

– Возможность отправки электронных писем в технический отдел. Каждый пользователь может отправить письмо с описанием вопроса или ошибки с указанием сроков выполнения.

– Реализован механизм обмена данными с другими БД на платформе 1С: Предприятие. Зачисленные студенты автоматически появляются в БД «Деканат» из приемной комиссии. Так же синхронизированы базы данных бухгалтерии с АСУ «Деканат».

• Следует также отметить, что функционал конфигурации АСУ «Деканат» постоянно расширяется. В перспективе в данной конфигурации появятся следующие возможности:

– Создание группы «Профком студентов» – увеличение количества функций пользователей данной группы, добавлены возможности учета профсоюзных взносов и т.д.

– Возможность работы с договорами студентов – начисление доходов от платных образовательных услуг, внесение оплаты по договорам, учет задолженности студентов.

Подводя итог, можно сказать, что на сегодняшний день АСУ «Деканат» включает в себя все необходимые возможности для работы с делами студентов, учета успеваемости, контингента и расчетов со студентами.

А.С. Плехов, Ю.С. Федосенко
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЕНСАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОЙ РАБОТЫ СУДОВОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

В статье рассматриваются вопросы чувствительности электроэнергетической судовой системы к кратковременным нарушениям нормального режима электроснабжения вследствие подключения мощного асинхронного электропривода, либо его механической перегрузки. Предложены технические решения для ограничения токов при пуске грузовых насосов танкера и других мощных электроприводов с возможностью динамического управления реактивной мощностью, генерируемой в сеть в целях обеспечения устойчивости судовой энергосистемы.

1. Цель исследования

Обязательными для любой электроэнергетической системы являются установившийся и переходный режимы. Допуская возможность отождествления понятий «переходный режим» и «переходный процесс» (переход), следует иметь в виду, что режим – более широкое понятие и включает в себя множество процессов, в том числе нормальные, аварийные и послеаварийные переходные процессы [1].

Особенностями судовых систем, влияющими на переходные процессы в них являются:

– отсутствие мощной сети и, следовательно, наличие резкого изменения значений напряжения и частоты тока сети при набросах нагрузки и авариях;

– наличие значительно меньших постоянных времени электрических цепей системы и связанных с этим больших скоростей протекания электромагнитных переходных процессов;

– соизмеримость мощностей генераторов и приводов и связанные с этим более тяжелые переходные режимы.

Основную часть нагрузки СЭС составляют асинхронные двигатели, свойства которых существенно проявляются в характере переходных процессов всего узла нагрузки.

2. Анализ условий устойчивости.

Анализ статической устойчивости асинхронных двигателей можно осуществлять на основе статических характеристик. Для построения статической характеристики асинхронного электродвигателя обычно используют упрощенную Г-образную схему замещения, представленная на рис.1, в которой не учитываются потери активной мощности в стали, а также активные потери в статоре.

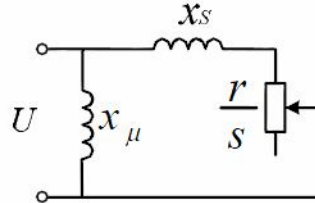


Рис. 1. Схема замещения асинхронного двигателя

Активная мощность, потребляемая двигателем, определяется как произведение вращающего момента на угловую скорость вращения магнитного потока двигателя. Данная скорость при неизменной частоте питающей сети остается постоянной при любом скольжении двигателя, и поэтому вращающий момент двигателя $M_{ЭМ}$ пропорционален его активной мощности. В относительных единицах вращающий момент двигателя принимается равным потребляемой им активной мощности.

Зависимость активной мощности от скольжения определяется выражением

$$P = I^2 \frac{r}{s} = \frac{U^2}{x_s^2 + (r/s)^2} \cdot \frac{r}{s} = \frac{U^2 r s}{x_s^2 s^2 + r^2}. \quad (1)$$

Статическая устойчивость асинхронного двигателя будет осуществляться только в тех случаях, когда рабочие точки располагаются на восходящей части характеристики двигателя, для которой справедливо соотношение

$$\frac{dP}{ds} > 0. \quad (2)$$

Таким образом, критерием статической устойчивости асинхронного двигателя является положительный знак избыточного момента dP при увеличении скольжения s .

Следует отметить, что в общем случае, когда $P_{max} \neq const$, критерий статической устойчивости асинхронного двигателя имеет вид

$$\frac{dP}{ds} - \frac{dP_{max}}{ds} > 0. \quad (3)$$

Напряжение, при котором электромагнитная мощность, развиваемая двигателем, становится равной механической мощности ($P_0 = P_m$), называют критическим, и его значение определяется выражением

$$U_{кр} = \sqrt{2P_0 x_s}. \quad (4)$$

Запас устойчивости двигателя по напряжению в этом случае оценивается коэффициентом запаса, вычисляемым по выражению

$$k_U = \frac{U_0 - U_{кр}}{U_0} 100\% . \quad (5)$$

Большие возмущающие воздействия на систему электроснабжения приводят к снижению напряжения на зажимах двигателя и изменению механического момента на валу двигателя.

Чтобы сохранить устойчивость двигателя, необходимо своевременно восстановить напряжение. Если прежнее значение напряжения будет восстановлено при скольжении s_1 , меньшем чем $s_{пр}$, то на вал двигателя начнет действовать ускоряющий избыточный момент ΔM_1 , который вернет двигатель в устойчивый режим работы со скольжением s_0 .

Если восстановление произойдет при скольжении s_2 , которое превышает $s_{пр}$, то избыточный момент ΔM_2 будет иметь тормозной характер, скольжение будет продолжаться увеличиваться и двигатель опрокинется.

Аналогичная картина будет наблюдаться при увеличении механического момента на валу асинхронного двигателя.

Таким образом, как при снижении напряжения, так и при увеличении механического момента $M_{МЭХ}$, вызванного набросом нагрузки, возмущение должно быть снято до достижения скольжением значения $s_{пр}$. Но для практической реализации противоаварийного управления в системах электроснабжения необходимо знать время, в течение которого будет достигнуто то или иное значение скольжения. Для этого необходимо решить уравнение движения ротора асинхронного двигателя, которое можно записать в виде

$$Tj \frac{ds}{dt} = M_{МЭХ} - M_{ЭМ} , \quad (6)$$

где Tj – постоянная инерции ротора агрегата «двигатель – механизм».

Пуск двигателей – нормальный переходный процесс, который заключается в переходе двигателей и соответствующих рабочих механизмов из неподвижного состояния ($\omega = 0$) в состояние вращения с нормальной скоростью ($\omega = \omega_0$).

Пуск двигателей рассматривается с точки зрения нормальной работы системы электроснабжения. При расчете пуска двигателей решаются такие основные задачи, как:

- определение пускового тока двигателя;
- определение остаточного напряжения на выводах двигателя;
- определение пускового момента;
- оценка возможности группового пуска двигателей.

Во время пуска двигатель должен развивать вращающий момент, необходимый для преодоления момента сопротивления механизма и для создания определенной кинетической энергии вращающихся масс агрегата. При этом он потребляет значительно большее количество энергии, чем в нормальном режиме, что сопровождается увеличением пускового тока. Кратность пускового тока по отношению к номинальному составляет при пуске с короткозамкнутым ротором – 5...8.

Для повышения надежности работы ответственных электроустановок при кратковременных понижениях или отключениях напряжения в питающей сети используется самозапуск электродвигателей.

Перерыв питания должен быть таким, чтобы к моменту восстановления питания частота вращения самозапускаемых двигателей была больше нуля, и значение остаточного напряжения на зажимах электроприемников должно быть таким, чтобы вра-

щающий момент электродвигателей превышал статический момент сопротивления механизмов.

Необходимо отметить, что в процессе самозапуска и повторного пуска асинхронные электродвигатели потребляют преимущественно реактивную мощность. Электропотребление выбегающего асинхронного двигателя, сохранившего связь с питающей энергосистемой, также носит в основном реактивный характер. Реактивный характер тока пуска и самозапуска асинхронных двигателей при преимущественно реактивном характере эквивалентного сопротивления питающей энергосистемы и генераторов собственных нужд приводит к практически максимально возможному снижению напряжения в узлах нагрузки в послеаварийных режимах. Данное обстоятельство лимитирует суммарную мощность приводов, участвующих в повторном пуске и самозапуске и приводит к увеличению времени раскрутки каждой из ступеней и времени паузы между ступенями повторного пуска. В целом это приводит к увеличению продолжительности послеаварийных режимов. В целях сокращения этой продолжительности можно рекомендовать включение устройств компенсации реактивной мощности на свою максимальную мощность в режимах самозапуска и автоматического повторного пуска.

3. Результаты исследования.

В практике проектирования применяются методы, основанные на рассмотрении статических режимов и предусматривающие большие запасы устойчивости [2]. Поэтому зачастую при проектировании не прибегают к устройствам динамической компенсации. Однако тенденции к оптимизации массогабаритных показателей оборудования, к увеличению степени использования установленной мощности и к развитию СЭС при модернизации требуют улучшения использования возможностей генерирующего оборудования. В этих целях целесообразно использование быстродействующих систем компенсации реактивной мощности в СЭС переменного тока.

Авторы предлагают использовать компенсирующее устройство в составе двухзвенного преобразователя частоты [3, 4, 5] для обеспечения плавного пуска асинхронных двигателей привода грузовых насосов (рис. 2). По известной схеме приводные асинхронные двигатели грузовых насосов в количестве, например, 12 штук поочередно запускаются через двухзвенный преобразователь частоты с током статора, не превышающем двукратного номинального. После достижения номинальной скорости запускаемый двигатель напрямую подключается к сети СЭС.

В установившемся режиме работы этих механизмов компенсационный выпрямитель (КВ) в звене постоянного тока используется в качестве динамического компенсатора реактивной мощности. При таком режиме работы выход КВ замкнут на дроссель L через открытые ключи автономного инвертора тока (АИТ), отключенного от двигателя.

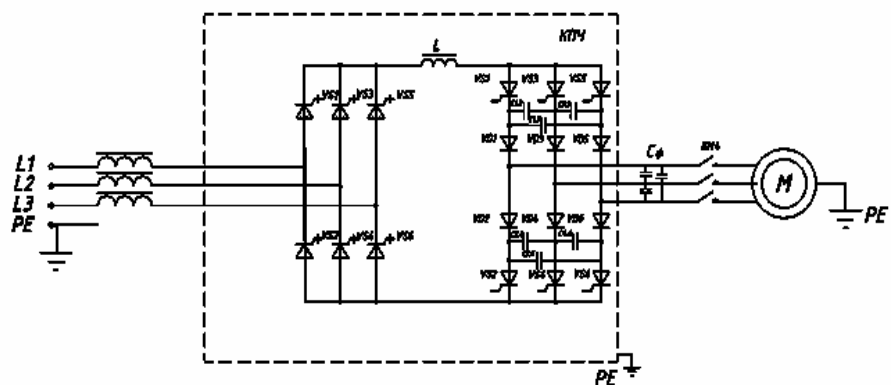


Рис. 2. Принципиальная схема двухзвенного преобразователя частоты

В этой связи необходимо определить полную реактивную мощность устройства компенсации, которую необходимо генерировать в сеть, а также требования к структуре такого устройства.

Уровень генерируемой в распределительную сеть реактивной мощности емкостного характера требует непрерывной коррекции из-за непрерывного изменения нагрузки электроприемников, включенных параллельно на эту сеть, о чем свидетельствует изменения мгновенного значения напряжения в сети.

Предложены два способа решения этой проблемы [4, 5]:

- использовать раздельное управление углами α_e и α_u вентилях групп, работающих соответственно при естественной и принудительной коммутации;
- применять наряду с фазовым регулированием выпрямленного напряжения на выходе посредством изменения угла управления α_u КВ также и регулирование тока двигателя на выходе автономного инвертора тока посредством широтно-импульсной модуляции (ШИМ), изменяя степень регулирования $\gamma_{шим}$.

Такие подходы позволяют решать и технологическую задачу, обеспечивая заданные момент и скорость вращения двигателя, и регулирование величины компенсируемой реактивной мощности в сети. Изменением управления – в координатах α_e и α_u в допустимой для них области можно обеспечить обоснованное значение циркулирующей в сети реактивной мощности в определенных границах, которые зависят от технологической загрузки двигателя и установленной мощности компенсационного выпрямителя.

Задача управления рассматриваемыми системами электроприводов – найти оптимальное соотношение между значениями углов управления α_e и α_u , в первом случае, и угла управления α_u вентилями компенсационного выпрямителя и степенью широтно-импульсной модуляции тока инвертора $\gamma_{шим}$, во втором случае, доставляющие

$$\operatorname{tg} \varphi_{сети} = \left(\frac{Q_{сети} - Q_{КВ}}{P_{КВ}} \right) \left| \begin{array}{l} \alpha_u = \operatorname{var} \\ \gamma_{шим} = \operatorname{var} \end{array} \right. \quad (7)$$

где $Q_{КВ}$ и $P_{КВ}$ – реактивная и активная мощность компенсационного выпрямителя. В этом случае требуется вычислить такие значения углов управления группами вентилях α_e и α_u , которые обеспечат как необходимое значение выпрямленного напряжения U_d , так и желаемую величину потребляемой или генерируемой в сеть реактивной мощности.

4. Выводы

- 1) Компенсационный преобразователь частоты обеспечивает плавный пуск очередного двигателя в группе электроприводов грузовых насосов с ограничением пускового тока, обеспечивая устойчивую работу всех судовых электроприводов.
- 2) Динамическое управление реактивной мощностью, генерируемой в судовую сеть, обеспечивает значения показателей качества электрической энергии в допустимых пределах.
- 3) Предложены технические решения для реализации рассмотренной технологии.

Список литературы:

- [1] Веретенников Л.П. Исследование процессов в судовых электроэнергетических системах. Теория и методы / Л.П. Веретенников // Л., «Судостроение», 1975. 375 с.
- [2] Дьюды Л. Силовая электроника в энергосистемах: Статические компенсаторы реактивной мощности / Л.Дьюды // ТИИЭР, т.76, № 6, 1988. С. 204–217.
- [3] Пат. Полупроводниковый компенсатор реактивной мощности / Зайцев А.И., Плехов А.С., № 78018; 2008, Бюл. № 31.
- [4] Зайцев А.И. Возможности применения компенсационных преобразователей в звене постоянного тока электроприводов на основе автономного инвертора тока / А.И. Зайцев, А.С. Пле-

хов, В.Г. Титов // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып.3: в 5 ч. Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. Ч. 4, с. 23–35.

[5] Плехов А.С.. Комплексные технические решения для энергосберегающих электроприводов / А.С. Плехов, М.Н. Охотников, В.Г. Титов // Актуальные проблемы электроэнергетики. – Нижний Новгород, 2010. С. 44–53.

А.В. Попов, М.К. Морковин
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ, АНАЛИЗА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ НА СУДАХ

Перед современным судоходством стоит ряд проблем, связанных с аварийностью, экономией горючего топлива и точным позиционированием в пространстве. Современный подход к созданию систем автоматического управления требует широкого использования математического моделирования.

Эффективность работы системы автоматического управления напрямую зависит от реализованного в ней алгоритма управления. Распространенные в классических авторулевых алгоритмы управления не всегда удовлетворяют необходимому качеству управления судном. На мелководье ухудшается поворотливость судна и устойчивость судна на курсе, возрастает критический угол перекладки руля, устойчивое судно может стать неустойчивым. При ветровом воздействии появляются участки спада управляемости, возникают автоколебания на курсе. В этой связи актуальной является проблема разработки новой системы управления, работоспособной в сложных условиях.

Эффективный подход к решению проблемы предусматривает широкое применение математического моделирования, позволяющего также сэкономить время и средства на проведение натурных испытаний. Также оно отражает условия работы системы управления при изменении как внешних воздействий, так и свойств самого объекта. В случае проведения натурных испытаний на судах такие условия угрожают безопасности плавания и трудно планируемы.

Надежные результаты при моделировании можно получить лишь в случае обоснования исследуемой модели. В нашем случае обоснование основывалось на проведении сравнения результатов математического моделирования с экспериментальными данными, а также на подтверждении полученных теоретических результатов известными случаями из практики судоходства. Рассматривалось возникновение рысканья судна на прямом курсе, спад управляемости судном при некоторых углах курса, влияние на управляемость скорости ветра и степени загрузки судна. Было установлено соответствие математической модели реальной системе, особенности поведения судна представляют определенную закономерность. Таким образом, принятую математическую модель можно считать адекватной, актуальной, подходящей для исследования управляемости судов и разработки новых авторулевых устройств.

Исследование выполнения штатных маневров судов, оснащенных стандартными авторулевыми, показали, что неблагоприятные условия и изменения внешних воздействий могут ухудшить управляемость в результате возникновения автоколебаний и рысканья судна на курсе. Стандартные авторулевые не в состоянии качественно провести маневр. была разработана интеллектуальная составляющая алгоритма управления, подстраивающегося под изменение внешних условий, и являющегося более эф-