

УДК 65.011.56:681.5

**АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ
ПРЕССОМ-ГРАНУЛЯТОРОМ ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ
ОТХОДОВ**

Сафонов Андрей Олегович
д.т.н., профессор
*Воронежская государственная лесотехническая
академия, Воронеж, Россия*

Показана возможность модернизации промышленного оборудования для получения древесного биотоплива. Статья посвящена разработке систем автоматического управления оборудованием. Исследования были направлены на повышение технико-экономической эффективности производства биотоплива. Экономия электроэнергии для прессования составляет 30-35 %. В совокупности все преимущества обеспечивают достаточное повышение общей технико-экономической эффективности процесса

Ключевые слова: АВТОМАТИЗАЦИЯ,
БИОТОПЛИВО

UDK 65.011.56:681.5

**AUTOMATION OF MANAGEMENT OF
GRANULATING PRESS FOR MANUFACTURE
OF PELLATS FROM WOOD WASTE
PRODUCTS**

Safonov Andrey Olegovich
Dr.Sci.Tech., professor
*Voronezh State Academy of Forestry and
Technologies, Voronezh, Russia*

The opportunity of modernization of industrial equipment for manufacturing of wood biofuel is shown. The article is devoted to system engineering of automatic control of equipment. Researches have been directed on increasing of technical and economic production efficiency of biofuel. The economy of the electric power for pressing makes 30-35 %. In aggregate, all the advantages provide sufficient increase of general technical and economic efficiency of the process

Keywords: AUTOMATION, BIOFUEL

В мире растет число малых деревоперерабатывающих предприятий, объемы перерабатываемой древесины увеличиваются с каждым годом. В связи с этим, все более актуальным становится вопрос о целевой переработке образующихся отходов в биотопливо [1]. Однако, специализированное оборудование, предназначенное для переработки дисперсных древесных отходов в биотопливо, весьма дорогостоящее и требует 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 кормов, с целью получения древесного биотоплива [2]. Таким комплексом, предназначенным для гранулирования, как правило, трав может служить рассмотренное в настоящей статье оборудование. В его состав входят: барабанная сушилка с конвейером загрузки, мельница для измельчения,

накопитель, пресс-гранулятор, охладительная колонка. При установке специализированной матрицы повышенной прочности, необходимой перенастройки сушильного барабана и включении в линию второй дополнительной мельницы, комплекс способен гранулировать дисперсные древесные отходы в качественное биотопливо, соответствующее стандартам стран Евросоюза.

В ходе исследования был сделан анализ существующей системы автоматизации. Управление дозатором, конвейером, подающим сырье 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 со щита управления. Показания частоты вращения шнека и силы тока в цепи выведены на щит управления. Включение всего вышеперечисленного оборудования производится вручную с помощью кнопок «Пуск/Стоп» на щите управления. Необходимая частота вращения шнека питателя задается вручную на панели электронного преобразователя частоты, вмонтированного в щит управления.

Однако, такое производство весьма пожароопасное, а качество биотоплива (древесных пеллет) широко варьируется в зависимости от многих факторов, которые можно разделить на управляемые и неуправляемые.

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

К неуправляемым - влажность атмосферного воздуха, температура атмосферного воздуха, температура сырья.

При этом выходные параметры технологического процесса, характеризующие эффективность производства, следующие: теплота сгорания получаемых пеллет, себестоимость, полезный выход готового продукта, крошимость.

Рассмотрим влияние входных параметров на технико-экономические показатели процесса. Скорость подачи зависит от характеристик сырья – его влажности, фракционного состава 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, выступает в качестве связующего при прессовании. В процессе прессования сырье проходит через матрицу пресса, которая в результате трения вальцов о матрицу значительно нагревается, и тем самым расплавляет лигнин в древесине. После прохождения пеллетами операции охлаждения, лигнин снова застывает, обеспечивая необходимую прочность готового продукта.

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 буквально «выстреливают» из матрицы. Если влажность сырья, подаваемого в пресс составляет 12 – 15 %, то готовые пеллеты получаются рыхлыми, непрочными и не могут считаться качественным готовым продуктом. При влажности сырья менее 7 % получаемые пеллеты также не обладают необходимыми прочностными характеристиками. Это можно объяснить

недостаточностью связующей влаги для лигнина, чтобы образовалось прочное соединение частиц древесины. Недостаточную влажность сырья можно компенсировать проведением ее влагообработки.

Фракционный состав сырья главным образом влияет на производительность технологического процесса. Чем мельче фракция, 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. В связи с этим предприятиях предусмотрены молотковые дробилки для получения из крупных древесных отходов требуемого фракционного состава.

Температура матрицы пресса в процессе производства изменяется в пределах от температуры окружающего ее воздуха до 95 °С. Нагревание матрицы происходит под действием большого давления и возникающей силы трения прессующих валцов о внутренние стенки матрицы в процессе производства. Она определяет интенсивность плавления лигнина и качество получаемого биотоплива.

Теплота сгорания – показатель, представляющий собой количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1 кг древесины. Этот показатель зависит от плотности получаемого биотоплива, то есть количества древесины в единице объема.

Одним из основных показателей эффективности многих производств является себестоимость (С), которая зависит от расхода электроэнергии (С_е), требуемой для работы оборудования, затрат на транспортировку и хранение сырья (Е), отнесенной к объему полученной продукции (V):

$$C = \frac{C_e + E}{V}, \text{ руб.} \quad (1)$$

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_e = (M_r + M_{ш} + M_{Т1} + M_{Т2} + M_B + M_{BT}) \cdot C_{квтч}, \quad (2)$$

где M_r – потребляемая мощность гранулятора, кВт; $M_{ш}$ – потребляемая мощность шнека, подающего сырье в гранулятор, кВт; M_{T_1} – потребляемая мощность транспортера, подающего сырье в накопитель, кВт; M_v – потребляемая мощность вентилятора в охладительной колонке, кВт; $M_{вт}$ – потребляемая мощность транспортера в охладительной колонке, кВт; M_{T_2} – потребляемая мощность транспортера, который перемещает готовые пеллеты от пресса в биг-бэги, кВт; $C_{квтч}$ – стоимость одной единицы электроэнергии, руб.

Полезный выход биотоплива – это количество выпускаемой продукции относительно общего объема сырья. Этот показатель важен для оценки общей эффективности процесса получения топлива. Он зависит от объема потерь при гранулировании и количества брака.

Крошимость – это свойство готового гранулированного продукта разрушаться под действием внешних воздействий. Показатель важен при транспортировке биотоплива к потребителю. Биотопливо должно сохранять исходные размеры и форму, что является условием эффективной автоматизации котельного оборудования для его сжигания. В противном случае может быть нарушена подача топлива в топку, и как следствие нарушен процесс горения. При этом объемы получаемой тепловой энергии в единицу времени будут колебаться, что может привести к перебоям в системах снабжения теплом.

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 (Рис. 1).

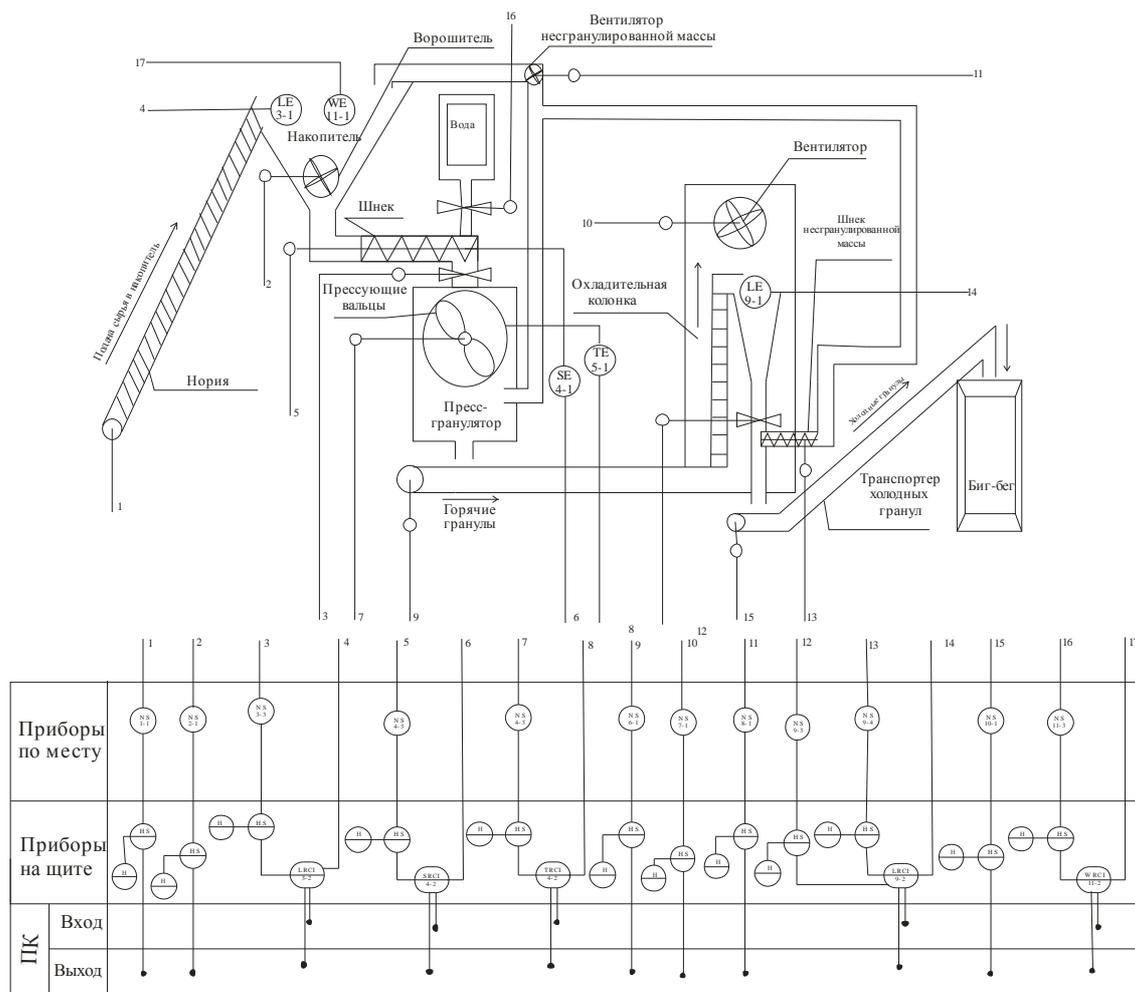


Рис.1. Предлагаемая схема автоматизации процесса производства биотоплива

Работа комплекса начинается с включения конвейера, подающего дисперсные древесные отходы в накопитель. Одновременно включается ворошитель, предотвращающий слеживание поступившего сырья. При достижении в накопителе необходимого уровня сырья, автоматически включаются прессующие вальцы. В течение нескольких секунд происходит прогрев матрицы. По истечению этого времени автоматически последовательно включаются электродвигатели вентилятора несгранулированной массы; конвейера, обеспечивающего транспортировку горячих гранул в охладительную колонку; вентилятора колонки. При этом открывается клапан, подающий сырье в пресс. В зависимости от режима работы с помощью регулятора частоты выставляется необходимая частота вращения шнека, подающего сырье в

пресс. 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 ней и прессующими вальцами. Система автоматизации предусматривает постоянное измерение температуры матрицы в процессе производства. Если температура превысила допустимое значение, автоматически увеличивается частота вращения прессующих вальцов, что приводит к снижению температуры матрицы. Таким образом, снижается риск возникновения пожароопасной ситуации на производстве.

Качество готовых гранул напрямую зависит от влажности дисперсных древесных частиц, поступающих в пресс-гранулятор. При превышении этого показателя готовые гранулы сильно крошатся и при перевозке к 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 сильно возрастает вероятность забивания дорогостоящей матрицы. Поэтому в накопителе установлен датчик влажности сыпучих материалов, по результатам измерения которого регулируется подача воды в шнековый отсек перед операцией непосредственного прессования. Таким образом, автоматизированная система в режиме реального времени без остановки производства и независимо от работы оборудования на предыдущих этапах процесса выдерживает оптимальное значение влажности подаваемого сырья в пресс-гранулятор.

Гранулы на выходе из пресса, как было сказано выше, имеют большую температуру. В таком состоянии они хрупкие и содержат большое количество остаточной влаги. Поэтому их направляют в охлаждающую колонку. При достижении в бункере охлаждающей

колонки предельного уровня поступивших гранул, подается управляющий сигнал на открытие исполнительного механизма, выгружающего охлажденные гранулы на конвейер, и шнека, отводящего несгранулированную массу. Одновременно подается сигнал на электродвигатель конвейера, перемещающего готовые гранулы в упаковочные мешки – биг-беги.

Таким образом, предложенный способ автоматического управления процессом производства биотоплива из дисперсного древесного сырья на рассмотренном оборудовании обеспечивает 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. Экономия электроэнергии, используемой для процесса прессования, для различного сырья составляет 30-35 %. В совокупности все преимущества обеспечивают повышение общей технико-экономической эффективности процесса.

Литература

1. http://biofuel.by/ru/pellets_made/ogm15.
2. А.И. РАСЕВ, Некоторые проблемы использования отходов деревообработки в производстве топливных гранул, Биоэнергетика.- 2007.-№7. - с. 40-41.