



## КОТЕЛЬНЫЕ ENERSTENA — ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ «ЗЕЛеной» ЭНЕРГЕТИКИ

В 1993–1995 гг. в Литве появились первые современные промышленные топки и котлы, работающие на древесных отходах и предназначенные для систем теплоснабжения городов. Но сложности использования в твердотопливных котлах некачественного и неподготовленного древесного топлива вызвали необходимость создания топок и котлов нового типа. Решение нашли специалисты фирмы ENERSTENA, котлы и когенерационные установки которой, соответствуют европейским стандартам и самым строгим требованиям бытовых и коммунальных потребителей.

Первые проекты отличались тем, что топки для сжигания древесных отходов подстраивались к существующим котлам типа ДКВР, ДЕ или (в меньшей степени) к котлам КВМГ. Однако из-за сложной очистки поверхности теплообменника от золы, а также из-за значительного снижения производительности и КПД котлов, в дальнейшем в Литве отказались от их использования и начали разрабатывать и производить котлы специальной конструкции, предназначенные для древесной щепы.

### ■ РАСТЕТ ДОЛЯ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА

На сегодняшний день в Литве уже накоплен достаточно большой собственный практический опыт получения энергии и тепла при сжигании биомассы. В отопительном сезоне 2016–2017 гг. доля тепла, полученного из биомассы, в централизованном теплоснабжении Литвы достигла 64%. Практически не осталось городов, которые снабжались бы теплом только путем сжига-

ния природного газа. С каждым годом растет количество небольших городов, в которых 100% тепловой энергии получается за счет сжигания древесного топлива. В таких населенных пунктах стоимость тепла снизилась примерно на 30% по сравнению с использованием природного газа. В ближайшие годы в Литве доля тепла, полученного из биотоплива, в системе централизованного теплоснабжения достигнет 70%.

### ■ КАЧЕСТВО ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА УХУДШАЕТСЯ

В связи с увеличением объемов древесных отходов, используемых для отопления, изменилось их качество. Если изначально отходы древесины, образующиеся в мебельном, столярном и других производствах, были хорошего качества и их было в избытке, то с годами качество сырья ухудшалось — сегодня большая доля его приходится на отходы лесозаготовки. Это измельченные сырые ветки, кора и другие отходы, в которых количество минеральных примесей



### Автор статьи

**Кястутис Буйнявичюс,**  
д-р техн. наук, директор  
Центра научных исследований и развития  
ENERSTENA

достигает 3–5%, а влажность — 50–55%. В исключительных случаях, когда отходы лесозаготовки в зимнее время поступают вместе со снегом и льдом, влажность топлива может достигать и 60%.

Освоение такого сложного топлива было настоящим вызовом для производителей топок и котлов. Проблемы вызывала потеря мощности оборудования при сжигании топлива большой влажности, в результате чего его внутренние поверхности покрывались пылью и пеплом из дымовых газов, засоряли дымовые проходы.

Как правило, западные производители топок и котлов претензий в этом случае не принимали, сводя проблемы к плохому

качеству топлива. Еще одной особенностью топок котлов типа ДКВР, ДЕ и др. оказалось забивание их элементов золой и пылью, а также сложность их очистки. Необходимо было останавливать оборудование, охлаждать и производить очистку вручную. Одновременно растут потери тепла не только из-за засорения поверхностей нагрева котлов, но также и из-за вынужденной остановки и охлаждения котельного оборудования для очистки и последующего пуска и нагрева.

**РЕШЕНИЯ ЗАО ENERSTENA**

Вместо того, чтобы использовать широко распространенные котлы, комбинируя их с различными существующими топками, специалисты ЗАО ENERSTENA решили пойти по другому пути — создать топку и дымо-трубный котел собственной конструкции, ставя в первую очередь задачи автоматизации работы котельной, возможность эффективного сжигания низкокачественных сортов древесного топлива, а также решения проблемы очистки поверхностей нагрева котла без его остановки. Был проанализирован соответствующий опыт эксплуатации котлов и качества топлива, накопленный в Литве и в скандинавских странах. С его учетом начали создавать специальные конструкции топок и котлов, способных работать в более сложных условиях использования низкокачественного топлива.

На участке автоматизированной подачи начали устанавливать сетки, предотвращающие попадание крупных кусков дерева или чужеродного материала, а также рыхлители (рис. 1). Это значительно повысило надежность работы системы топливоподачи. Устройства подачи топлива в топку также усовершенствовались — от шнековых питателей перешли на гидравлические, которые менее чувствительны к «негабаритным» размерам отдельных кусков топлива. Толкатели топлива были расширены почти до ширины топки, что позволило равномерно распределить топливо по ширине топки и способствовало его равномерному сгоранию.

Следующим вопросом были колосниковые решетки. Опыт показал, что они



↑ Рис. 1. Фрагмент автоматического склада топлива. Виден горизонтальный рыхлитель топлива

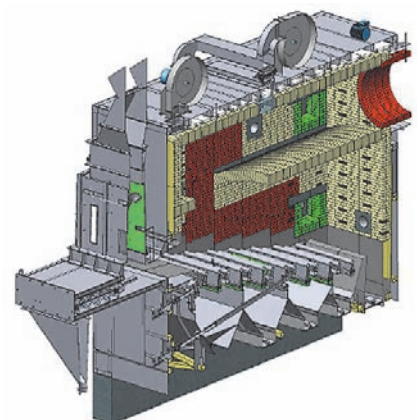
подвергаются значительным термическим, а в некоторых зонах и механическим нагрузкам. Колосники, в свою очередь, окисляются при воздействии высоких температур. Поэтому для их производства необходимо использовать жаропрочный чугун с высоким, не менее 23%, содержанием хрома. Были закуплены и исследованы образцы колосников разных производителей. Установили, что важно не только количество легирующих элементов, но и равномерность их распределения в слитке. Специалисты убедились, что наличие хрома не является достаточным показателем качества. Также было обнаружено, что микропоры в литье значительно снижают механические свойства колосника. В результате этого исследования были определены несколько западных производителей колосниковых отливок, чья продукция может длительно и надежно эксплуатироваться.

Сложные задачи были поставлены перед разработчиками топок: должно быть обеспечено качественное сжигание топлива с влажностью от 30% до 55% и с сохранением полной мощности, но при этом температура в топке не должна превышать температуру плавления золы; система золоудаления должна иметь достаточную производительность даже при содержании негорючего материала в топливе до 5-7%; должно быть обеспечено полное сгорание топлива, а выброс окиси углерода в дымовых газах должен быть значительно ниже допустимых норм.

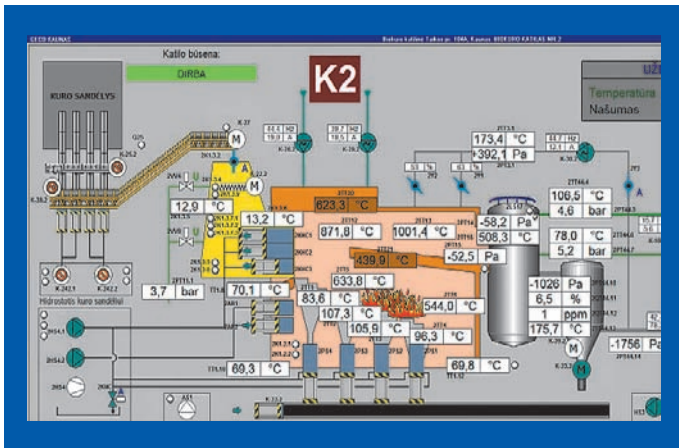
Как известно, горение древесных отходов происходит в четыре стадии: а) высушивание топлива — выпаривание влаги; б) нагрев и выделение газовых продуктов; в) выгорание газовых продуктов; г) выгора-

ние коксового остатка. Для каждой стадии необходимо различное количество воздуха, а также подача в соответствующее место. Для управления процессом горения топки фирмы ENERSTENA были оснащены системой регулирования подачи первичного воздуха в зоны горения топлива (рис. 2). Скорость и температура сжигания топлива управляются благодаря рециркуляции дымовых газов. Температура пламени также регулируется отдельной подачей газов в зону горения. Таким образом, внедрены эффективные инструменты для управления процессом, которые «затормаживают» горение сухого топлива, чтобы предотвратить шлакование минеральных примесей топлива (рис. 3). В случае использования влажного топлива осуществляется его интенсивная сушка потоком нагретого воздуха.

Стены топки выполнены из огнеупорного кирпича, имеющего рабочую тем-



↑ Рис. 2. Топка фирмы ENERSTENA, модель — Calidum Ember



↑ Рис. 3. Скриншот дисплея с текущими параметрами технологических процессов в котельной. В центре — параметры среды в топке



пературу до 1200 °С, а в зоне горения — до 1400 °С. Толщина обмуровки для более мощных топок составляет 230 мм, что обеспечивает стабильный температурный режим даже при резком повышении влажности топлива. В топку введено третичное воздушное дутье, которое способствует дожиганию газообразных веществ и обеспечивает минимальную концентрацию окиси углерода (CO). В результате внедренных конструктивных решений концентрация CO в дымовых газах не превышает 10–100 мг/м<sup>3</sup>. Управление температурой в топке в пределах 950–1050 °С позволило добиться концентрации оксидов азота (N<sub>2</sub>O) в пределах 250–300 мг/м<sup>3</sup>. Для контроля установлены термодары, благодаря которым компьютерная программа отслеживает температуру в топке и меняет объем рециркуляции газов. В качестве стандартного оснащения в топку мощностью более 5 МВт устанавливается система постоянного измерения концентрации O<sub>2</sub> и CO. Оператор может в любой момент увидеть на мониторе дисплея все важнейшие параметры работы котельной установки (см. рис. 3). Это дает возможность корректировать распределение воздуха, рециркуляцию дымовых газов и другие параметры, которые могут варьироваться при изменении характеристик топлива.

Топки проектируются с увеличенным объемом и низкой теплонапряженностью колосниковой решетки — чтобы горение происходило не слишком интенсивно, как в газификационной установке. В определенных зонах топки снижается скорость газового потока, что способствует осаждению в них основного количества золы, предотвращая вынос её в котел.

С топками используются газотрубные котлы производства ЗАО ENERSTENA. Учи-

тывая опыт сложности эксплуатации водотрубных котлов, специалисты фирмы освоили собственное производство газотрубных или комбинированных газо-водотрубных паровых и водонагревательных котлов. Для тепловых и прочностных расчетов фирма приобрела специализированные компьютерные программы. Конструирование котлов производится в соответствии с европейскими стандартами EN 12953 Shell boilers и др. Конструирование котлов силами собственных специалистов открыло широкие возможности компоновки котла с производимыми топочными устройствами.

Водонагревательные котлы фирмы ENERSTENA имеют свои особенности — это отдельно стоящие (при мощности более 4 МВт) вертикальные газотрубные котлы. Вертикальное расположение труб обеспечивает меньшее загрязнение поверхностей нагрева золой и более легкую их очистку. Котлы оснащены устройством пневмоимпульсной автоматической очистки труб, которое постоянно вызывает импульсы высокоскоростного потока, таким образом осуществляя постоянную очистку поверхности теплообмена от загрязнений. Данная система позволяет при умеренном качестве топлива проработать целые месяцы, а то и целый отопительный сезон, без остановки котла или топки для очистки от загрязнений.

Паровые котлы производятся с горизонтальной компоновкой. Фирма разработала серию котлов, предназначенных для промышленных предприятий, потребляющих пар для технологических нужд.

Отдельного внимания заслуживают котлы, в качестве топлива использующие отходы агропродукции: пеллеты из соломы, шелуху овсянки, гречихи, отсева очистки и др. Специалистам компании пришлось решать сложные задачи, связанные с плавлe-

нием золы на колосниковой решетке и быстрым засорением поверхности теплообменника золой. Данные технические решения уже запатентованы. Котел, работающий на особенно сложном топливе — на пеллетах из соломы, без остановки на очистку может работать месяцами. Например — за 4 месяца непрерывной эксплуатации аэродинамическое сопротивление участка газового тракта в пределах котла, являющегося индикатором загрязнения поверхностей нагрева дымотрубного котла, практически мало изменилось.

Последние разработки фирмы — это дымо-водотрубные паровые котлы для выработки электроэнергии. Они позволяют получать перегретый до 450–470 °С пар. Топки для этих котлов не объединены с агрегатом, т.е. котлы можно комплектовать топками разной конструкции, в зависимости от имеющегося топлива. Гибкость технических решений позволяет максимально удовлетворить требования наших клиентов.

Профессионализм, опыт и квалификация специалистов ENERSTENA дают возможность постоянно совершенствовать производимую продукцию, удовлетворяя потребности всех заказчиков. ☎



@ Контактная информация

**ЗАО ENERSTENA**

+370 37 37 32 31  
www.enerstena.lt | info@enerstena.lt

Представительство в Украине  
+370 687 32338, +380 683 811125  
ukraine@enerstena.com.ua