



## ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ – ЗАДАЧИ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Д.т.н., проф. Кругликов П.А.<sup>1</sup>, к.т.н. Смолкин Ю.В.<sup>1</sup> (ОАО “НПО ЦКТИ”)

*АННОТАЦИЯ. Обобщен опыт проведения энергетического обследования. Даны рекомендации по основным направлениям повышения энергетической эффективности.*

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тепловые и атомные электростанции, энергетическое хозяйство предприятий, экономия энергетических ресурсов.*

Рациональное расходование энергетических ресурсов является жизненно важной задачей для страны.

В связи с неудовлетворительными показателями использования энергетических ресурсов в России 03.04.1996 г. был принят Федеральный закон №28-ФЗ “Об энергосбережении”.

В соответствии с законом предписывалось проведение энергетических аудитов на предприятиях с выявлением эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, разработкой мероприятий по энергосбережению и составлением на этой базе энергетических паспортов предприятия.

Поскольку в последующем энергетические показатели экономики России не фиксировали улучшение положения с потреблением энергетических ресурсов, был принят новый Федеральный закон №261-ФЗ от 23.11.2009 г. “Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...”. По своей сути этот закон постулирует ту же проблему, что и закон №28-ФЗ, и предлагает ряд организационных мероприятий (СРО, обучение энергоаудиторов, сервисные договоры).

ОАО “НПО ЦКТИ”, являющийся головной научно-исследовательской и проектно-конструкторской организацией энергомашиностроения, на протяжении своей истории активно участвовал в разработке, освоении и модернизации теплоэнергетического оборудования. На основании этого опыта, в том числе и энергетических обследований, кратко изложим наше мнение по выполнению Федерального закона № 261-ФЗ.

Задачи энергосбережения и повышения энергетической эффективности для энергогенерирующих и энергопотребляющих производств и объектов различаются по методам и критериям реализации, соответственно должны быть разграничены и подходы к энергоаудиту по указанным категориям предприятий.

Рассмотрим эту проблему применительно к энергогенерирующим установкам: КЭС, ТЭЦ, котельным на органическом топливе, технологи-

ческим установкам на предприятиях различных отраслей промышленности, т.к. именно на этих объектах, по нашему мнению, сосредоточены максимальные возможности по энергосбережению и внедрению энергосберегающих мероприятий.

Принципиально задачи энергосбережения могут решаться в следующих направлениях:

- обеспечение проектных и расчетных показателей установленного оборудования;
- модернизация тепловых схем и оборудования;
- создание новых, более эффективных энергетических установок.

Очевидно, что в связи с постоянным техническим прогрессом наибольший энергетический эффект может быть достигнут при реализации работ по последнему направлению. Это создание ПГУ и ГТУ разного уровня единичных мощностей, современных АЭС, паротурбинных установок на суперсверхкритические параметры пара, энергетических установок на вторичном топливе и на основе использования возобновляемых энергетических ресурсов.

Предписываемое Федеральным законом №261-ФЗ энергетическое обследование конкретных объектов может обеспечить в принципе определенное повышение энергетической эффективности по перечисленным выше первым двум направлениям работ.

Прежде всего, необходимо отметить, что вся история создания котельного и турбинного оборудования как в нашей стране, так и за рубежом, проходила в направлении повышения к.п.д. использования топлива, то есть энергосбережения (путем повышения параметров пара, совершенствования тепловых схем и оборудования). Задача повышения к.п.д. электрических станций была и остается доминирующей на всем протяжении развития теплоэнергетики.

Поскольку АЭС использует ядерное топливо, которое в настоящее время существенно дешевле органического топлива, то применяемым на практике обобщенным критерием энергетической эффективности АЭС является максимум отпускаемой электрической энергии, так как выработка электроэнергии на АЭС позволяет уменьшить выработку

<sup>1</sup> 191167, г. Санкт-Петербург, ул. Атаманская, д.3/6, +7(812)578-8758



электроэнергии на ТЭС, и, тем самым, уменьшить расход дефицитного органического топлива.

В зависимости от технического уровня и состояния объекта энергетическое обследование должно концентрироваться на различных вопросах. Сооружаемые в настоящее время ПГУ единичной мощности до 420÷450 МВт соответствуют современному техническому уровню, поэтому основной задачей является обеспечение проектных и расчетных показателей по тепловой экономичности. На этих электростанциях на основе специально проведенных испытаний определяются нормативные характеристики оборудования. Фактическая тепловая экономичность должна соответствовать нормативной с учетом объективных внешних условий эксплуатации. Энергетическое обследование в таких случаях может сводиться, по существу, к инспекционному контролю соблюдения действующих нормативов.

Отсутствие на протяжении последних двух десятилетий вводов в России новых электростанций в необходимом объеме привело к тому, что существующие КЭС и ТЭС имеют в значительной степени устаревшее оборудование, по сроку эксплуатации приближающееся к предельному парковому или даже индивидуальному ресурсу работы. Заменять старое оборудование на вновь изготовленное, аналогичное по конструкции, экономически нецелесообразно, а иногда и технически невозможно.

Таким образом, главным и необходимым условием для выполнения задач по энергосбережению и повышению энергоэффективности генерирующих предприятий является внедрение новых технологий и освоение машиностроителями нового оборудования. В то же время необходимо отметить, что доля отечественного энергооборудования на вновь вводимых генерирующих объектах сократилась с 99% в 1990 г. до 35% в 2010 г. [1].

Поскольку происходит постоянное повышение технического уровня как зарубежного, так и отечественного энергомашиностроения, то целесообразно устаревшее оборудование заменять модернизированным. Развитие новых методов проектирования и технологии позволяет создавать ЦВД, ЦСД, ЦНД турбин с существенно более высоким к.п.д.; более совершенное котельное, теплообменное и насосное оборудование. На модернизируемых энергетических установках целесообразно внедрять современные системы автоматизации и управления.

Очевидно, что обязательным условием эффективной работы энергетической установки является наличие необходимого качества и количества измерительных приборов.

Поскольку на электростанциях топливная составляющая стоимости производства электроэнергии составляла и составляет значительную часть стоимости производства электроэнергии, то показатель удельного расхода топлива всегда

был важнейшей характеристикой качества работы ТЭС. Поэтому на ТЭС бывшего Минэнерго СССР (затем РАО ЕЭС) традиционно была поставлена отчетность по определению тепловой экономичности, контролирующая качество работы оборудования. На ведомственных же электростанциях отчетность поставлена менее четко. Кроме того, приборное обеспечение зачастую недостаточно.

На АЭС на первых порах основное внимание уделялось надежности и безопасности работы. По мере решения этих вопросов все большее внимание стало уделяться повышению тепловой экономичности и электрической мощности.

АЭС, как и любая другая электростанция, представляет комплекс взаимосвязанного оборудования. Поэтому должна анализироваться вся тепловая схема энергоблока с учетом характеристик оборудования. Для этого должны создаваться программы расчеты тепловой схемы энергоблоков с использованием показателей измерительных приборов

Работа паровых турбин на влажном паре существенно усложняет анализ по сравнению с паровыми турбинами ТЭС на перегретом паре.

Под руководством ОАО "Концерн Росэнергоатом" на АЭС России в последние годы проводились работы по внедрению энергоэффективных мероприятий.

Анализ результатов внедрения этих мероприятий показал, что штатные измерительные приборы имеют значительную погрешность, и мероприятия, имеющие относительно небольшой расчетный энергетический эффект, не получают отражения в отчетной документации АЭС. Даже для мероприятий со значительным энергетическим эффектом расчетная эффективность не всегда соответствует отчетной.

Не случайно на зарубежных АЭС и ТЭС при создании автоматизированных систем контроля тепловой экономичности дополнительно устанавливаются измерительные приборы более высокого класса точности, чем обычные штатные. Именно такой подход позволяет проводить реальную политику энергосбережения.

Конечной целью любого энергетического обследования является разработка мероприятий, позволяющих улучшить энергетические показатели объекта, и по каждому мероприятию должны быть определены:

- экономия энергетических ресурсов;
- необходимые инвестиции для его реализации;
- экономический эффект;
- срок окупаемости инвестиций.

В отличие от энергогенерирующих предприятий предприятия различных отраслей промышленности традиционно были ориентированы на осуществление основных технологических процессов производства продукции, и эффективность энер-



гетического хозяйства не рассматривалась как первоочередная задача.

Энергетическое обследование сложных производств, например, предприятий по производству минеральных удобрений, показало следующее. Эти предприятия включают, как правило, источники тепловой энергии: котельные и технологические цеха, системы пароснабжения, отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, в том числе ближайших поселков, производственные цеха.

Отчетный баланс предприятия зачастую не основан целиком на показаниях штатных измерительных приборов. Как правило, штатные измерительные приборы не позволяют составить баланс производства и потребления тепловой энергии всего предприятия. В тех же случаях, где можно составить частные тепловые балансы, например, на котельных, выявляется значительная погрешность штатных приборов, нередко уходящая за класс точности приборов. Очевидно, что первым и важнейшим условием повышения энергетической эффективности является получение достоверного теплового баланса.

При этом следует иметь в виду, что даже при наличии измерительных приборов погрешность определения тепловой энергии значительна. В частности, погрешность определения тепловой мощности котлов по прямому балансу доходит до 2÷3%, а погрешность определения тепловой энергии в горячей воде может превышать 5%.

Опыт работ ОАО «НПО ЦКТИ» показал, что небаланс производства и потребления тепловой энергии на старых, длительно работающих производствах может доходить до 10÷20%.

В этих условиях реализация мероприятий по энергосбережению, составляющих зачастую доли процента от общей генерации тепловой энергии, не может получать отражения в уменьшении потребления топлива или увеличении производства энергии по данным штатных приборов.

Поэтому необходимо сосредоточить усилия, прежде всего, на разработке и реализации мероприятий со значительным энергетическим эффектом на основе комплексного анализа энергетических и технологических процессов различных производств. Для этого необходимо привлечение специалистов также для совершенствования этих технологических процессов.

Значительный эффект заключается в установке энергогенерирующего оборудования: паровых противодавленческих турбин при наличии дросселирования для технологии, отопления и горячего водоснабжения значительных расходов пара, газотурбинных установок с когенерацией, турбодетандеров.

В этом случае уменьшается количество покупаемой электроэнергии и вследствие относительно небольшого увеличения расхода топлива суммарные расходы предприятия на энергоресурсы заметно уменьшаются.

Таким образом, реальная политика энергос-

бережения на предприятии может проводиться только при условии количественного и качественного обеспечения его энергетического хозяйства необходимыми измерительными приборами. Использование в процессе энергетического обследования дополнительных приборов (газоанализаторов, ультразвуковых расходомеров, контактных термометров и пирометров, тепловизоров) может дать решение для конкретных частных задач или для относительно несложных энергетических объектов (например, водогрейные или паровые котельные). Ориентирование только на получаемую в этих случаях расчетную оценку энергетического эффекта неправомерно. Необходим постоянный контроль качества работы предприятия на основании показаний стационарных измерительных приборов.

Опыт работы ОАО «НПО ЦКТИ» также показал, что на предприятиях различных отраслей промышленности необходимо совершенствовать отчетную документацию, поскольку в существующем виде в ней, как правило, не отражается качество использования энергоресурсов.

Опыт энергетических обследований показал, что на каждом длительно работающем предприятии устанавливаются определенные традиции по его эксплуатации и по формам отчетности. И если по результатам обследования рекомендуется реализация мероприятий со значительным техническим и экономическим эффектом: установка паровых или газовых турбин, реконструкция теплофикационных установок с малым сроком окупаемости инвестиций, то оно может реализоваться. В этом случае привлекаются внешние проектные и конструкторские организации, выделяются финансовые средства, и работа контролируется руководством. Но если рекомендуются мероприятия с малым экономическим эффектом, реализация которых возможна на уровне предприятия, то они, как правило, не внедряются.

Одним из самых распространенных заблуждений является мнение, что организационно-технические мероприятия, создание на предприятии атмосферы поиска путей энергосбережения являются мало затратными и в то же время очень эффективными. Практика показывает, что при кажущейся простоте реализации это и не выполняется. По всей видимости, здесь имеет место проявление «человеческого фактора», когда реальное поведение людей существенно отличается от предписываемого нормативными документами. Но эта проблема выходит далеко за рамки задач энергосбережения.

Закон №261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...» предписывает проводить обучение энергоаудиторов. За относительно небольшое время обучения можно научиться пользоваться теми или иными измерительными приборами, ознакомиться с нормативными документами, методиками относительно не-



сложных расчетов. Специалист, прошедший такое обучение, может выступать, в основном, только инспектором, контролирующим выполнение нормативных документов. Подобный контроль необходим, но им нельзя ограничиваться. Целесообразно осуществлять комплексный профессиональный анализ энергетического хозяйства предприятия. А для этого необходимо привлечение организаций, имеющих в своем составе специалистов различного профиля со значительным опытом исследования энергоустановок и оборудования.

Приведем такой пример.

Система теплоснабжения включает источники и потребителей тепловой энергии. Закон №261-ФЗ предписывает проводить энергетическое обследование каждого отдельного юридического лица: ТЭЦ или котельная, потребители тепловой энергии (например, здания жилищно-коммунального хозяйства). Допустим, что тепловизионное обследование конкретных зданий показало принципиальную возможность их утепления до нормативных требований. Допустим, что схема теплоснабжения этих зданий реконструирована и позволяет осуществлять регулирование тепловой нагрузки за счет ее модернизации. Но без анализа всей системы теплоснабжения и разработки системы ее регулирования в силу взаимного влияния потребителей невозможно гарантировать, что будет достигнут конечный результат: экономия топлива на источнике тепловой энергии.

Сама по себе идея, что энергоснабжение можно оценивать по каждому локальному объекту, а общий эффект будет суммой локальных эффектов, не всегда верна.

Необходимо отметить нечеткость формулирования направленности Закона №261-ФЗ. В ст. 5 констатируется, что сфера действия закона «распространяется на деятельность, связанную с использованием энергетических ресурсов». Но при этом основной упор делается на обеспечение энергетической эффективности «зданий, строений и сооружений», «повышение энергетической эффективности экономики субъектов Российской Федерации и экономики муниципальных образований».

Создается впечатление, что в основу закона №261-ФЗ были положены некоторые частные зарубежные документы, в частности, Европейского союза. Но технический уровень и состояние энергетического хозяйства в Европейских странах и России существенно отличаются. В Европейских странах потребление тепловой энергии для отопления, горячего водоснабжения отдельных зданий фиксируется измерительными приборами. При этом обеспечивается оптимальное регулирование как источника, так и потребителя тепловой энергии.

Обеспечение энергетической эффективности зданий в России не является первоочередной проблемой, решение которой обеспечит в ближайшие

годы значительную экономию энергетических ресурсов. Во многих случаях стоит задача обеспечения надежности энергоснабжения, а не экономии энергоресурсов.

Несмотря на такую ситуацию во исполнение закона №261-ФЗ сегодня в массовом порядке проводится энергоаудит зданий различных предприятий. Дело даже доходит до обследования зданий АЭС.

Это не имеет никакого практического смысла. Дело в том, что, например, обследование может только качественно контролировать состояние теплоотражающих конструкций зданий. Расчетная оценка тепловых потерь здания имеет значительную погрешность. Можно давать рекомендации по утеплению зданий для соблюдения тех или иных нормативов, но реально регулировать тепловую нагрузку без реконструкции системы отопления зачастую невозможно. Более того, если в отдельных зданиях и будет предусмотрено регулирование, то это вовсе не означает, как было сказано выше, что в конечном итоге это приведет к уменьшению расхода топлива на тепловом источнике. Переделка всех отопительных систем в России ни по затратам, ни по наличию квалифицированных кадров и оборудования в ближайшее время невозможна. Более того, затраты для утепления существующих зданий не могут окупиться в приемлемые сроки, поэтому это проблема государственных органов, а не частных собственников. Требования по улучшению энергетических показателей зданий необходимо относить к новому строительству.

Также лишено смысла энергетическое обследование большинства котельных малой и средней мощности, исчисляемых в России тысячами, с разработкой мероприятий по энергосбережению. Необходимо устанавливать новое оборудование с современной автоматикой.

Для целей отопления, вентиляции и горячего водоснабжения производственных предприятий и ЖКХ на котельных в России расходуется значительное количество природного газа. Существенный энергетический и экономический эффект, как известно, может быть получен при комбинированном производстве электрической и тепловой энергии (создании мини-ТЭЦ на базе паровых или газовых турбин).

Поскольку иногда задача энергосбережения ограничивается установкой приборов по учету расхода тепловой энергии, то это приведет, в конечном итоге, только к пересмотру тарифов на отпускаемое тепло, поскольку отсутствие реальной работы по уменьшению потерь тепловой энергии не уменьшит расход топлива на тепловом источнике.

В связи со значительным увеличением стоимости топлива с 1973 г. промышленно развитые страны стали уделять серьезное внимание как энергосбережению при потреблении энергетических ресурсов, так и использованию вторичных и возобновляемых энергетических ресурсов.



В промышленно развитых странах энергосбережение является политикой, реализуемой уже на протяжении многих десятилетий. И энергетическое обследование действующих предприятий является далеко не единственным и не самым важным направлением энергосбережения.

Федеральный закон №261-ФЗ был принят через 13 лет после принятия Федерального закона №28-ФЗ. К сожалению, не был проведен анализ выполнения Федерального закона №28-ФЗ, который мог бы позволить более обосновано сформулировать направления работ нового закона.

В частности, опыт показал, что предписываемый программами проведения энергетического обследования «тотальный» контроль всех систем сложного энергетического хозяйства предприятия оказался, по существу, невыполним в приемлемые сроки и с приемлемой для заказчика стоимостью.

Отношение к выполненным энергоаудитам на предприятиях во многих случаях отрицательное. Это объясняется тем, что зачастую так называемое энергетическое обследование выполняется неквалифицированными кадрами и сводится по существу к перечню установленного оборудования, переписыванию отчетной документации и к рекомендациям по энергосбережению, которые можно было сделать и без энергетического обследования (улучшение тепловой изоляции трубопроводов и оборудования, установка энергосберегающих ламп, частотное регулирование электродвигателей и т. п.). Но критический анализ теплового баланса предприятий, его технологий с разработкой мероприятий по модернизации, как правило, отсутствует.

Очевидно, что реальное энергосбережение и повышение энергетической эффективности возможно только при реализации эффективных инженерных решений. А для этого необходимо иметь соответствующие квалифицированные кадры и современное энергомашиностроение.

Несколько слов о реализации Федерального закона №261-ФЗ.

Согласно этому закону первое энергетическое обследование должно быть произведено до 31.12.2012 г.

Пройти первый аудит и зарегистрировать энергопаспорт обязаны около 1,1 млн. предприятий и организаций. На начало 2012 г. в Минэнерго РФ сдано всего несколько тысяч паспортов.

Огромные масштабы требуемых энергообследований вызвали появление многочисленных аудиторских фирм с низким профессиональным уровнем.

По ряду оценок для выполнения Федерального закона №261-ФЗ количество организаций, формирующих СРО, может составить 6÷7,5 тысяч, а необходимое количество аудиторов до 30 тысяч человек [2, 3].

Уже к началу 2012 г. количество СРО в области

энергосбережения выросло до 134, а количество энергоаудиторских компаний составило более 5000 [4].

При этом существует положение, при котором человек с высшим образованием даже не инженерного профиля, отучившись на 72-часовых курсах, в ряде случаев заочно, может получить свидетельство энергоаудитора и на его основе допуск к работам.

В силу того, что возросло количество аудиторских организаций и упростились требования к допуску их к проведению энергетических обследований, чрезвычайно актуальной становится задача экспертизы результатов энергоаудита. Сейчас зачастую она отсутствует или носит формальный характер, сводящийся к регистрации энергопапортов.

Выведение энергоаудита из-под контроля государства привело к тому, что крупные частные структуры (холдинги) на законных основаниях создают свои собственные центры энергоэффективности, вступают в СРО и фактически, не нарушая закон, проводят обследования собственных организаций.

Нетрудно предвидеть результат такого выполнения закона.

В то же время мы еще раз подчеркиваем, что опыт создания и совершенствования энергетического оборудования накапливается десятилетиями. Более того, оборудование создается коллективом инженеров различных специальностей. Относительно быстро можно подготовить, по существу, инспекторов энергонадзора, знакомых с нормативной документацией и следящих за ее выполнением. А для решения задач по повышению энергетической эффективности необходимо привлечение специализированных организаций.

В заключение можно сказать следующее.

1. Федеральный закон №261-ФЗ предписывает энергетическое обследование предприятий с разработкой и реализацией, в конечном итоге, мероприятий по повышению эффективности производства и потребления электрической и тепловой энергии. В то же время состояние электрогенерирующего оборудования на многих объектах таково, что не только эффективность использования топлива не соответствует современному уровню, но и становится проблематичным обеспечение необходимой надежности работы.

В такой ситуации на первый план выходит не детальный анализ состояния устаревшего оборудования, к тому же с неудовлетворительной по количеству и качеству приборной измерительной базой, а серьезная модернизация существующего оборудования, либо полная его замена. Создание многочисленных энергоаудиторских организаций может только обеспечить в лучшем случае проверку выполнения нормативных документов (тоже зачастую устаревших).

Квалифицированную комплексную разработку



могут выполнить только организации, имеющие многолетний опыт создания и исследования энергооборудования.

2. На современном этапе состояния энергопроизводящего оборудования в России основным направлением энергосбережения и повышения энергетической эффективности является создание нового оборудования: ПГУ, ГТУ, АЭС, энергоблоки на суперсверхкритических параметрах пара; замена котельного и турбинного оборудования на более совершенное на действующих ТЭС и котельных.

3. Современное состояние энергетического хозяйства промышленных предприятий во многих случаях не позволяет обеспечивать эффективную энергосберегающую политику. Необходимо совершенствование отчетной документации, приборной измерительной базы, экономических условий работы эксплуатационного персонала. В конкретных случаях при привлечении специализированных организаций за счет создания или развития ТЭЦ, совершенствования технологических процессов заметный энергетический эффект мо-

жет быть обеспечен и при существующем состоянии предприятий.

4. Задача повышения энергетической и экономической эффективности предприятий ЖКХ должна решаться комплексно и конкретно для каждой системы теплоснабжения с учетом наличия квалифицированного персонала, соответствующего финансирования и возможности приобретения необходимого оборудования.

### Литературы

1. Дьяков А.Ф. Энергосбережение и повышение энергоэффективности при производстве и передаче электроэнергии. «Вести в электроэнергетике». № 6, 2011.
2. Абрамович Б.Н., Жуковский Ю.Л. Энергоаудит – способ достижения энергоэффективности. «Академия энергетики» № 6 (44), 2011.
3. Серебряков Д.В. Энергоаудит на пороге перемен. «Энергосбережение». № 1, 2012, с 20 – 23.
4. Рейтер Т. Энергоаудит и энергосервисные компании. Предварительные итоги «Энергосбережение», вып.10, 2012.

