

# Энергосбережение в большой энергетике

**ОСНОВОПОЛОЖНИКОМ ВОПРОСА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ МИХАЙЛО ЛОМОНОСОВ.** В год его 300-летия можно с уверенностью сказать, что если бы этот выдающийся ученый имел представление о том, сколько энергии будет производиться в XXI веке, а уж тем более — теряться при ее производстве и транспортировке, то он бы посвятил остаток своей жизни вопросам энергоэффективности. Однако парадокс заключается в том, что энергетика как отрасль всегда опиралась на физические и экономические постулаты



Рябин Тимофей Викторович,  
МВА (Henley Business School)

**Б**ольшинство электрических станций РФ было построено во времена Советского Союза и было ориентировано на ту модель экономики: дешевые энергоресурсы, типовые решения, низкие капиталовложения, государственная поддержка. Данная модель имела свой экономический смысл и, можно с уверенностью сказать, отвечала законам того времени. Сегодня большинство внешних факторов сильно поменялось, энергоресурсы стали заметно дороже, стоимость денег заметно повысилась, энергетика стала частной.

Сами по себе объекты генерации являются крупными потребителями электроэнергии. На собственные нужды электростанции потребляют от 5% до 15% произведенной электро-

энергии. Наименьшее значение относится к парогазовым установкам (ПГУ) и крупным энергоблокам газовых КЭС, наибольшее — к угольным ТЭЦ. Фактически Россия оказалась той страной, которая производит много электроэнергии (3-е место в мире) и делает это неэффективно. Это обусловлено и износом основного оборудования, и теми проектными решениями, которые легли в основу строительства электростанций. Потенциал снижения потребления электроэнергии на собственные нужды составляет более 30% и не может остаться без внимания.

Существенное влияние на относительную величину потребления электроэнергии на собственные нужды оказывает степень загрузки энергоблоков. Чем выше загрузка, тем, как

правило, ниже относительное (удельное) энергопотребление на собственные нужды.

Несмотря на значительные объемы потребляемой электроэнергии, внедрение энергосберегающих решений и технологий на тепловых электростанциях идет медленными темпами. В этом плане энергетика заметно уступает другим отраслям промышленности. Основными причинами такого отставания называются финансовые и организационные трудности (рис. 1):

- недостаток собственных средств для финансирования проектов;
- недостаток опыта по разработке и реализации подобных проектов.

Очевидно, что в большинстве случаев обе из вышеуказанных причин связаны с низким тарифом на электроэнергию для объектов генерации и низкой стоимостью электроэнергии на собственные нужды. Второе обстоятельство заметно снижает экономическую привлекательность инвестиционных проектов по повышению энергоэффективности. Как следствие, отсутствует (или находится на невысоком уровне) спрос на разработку, проектирование и внедрение технических решений, направленных на снижение потребления электроэнергии на собственные нужды станций. Помимо отсутствия спроса на внедрение данных технических решений, следует отметить несовершенство норм проектирования, которые практически не менялись много десятилетий.

В итоге складывается ситуация, в которой у производителей электроэнергии отсутствует мотивация по внедрению энергоэффективных решений, а у проектных организаций нет запросов на проведение таких работ, что естественным образом приводит к отсутствию соответствующих компетенций и неспособности предлагать заказчикам современные и эффективные решения.

Опять возникает парадоксальная ситуация: с одной стороны, одна из важнейших стратегических задач страны, которую поставил президент в своем указе — сократить к 2020 году энергоёмкость отечественной экономики на 40%, с другой стороны, такая энергоёмкая отрасль, как электроэнергетика, практически осталась без внимания.



### БАРЬЕРЫ НА ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ПРОЕКТОВ



Рис. 1

Между тем потенциал снижения энергозатрат на производство электрической энергии в России чрезвычайно высок и составляет, по оценке Мирового банка, около 40 млн тнэ в год (рис. 2). Этот потенциал технически реализуем, его реализация экономически целесообразна, но, в силу ранее указанных причин, слабо финансируется.

По оценкам того же Мирового банка, размер рынка энергоэффективности нашей страны составляет 10 трлн руб. до 2020 г. (рис. 3). Энергетика как отрасль охватывает существенную долю этого пирога (рис. 4).

Основным потребителем электроэнергии на собственные нужды электростанций является насосное и тяго-дутьевое оборудование, а для угольных станций к ним добавляется оборудование для топливоприготовления и топливоподдачи, а также в ряде случаев электрофильтры.

Наибольшим потенциалом повышения энергоэффективности обладает насосное и тяго-дутьевое оборудование. Потребление

### ПОТЕНЦИАЛ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В РОССИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ



Рис. 2

электроэнергии этими механизмами определяется следующими факторами:

- эффективность (КПД) собственно агрегата;
- соответствие параметров агрегата параметрам технологического процесса;
- способ и алгоритм управления агрегатом / группой агрегатов.

Приведенные в табл. 1 факторы имеют комплексное влияние на энергопотребление агрегата. Так, например, насос, имеющий высокий КПД, но обладающий значительным запасом по напору, будет потреблять больше энергии, чем насос, имеющий пусть меньший КПД, но обладающий напором, незначительно превышающим требуемое значение.

Регулирование скорости вращения агрегата позволяет исключить излишний напор, но в ряде случаев параметры технологического процесса могут попадать в зону невысокого КПД характеристики агрегата.

К сожалению, несоответствие параметров агрегатов параметрам процессов и отсутствие эффективного регулирования в энергетике встречаются очень часто. Первое вызвано низкой дискретностью используемого оборудования (большие «шаги» в параметрах соседних типоразмеров механизмов) и переменными режимами работы (различные нагрузки энергоблоков), а второе связано с высокой консервативностью электроэнергетической отрасли и с вышеотмеченным отсутствием у проектных организаций необходимых компетенций.

Справедливости ради надо отметить, что проекты снижения энергопотребления на собственные нужды реализуются в ряде энергокомпаний. Заслуживают внимания проекты по:

- модернизации проточной части питательных электронасосов для повышения их КПД и приближения параметров насосов к требованиям техпроцессов;
- внедрению регулируемых гидромуфт и преобразователей частоты для управления производительностью питательных и сетевых насосов, дутьевых вентиляторов и дымососов;
- замене механизмов собственных нужд на новые, более эффективные и оснащенные частотным регулированием.

Данные проекты носят скорее точечный, чем системный характер, и связано это с упомянутой консервативностью (использование только известного оборудования), слабое знакомство проектных организаций с новой техникой, устаревшие нормы технологического проектирования тепловых электростанций.

Несомненно, проекты по снижению потребления электроэнергии на собственные нужды должны носить комплексный характер и иметь достоверное экономическое обоснование. Так, например, внедрение частотного регулирования производительности циркуляционных насосов охлаждения конденсатора, помимо экономии электроэнергии, приводит и к снижению потребления охлаждающей воды из природных источников (для прямоточной схемы охлаждения). С другой стороны, эксплуатационные затраты повысятся на стоимость технического обслуживания и ремонтов вновь устанавливаемого оборудования.

Для электрических сетей энергоэффективность определяется величиной потерь электроэнергии в сетях или способностью передать больше энергии по уже существующим сетям

### ПОТЕНЦИАЛ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В РОССИИ

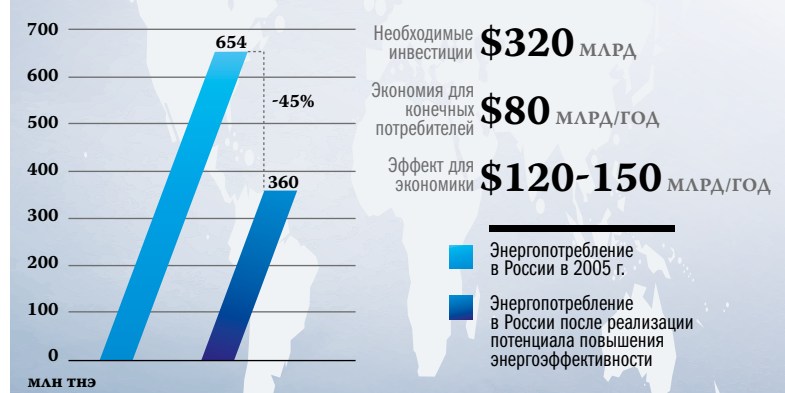


Рис. 3

при сохранении надежности (устойчивости) и необходимого качества электрической энергии. Все это невозможно без применения современного электротехнического оборудования, использования устройств компенсации реактивной мощности, совершенствования системы





управления и оптимизации загрузки электрических сетей.

Одним из решений указанных проблем стало внедрение в эксплуатацию асинхронизированных машин, явившихся аналогами новейших статических устройств FACTS (Flexible Alternative Current Transmission Systems — гибкие системы передачи переменного тока), комплекса технических и информационных средств автоматического управления параметрами линий электропередачи. Устройства FACTS — это различного рода статические преобразователи в электропередачах переменного тока, вставки постоянного тока и электропередачи постоянного тока, электромашинные комплексы, состоящие из электрических машин переменного тока или трансформаторов в комбинации с устройствами силовой электроники.

В основу создания асинхронизированных машин легла теория так называемого векторного регулирования режимов работы электроэнергетических систем, разработанная в 1950-х — 60-х гг., под общим руководством выдающегося ученого-электроэнергетика и великого шахматиста XX века М.М. Ботвинника. К сожалению, данный тип машин получил большее распространение за рубежом, в частности у японских производителей гидрогенераторов. Наиболее мощным отечественным асинхронизированным турбогенератором является генератор 320 МВт производства ОАО «Силовые машины — Электросила». Наиболее мощным гидрогенератором — генератор мощностью 350 МВт Hitachi (Япония).

Информация о потреблении и состоянии оборудования также является ключевым фактором. Современный уровень информационных технологий требует решения новых задач в управлении и развитии отрасли.

Новым взглядом на решение комплекса указанных проблем стала концепция интеллектуальных сетей, или Smart Grid. Это объединение в активно-адаптивную сеть всех подсистем, от генерации до потребления электроэнергии, с возможностью гибкого реагирования на изменяющиеся условия. Технологическая основа создания интеллектуальной энергетической системы представляет собой устройства FACTS, способные гибко менять характеристики передачи или преобразования электроэнергии с целью оптимизации режимов сети сразу по нескольким критериям: пропускная способность, уровень технологических потерь, устойчивость, перераспределение потоков мощности, качество электроэнергии и пр., — благодаря чему электропередачи превращаются из пассивных средств транспорта электроэнергии в активные устройства управления режимами работы.

В заключение хочется отметить, что объекты генерации и электрические сети — это элементы единой энергосистемы нашей страны. Решение вопросов энергоэффективности отрасли требует комплексного подхода, поддержки государства и создания условий, которые мотивировали бы энергокомпании внедрять энергосберегающие технологии на своих объектах.



Фактор	Влияние на энергопотребление	Влияние износа
КПД агрегата	Чем выше КПД, тем ниже энергопотребление	По мере износа агрегата происходит снижение КПД
Соответствие параметров агрегата параметрам процесса	Чем больше запас по производительности и напору, тем выше непроизводительный расход энергии	По мере износа запас снижается, но, начиная с некоторого момента, характеристики агрегата могут стать недостаточными для выполнения техпроцесса
Управление агрегатом	На практике в основном реализуются три способа управления агрегатами: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ рециркуляция (в большинстве случаев энергопотребление максимально)</li> <li>■ дросселирование</li> <li>■ изменение скорости (наиболее эффективный способ)</li> <li>■ каскадная схема (изменение количества работающих агрегатов)</li> </ul>	Износ, как правило, не влияет на способ и алгоритм управления, но, в свою очередь, способ управления может влиять на износ механизма. Так, для шламовых насосов, перекачивающих пульпу, содержащую абразивные частицы, износ пропорционален скорости вращения в степени 2,8-3

Табл. 1



Рис. 4