

УДК 621.181.7: 662.642.2

А.Э.Жуков (6 курс, каф. РиПГС), С.М.Шестаков, д.т.н., проф.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ТОПЛИВА – ПЕЛЛЕТ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Северо-западный федеральный округ обладает значительным запасом древесины (биотоплива), а также является местом сосредоточения большого количества предприятий лесозаготовительной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. Все это позволяет Северо-западному округу стать в ближайшей перспективе источником экологически чистой, относительно недорогой тепловой и электрической энергии [1, 2]. Помимо этого, в ходе реализации решений конференций ООН – Рио-де-Жанейро-92 и Киото-97 регион может стать источником квот на выбросы CO_2 , которые будут требоваться для развития большой энергетики на невозобновляемых топливах (таких как каменный и бурый уголь) в России и Западной Европе. Обладая чрезвычайно выгодным географическим расположением, регион имеет возможность начать производство и экспорт обработанного биотоплива (Pellet, брикетов, древесного угля и т.п.) в страны Западной Европы (в Данию, Нидерланды и др.) и найти свою «нишу» на мировом рынке.

Основные преимущества пеллет (перед другими видами топлива). Пеллеты из древесной биомассы — наиболее дешевое, высококалорийное, высокотехнологичное, экологически чистое топливо для использования в отопительных агрегатах котельных и при обогреве индивидуальных жилищ. Наиболее употребительными являются пеллеты диаметром 4...10 мм и длиной 15...30 мм, с теплотой сгорания $Q_i^r = 18...21$ МДж/кг, зольностью $A^r = 0,3...0,5$ %, содержанием серы $S^r < 0,04$.



Рис. 1. Сравнительный график выброса CO_2 (г/кВтч) в атмосферу для разных отопительных систем; цифры даны с учетом выброса CO_2 , необходимого для получения данного топлива.

Пеллеты имеют высокую плотность (насыпной вес 650...670 кг/м^3 , плотность $\rho = 900...1100$ кг/пл.м^3) и занимают в 10 раз меньше места, чем опилки. Они – негигроскопичны и при длительном хранении не ухудшают своих характеристик. Транспортировка пеллет автотранспортом экономически выгодна на расстояния до 500 км, морские перевозки увеличивают это расстояние до нескольких тысяч километров. При перевозке водным или иным видом транспорта отсутствует экологическая опасность.

Важнейшим качеством пеллет является их экологическая чистота вследствие низкой зольности и отсутствия серы; при их сжигании сохраняется баланс кислорода и углекислого газа в атмосфере (рис. 1), т.е. снижается «парниковый эффект» от антропогенной деятельности.

Поэтому пеллеты широко используются в качестве биотоплива для муниципальных котельных и индивидуальных установок (в коттеджах) в Швеции, Канаде, Дании, Нидерландах. Их доставляют потребителю на автомашинах, оборудованных бункерами по типу бетоновозов, и сгружают в приемный бункер. От бункера к топочному устройству пеллеты подаются гибким шнеком. Это позволяет легко изменять расход топлива и автоматизировать процесс сжигания.

Высокая калорийность пеллет, сравнимая с каменным углем, энергетическая стабильность, относительно низкая себестоимость производства, особенно при использовании собственных древесных отходов, делает их конкурентоспособным топливом на европейском рынке. В Европе имеется развитая инфраструктура промышленного потребления пеллет.

Обзор рынка пеллет показал, что внутренний рынок пеллет в России пока отсутствует, так как стоимость производства тепла и электроэнергии на них выше, чем на природном газе и даже угле. Дальнейший подъем цен на газ и уголь приведут к экономической целесообразности использования пеллет в малой энергетике.

Внешний рынок (в Европе) не насыщен пеллетами, но на нем господствуют конкуренты. Ближайшие конкуренты – заводы пеллет в Финляндии и Швеции. В Финляндии работают 11 заводов по производству пеллет общей производительностью 250000 т/год, часть из них используют сырье из Карелии. Примерно 90 % всех производимых в Финляндии пеллет экспортируется в страны Европейского союза (в Германию, Данию, Швецию и др.) Стоимость получения 1 МВтч энергии при отоплении пеллетами внутри Финляндии обходится населению в \$27, а при отоплении дизельным топливом – в \$34. Поэтому финский рынок потребления древесных гранул находится в стадии активного роста. В ближайшие годы Финляндия предполагает увеличить производство пеллет до 1200000 т/год, в том числе, и за счет строительства заводов в России.

Основными ближайшими крупнейшими потребителями пеллет являются Швеция, Дания, Норвегия, Германия, Австрия. Так, например, энергетическая программа Дании «Энергия 21», принятая в 1996 году предусматривает, что возобновляемая энергия в 2005 г. будет обеспечивать 12...14% общего энергопотребления страны, а к 2030 г. превысит 50 %. Из более 80000 малых котельных в Дании приблизительно 70000 сжигают древесину (щепу и гранулы). Из отчетов Комиссии по нетрадиционным видам топлива ЕС потребление пеллет растет на 30% в год и в 2003 г. достигнет 18 % от всех используемых источников энергии. Активность организаций, выступающих за улучшение экологической ситуации во всем мире, также способствует повышению спроса на данный вид топлива.

Цены с доставкой пеллет до оптового покупателя в странах ЕС колеблются от 110 до 150 €/т; у конечного потребителя – от 150 до 250 €/т. В настоящее время российские фирмы уже имеют запросы на поставку пеллет в Данию около 80000, в Швецию – 25000, в Германию – 40000 т/год. При экспорте пеллет из России средняя прибыль может составить более 20 €/т, что является безусловно выгодным бизнесом.

Технологическая схема производства пеллет.

В накопительный бункер (рис. 2) подаются опилки, а также измельченные в щепорезке щепы и горбыль. Далее шнеком-дозатором сырьевая смесь подается в дробилку, где крупные фракции дробятся до необходимых размеров. Измельченное топливо после дробилки подается пневмотранспортом в циклон с дозатором. В циклоне крупные фракции сепарируются и подаются с помощью шлюзового затвора на вход сушильного барабана, а смесь воздуха и мелких фракций поступают в теплогенератор.

В теплогенераторе вырабатывается тепло для сушки измельченного топлива в сушильном барабане. Смесь сухого топлива и уходящих газов поступает в циклон, в котором сухое топливо отделяется от газов и поступает в накопительный бункер. В бункере-накопителе топливо обрабатывается паром, перемешивается до однородной массы и подается дозаторами в грануляторы.

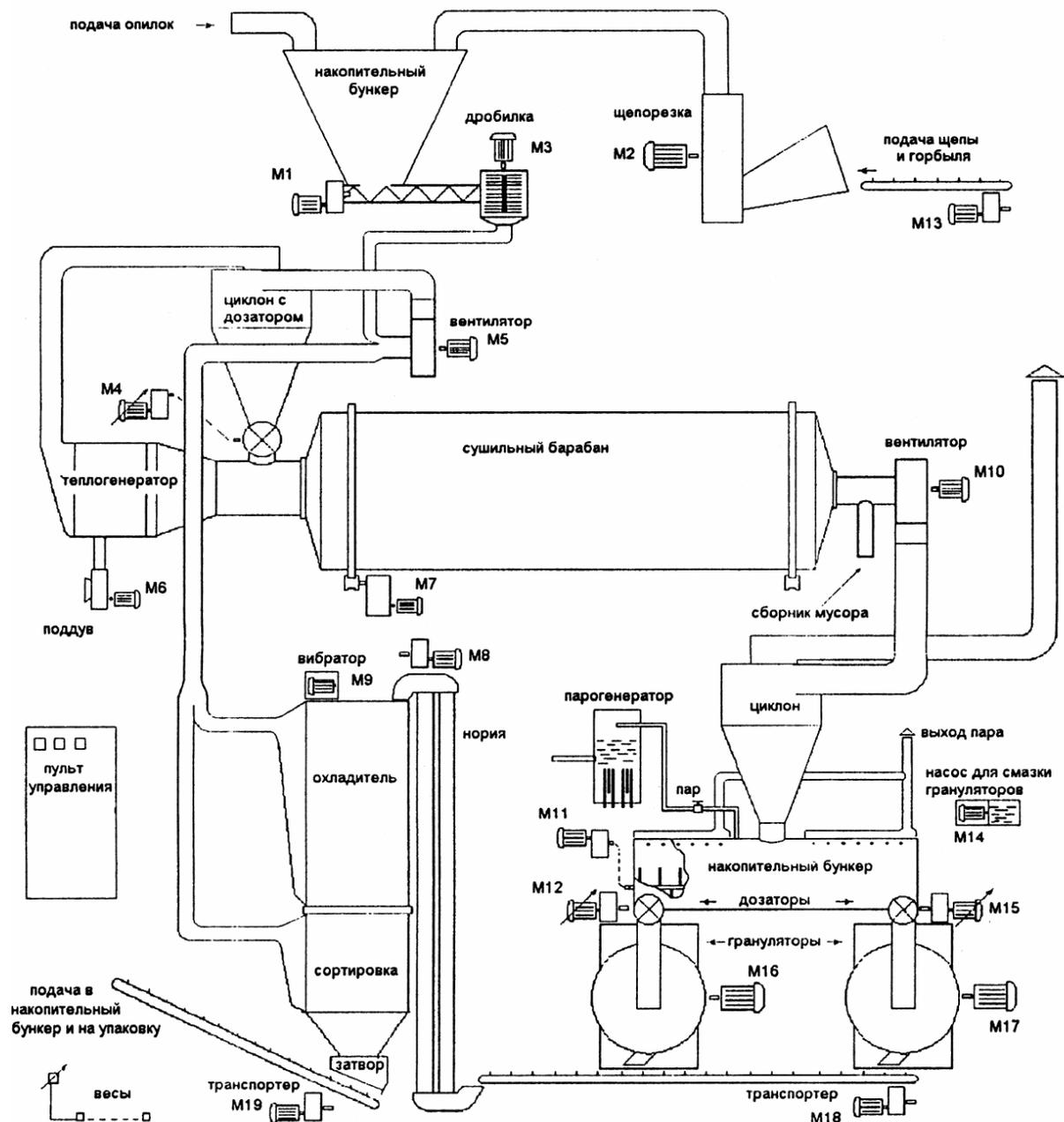


Рис. 2. Технологическая схема установки по производству гранулированного топлива

В грануляторах топливо прессуется в гранулы (пеллеты). Горячие пеллеты с помощью горизонтального и вертикального транспортеров подаются в башенный бункер-охладитель, в котором пеллеты охлаждаются продуваемым с помощью вентилятора воздухом и сортируются. Затем пеллеты подаются скребковым транспортером в накопительный бункер и – на упаковку.

Использование пеллет в котлах. На зарубежном рынке в настоящее время продаются несколько видов печей, котлов, каминов, работающих на древесных гранулах. Они могут быть с водяным кожухом и без него (рис. 3, 4).

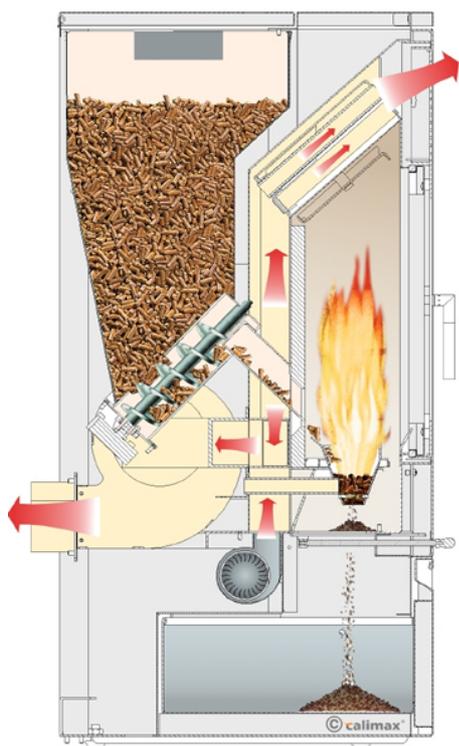


Рис. 3. «Воздушный» котел (воздухонагреватель)

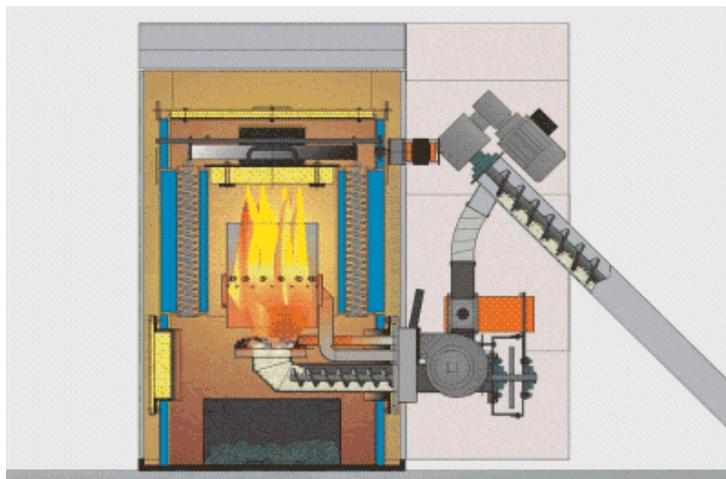


Рис. 4. Водяной котел центрального отопления

На рис.3 представлен «воздушный» котел, предназначенный для отопления отдельных жилых комнат, его мощность невелика, до 11 кВт. Пеллеты автоматически подаются шнеком в зону горения и горят в слое. Нагретый через стенку воздух поступает в помещение. Такие котлы комбинируются с другими отопительными системами, например, с «солнечными коллекторами». В котле установлен бункер для накопления гранул, рассчитанный на непрерывную работу от 24 до 100 часов. Зола периодически удаляется «вручную» из-под котла. Для исключения пыления зола собирается в специальном выдвижном ящике.

Для центрального отопления коттеджа применяется котел с водяной рубашкой (рис. 4) или с иной конструкцией водонагревательной части. Котел может быть установлен внутри дома (в подвале или на первом этаже) или вне дома. При установке котла внутри дома бункер-накопитель пеллет находится снаружи и имеет объем примерно на одну-две недели непрерывной работы котла. В бункер пеллеты загружаются механически (или сливом) из цистерн автомобилей, развозящих пеллет потребителям. Из бункера пеллеты подаются в котел как правило закрытым шнековым транспортером. Управление котлом автоматическое.

Сжигание пеллет может проводиться в слое (на горизонтальной или наклонной решетке) или в факеле. На рис. 4 представлен вариант водогрейного котла «комбинированного горения»: часть пеллет может сжигаться в слое, часть – в факеле. Пеллеты перед подачей в факел размалываются в горелке. Обычная мощность таких котлов 15...100 кВт.

При сжигании пеллет в центральных отопительных котельных (муниципальных котельных) мощность котлов повышается до 0,5...3 МВт. В этом случае теплообменные поверхности котлов выполняются в виде дымогарных труб, в два-три хода. За котлами могут устанавливаться водяные подогреватели или воздухоподогреватели.

Иногда сжигание пеллет комбинируют с кусковой древесиной или древесными отходами, что повышает устойчивость сжигания последних. Мощность таких котлов может

достигать 50 МВт. Эти котлы способны автоматически переключаться с режима загрузки пеллет в режим загрузки древесных отходов.

Часть отопительных котельных работают в паровом режиме. При суммарной паропроизводительности котельной более 20 т/ч целесообразно надстраивать их паровыми турбинами с противодавлением и вырабатывать тепло и электроэнергию по высокоэффективной схеме когенерации.

В некоторых случаях котлы на пеллетах работают в комбинации газогенераторами. Генераторный газ, полученный из пеллет направляется или в котел, или в газодизель для получения электроэнергии.

Так как котлы, работающие на пеллетах и древесных отходах, неплохо себя зарекомендовали, на них уже стали переходить многие коммунальные хозяйства Германии, в том числе, с одновременным переводом котельных в режим мини-ТЭЦ.

Задачи расчета процесса горения. Расчет процесса горения пеллет будем рассматривать с позиций диффузионно-кинетической теории, разработанной на кафедре РиПГС СПбГПУ под руководством проф. В.В. Померанцева и его учеников [3]. Сам процесс горения разделим на несколько стадий: – прогрев пеллет и их сушка; – выход и горение летучих; – горение коксового остатка. Решение системы нелинейных уравнений позволит определить суммарное время горения пеллет и основные характеристики топочного устройства.

Выводы: В дальнейшей работе необходимо проработать конкурентоспособную схему производства пеллет в условиях северо-западного региона России (бизнес-план) с использованием по максимуму номенклатуры отечественного оборудования, а также выполнить анализ процесса горения пеллет в относительно небольших топочных устройствах на основе методики, представленной в работах проф. С.М. Шестакова и др., то есть с учетом сушки, выхода летучих и горения кокса.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шестаков С.М. О создании зон производства «экологически чистой» тепловой энергии («зеленой» энергии) в Северо-Западном федеральном округе. Науч.-практ. семинар «Древесные отходы – потенциальный заменитель традиционных видов топлива (уголь, мазут, газ)». 20-22 февраля 2002 г., СПб. СПб: АЦТЭЭТ 2002. С. 29-38.
2. Шестаков С.М. Комплексное использование лесных ресурсов с целью получения тепла и электроэнергии, практическая реализация // Теплоэнергоэффективные технологии. 2001. № 3 (25). С. 5-13.
3. Основы практической теории горения: Учеб. пособ. для вузов. / Под ред. В.В. Померанцева. 2-е изд., перер. и доп. Л.: Энергоатомиздат, 1986. 312 с.