

УДК 621.3.076 + 62-83:620.9

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*К.М. Виноградов*

Рассмотрен пример модернизации электроприводов переменного тока. Показано, что переход от нерегулируемого электропривода к регулируемому, позволяет получить значительную экономию электроэнергии и потребляемых ресурсов при производстве тепловой энергии

Ключевые слова: энергосбережение, асинхронный электропривод, экономия, энергоресурсы.

Более 65 % производимой в стране электроэнергии потребляется электроприводом. Поэтому вполне логичным является то внимание технической общественности, которое обращается энергосбережению в электроприводе [1].

В последнее десятилетие из-за резкого удешевления полупроводниковых преобразователей частоты увеличивается и доля частотно-регулируемых асинхронных электроприводов в промышленности, объектах жилищно-коммунального хозяйства и других отраслях. Собственно, силовая часть схемы такого электропривода состоит из неуправляемого выпрямителя (как правило, на диодах), силового фильтра (конденсатора) и автономного инвертора напряжения (на IGBT-транзисторах). Выходное напряжение инвертора формируется с помощью широтно-импульсной модуляции, которая позволяет преобразовать неизменное по амплитуде постоянное напряжение на выходе полупроводникового выпрямителя в регулируемое по частоте и амплитуде напряжение первой синусоидальной гармоники, которое подается на статор двигателя. Система автоматического управления электроприводом, как правило, выполняется на программируемом контроллере. Встроенный контроллер позволяет осуществить управление преобразователем частоты и электроприводом в целом по разным законам (скалярное и/или векторное управление). Эти два варианта формирования электромагнитного момента двигателя опционально выбираются при настройке электропривода. При скалярном управлении поддерживают постоянство магнитного потока в воздушном зазоре двигателя (закон регулирования  $U_c / f_c = \text{const}$ ). Это наиболее простой и поэтому самый распространенный способ управления асинхронным двигателем, который применяется в агрегатах и механизмах с мало изменяющимся моментом сопротивления нагрузки. При векторном управлении в регулируемом электроприводе постоянным поддерживают скольжение, что, в свою очередь, гарантирует минимальные потери в электроприводе, изменении

момента статической нагрузки на валу рабочего механизма в достаточно большом диапазоне. Такой эффект здесь достигается за счет уменьшения магнитного потока в воздушном зазоре асинхронного двигателя при малых моментах нагрузки, что приводит к уменьшению потерь в стали и снижению потерь от тока намагничивания. Большая номенклатура преобразователей частоты, предлагаемых на рынке, позволяет реализовать любые задуманные законы регулирования частоты вращения в асинхронных электроприводах [1, 4].

Необходимость исследования возможностей и путей повышения энергетической эффективности работы технологического оборудования на предприятии диктуется желанием максимально точно определить характер и очередность мероприятий по снижению потребления электроэнергии в ходе технологического процесса. Сегодня считается уже общепризнанным, что наибольший эффект энергосбережения достигается переходом на регулируемый электропривод. Между тем, затраты на регулируемый электропривод могут быть весьма внушительны. Поэтому в условиях действующего производства очень важно также установить целесообразную очередность перевода технологических механизмов на регулируемый электропривод, чтобы иметь наибольший экономический эффект [2].

Наиболее интересными в этом плане являются существующие электроприводы насосов, вентиляторов, дымососов и других тяго-дутьевых агрегатов котельных установок. На электроприводы этих механизмов приходится не менее 30–40 % всей энергии, потребляемой всеми наиболее массовыми электроприводами. Кроме того, переход к регулируемому асинхронному электроприводу часто не требует замены существующих электродвигателей переменного тока и тяго-дутьевых агрегатов, а модернизация сводится лишь к установке серийного полупроводникового преобразователя частоты.

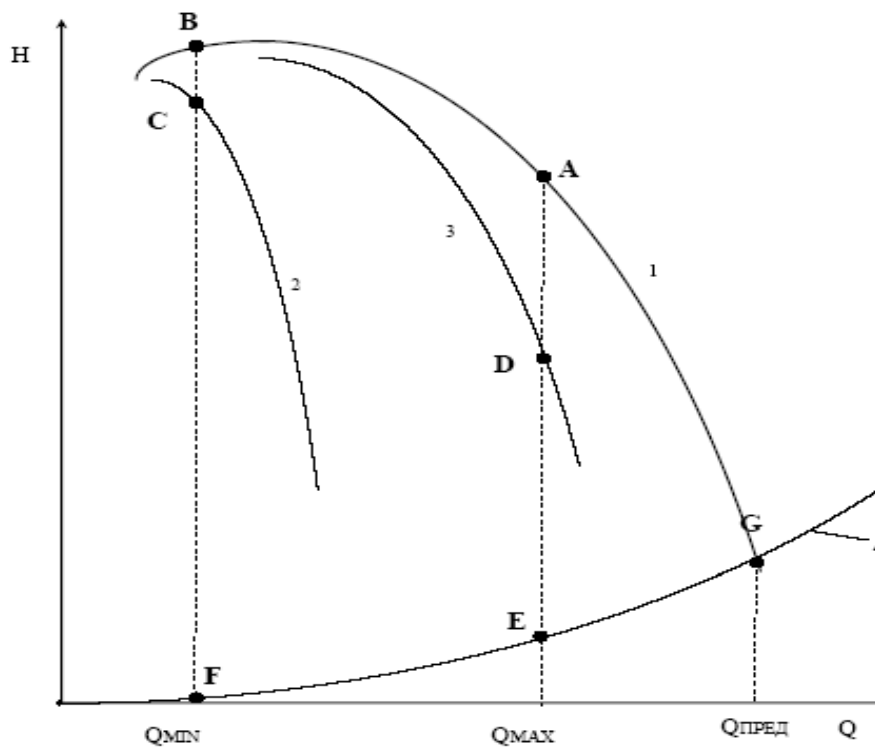
Регулируемый асинхронный электропривод позволяет:

- отказаться от регулирования производительности тяго-дутьевых агрегатов с помощью дросселирования (задвижек) и перейти к регулированию угловой скорости вращения этого тяго-дутьевого агрегата. В зависимости от диапазона регулирования КПД установки в целом может быть увеличен на 10–40 %;
- увеличить срок службы и самого двигателя из-за уменьшения пусковых токов и исключения режимов прямого пуска двигателя;
- облегчить режимы работы питающей сети из-за отсутствия больших пусковых токов;
- устранить гидравлические (аэродинамические) удары в трубопроводах (газовоздушных трактах), наблюдающиеся при прямых пусках двигателей;

– устранить избыточные параметры давления, увеличив срок службы оборудования и уменьшив тем самым непроизводительные потери ресурсов;

Например, при использовании регулируемых асинхронных электроприводов насосов в системах водоснабжения можно сэкономить до 10–30 процентов воды и до 20–50 процентов от потребляемой изначально электроэнергии.

На рис. показаны аэродинамические характеристики тяго-дутьевых механизмов при различных способах регулирования их параметров.



Сравнение мощности на валу тяго-дутьевого механизма при разных способах регулирования

Здесь характеристика 1 представляет собой исходную аэродинамическую характеристику агрегата, характеристики 2 и 3 получаются изменением угла поворота направляющих лопаток, характеристика 4 – это аэродинамическая характеристика газо-воздушного тракта.

Возможная экономия электроэнергии в асинхронных электроприводах тяго-дутьевых агрегатов котельных установок проводилась для трех основных способов регулирования производительности этих механизмов:

- дроссельном (задвижка);
- изменением угла направляющего аппарата;
- изменением угловой скорости вращения вала.

Практически на всех существующих тяго-дутьевых агрегатов (дымососах и вентиляторах) котельных установок регулирование расхода воздуха ведется шиберами (дроссельная заслонка) или направляющими аппаратами (за счет изменения угла поворота лопаток). Скорость вращения электродвигателя остается неизменной, т.к. он подключен к промышленной сети. Поэтому эти тяго-дутьевые аппараты (особенно дымососы) имеют относительно большой запас по давлению (разрежению). Поэтому, когда эти агрегаты подключаются при полностью открытых направляющих аппаратах к газо-воздушному тракту, имеющему относительно малые значения аэродинамического сопротивления, то их КПД может значительно уменьшиться (в два–три раза и более). Тем не менее, как показывают расчеты и литературные источники [1], а также результаты экспериментов [4], экономия потребляемой электроэнергии оказывается относительно большой из-за снижения мощности воздушного потока. Следует заметить, что переход на частотное регулирование в идеальном случае должен сопровождаться применением низконапорных тяго-дутьевых агрегатов.

Кроме экономии электроэнергии, следует указать и на другие полезные эксплуатационные особенности регулируемых электроприводов, которые признаются всеми специалистами, но трудно поддаются предварительному количественному учету [3]. Это возможность резкого снижения пусковых токов в цепях статора двигателя и подводящих кабелях, снижение динамических нагрузок в механических деталях электроприводов, уменьшение износа оборудования из-за снижения средних значений перепадов давлений на входе и выходе вентиляторов и (или) и меньших угловых скоростей вращения вала двигателя, удлинение межремонтных сроков, удобство и упрощение операций управления режимами пуска и останова привода.

#### Библиографический список

1. Лезнов, Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных установках / Б.С. Лезнов. – М.: ИК «Ягорба» – «Биоинформсервис», 1998. – 144 с.
2. Ильинский, Н.Ф. Основы электропривода: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. – М.: Изд-во МЭИ, 2003. – 224 с.
3. Ильинский, Н.Ф. Энергосберегающий электропривод / Н.Ф. Ильинский // Энергия. – 1999. – № 2. – С. 24–29.
4. Усынин, Ю.С. Энергосбережение в электроприводах тягодутьевых механизмов многосвязных объектов / Ю.С. Усынин, М.А. Григорьев, А.Н. Шишков, А.Е. Бычков, Д.И. Кашаев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2011. – № 15 (232). – С. 40–45.

[К содержанию](#)