

УДК 674.049.2

UDC 674.049.2

НОВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЯМИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ В БИОТОПЛИВО**NEW METHODS OF CONTROL PROCESSING TECHNOLOGY WASTE OF WOOD IN BIO FUEL**

Сафонов Андрей Олегович
д.т.н, профессор, декан лесопромышленного факультета
Воронежская государственная лесотехническая академия, Воронеж, Россия

Safonov Andrey Olegovich
Dr.Sci.Tech., professor, Dean of the Forestry Industry Faculty
Voronezh State Academy of Forestry and Technologies, Voronezh, Russia

В статье результаты исследований процесса получения биотоплива из отходов древесины с применением нового метода управления путем модернизации стандартного оборудования. Такое управление позволяет повысить технико-экономическую эффективность технологий

In this article the results of the research of bio fuel from wood waste using a new method of management by upgrading the standard equipment. Such management can improve the technical and economic efficiency technologies

Ключевые слова: БИОТОПЛИВО, ДРЕВЕСИНА, МЕТОД, ОБОРУДОВАНИЕ, ОТХОДЫ, ПРОИЗВОДСТВО, ТЕХНОЛОГИЯ, УПРАВЛЕНИЕ, УТИЛИЗАЦИЯ

Keywords: BIO FUEL, WOOD, METHOD, EQUIPMENT, WASTE, PRODUCTION, TECHNOLOGY, MANAGEMENT, RECYCLING

Производство биотоплива в России является одной из перспективных отраслей экономики. Сейчас в нашей стране функционируют более 80 заводов по производству биотоплива преимущественно из отходов древесины, производящих около 400 тысяч тонн продукции в год. В странах Европы биотопливо в виде пеллет начали делать в конце 80-х годов прошлого века для отопления жилых помещений путем сжигания в котельных и на ТЭЦ. Сейчас потребление биотоплива в Европе неуклонно повышается.

Технологические процессы переработки древесных отходов были заимствованы из пищевой и химической промышленности. Пеллеты - это цилиндрические изделия из прессованной древесины длиной 20...50 мм, диаметром 4...12 мм. Их по праву можно назвать экологически чистым топливом. Сырьем для производства пеллет являются отходы деревопереработки в виде высушенной, остаточной древесины, такой, как шлифовальная пыль, стружка, опилки. Также можно применять отходы от переработки сельскохозяйственных культур: солома, лузга и т.д.

Пеллеты по сравнению с традиционными ископаемыми энергоносителями имеют ряд очевидных преимуществ. При сжигании в атмосферу вы-

брасывается CO₂ столько же, сколько было поглощено растением во время роста. Пеллеты менее подвержены самовоспламенению, так как не содержат пыли и спор. Как правило, этот вид топлива не вызывает у людей аллергическую реакцию.

Основное назначение пеллет – замена ископаемых энергоносителей и продуктов из них в топливном балансе средних и крупных ТЭЦ, а также в частном секторе. Биогранулы относятся к возобновляемым экологически чистым видам топлив, при их сжигании не образуются парниковые газы и остается очень мало золы, их удобно и безопасно использовать. Процесс сжигания пеллет можно автоматизировать.

Стимулирование развития биотопливной промышленности объясняется исполнением ряда стран условий Киотского протокола. Способность гранул конкурировать на топливном рынке поддерживается проводимой в Европе энергетической политикой через налоговые механизмы, субсидии, торговлю квотами на выбросы, рынок «зеленой» энергии.

Пеллеты изготавливаются без химических связующих под высоким давлением, создаваемом в матрице. Их энергосодержание составляет 17...18 МДж/кг в зависимости от породного состава входящей в состав древесины. Один килограмм древесных гранул соответствует 0,5 литру жидкого дизельного топлива. (3 м³ древесных пеллет по эквивалентны 1 м³ нефти), при плотности 650...700 кг/м³, диаметре 6...16 мм, длине 20...30 мм; содержание золы 0,4...1,0 % и влажности 7...12 %. Стоимость пеллет колеблется по различным источникам в пределах 60-90 евро за тонну.

Пеллеты делятся на разновидности: для использования в частном секторе и промышленные. Они отличаются характеристиками используемых отходов и соответственно внешним видом. Для частных нужд пеллеты производятся из более качественных отходов. Содержание коры в них не должно превышать 5...7 % от общего объема сырья. При этом влажность пеллет не должна превышать 10 %. Их поверхность должна быть твердой и

блестящей. Зольный остаток этого вида гранул, как правило, не должен превышать 0,5 % от объема сгораемого топлива.

Пеллеты для промышленности производятся из сырья более низкого качества. Содержание коры в них может достигать 25 %. Зольный остаток доходит до 5 %. Цена таких пеллет ниже и используются они в промышленных котельных.

Технология гранулирования известна давно и «зародилась» при промышленном производстве кормовых продуктов для животноводства в Северной Америке. Производство брикетированного топлива начиналась с прессования полезных ископаемых типа угольной пыли и торфа. В нашей стране заводы по производству биотоплива из отходов древесины начали строиться в начале этого века.

Сейчас стремительно растет число малых деревоперерабатывающих предприятий, объемы перерабатываемой древесины увеличиваются с каждым годом. Также растет число заводов, перерабатывающих отходы древесины в биотопливо.

Однако, специализированное оборудование, предназначенное для переработки сыпучих древесных отходов в биотопливо, как правило зарубежное, весьма дорогостоящее и требует так же дополнительных затрат, связанных с его обслуживанием. Такие вложения низкорентабельны для большинства средних и мелких деревоперерабатывающих предприятий.

В настоящее время наметилась тенденция переоборудования линий, применяемых в сельском хозяйстве для производства гранулируемых комбинированных кормов, в целях получения древесного биотоплива. В их состав обычно входят: барабанная сушилка с конвейером загрузки, мельница для измельчения, накопитель, пресс-гранулятор, охладительная колонка. При установке специализированной матрицы повышенной прочности, не требующей перенастройки сушильного барабана и включении в линию второй дополнительной мельницы, комплекс способен гранулировать из-

мельченые древесные отходы в качественное биотопливо, соответствующее стандартам стран Евросоюза.

В ходе исследования была проанализирована существующая система автоматизации (Рисунок 1). Включение и отключение электропитания производится посредством кнопки 14.

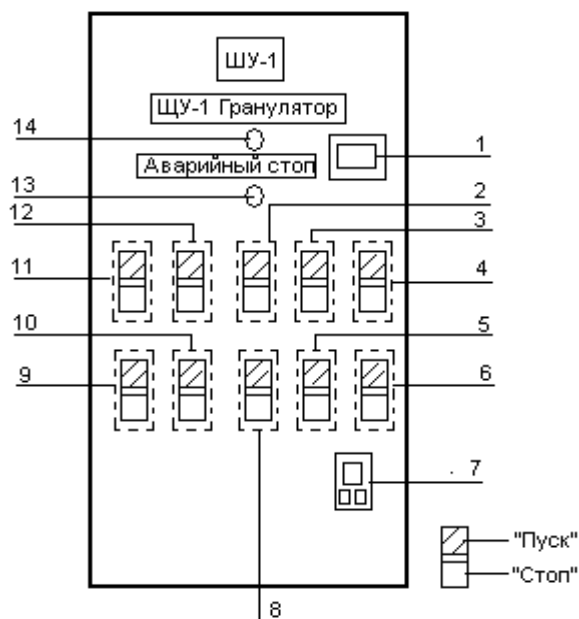


Рисунок 1. Щит управления технологическим процессом пеллетирования древесных дисперсных частиц

Управление дозатором, норией, подающей сырьё в накопитель, транспортером горячих гранул, транспортером охлажденных гранул, вентилятором в накопителе, шнеком питателя, шнеком несгранулированной массы, охлаждающей колонкой, пресс-гранулятором и вентилятором несгранулированной массы производится с щита управления. Включение всего вышеперечисленного оборудования производится вручную с помощью кнопок «Пуск/Стоп» 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 соответственно на щите управления. Показание силы тока в цепи выведено так же на щит управления с помощью приборного табло 1. Необходимая частота вращения шнека питателя задается вручную на панели электронного преобразователя частоты 7 марки ИЧВ 0,25, вмонтированного в щит управления.

Однако, такое производство весьма пожароопасное, а качество древесных пеллет широко варьируется в зависимости от многих факторов, которые можно разделить на регулируемые и нерегулируемые.

К регулируемым параметрам технологического процесса относятся: скорость подачи стружки, породный состав сырья, влажность подаваемой стружки, температура матрицы пресса, фракционный состав сырья. К нерегулируемым - влажность атмосферного воздуха, температура атмосферного воздуха, температура сырья.

Выходные параметры технологического процесса, характеризующие эффективность производства, следующие: теплота сгорания пеллет, себестоимость, полезный выход готового продукта, крошимость.

Скорость подачи зависит от влажности, фракционного состава сырья и температуры матрицы. При повышенной влажности сырья (более 10 %) скорость подачи рекомендуется повысить, чтобы снизить интенсивность влагообработки. В случае, когда средний размер фракции сырья превышает 3 мм, скорость подачи необходимо снизить для достижения необходимой прочности готовых пеллет. При недостаточной температуре матрицы (менее 50 °С) скорость подачи сырья должна быть невысокой. Это связано с трудностью пластификации лигнина в древесине.

Лигнин, содержащийся в древесине, является связующим при прессовании. В процессе прессования сырье проходит через матрицу пресса, которая в результате трения валцов о матрицу значительно нагревается, и тем самым расплавляет лигнин в древесине. После прохождения пеллетами операции охлаждения, лигнин снова застывает, обеспечивая необходимую прочность готового продукта. Преобладание хвойных пород древесины в обрабатываемом сырье в количестве от 70...80 % способствует получению наиболее качественных пеллет по результатам испытаний на крошимость (0,3...2,5 %). При таком соотношении можно получить пеллеты с максимальным диаметром 10 мм, что важно для потребителя. Однако в

условиях реального производства редко получается достичь такого соотношения хвойных и лиственных пород в древесных отходах. Критическим для производства древесных пеллет считается соотношение: 30 % отходов из древесины любых хвойных пород к 70 % отходов из древесины любых лиственных пород. Такие гранулы более светлые, в них много трещин, крошимость достигает 15 % [2].

Влажность подаваемой стружки определяет конечную влажность готовых пеллет и, как следствие, их прочность. При значительно повышенной влажности сырья (более 16 %) сложно проводить технологический процесс, так как получаемые пеллеты «выстреливают» из матрицы. Если влажность сырья, подаваемого в пресс составляет 12...15 %, то пеллеты получаются рыхлыми, непрочными и не могут считаться качественным готовым продуктом. При влажности сырья менее 7 % получаемые пеллеты так же не обладают необходимыми прочностными характеристиками, так как недостаточно влаги для пластификации лигнина, чтобы образовалось достаточно прочное соединение. Требуемую влажность сырья возможно достичь проведением влагообработки сырья.

Фракционный состав сырья, главным образом, влияет на производительность технологического процесса. Чем мельче фракция на входе, тем выше производительность. Для достижения номинальной производительности размер частиц на входе в линию сушки-измельчения должен быть не более 25x25x1 мм, а на входе в пресс - гранулятор – 2x1x1 мм. Для этого на предприятии предусмотрены две молотковые дробилки для измельчения и доизмельчения поступающих отходов.

Температура матрицы пресса в процессе производства изменяется в пределах от температуры окружающего её воздуха до 95 °С. Нагревание матрицы происходит под действием большого давления и возникающей силы трения прессующих валцов о внутренние стенки матрицы в процессе производства.

Важным параметром, характеризующим качество древесных пеллет, является теплота сгорания, которая представляет собой количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1 кг пеллет. Теплота сгорания зависит от качества и породного состава сырья.

Себестоимость складывается из стоимости электроэнергии, требуемой для работы оборудования, отнесенной к объему полученной продукции. В условиях непрерывного роста цен на электроэнергию, задача её сбережения является особо актуальной. Затраты на электроэнергию и представляют собой совокупность затрат на работу оборудования линии пеллетирования. Полезный выход пеллет – это количество выпущенной продукции за единицу времени (кг/час), исключая пыль, образовавшуюся после прохождения пеллет через охлаждающую колонку.

В зависимости от способа транспортировки пеллет и вида их упаковки происходит разрушение части пеллет в количестве 0,3 – 15 %. Этот показатель характеризуется крошимостью [1], то есть свойством готового гранулированного продукта разрушаться под действием внешних воздействий. Учесть такое количество факторов, влияющих на технологический процесс, возможно только при использовании автоматизированной системы управления процессом гранулирования. Предлагается следующая схема автоматизированного управления процессом гранулирования дисперсного древесного сырья в биотопливо (Рисунок 2).

Работа комплекса начинается с включения нории, подающей сыпучие древесные отходы в накопитель (контур 1). Одновременно включается ворошитель (контур 2), предотвращающий слеживание поступившего сырья.

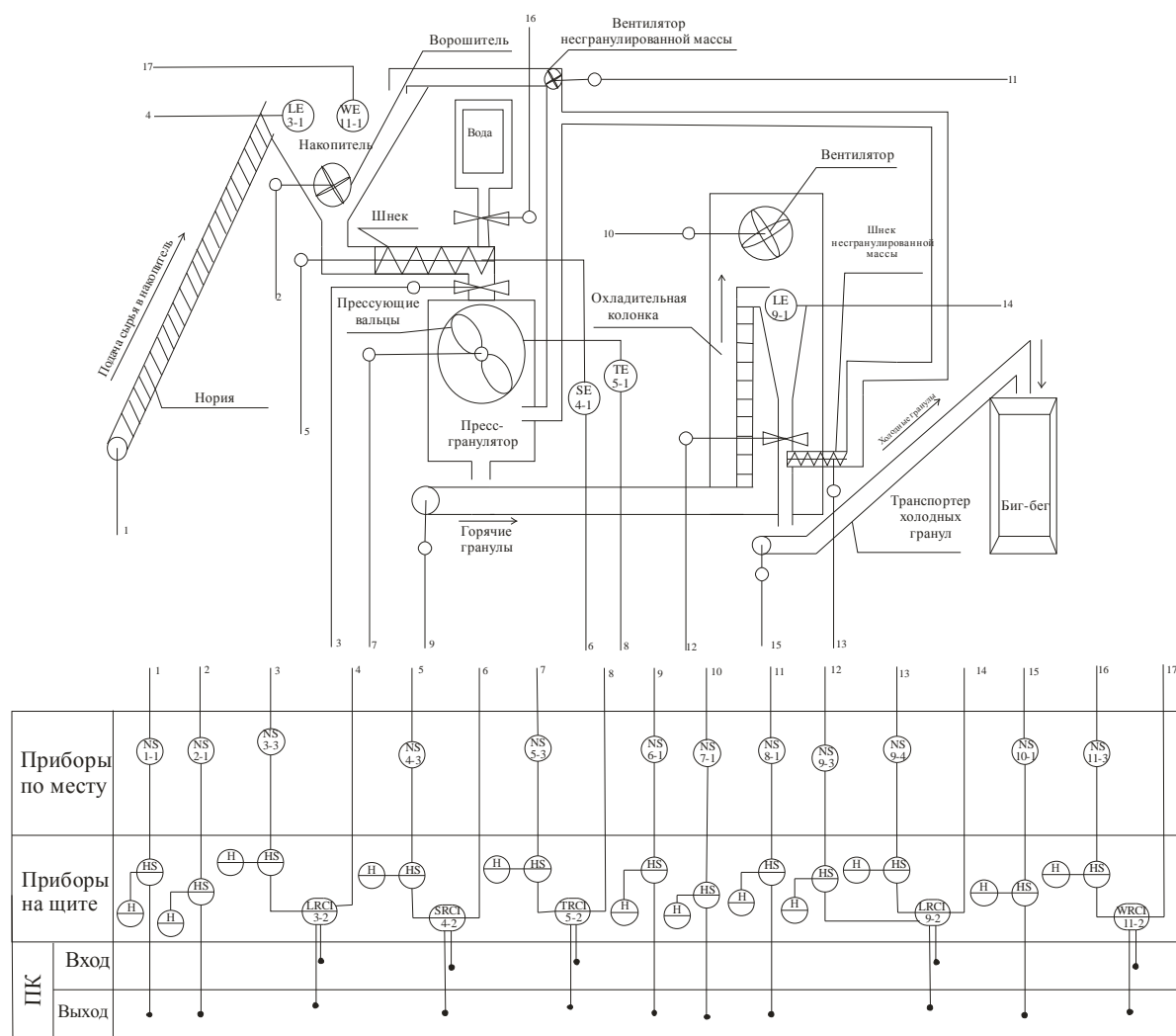


Рисунок 2. Предлагаемая схема автоматизации технологического процесса гранулирования дисперсных древесных частиц

При достижении в накопителе необходимого уровня сырья (линия связи 3), автоматически включаются прессующие вальцы (линия связи 4) и в течение нескольких секунд происходит прогрев матрицы.

По истечению этого времени автоматически последовательно включаются электродвигатели вентилятора несгранулированной массы (линия связи 11); конвейера (линия 9), обеспечивающего транспортировку горячих гранул в охлаждающую колонку; вентилятора колонки (линия 10); открывается клапан, подающий сырье в пресс (линия связи 3). В зависимости

от режима работы с помощью регулятора частоты (линия связи 6) устанавливается необходимая частота вращения шнека, подающего сырьё в пресс (линия связи 5). Для предотвращения пожароопасных ситуаций, связанных с тлением верхних слоев гранул на выходе из пресса, предусмотрено автоматическое понижение температуры матрицы, которая нагревается под действием большого давления и возникающей силы трения между прессующими вальцами и матрицей. Система автоматизации предусматривает постоянное измерение температуры матрицы в процессе производства. Если температура превысила допустимое значение (линия связи 8), автоматически увеличивается частота вращения прессующих вальцов (линия связи 7), что в результате приводит к снижению температуры матрицы. Таким образом, снижается риск возникновения пожароопасной ситуации на производстве.

Качество готовых гранул напрямую зависит от влажности сыпучих древесных частиц, поступающих в пресс-гранулятор. При превышении этого показателя готовые гранулы имеют более высокое значение крошимости и при перевозке до потребителя теряют требуемые свойства. Если влаги недостаточно, то лигнин, выступающий в технологии в качестве связующего, не распределяется однородно по всей массе сырья и готовые гранулы также получаются хрупкими. К тому же в этом случае возрастает износ матрицы вследствие повышенного трения сырья о полости. Поэтому в накопителе установлен датчик влажности сыпучих материалов, по результатам измерения которого (линия связи 17) регулируется подача воды в шнековый отсек (линия связи 16) перед операцией непосредственного прессования. Таким образом, автоматизированная система в режиме реального времени без остановки производства и независимо от работы оборудования на предыдущих этапах процесса обеспечивает оптимальное значение влажности подаваемого сырья в пресс-гранулятор.

Для повышения прочности пеллет и уменьшения их остаточной влаги, производится снижение их температуры в охладительной колонке. При достижении в бункере охладительной колонки предельного уровня поступивших гранул (линия связи 14), подается управляющий сигнал на открытие исполнительного механизма, выгружающего охлажденные гранулы на конвейер (линия связи 12), и шнека (линия связи 13), отводящего несгранулированную массу. Одновременно подается управляющий сигнал на электродвигатель конвейера (контур 15), перемещающего готовые гранулы в упаковочные мешки – биг-беги.

Таким образом, предложенный способ автоматического управления процессом производства биотоплива из сыпучего древесного сырья на линии поддерживает безопасную работу всего оборудования. Предложенная система позволяет обеспечить заданную влажность готового продукта, а также исключить тление верхних слоев гранул, соответственно повышается качество биотоплива. Способ автоматического управления предполагает экономию энергии и ресурсов, используемых в процессе. По предварительным оценкам, экономия электроэнергии в процессе прессования различного сырья составляет до 20%. В совокупности все перечисленные выше преимущества обеспечивают повышение общей технико-экономической эффективности процесса.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 28497-90. Комбикорма, сырье гранулированные. Методы определения крошимости. - Введ. 30. 03.1990. - М.: Изд-во стандартов, 1990. - 6с.
2. Сафонов А.О., Трещева О.А. Модернизация технологического комплекса АВМ 1,5 для производства топливных гранул из древесного сырья. // Деворообрабатывающая пром-сть. – 2009. – № 3. – С. 14 - 17.