

положена неподалеку от Астрахани и имеет установленную мощность 15 МВт. Во время снегопадов сбоев в работе электростанции не наблюдалось, слой снега не задерживается на поверхности модулей дольше, чем до 12 часов дня. Панели очищались самостоятельно за 30 минут после восхода солнца. Чистка солнечных панелей от снега рабочими не проводилась. Таким образом, прошедшей зимой снег не оказал практически никакого влияния на выработку электростанции. Чистка от снега пространства между рядами модулей зимой также не осуществлялась, поскольку высота снежного покрова никак не влияла на генерацию. Таким образом, практика показывает, что снеговая нагрузка не является препятствием для развития солнечной энергетики в России.

Российская Федерация обладает богатым солнечным потенциалом, который существенно превышает потенциал европейских стран. В российских условиях солнечная электростанция, при условии качественного проектирования и строительства, работает высокоэффективно и надежно.

1. Усков, А.Е., Дайбова, Л.А., Гиркин, А.С., Дауров, А.В., Дизендорф, А.В., Горбачев, В.А., Попучева, М.А. Солнечные фотоэлектрические станции: перспективы, особенности работы и расчета экономической эффективности // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 114. – С. 902-927.
2. Стребков, Д.С., Шогенов, Ю.Х., Бобовников, Н.Ю. Повышение эффективности солнечных электростанций // Вестник МГУ. – 2020. – № 3. – С. 480-497.
3. Марченко, О.В., Соломин, С.В. Конкурентоспособность солнечных и ветровых электростанций в странах СНГ // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2020. – № 4. – С. 301-311.
4. Немченко, А.В., Короткий, Р.П., Ханин, Ю.И., Лихолетов, Е.А. Особенности инновационного развития возобновляемых источников энергии на примере солнечных электростанций // МНИЖ. – 2021. – № 6-1 (108). – С. 129-131.
5. Бубенчиков, А.А., Беляев, В.И., Тажиев, Р.Т., Фисун, Н.А. Целесообразность строительства объектов солнечной энергетики на территории России // Современное строительство и архитектура. – 2017. – № 4 (08). – С. 5-7.

УДК 697.326

Хондошко Юлия Владимировна
Амурский государственный университет
г. Благовещенск, Россия
E-mail: amur-ka_847@mail.ru
Khondoshko Yulia Vladimirovna
Amur State University
Blagoveshchensk, Russia
E-mail: amur-ka_847@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ КОТЛОАГРЕГАТОВ

INCREASING ENERGY EFFICIENCY AND SELECTION OF RATIONAL OPERATION PARAMETERS OF BOILER UNITS

Аннотация. В статье рассмотрены основные проблемы котельных, работающих на твердом низкосортном топливе. Предложены пути повышения энергетической эффективности и методы более рационального использования имеющегося оборудования котельных.

Abstract. The article deals with the main problems of boiler houses operating on solid low-grade fuel. The ways of increasing energy efficiency and methods of more rational use of the existing boiler equipment are proposed.

Ключевые слова: твердое топливо, котельная, система теплоснабжения, энергетическая эффективность.

Key words: solid fuel, boiler room, heat supply system, energy efficiency.

DOI: 10.22250/jasu.95.16

В настоящее время в России существуют технологии энергоэффективного котельного оборудования, но активное использование их во многом зависит от стоимости проекта и его внедрения в существующую систему теплоснабжения. Кроме того, следует отметить еще одну проблему, препятствующую распространению новых технологий в сфере теплоснабжения – недостаточность мер государственной поддержки и стимулирования перехода к новым, энергоэффективным решениям.

Повышение эффективности котельных – сложная задача, которую нельзя рассматривать отдельно от эффективного использования тепла. Если говорить только об эффективном производстве тепловой энергии, то для Амурской области, где основным топливом являются бурый уголь и мазут, самым простым способом его повышения является переход на теплогенераторы с использованием скрытой теплоты отходящих газов. Это требует введения конденсационных котлов или установки конденсационных экономайзеров на существующих.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что тепловая энергия в Амурской области расходуется в основном на нужды теплоснабжения жилищного фонда и источниками ее являются в основном котельные, построенные более пятидесяти лет назад. Оборудование их давно отработало эксплуатационный период, а жилищный фонд за последнее десятилетие значительно увеличился, в связи с чем в некоторых населенных пунктах ощущается дефицит тепловой энергии. Решением данной проблемы может стать внедрение энергоэффективного оборудования в существующие котельные, вывод из эксплуатации неэффективных котельных, строительство новых источников тепловой энергии с использованием новейших разработок в области теплоснабжения. Но для успешной реализации таких проектов необходимо реконструировать всю систему теплоснабжения.

В настоящее время существующая система теплоснабжения города Благовещенска Амурской области разделена между различными теплоснабжающими организациями, производством тепловой энергии и ее транспортировкой конечному потребителю. Потребителями тепловой энергии в системах централизованного теплоснабжения являются многоэтажные, малоэтажные и индивидуальные жилые дома, общественные здания, промышленные предприятия.

Котлы устанавливаются в котельных 1969-1993 гг., как и вспомогательное оборудование, они изношены, работают с низким КПД, что приводит к чрезмерному расходу топлива и высокой стоимости тепловой энергии.

При оценке эффективности работы котлов, работающих на твердом топливе, выявлен ряд негативных факторов, главным образом из-за того, что в качестве топлива используется бурый уголь. Теплотворная способность бурого угля находится в пределах 3000 ккал/час. При горении образуется большое количество золы и коксующихся веществ. Влажность – 50%. При использовании бурого угля происходит быстрое засорение газового тракта, а также поверхностей нагрева. В результате возникает необходимость в повышении темпов потребления угля, что приводит к дополнительным финансовым затратам.

Технико-экономические расчеты показали высокую эффективность перевода котлов с мазута на газ. Эффективной мерой является также объединение тепловых сетей нескольких газовых котлов с одновременным закрытием котлов малой мощности и переносом их нагрузки на более мощный. Увеличение нагрузки позволит работать в номинальном режиме с максимальной эффективностью и снизить затраты на производство тепла.

В то же время следует отметить, что при такой ценовой политике производителей котельного оборудования замена устаревшего оборудования с высоким износом и низким КПД в ряде случаев экономически нецелесообразна. Высокая стоимость оборудования приводит к тому, что срок окупаемости реконструкции котельной превышает 12 лет. Однако даже в этих условиях замена котельного оборудования необходима из-за их значительного физического износа. Реализация реконструкции котельной позволит обновить существующее оборудование и снизить дополнительные затраты, связанные с эксплуатацией изношенного оборудования, в будущем.

Паровые котлы малой и средней мощности должны быть оснащены электрогенераторами с приводом от паротурбинных установок; установленные на котлах типа ДКВР и КС, они производят пар более высокого давления, чем требуется для технологического процесса и систем отопления.

Рассматривая направления энергосбережения и реконструкции систем теплоснабжения, необходимо учитывать состояние каждой из трех составляющих системы: источника тепловой энергии (котельной или ТЭЦ), тепловых сетей и потребителей.

При небольшой нагрузке, прилагаемой к котлу, эффективность его реконструкции может быть повышена путем диспетчеризации котельной, т.е. перевода ее в автономный режим с выходом параметров работы котельной в диспетчерскую организацию теплоснабжения. Меры по внедрению автоматизированного контроля параметров и режимов работы котла окупятся примерно через 3-4 года.

Зарубежный опыт в создании и совершенствовании технологий и технического оснащения, применяемых в котельных, позволил выявить значительные резервы снижения затрат на выработку тепловой энергии. К наиболее доступным для Амурской области и города Благовещенска, в частности, относятся:

- установка дополнительных хвостовых поверхностей нагрева на котлах с целью использовать тепло конденсации водяных паров продуктов сгорания;

- вовлечение в топливный баланс дополнительных ресурсов (древесина, отходы сельского хозяйства);

- снижение тепловых потерь при его транспортировке и распределении;

- улучшение режимов работы котла;

- продление и восстановление срока службы основного тепломеханического оборудования.

Энергосбережение в современных условиях – один из главных факторов при выборе оборудования и схем котельной. Основным критерием энергосбережения является снижение стоимости энергоресурсов котельной в процессе ее эксплуатации.

Повысить эффективность использования топлива в котельных установках позволит утилизация тепла отходящих газов с помощью рекуперативных, смесительных, комбинированных устройств, работающих при различных способах использования тепла, содержащегося в отходящих газах.

Содержание влаги продуктов сгорания в газовом тракте котлов может составлять 100 г и более на 1 кг сухого газа. Жара этих газов может уменьшить расход топлива. Рекуперация тепла влажных газов дает ряд технических преимуществ: при ее осуществлении используется не только физическое тепло газов, но и тепло конденсации содержащихся в них паров; процесс теплообмена становится значительно более интенсивным и теплообменники со значительно меньшей поверхностью нагрева могут быть использованы для утилизации; сушка отработавших газов позволяет снизить их температуру до 80-90°C без опасности конденсации водяного пара по газовому тракту котельной установки; при конденсации влаги из продуктов сгорания в ней растворяется часть оксидов азота, что положительно влияет на состояние окружающей среды; конденсат может быть использован для технологических нужд. Применение рекуперативных теплообменников для охлаждения парогазовой смеси, работающих в конденсационном режиме (температура рекуперативной поверхности ниже температуры точки росы), приводит к увеличению коэффициента использования топлива на 1% уже при снижении температуры уходящих газов на 3-4°C.

Значительное повышение фактического КПД паровых котлов типа ДКВР способствует переводу их в режим водяного отопления.

Для надежности котлов, проработавших 20 и более лет, рабочее давление снижается до 0,6-0,8 МПа, а в реальности во многих котлах поддерживается давление 12 атм. Работа паровых котлов при таких низких давлениях негативно влияет на стабильность циркуляции из-за снижения температуры насыщения и увеличения доли парообразования, в экранных трубах происходит интенсивное образование накипи и увеличивается вероятность горения труб. Кроме того, при работе котла под давлением от 1 до 3 атм из-за низкой температуры насыщения необходимо отключить экономайзер чугунной воды, так как может происходить испарение, что недопустимо. Эти и другие особенности приводят к тому, что КПД этих паровых котлов не превышает 80 – 82%, а в некоторых случаях, когда трубы сильно загрязнены, уменьшается до 70 – 75%.

Паровые котлы в работе, переведенные в водогрейный режим, не уступают специализированному водогрейному, а по ряду показателей и возможностей превосходят их, – например:

доступность для внутреннего осмотра, контроля, ремонта, улавливания шлама и очистки благодаря наличию барабанов;

возможность более гибкого регулирования теплопроизводительности (качественного по температуре сетевой воды и количественного – по ее потреблению, в допустимых пределах);

универсальность конструкции по отношению к выбору теплоносителя, что в основном относится к одноблочным котлам, которые позволяют работать как в паровом, так и в водогрейном режимах;

улучшение работы отдельных элементов конструкции (труб рециркуляции и обогреваемых трубных пучков, для которых исчезает опасность захвата и сноса пара, тем самым открывая возможность повысить КПД);

повышение КПД котла с переходом на водонагревательный режим от 1,5 до 10-12%.

Для блочно-транспортабельных котлов (котлы ДКВР-20-13, КЕ-25-14, ГМ-50-14 и др.) желательно использовать все схемы:

постоянный поток в части теплонапряженных экранов с верхним и нижним коллекторами,

направление движения снизу вверх, так же в экономайзер и пароперегреватель;

неоднократно вынужденная циркуляция в остальной части экранов и первых рядах конвективного пучка;

усиленная естественная циркуляция в остальной части трубного пучка, возможность возникновения которой возникает за счет использования упомянутой многократной принудительной циркуляции и использования циркуляционных драйверов.

Рациональное распределение нагрузки между несколькими котлами, работающими одновременно, может повлиять на энергосбережение в котлах, так как КПД котлов и затраты обычного топлива, которые зависят от производительности, индивидуальны для разных модификаций котлов и сроков их использования. Наиболее выгодное распределение общей нагрузки между котлами будет обеспечено относительным увеличением расхода топлива.

1. Казаков, М.Ю., Гринкруг, М.С., Ткачева, Ю.И. Задача выбора оптимального состава котлов для котельных малой производительности // Сборник трудов Междунар. научно-практ. конф. «Энергосбережение в теплоэлектроэнергетике и теплоэлектротехнологиях». – Омск: ОГТУ, 2010. – С. 85-88.

2. Тугов, А.Н., Майданик, М.Н. Паровые котлы-утилизаторы за ГТУ мощностью более 25 МВт, установленные на ТЭС России: сборник науч.-техн. докладов // Сборник докладов Междунар. научно-техн. конф. «Проблемы эксплуатации котлов-утилизаторов парогазовых установок», 26-27 апреля 2018 г. – М.: ОАО «ВТИ». – С. 17-25.

3. Илясов, В.А. Опыт внедрения ступенчатого сжигания с системой нижнего дутья НПО ЦКТИ на пылеугольных котлах ОАО «Сибэнергомаш» / В.А. Илясов, В.Г. Петухов, А.И. Медведев, О.А. Бирюкова // Новые технологии сжигания твердого топлива: их текущее состояние и использование в будущем. Сб. докладов. – М.: Изд-во «ВТИ», 2011.