионном возбуждении.

Последние два способа, приведенные выше, являются наиболее распространенными. Они обеспечивают условия гашения поля близкие к оптимальным. Оптимальными являются такие условия гашения поля, при которых продолжительность процесса имеет наименьшую возможную величину. При этом напряжение на обмотке возбуждения не должно превосходить величины U_m , предельно допустимой по условиям электрической прочности изоляции.

Для наиболее быстрого гашения поля необходимо, чтобы падение напряжения на разрядном сопротивлении сохранило постоянное значение при изменяющемся по величине токе. Значит, сопротивление разрядной цепи должно изменяться обратно пропорционально току. При оптимальных условиях продолжительность процесса гашения поля в 4,6 раза меньше, чем при постоянном разрядном сопротивлении.

Автомат гашения поля АГП-1 явился первым промышленным образцом аппаратов гашения поля, принцип работы которых основан на свойствах катода

короткой электрической дуги. Результаты его эксплуатации подтвердили правильность основных идей гашения поля, которые были заложены в его конструкцию. При разработке новой серии автоматов конструкция была упрощена, их габариты сильно уменьшены, эксплуатационные характеристики улучшены, но принципиальная схема автоматов осталась в своей сущности той же.

Если автоматы АГП-1 являются поляризованными, то автоматы новой серии, начиная с АГП-12, не поляризованы. Это повышает надежность защиты турбо- и гидрогенераторов.

Автоматы АГП-1 требовали так называемой «формовки» на местах установки. «Формовка» заключается в том, что перед вводом в эксплуатацию требуется произвести автоматом несколько процессов гашения поля защищаемой машины при всевозрастающих по величине токах. В аппаратах новой серии, начиная с АГП-12, это неудобство было устранено, и их можно вводить в эксплуатацию без предварительной «формовки». Автоматы новой серии для крупных машин, в отличие от первых образцов, включаются в оба полюса цепи возбуждения. Это повышает надежность защиты и в некоторых случаях позволяет отказаться от гашения поля в цепи возбуждения возбудителя. Однако это не исключает возможности и однополюсного включения автоматов.

Автомат АГП-1 имели одну катушку расцепителя. При разработке автоматов новой серии была предусмотрена возможность иметь три независимых системы расцепителя, впервые такая система была применена на автомате АГП-12. Это позволяет осуществить независимую работу нескольких систем защиты, воздействующих на автоматы гашения поля.

При гашении поля турбогенераторов продолжительность процесса в основном определяется временем затухания вихревых токов, возбуждаемых в теле ротора. Ускорить затухание вихревых токов можно реверсированием на короткий промежуток времени тока в обмотке возбуждения. Это ускоряет процесс гашения поля в 8–10 раз. Автоматы новой серии, начиная с АГП-12, позволяют осуществить такой процесс.

В настоящее время широко используются автоматы гашения поля ЛПО «Электросила». При использовании этих автоматов гашение поля протекает в 4–6 раз быстрее, чем с помощью разрядного резистора. В системах возбуждения с тиристорами возможно гашение поля путем перевода их в инверторный режим, при котором энергия, накопленная в обмотке возбуждения, отдается возбудителю или выпрямительному трансформатору. При этом процесс гашения поля оказывается аналогичным процессу гашения с помощью дугогасительной решетки. Разница состоит лишь в том, что перевод тиристоров в инверторный режим происходит почти мгновенно, без разрыва цепи возбуждения. При наличии двух групп тиристоров в инверторный режим переводится форсировочная группа тиристоров (а рабочая отключается), так как более высокое напряжение тиристоров форсировочной группы позволяет быстрее погасить магнитное поле. Поскольку напряжение форсировочной группы выбирают равным предельному напряжению возбуждения, которое составляет не более $(2-4) U_{\text{ном}}$, что меньше наибольшего допустимого напряжения, то время гашения магнитного поля в этом случае несколько больше, чем при использовании дугогасительной решетки.

Литература

1. Брон О.Б. Автоматы гашения магнитного поля. – М.: Госэнергоиздат, 1961. – 138 с.
2. Шенфер К.И. О методах гашения магнитного поля больших синхронных машин // сб. Электричество. – 1931. – № 20. – 69 с.

3. Брон О.Б., Образцов В.А. Гашение поля синхронных машин // сб. Электричество. – 1957. – № 7. – 118 с.
4. Брон О.Б., Образцов В.А., Брон Е.М. Серия автоматов гашения поля // сб. Электросила. – 1959. – № 18. – 89 с.
5. Брон О.Б., Образцов В.А., Брон Е.М. Серия автоматов гашения поля // сб. Ленинградская промышленность. – 1958. – № 4. – 78 с.