

ОГРАНИЧЕНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ ТОКОВ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА В СИСТЕМЕ ГЕНЕРАТОР-ДВИГАТЕЛЬ

Введение. Электрические машины постоянного и переменного тока, входящие в состав электроприводов, являются неотъемлемой частью большинства технологических механизмов всех областей промышленности. Некачественное обслуживание, нарушение режимов работы электроприводов, старение конструкционных материалов приводит к выходу из строя электрических машин. Однако качество ремонта по технологическим показателям, как правило, не отвечает уровню технологии производства электрических машин даже при одинаковых характеристиках используемого ремонтного оборудования и материалов, что приводит к изменению характеристик отремонтированной машины. Рост количества отказов электрических машин, возвращенных в технологический процесс после ремонта, объективно указывает не только на необходимость определения нового паспорта, но и на составления рекомендаций по дальнейшему использованию отремонтированной электрической машины [1].

Системы динамического нагружения [2], исключая внешние механические нагрузочные устройства в ходе послеремонтных испытаний, позволяют реализовывать целый класс нагрузок, в том числе и диагностических, нереализуемых в статических системах нагружения.

Реализация динамического нагружения возможна в системе Г-Д, работающей в режиме автоколебаний [3]. Этот режим возникает при смешанном возбуждении генератора или двигателя, с определенным сочетанием магнитных потоков обмоток возбуждения. Достоинством данной системы наиболее полно проявляется для электроприводов, работающих по системе «генератор-двигатель». В этом случае появляется возможность испытания двигателя непосредственно на рабочем месте, что позволяет проверить не только работоспособность генератора или двигателя отдельно, но и возможность и качество их совместной работы. Использование такой системы нагружения не требует формирования сложных управляющих воздействий, однако в резонансном режиме значение тока в силовой цепи может значительно превышать допустимое значение, что недопустимо.

Постановка задачи исследования. Целью данной работы является исследование возможности ограничения тока в силовой цепи в системе «генератор-двигатель», работающей в автоколебательном режиме, при нагружении испытуемых двигателей.

Результаты исследования. Наибольший интерес для создания систем нагружения представляют генераторы смешанного возбуждения так как они не требуют дополнительных источников питания для возбуждения в отличие от синхронных генераторов и генераторов постоянного тока с независимым возбуждением.

Схема замещения системы генератор - двигатель с генератором со смешанным возбуждением приведена на рисунке 1. Модель генератора постоянного тока смешанного возбуждения, работающего в режиме самовозбуждения, описывается системой дифференциальных уравнений вида:

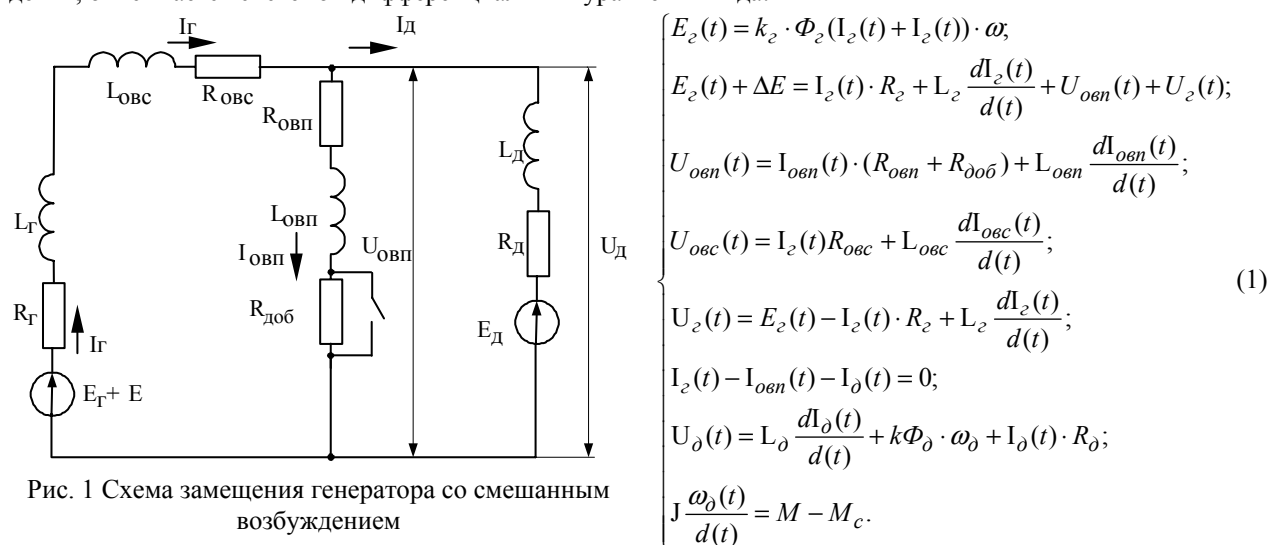


Рис. 1 Схема замещения генератора со смешанным возбуждением

Как отмечалось выше, при работе в резонансном режиме токи в силовой цепи значительно превышают допустимые значения и могут по амплитуде приближаться к токам короткого замыкания [3]. Для уменьшения тока, протекающего в силовой цепи и расширения регулировочных способностей системы нагружения, необходимо регулировать магнитный поток генератора. Изменение магнитного потока возможно за счет шунтирова-

ния последовательной обмотки возбуждения или введения добавочного сопротивления в параллельную обмотку возбуждения. Поскольку через последовательную обмотку протекают большие токи регулирование возбуждения с ее помощью проблематично (необходимость использования более мощной коммутационной аппаратуры, большие потери энергии при введении дополнительного сопротивления). Следовательно, более рационально уменьшать магнитный поток в параллельной обмотке возбуждения, вводя в цепь дополнительное сопротивление $R_{доб}$, что в итоге приведет к уменьшению тока, формирующего магнитный поток.

В зависимости от величины и продолжительности введения сопротивления можно получить переходные процессы различного характера. На рисунке 2 приведена схема системы нагружения, реализующей предложенные принципы регулирования.

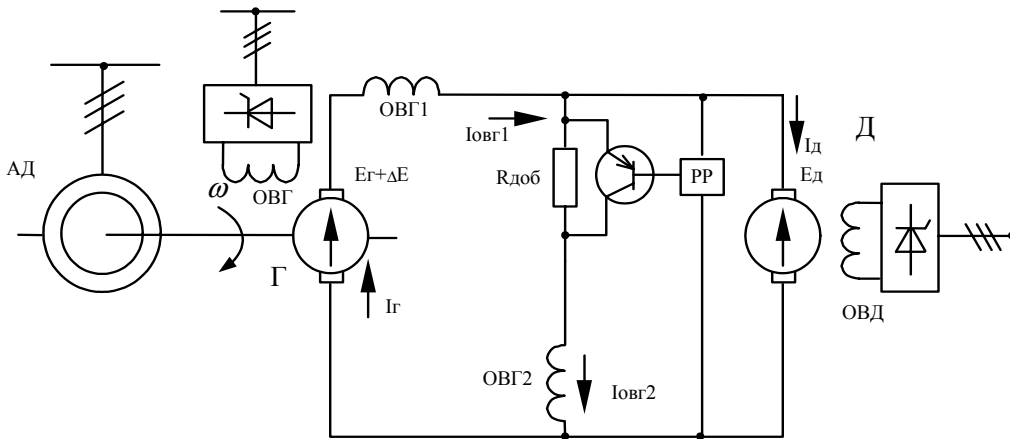


Рис. 2 Схема нагружения двигателя постоянного тока с использованием генератора со смешанным возбуждением

Для исследования режима автоколебаний в среде пакета Matlab была построена математическая модель системы нагружения с генератором смешанного возбуждения и двигателем независимого возбуждения (рис. 3). В модели приняты следующие обозначения: $k\Phi$, $k\Phi_r$ – магнитный поток двигателя и генератора; W_{Π} , W_c – количество витков параллельной и последовательной обмоток возбуждения генератора (ОВГ); L_B – индуктивность параллельной ОВГ; T_{Σ} – суммарная электромагнитная постоянная времени двигателя, генератора и последовательной ОВГ, R_{Σ} – суммарное сопротивление двигателя; T_M – электрохимическая постоянная времени двигателя.

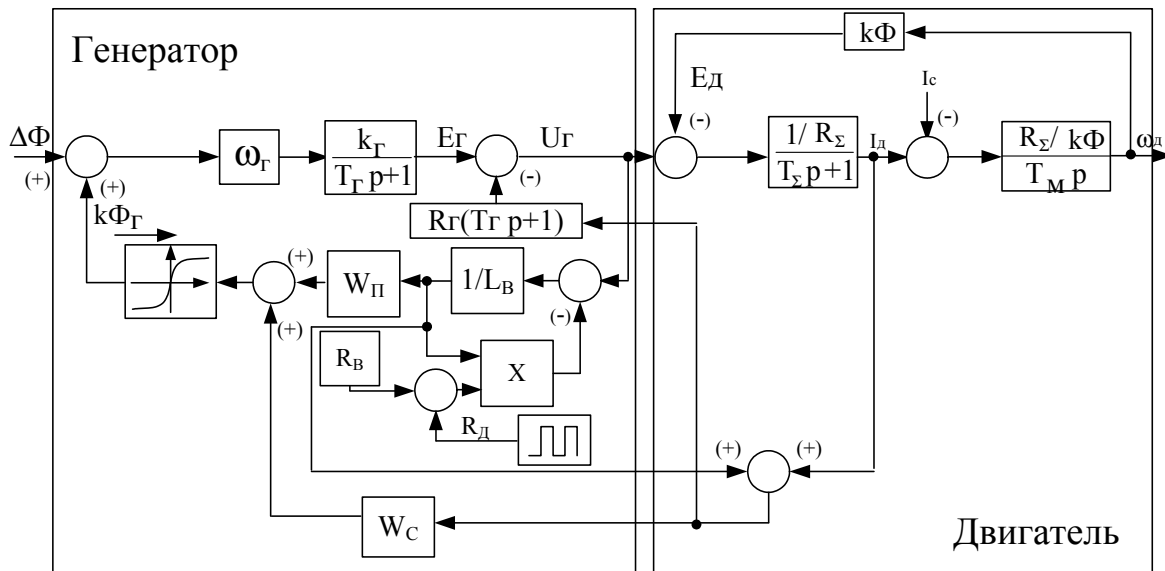


Рис. 3 Модель системы динамического нагружения с генератором смешанного возбуждения и двигателем независимого возбуждения

Для моделирования процессов, протекающих в системе нагружения, были взяты генератор и двигатель одной мощности с паспортными данными: $P_{ном} = 32$ кВт, $U_{ном} = 220$ В, $I_{ном} = 165$ А, $n_{ном} = 760$ об/мин, $\Phi_{ном} = 2,9 \cdot 10^{-2}$ Вб.

Анализ результатов показал, что при увеличении частоты коммутации вентиля увеличивается эффективное значение тока, протекающего в системе динамического нагружения, и на частоте, которая соответствует резонансной частоте системы электропривода, достигает своего максимума. При дальнейшем увеличении частоты коммутации ток начинает снова убывать (рис. 4).

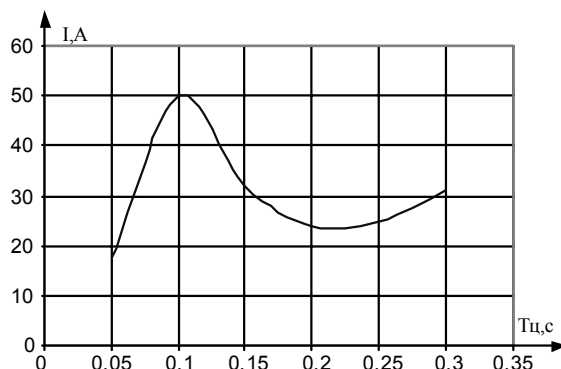


Рис. 4 Зависимость эффективного тока от частоты коммутации сопротивления

Следует отметить, что при изменении сопротивления в параллельной обмотке возбуждения изменяется ее электромагнитная постоянная времени (рис. 5). Это приводит к тому, что переходные процессы, имеющие место в обмотке возбуждения протекают за разное время. Данный факт следует учитывать при выборе скважности коммутации добавочного сопротивления. Следует отметить, что на переходные процессы влияет величина вводимого сопротивления. Так, при введении большого сопротивления в системе, процессы протекают быстрее, чем в системе с меньшим сопротивлением.

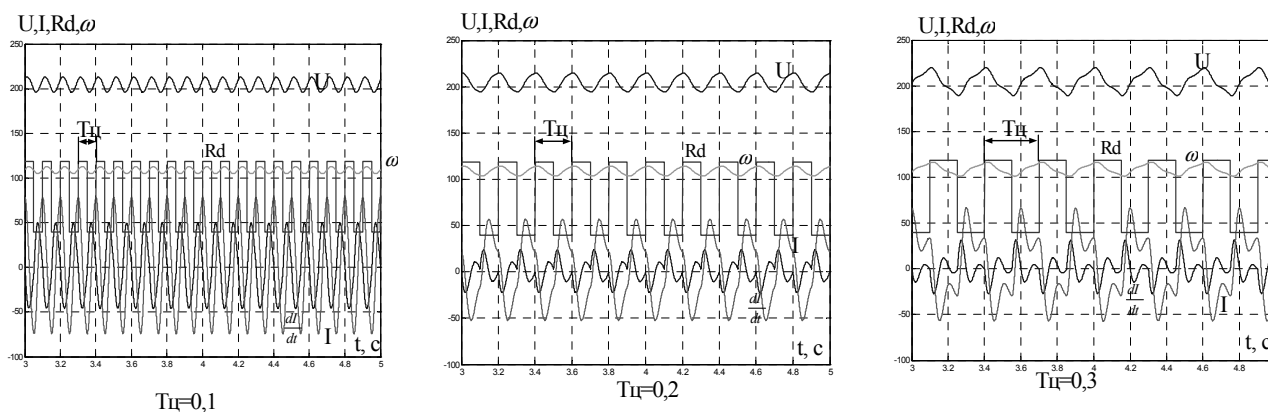


Рис. 5 Переходные процессы в системе динамического нагружения с разными периодами коммутации добавочного сопротивления

Выводы. В результате исследования системы нагружения с генератором смешанного возбуждения, работающем в автоколебательном режиме, установлено, что формирование алгоритмов управления потоком параллельной обмотки возбуждения позволяет ограничить резонансные токи в силовой цепи. Однако даже при резонансной частоте эффективное значение тока не достигает своего номинального значения, что значительно сужает область применения такого метода. Также требует дальнейшего рассмотрения вопрос создания автоматической системы регулирования выходного напряжения генератора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергиенко С.А., Черный А.П. О необходимости испытаний электрических машин с учетом технологической нагрузки// Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету, 2004, випуск 15 – с. 136-141
2. Родькин Д.И. Системы динамического нагружения и диагностики электродвигателей при послеремонтных испытаниях. – М.: НЕДРА, 1992. – 236 с.
3. Коваль В.А. Система нагружения двигателя постоянного тока с использованием автоколебательного режима// Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського.4/2008 випуск 51 Частина 2 – с.66-69