

УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ МЕХАНИЗМОВ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ТЭС

АВТОРЫ:

Г. Б. ЛАЗАРЕВ,
К. Т. Н.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

При установленной мощности тепловых электростанций (ТЭС) РФ (на конец 2011 года) 149,3 млн кВт и среднем числе часов использования этой мощности 4702

мощности 703,2 млрд кВт·ч электроэнергии [1]. При этом доля потерь составила 15% от общего потребления первичной энергии, существенная часть этих потерь приходится на собственные нужды (СН) ТЭС.



Одна из проблем современного энергетического производства на ТЭС - снижение экономичности работы ТЭС из-за повышенного потребления энергии на собственные нужды электростанций

ИНФОРМАЦИЯ

СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Собственные нужды электростанции (СН), комплекс вспомогательного электрического оборудования электростанции, обеспечивающего бесперебойную работу ее основных агрегатов (паровых котлов, турбогенераторов, ядерных реакторов или гидротурбин).

В состав СН входят: силовая и осветительная электросети станции, аккумуляторные установки, аварийные источники электропитания, электродвигатели всех механизмов – насосов (водяных, нефтяных, масляных и т.д.), вентиляторов, а на наиболее распространенных тепловых электростанциях – также механизмов разгрузки железнодорожных вагонов, подачи топлива, угледробления и пылеприготовления.

Затраты электроэнергии на работу собственных нужд составляют (в % от общего кол-ва электроэнергии, вырабатываемой станцией) от 0,2 на ГЭС до 12 на АЭС с газовым теплоносителем.

Лит.: Баптиданов Л. Н., Тарасов В. И. Электрооборудование электрических станций и подстанций. 3 изд., т. 1 – 2. – М. – Л., 1959 – 60; Электротехнический справочник. 4 изд., т. 2, кн. 1. – М., 1972.

СТРУКТУРА ПОТЕРЬ НА ТЭС

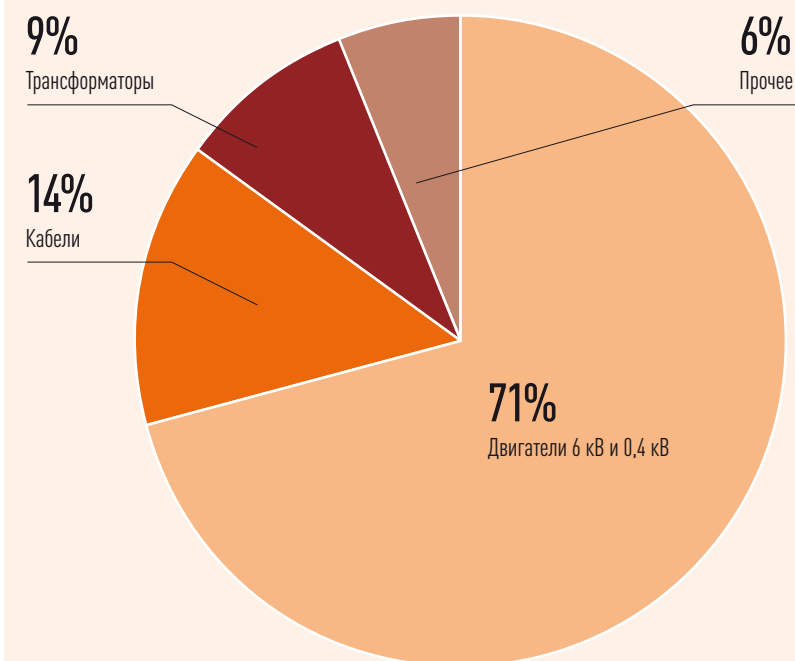


Рис. 1

Средний КПД российских ТЭС за последние 10 лет практически не изменился, оставаясь на уровне 35–37%. При этом **удельный расход топлива** на производство одного кВт·ч электроэнергии за эти годы снизился всего на 1,5%.

Хорошо известно, что основными проблемами современного энергетического производства на российских ТЭС являются: а) снижение работоспособности старого теплоэнергетического оборудования, что сопровождается растущим числом остановов и простоев; б) снижение выработки электроэнергии и рост удельных расходов топлива; в) низкие темпы ввода новых мощностей с применением современных технологий. К этим же проблемам следует отнести снижение экономичности работы ТЭС из-за повышенного потребления энергии на собственные нужды электростанций. В качестве примера

на рис. 1 показана структура потерь электроэнергии на СН пылеугольного энергоблока 200 МВт [2].

Способы экономичного регулирования частоты вращения механизмов собственных нужд

Плавное изменение частоты вращения насосных и вентиляторных установок позволяет снизить потери электроэнергии в технологических комплексах СН ТЭС и повысить эффективность топливоиспользования. На практике широко используются три способа регулирования механизмов СН ТЭС, участвующих в технологическом цикле производства электроэнергии и тепла [3].

ГИДРОМУФТЫ

Гидромуфты – это устройства, обеспечивающие регулирова-

ИНФОРМАЦИЯ

ПРИЧИНЫ НЕЭКОНОМИЧНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МЕХАНИЗМОВ СОБСТВЕННЫХ НУЖД

Переменные нагрузки тепловых электростанций (ТЭС) являются основной причиной неэкономичных режимов работы механизмов собственных нужд (часы работы механизмов собственных нужд с максимальной нагрузкой на большинстве ТЭС, как правило, не превышают 20–25% общего времени их использования) – многочисленных насосных и вентиляторных установок, а также их приводных асинхронных двигателей.

Частые пуски и остановки энергоблоков, изменение нагрузок, вызванных необходимостью дросселирования теплоносителей (пара, воды, воздуха, газов), сопровождаются потерями топлива и электроэнергии, которые могут достигать 15%!

Вследствие переменных режимов большинства энергоблоков ухудшается надежность эксплуатации и экономичность основного тепломеханического оборудования.

ние частоты вращения насосных и вентиляторных установок, изменяя скольжение их приводных асинхронных двигателей. Наибольшее распространение в Европе и РФ получили турбомуфты фирмы Voith Turbo. По существу, эти турбомуфты являются регулируемыми по частоте вращения гидроприводами с несколько увеличенным (по сравнению с традиционной гидромуфтой) КПД в режиме сниженных нагрузок. Такие гидромуфты получили широкое применение на отечественных ТЭС с энергоблоками 300–800 МВт в схемах пускорезервных питательных электронасосов (ПЭН). Появление в конце 1990-х годов этих муфт (турборедукторов) дало возможность рассмотреть вопрос их применения на механизмах СН ТЭС с поперечными связями и относительно небольшим диапазоном изменения нагрузок. За последние 10 лет в РФ на ряде ТЭС были введены в эксплуатацию гидромуфты, главным образом, на сетевых насосах в диапазоне мощности электроприводов порядка 630–1600 кВт.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ СН С ПОМОЩЬЮ ПАРОТУРБИННОГО ПРИВОДА

Паротурбинный привод применяется на отечественных ТЭС для регулирования производительности питательных насосов энергоблоков 300–800 МВт. В настоящее время это типовое решение в отечественной электроэнергетике для турбопитательных насосов котлов мощных энергоблоков.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ СН

В мировой практике для регулирования частоты вращения асинхронных двигателей турбомеханизмов (насосов, вентиляторов) преимущественное применение получили двухзвенные преобразователи с регулируемой выходной частотой (ПЧ). ПЧ – это устройства, состоящие из выпрямителя, преобразующего переменный ток сети 50 Гц в постоянный, и автономного инвертора с регулируемой выходной частотой. Инвертор преобразует постоянные ток и напряжение в переменные – с новыми значениями, необходимыми для регулирования частоты вращения электродвигателя в требуемом диапазоне, определяемом режимами работы механизмов СН. Электрическое регулирование частоты вращения механизмов СН характеризуется высоким КПД и позволяет эффективно формировать (средствами интеллектуальной силовой и информационной электроники) оптимальные электромагнитные и электромеханические процессы при пуске и самозапуске электродвигателей и тем самым обеспечивать щадящие режимы работы тепломеханического и электрического оборудования.

Электрическое регулирование, реализуемое на основе электроприводов с изменяемой частотой вращения, позволяет обеспечить оптимальное управление технологическими комплексами СН ТЭС. Такое регулирование является эффективным инструментом снижения потерь и увеличения рационального топливоиспользования.

Три ключевые особенности определяют условия применения частотно-регулируемых электроприводов в СН ТЭС [4].

ЗАВИСИМОСТЬ КПД ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ И ГИДРОМУФТЫ В ДИАПАЗОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

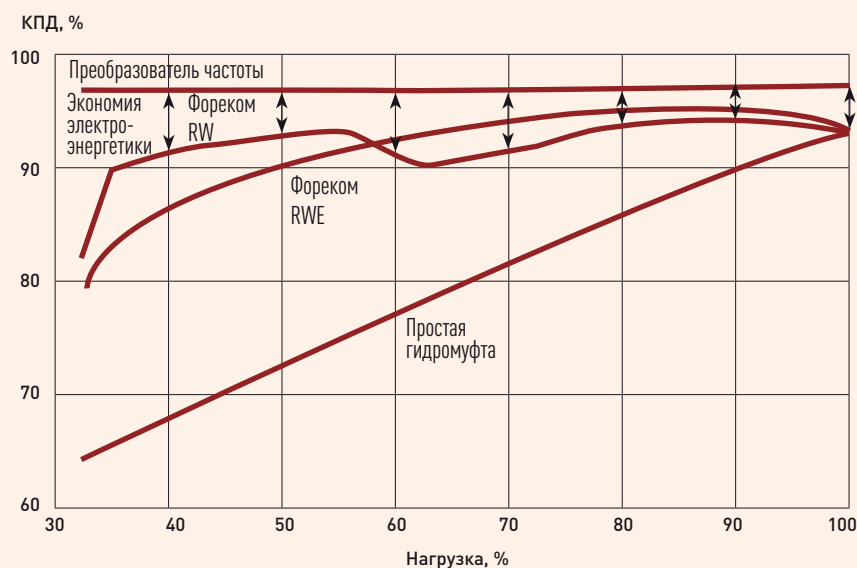


Рис. 2

Первая особенность следует из проблемы покрытия переменной части графиков нагрузки энергообъединений. В большинстве энергосистем России, характеризующихся коэффициентом неравномерности (т.е. соотношением минимальной и максимальной нагрузки), порядка 0,4–0,66, все большая часть ТЭС с пылеугольными и газомазутными энергоблоками вытесняется в переменную часть графиков нагрузок и работает в маневренных режимах. К регулированию мощности энергосистем наряду с конденсационными энергоблоками привлекаются и теплоэлектроцентрали из-за нехватки маневренных мощностей. Поэтому при применении ЧРП в СН должна быть обеспечена надежность и экономичность работы энергоблоков при расширенном регулировочном диапазоне вплоть до возможности работы на покрытие всей нагрузки СН.

Вторая особенность связана с тем, что формирование электрических сетей СН ТЭС осуществляется на двух уровнях напряжения. Это обусловлено широкой номенклатурой механизмов и соответствующим диапазоном мощностей применяемых асинхронных двигателей (АД) с короткозамкнутым ротором. В связи с этим частотно-регулируемые приводы должны быть рассчитаны на согласование с соответствующими напряжениями АД и сетей СН 6 кВ (10 кВ) и 380 В (660 В) и допускать возможность использования стандартных АД. Последнее позволяет в целом ряде случаев снизить затраты, оснащая находящиеся в эксплуатации двигатели преобразователями частоты. При подключение ПЧ к сетям электроснабжения и АД необходимо решить проблему их электромагнитной совместимости.

Третья особенность обусловлена характерными свойствами СН, их ролью в технологическом процессе производства электрической и тепловой энергии, режимами работы и условиями эксплуатации на ТЭС. Применение ЧРП не должно усложнять протекание таких режимов, как:

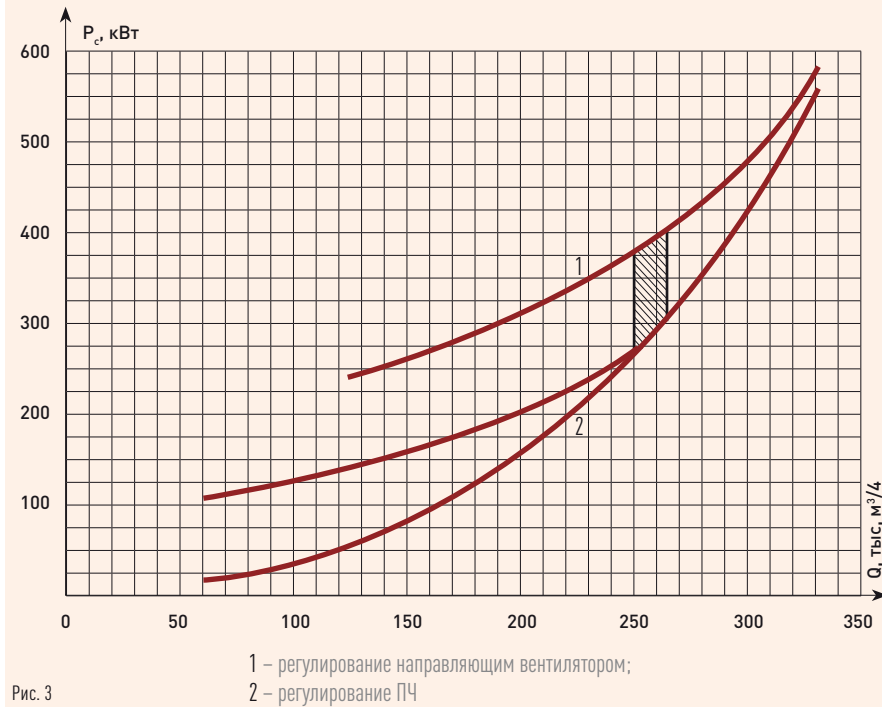
- к.з. на секциях СН, к.з. в ПЧ, АД или их соединительных кабелях. АВР при исчезновении рабочего напряжения на шинах СН и при повреждении ПЧ – для сохранения живучести потребителей СН и энергоблока в целом;
- самозапуск после кратковременного перерыва электроснабжения СН или глубокого снижения напряжения – для сохранения энергоблока в рабочем режиме с заданной нагрузкой.

На рис. 2 приведены сравнительные зависимости КПД разных типов гидромуфт и ПЧ при изменении нагрузки электропривода и его частоты вращения. Видно, что энергоэффективность ЧРП выше, особенно с нагрузкой. Зависимости, приведенные на рис. 2, были получены фирмой General Electric по данным пользователей гидроприводов Voith. Как видно, при снижении частоты вращения ниже 80% КПД механического привода быстро снижается.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ НАСОСНЫХ И ВЕНТИЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК ЭНЕРГООБЛОКОВ

На рис. 3 в качестве примера эффективности частотного регулирования

ЗАВИСИМОСТЬ МОЩНОСТИ, ПОТРЕБЛЯЕМОЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ДУТЬЕВОГО ВЕНТИЛЯТОРА ВДН-26II КОТЛА ПАРПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 420 Т/Ч



производительности механизмов СН приведены зависимости мощности, потребляемой электроприводом дутьевого вентилятора при дроссельном регулировании и регулировании ПЧ [5].

Такие режимы должны обеспечить повышение КПД технологических процессов и снижение потребления электроэнергии. Чтобы достичь этого, режимы должны реализовать следующее:

- исключить гидро- и электродинамические удары на тепломеханическое и электрическое оборудование в пусковых режимах и других переходных процессах;
- повысить ресурс тепломеханического и электрического оборудования СН за счет уменьшения из-

носа проточной части насосов, лопаток дымососов и дутьевых вентиляторов котлов;

- оптимизировать нагрев поверхностей парогенераторов при разгрузках энергоблоков за счет уменьшения температурных перекосов, что повышает надежность их работы и существенно увеличивает ресурс;
- снизить затраты на ремонт тепломеханического и электрического оборудования;
- обеспечить экономичное прохождение энергоблоками «скользящих» режимов, что обеспечивает маневренность и высокую эффективность топливоиспользования

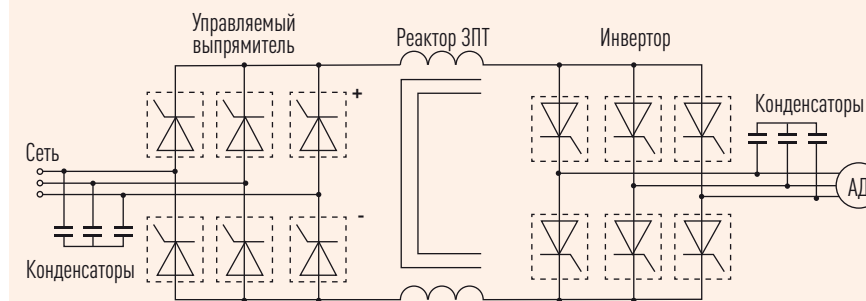
в этом режиме; увеличить мощность энергоблока в часы максимальных нагрузок в энергосистеме; обеспечить режим «мягкого» пуска, а также самозапуска электроприводов с механизмами собственных нужд при глубоких колебаниях или кратковременных исчезновениях с последующим восстановлением напряжения.

В отечественной и зарубежной практике три варианта схем сопряжения преобразователей частоты с высоковольтными асинхронными двигателями [2] нашли применение на ТЭС:

- с высоковольтными ПЧ, подключенными непосредственно к статору электродвигателя с входным согласующим трансформатором или без него. Область применения этой схемы находится в диапазоне мощностей 630–12500 кВт;
- с низковольтным ПЧ и двумя трансформаторами – на входе и выходе преобразователя (для согласования с напряжениями сети и асинхронным двигателем). Область применения этой схемы ограничена диапазоном мощностей 400–1250 кВт;
- с заменой высоковольтного двигателя на стандартный низковольтный с соответствующим ПЧ и входным трансформатором для подключения преобразователя частоты. Область применения этой схемы от 250 до 630 кВт

На рис. 4 приведены упрощенная схема различных типов двухзвенных

ТИПИЧНАЯ СХЕМА ШИМ-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ (POWERFLEX7000 ALLEN-BRADLEY)



ПЧ, а также осциллограммы форм тока и напряжения асинхронного двигателя, регулируемого ПЧ.

Следующим шагом в развитии топологии высоковольтных ПЧ явились многоуровневые схемы ШИМ-АИН. Такие схемы позволили снизить потери ПЧ в различных модификациях для асинхронного электропривода (рис. 5).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Такой анализ показал, что:

- с частотно-регулируемым электроприводом не возникают пусковые токи, а также динамические воздействия на лобовые части обмотки статора асинхронного двигателя и его перегрев;
- с гидромuftой пуски асинхронного двигателя сопровождаются значительными пусковыми

токами, разрушающими со временем его изоляцию, что существенно сокращает межремонтные периоды и уменьшает ресурс электродвигателя; в более сложных гидроприводах (например, Vogeson RW) можно уменьшить момент при пуске с помощью специальной дополнительной гидромuftы переменной скорости. Так как эта гидромuftа создает большое скольжение, она позволяет снизить требования к пусковому моменту, но не снижает амплитуду пускового тока, а лишь уменьшает его продолжительность. Однако стоимость такой гидромuftы в 1,85–2,2 раза выше обычной; при необходимости осуществления группового регулирования гидромуftой двух, трех и более однотипных механизмов СН необходимо оснащать каждый двигатель преобразователем частоты; гидромuftы не искажают ток и напряжение асинхронного двигателя, позволяя использовать его

ИНФОРМАЦИЯ

МИРОВАЯ СТАТИСТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Опыт индустриально развитых стран показывает, что при эффективной технической политике вопрос о том, куда направлять капиталовложения – на увеличение производства электроэнергии или на энергосбережение, в подавляющем большинстве случаев решается в пользу инвестиций в энергосбережение.

По данным консалтинговой группы ARCAdvisoryGroup (США), в 2004 году мировой рынок регулируемых электроприводов оценивался примерно в 2,5 млрд долларов и в ближайшие несколько лет будет расти ежегодно на 5,3%.

Предполагается, что за пять лет в индустриально развитых странах соотношение нерегулируемого и регулируемого электропривода составит 1:1.

В России регулируемый электропривод составляет пока не более 2–2,5% всего рынка приводов.

ИНФОРМАЦИЯ

ПРЕИМУЩЕСТВА
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
РЕГУЛИРОВАНИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
МЕХАНИЗМОВ СН
ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ
ЧАСТОТЫ ИХ
ВРАЩЕНИЯ

- Исключение гидродинамических ударов в тепломеханической схеме энергоблоков в пусковых режимах и при других переходных процессах.
- Экономичное прохождение энергоблоками режима «скользящих» параметров пара, обеспечение маневренности и высокой эффективности расхода топлива в этом режиме.
- Дополнительное повышение мощности в часы максимума нагрузок в энергосистеме.
- Обеспечение режима «мягкого» пуска с токами, близкими к номинальному, автозапуск (рестарт) электроприводов при глубоких колебаниях или кратковременных падениях напряжения в системе электропитания собственных нужд и т.д.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА НАПРЯЖЕНИЯ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ С МНОГОУРОВНЕВЫМ
ШИМ-АИН

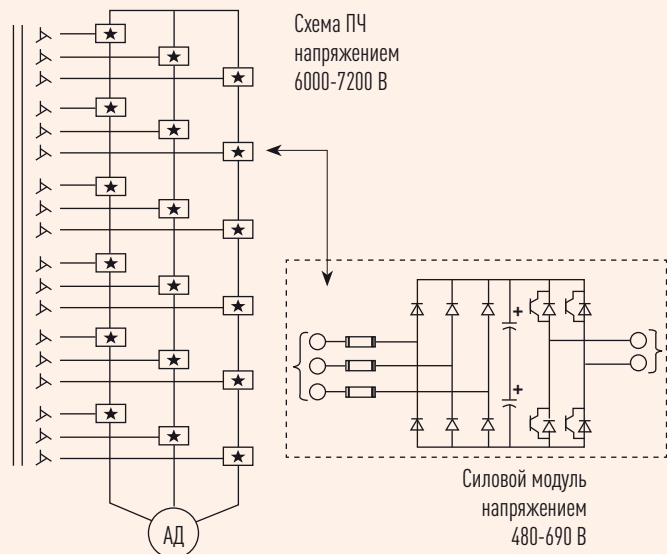


Рис. 5

практически без разгрузки в соответствии с установленной мощностью.

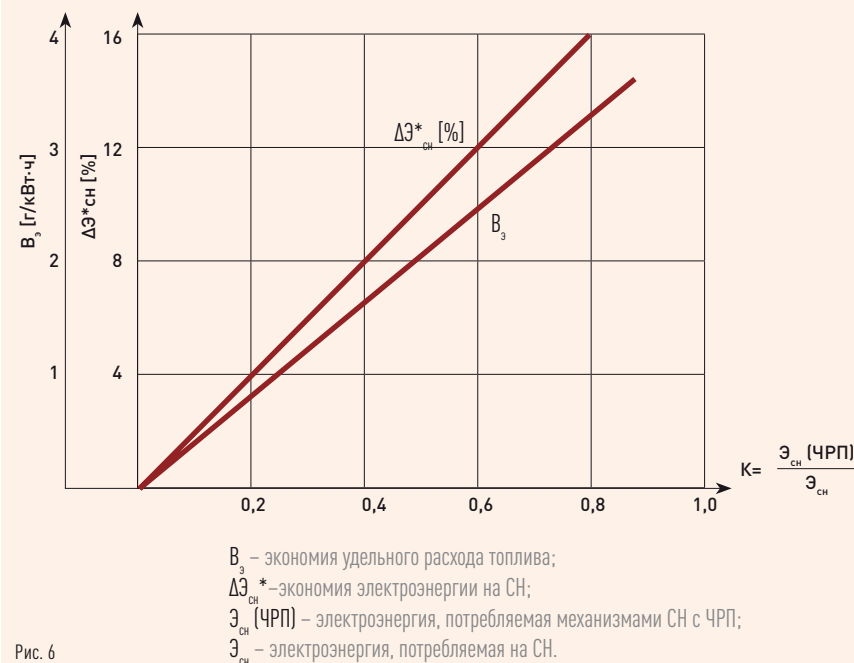
Преобразователь частоты, являясь источником высших гармоник, потребляет реактивную мощность искажения. Поэтому выбор типа и схемы ПЧ в каждом конкретном случае должен производиться с учетом необходимости обеспечения его электромагнитной совместимости с сетью СН ТЭС. Наличие высших гармоник в выходном ПЧ требует также решения проблемы загрузки асинхронного двигателя по моменту (мощности), что также оказывает влияние на выбор типа и топологии схемы ПЧ. Положительным свойством ПЧ является ограничение токов к.з. в асинхронном двигателе. Электродвигатель отделен от сети преобразователем, поэтому к.з. в электродвигателе или выходном кабеле не влияет на сеть СН. Однако при применении гидромфут токи к.з. воздействуют на сеть СН энергоблока и подключенные к ней нагрузки.

При выборе способа регулирования механизмов СН (механического, с помощью гидромфут или электрического) следует учитывать, что с ростом тарифов на электроэнергию даже небольшое увеличение КПД может дать весьма ощутимую экономию для таких, например, механизмов, как питательные электронасосы, дутьевые вентиляторы и дымососы.

ОСНОВНЫЕ
ПОКАЗАТЕЛИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ
РЕГУЛИРУЕМОГО
ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Оценка целесообразности внедрения регулируемых электроприводов является сложной многофакторной задачей, требующей значительно объема исходной информации,

ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (ТОПЛИВА)
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ
РЕГУЛИРУЕМЫМИ МЕХАНИЗМАМИ СН ТЭС



такой как: 1) прогноз возможных изменений режимов ТЭС; 2) характеристики технологического процесса и оборудования СН; 3) прогноз изменений цен топлива и электроэнергии; 4) статистика межремонтных периодов до и после установки ЧРП (для прогнозирования увеличения их длительности после вводов ЧРП и определения снижения затрат на ремонты электротехнического и тепломеханического оборудования).

Необходимо также учесть эффект снижения вредных выбросов (NO_2 , CO_2 и др.) за счет оптимизации процессов горения котла при оснащении тягодутьевых машин электроприводами с регулируемой частотой вращения. Изменение режимов работы оборудования, износ его, влияющий на отклоне-

ние характеристик от стандартных, в значительной мере определяет корректность результатов расчетов. А такие характеристики, как технологическая эффективность и ресурсосбережение, вообще не поддаются прямому расчету, и их оценка, как правило, производится экспертным путем, главным образом, на основе статистических данных и по сопоставлению с зарубежными источниками.

ЭКОНОМИЧНОСТЬ

При оценке эффективности внедрения ЧРП обычно учитывают такие критерии, как:

- снижение электрической мощности, потребляемой на собственные нужды;

- снижение расхода электроэнергии, потребляемой на собственные нужды;
- экономия топлива на ТЭС и в энергосистеме;
- изменение годового дохода.

При этом эффективность применения регулируемого электропривода можно оценивать тремя интегральными показателями [8]:

1) коэффициент удельной экономии электроэнергии K_z (кВт·ч/кВт)

$$K_z = \frac{\mathcal{E}}{P_{ЧРП}}$$

где \mathcal{E} – годовая экономия электроэнергии за счет внедрения ЧРП (кВт·ч), $P_{ЧРП}$ – установленная мощность ЧРП (кВт).

По величине этого показателя K_z можно определить номенклатуру механизмов СН, оснащение которых регулируемым электроприводом может быть эффективным. Как показывает многолетний опыт внедрения ЧРП на ТЭС, если $K_z > 900-1000$ кВт·ч/кВт, то оснащение механизмов СН электроприводами с регулируемой частотой, как правило, оказывается целесообразным;

2) коэффициент, учитывающий снижение мощности P_{\max} , потребляемой насосными и вентиляторными установками СН, оснащенными ЧРП, в часы максимума нагрузки энергоблока K_p (%):

$$K_p = \frac{100}{P_{ЧРП}} P_{\max}$$

Коэффициент K_p характеризует такую важную составляющую энергосбережения, как дополнительное повышение мощности энергоблока за счет снижения мощности P_{\max} , потребляемой механизмами СН в часы максимума нагрузки ТЭС;

Частотно-регулируемые электроприводы – ресурсосберегающая технология регулирования производительности механизмов собственных нужд



3) коэффициент $K_{\text{дохода}}$, характеризующий вклад 1 кВт установленной мощности ЧРП в суммарный годовой доход:

$$K_{\text{дохода}} = \frac{D_{\text{год}}}{P_{\text{ЧРП}}}$$

где $D_{\text{год}}$ – суммарный годовой доход от внедрения ЧРП в СН.

Рис. 6 иллюстрирует интегральную оценку экономии электроэнергии (топлива) в зависимости от относительного потребления регулируемых механизмами собственных нужд в общем потреблении СН ТЭС. При значении показателя $K = 0,7$ (это примерно соответствует оснащению регулируемым электроприводом таких мощных механизмов энергоблока, как тягодутьевые машины котлов, питательные и циркуляционные насосы и т. п.) экономия электроэнергии на СН может составить порядка 12–14%, а экономия удельного расхода топлива – 2–3 г/кВт·ч [2].

Инвестиции в проекты «применения ЧРП» в целом можно отнести к долгосрочным вложениям, т. к. средний срок службы ЧРП не менее 20 лет. При стремлении к минимизации затрат на внедрение на действующих ТЭС необходимо обратить внимание на два важных обстоятельства:

- желательность сохранения в работе уже установленных на ТЭС электродвигателей, дополняя их устройствами регулирования частоты и средствами автоматизации;
- желательность размещения оборудования преобразователей частоты в имеющихся помещениях ТЭС. Последнее обстоятельство диктует выбор оборудования с минимальными габаритными показателями. Очевидно, что в этом случае спектр

возможных проектных решений в определенной мере сужен.

Следует подчеркнуть, что целесообразность применения на ТЭС электрического частотного регулирования механизмов СН как эффективного средства энергосбережения становится с каждым годом все более актуальной в связи с растущими ценами на энергоносители и тарифами на электроэнергию.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И РЕЖИМОВ

Как следует из зарубежного и отечественного опыта, применение регулируемого электропривода, наряду с повышением уровня автоматизации

зации технологического процесса, позволяет упростить технологию, облегчить прохождение таких режимов, как работа котла и турбоагрегата на скользящих параметрах пара, самозапуск электропривода после глубоких снижений напряжения или перерывов в электроснабжении собственных нужд и т. п. Все это повышает надежность не только вспомогательного, но и основного оборудования ТЭС.

ЭКОЛОГИЯ

Ежегодно на ТЭС России сжигается более 270 млн тонн условного топлива (тут). При этом выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют около 4 млн т в год. Это означает, что на каждую 1 тут, сжигаемого на ТЭС, выбросы загрязняющих веществ в год составляют 0,015 тут. При этом эмиссия CO_2 составляет 1,5–1,65 т на каждую сжигаемую тонну условного топлива.

АВТОМАТИЗАЦИЯ

Регулируемый электропривод позволяет гибко применять компьютерное управление тепломеханическими процессами на ТЭС, оптимизировать их, являясь основой при построении АСУ ТП. В качестве примера можно указать, что еще в 90-х годах в ОАО «ВНИИЭ» (ныне ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС») были исследованы собственные нужды более шестидесяти ТЭС. Анализ результатов позволил выявить 1155 насосных и вентиляторных установок, в том числе 289 питательных электронасосов, 254 дутьевых вентилятора, 266 дымососов, 270 сетевых насосов, 76 циркуляционных насосов общей установленной мощностью 1 млн 549 тыс. 960 кВт, для которых эффективна установка частотно-регулируемых электроприводов. Прогнозируемый усредненный эффект только

от прямой экономии электроэнергии оценивался в 2 млрд 800 млн кВт·ч, что примерно эквивалентно годовой выработке электроэнергии двумя энергоблоками мощностью 210 МВт каждый. 14 ЧРП фирмы Allen-Bradley общей мощностью 20370 кВт, установленные в СН ТЭС ОАО «Мосэнерго», обеспечили усредненную экономию электроэнергии за десятилетний период более 190 млн кВт·ч ($K_z > 1000$ кВт·ч/год/кВт). Усредненная экономия топлива за указанный период составила 43200 тут.

Снижение эмиссии CO_2 при этом составило 71280 т. (Принято, что 1 тут сжигаемого топлива соответствует эмиссия $\text{CO}_2 \sim 1,65$ т).

16 ЧРП этой же фирмы общей мощностью 11520 кВт, установленные на насосно-перекачивающих станциях ОАО «Московская теплосетевая компания», обеспечили за десятилетний период в отопительный сезон усредненную экономию электроэнергии порядка 106 млн кВт·ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ итогов деятельности электроэнергетики за 2011 год, прогноз на 2012 год / Экспресс-доклад Министерства энергетики РФ, 2012 г.
2. Лазарев Г. Б. Частотно-регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок // Силовая электроника, 2007, № 3.
3. Ковун О. Ю., Куно М. Я., Лазарев Г. Б. и др. Энергоэффективный привод для регулирования насосных и вентиляторных установок собственных нужд энергоблоков ТЭС и АЭС // Приводная техника, 2010, № 5 (87).
4. Забровский С. Г., Лазарев Г. Б., Мурзаков А. Г. Регулируемый электропривод механизмов собственных нужд ТЭС / Итоги науки и техники, том 11. – М.: ВИНТИ, 1990.
5. Берсенев А. П., Шейко П. А., Лазарев Г. Б., Шакарян Ю. Г. Техническое перевооружение и реконструкция

ИНФОРМАЦИЯ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧРП

Использование частотно-регулируемых электроприводов в качестве ресурсосберегающей технологии регулирования производительности механизмов собственных нужд при техническом перевооружении, реконструкции или новом строительстве ТЭС позволяет существенно повысить эффективность расхода топлива, снизить издержки при производстве и отпуске электрической и тепловой энергии, а также продлить эксплуатационный ресурс тепломеханического и электрического оборудования.

ТЭС России с применением энергосберегающих технологий на основе регулируемого электропривода механизмов собственных нужд // Вестник ВНИИЭ-2000. – М.: Изд-во «ЭНАС», 2000.

6. Захаренков А. В., Лазарев Г. Б., Ломкин Б. В., Новаковский А. Н. Частотно-регулируемые электроприводы в собственных нуждах ТЭС-26 Мосэнерго // Электрические станции, 2004, № 3.
7. Лазарев Г. Б. Мощные высоковольтные преобразователи частоты для регулируемого электропривода в электроэнергетике // Электротехника, 2005, № 11.
8. Ливинский А. П., Лазарев Г. Б., Шакарян Ю. Г. Основные факторы эффективности применения электроприводов с регулируемой частотой вращения в собственных нуждах ТЭС / Сборник информационных материалов Второго международного научно-технического семинара «Применение регулируемого электропривода в электроэнергетике». – М.: Изд-во «ЭНАС», 2001.