

Таблица 22 – Основные технические требования к опытному образцу

Разовая максимальная загрузка, кг, не более	200
Производительность за час времени, кг:	
основного	35–40
эксплуатационного	31–35
Объем камеры сгорания, м ³ , не менее	0,33
Расход топлива (природный газ), м ³ /ч, не более	22,4
Установленная тепловая мощность, кВт, не более	223
Время сжигания при максимальной загрузке, ч, не более	5
Температура в камере сгорания, °С, не более	1200
Масса устройства, кг, не более	2500
Срок службы, лет	7

Заключение

Сложившаяся неблагоприятная санитарно-эпидемиологическая ситуация и возможность распространения опасных инфекционных заболеваний животных (птичий грипп, ящур, бешенство и др.) требуют принятия дополнительных мер безопасности, к которым относится оснащение сельхозпредприятий оборудованием для термической утилизации туш павших животных.

По результатам исследовательских испытаний экспериментального образца сформулированы технические требования к разработке опытного образца оборудования. Работы по созданию эффективного отечественного оборудования для утилизации туш павших животных и птицы будут продолжены.

Литература

1. Инсинератор: пат. ВУ 5216 U МПК F23G 5/00 / В.С. Северянин, А.Л. Тимошук, В.В. Кузьмич; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № 20080749; заявл. 03.10.2008. // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №2. – С. 194.
2. Бородуля, В.А. Энергетическое использование твердых бытовых отходов / В.А. Бородуля [и др.]. // Инженер-механик. – 2007. – № 4. – С. 34-37.

УДК 662.81.053.346:664.76.01

**А.Л. Тимошук, А.И. Пунько,
С.В. Гаврилович**

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ И
ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ГРАНУЛИРОВАННОГО
ТОПЛИВА ИЗ ОТХОДОВ
РАСТЕНИЕВОДСТВА**

Введение

Традиционные виды топлива – нефть, газ, уголь относятся к невозполнимым источникам энергии. Постоянный рост цен на них способствует более активному внедрению альтернативных экологически чистых видов топлива из возобновляемых источников энергии. Одновременно все большей проблемой

становится утилизация отходов промышленного и сельскохозяйственного производства. В настоящий период на мелькомбинатах, комбикормовых заводах и в сельскохозяйственных предприятиях республики от переработки злаковых культур, льнокостры, семян рапса, трав скапливается большое количество непродуктивных отходов (около 1,5 млн. тонн), засоряющих окружающую среду и ухудшающих экологическую обстановку в республике. В то же время эти материалы можно использовать для изготовления топливных гранул, решая при этом проблему утилизации отходов хозяйственной деятельности человека.

Основная часть

Для реализации поставленной задачи сотрудниками РУП «НПЦ НАН по механизации сельского хозяйства» разработана энергосберегающая технология и оборудование для получения гранулированного топлива из отходов от переработки зерна и других сельскохозяйственных культур. Линия не требует стандартного жидкого топлива и газа, отличается простой конструкцией, высокой эффективностью и имеет преимущества перед известными существующими линиями по производству топливных гранул из отходов лесодеревопереработки.

При годовой загрузке линии 1600 часов и производительности 1,5...2 т/ч планируется производить в год до 3000 тонн топливных гранул при работе в одну смену. Экономия от одной линии в год в сравнении с существующими составит: электроэнергии – 16,8 кВт·ч, жидкого топлива – 25 тонн, металла на одну линию – 4,5 тонны. При себестоимости производства гранул 40 евро за одну тонну и цене продажи 60...65 евро за тонну общий экономический эффект от одной линии в год составит 60...70 тыс. евро. Потребность только для Республики Беларусь в ближайшие 5 лет составит 8–10 комплектов оборудования. Объем переработки отходов в топливные гранулы составит более 50 тыс. тонн в год. Они могут использоваться для получения тепловой энергии при сжигании в котлах и котельных установках. Также важна экологическая составляющая. Теплота сгорания пеллет близка к теплоте сгорания угля, но при их сгорании выброс CO₂ в 10–50 раз меньше, а образование золы – в 15–20 раз [1,2].

Для организации производства топливных гранул, изготовленных из отходов, полученных при очистке зерен злаковых культур, а также в результате переработки льнокостры, соломы, кукурузных стеблей и др. разработан промышленно-технологический регламент, показатели которого соответствуют нормам технических условий ТУ ВУ 100345268.001–2007 «Гранулы топливные». Гранулы топливные представляют собой цилиндры с диаметром сечения 6...10 мм и длиной 20...50 мм. Для изготовления гранул используют отходы растениеводства, полученные при очистке и переработке зерен злаковых культур. Влажность сырья для обеспечения стабильного и экономичного производства не должна превышать 40%.

В основе процесса получения топливных гранул из отходов переработки зерна использовалась технология производства гранулированных кормов (комбикормов), состоящая в преобразовании сыпучего мелкодисперсного продукта в частицы определенных геометрических размеров с заданными физическими свойствами. В качестве базового оборудования принят комплект машин, используемых для гранулирования травяной муки (ОГМ–1,5).

Технологическая схема производства топливных гранул (рисунок 52) включает в себя операции приема и накопления исходного сырья в бункерах, его сушку до заданной влажности, измельчение, гранулирование, охлаждение, упаковку и хранение полученной продукции.

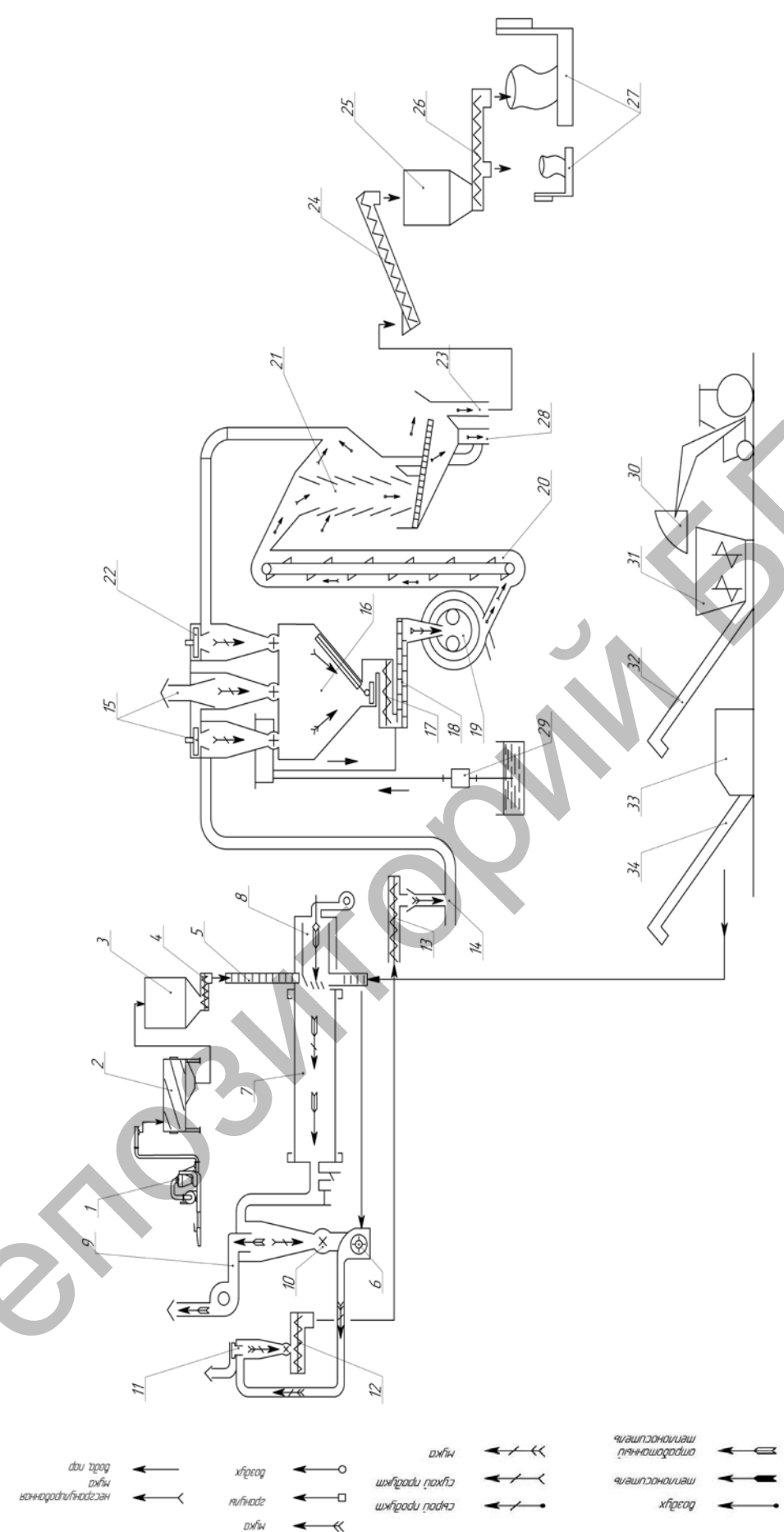
Отходы растениеводства, используемые в качестве основного сырья, доставляются на предприятие и выгружаются пневмотранспортером в бункеры исходного сырья. Сырье высокой влажности (20...40%) подается в сушильный барабан сушилки АВМ–1,5, а при кондиционной влажности (не выше 14%) – шнековым транспортером в молотковую дробилку. Так как в отходах присутствуют крупные частицы (ости, колосья, стебли соломы), до процесса гранулирования необходимо привести массу в однородное состояние путем измельчения отходов.

Высушиваемый материал в барабане остается в потоке теплоносителя и перемещается за счет аэродинамических сил по оси барабана, а влажный – оседает в нижнюю часть барабана, вновь поднимается лопастями и сортируется в потоке теплоносителя. Температура сушильного агрегата на выходе из барабана в зависимости от начальной влажности и рода высушиваемого материала поддерживается в диапазоне 110...150°С. В циклоне установлен вентилятор, создающий воздушный поток, необходимый для транспортирования массы через сушильный барабан в циклон.

Установленную температуру на выходе из сушильного барабана и влажность конечного продукта поддерживают, изменяя количество сжигаемого топлива и подаваемого сырья, и регулируют частоту вращения барабана.

Теплогенератор в сушильных агрегатах предназначен для образования теплоносителя, смешивания его с высушенной массой и подачи в сушильный барабан. Топливо для теплогенератора – отходы от переработки древесины, некондиционные топливные гранулы собственного производства.

Высушенный материал из циклона через шлюзовый затвор поступает в молотковую дробилку, где измельчается в муку, и потоком воздуха подается в циклон. Полученная масса продукта, пройдя через дозатор, равномерно подается в смеситель и пресс-гранулятор. Сформированные горячие гранулы транспортируются норией в охлаждающую колонку, где через слой гранул вентилятором прокачивается воздух, охлаждающий гранулы и одновременно



1 – пневмозагрузчик; 2 – сепаратор; 3 – накопительный бункер; 4, 5, 24, 32, 34 – транспортеры шнековые; 6 – дробилка; 7 – сушильный барабан; 8 – теплогенератор; 9, 11 – циклон; 10 – шлюзовый затвор; 12, 17 – дозаторы; 13 – шнек; 14 – заборник; 15 – циклон вентилятора; 16 – бункер гранулятора; 18 – смеситель; 19 – пресс-гранулятор; 20 – норри; 21 – охлаждающая колонка; 22 – вентилятор; 23 – отборщик гранул; 25 – транспортер-дозатор; 26 – бункер-накопитель; 27 – весы электрические для фасовки в мешкотару 25 и 500...1000 кг; 28 – отборщик крошки; 29 – водонагреватель; 30 – погрузчик рулонов; 31 – измельчитель рулонов; 33 – доизмельчитель; 34 – цепочно-планчатый транспортер

Рисунок 52 – Технологическая схема приготовления топливных гранул

отсасывающий часть несгранулированной массы в бункер. Из охлаждающей колонки, по мере ее наполнения, гранулы направляются на сортировку для отделения кондиционных гранул от крошки. Кондиционные гранулы поступают в бункеры-накопители и затем в упаковщики. Мелкая крошка и несгранулированная масса отсасываются в циклон вентилятором для повторного гранулирования. При необходимости увлажнения массы для более качественного гранулирования устанавливается парообразователь.

В зависимости от реальных условий и вида используемого сырья некоторые операции технологии приготовления топливных гранул могут быть пропущены или дополнены новыми. Так, при использовании в качестве исходного сырья соломы процесс приготовления топливных гранул дополняется новыми операциями. В этом случае соломенные рулоны погрузчиком загружаются в бункер измельчителя соломы (например, ИРТ-160), где солома измельчается и по транспортеру подается в питатель-дозатор кормов. Затем солома, дозированная с помощью транспортера-питателя, загружается в барабан сушилки, и дальнейшая ее переработка осуществляется по вышеуказанной технологической схеме.

Полученные гранулы с помощью упаковочной машины фасуют в полиэтиленовые мешки массой от 10 до 25 кг или в мягкие специализированные контейнеры для сыпучих материалов «Биг-бэг» по 500...1000 кг.

Проведен анализ качественных характеристик топливных гранул, полученных из различных видов отходов. В исследуемых образцах топливных гранул, полученных из отходов зернопереработки и соломы, определялись влажность W , зольность A , содержание элементов (серы S , хлора Cl , углерода C , азота N , водорода H) и низшая теплота сгорания Q . Основные результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 23. Значения низшей теплоты сгорания рабочего топлива для всех образцов незначительно различаются между собой, максимальное расхождение составляет около 200 Дж/г. Это дает возможность легко поддерживать и регулировать рабочие режимы котлов при использовании такого топлива. Различие в значениях зольности и влажности между образцами связано с различным содержанием посторонних минеральных примесей, имеющих более низкую гигроскопичность [4].

Таблица 23 – Результаты исследований основных свойств топливных гранул

Исходное сырье для производства гранул	W	A	S	Cl	N	H	Q, кДж/кг
	%						
Отходы очистки зерна	11,7	5,8	0,24	0,22	2,2	6,4	15110
Солома (ржаная)	10,30	7,8	0,22	0,54	0,8	6,2	14680
Среднее	11,0	6,8	0,23	0,76	1,5	6,3	14895

Представленные данные наглядно свидетельствуют об эффективности гранулирования отходов очистки зерна, что позволяет получать топливо со

стабильной величиной теплоты сгорания, которая выше аналогичной величины для неподготовленного топлива. Также гранулирование существенно увеличивает насыпную плотность топлива, что при дальнейшей работе с ним значительно уменьшает как транспортные, так и производственные расходы.

Заключение

Анализ качественных характеристик топливных гранул, полученных из отходов очистки зерна и соломы, свидетельствует о том, что топливные гранулы конкурентоспособны на рынке твердотопливных источников энергии. Представленные данные наглядно свидетельствуют об эффективности гранулирования отходов зернопереработки и соломы, что позволяет получать топливо со стабильной величиной теплоты сгорания, которая выше аналогичной величины для неподготовленного топлива. По содержанию серы, хлора и по теплоте сгорания отходы зернопереработки занимают промежуточное положение между соломой и древесным топливом, а по зольности имеют более высокие максимальные значения. Это связано с тем, что после очистки зерна в отходах концентрируются все минеральные и органические примеси исходного зерна.

Таким образом, производство топливных гранул из отходов, получаемых при очистке зерна и переработке соломы, является перспективным как с точки зрения экономики, так и с точки зрения экологии.

Внедрение технологии производства топливных гранул позволит значительно сэкономить топливные энергоресурсы, уменьшить загрязнение окружающей среды, получить дополнительные доходы за счет перехода на использование местных видов топлива.

Литература

1. Багинский, В.Ф. Ресурсы отходов и их экономическая оценка при использовании в качестве топлива для нужд энергетики / В.Ф. Багинский, О.В. Лапицкая // Энерго- и материало-сберегающие экологически чистые технологии: VI Межд. науч.-технич. конф., Гродно, 2006 г. – С. 128-130.
2. Ивашкевич, О.А. Ресурсы твердого топлива из соломы зерновых культур Республики Беларусь / О.А. Ивашкевич [и др.] // Доклады НАН Беларуси. – 2007. – Т. 51, №6. – С. 47-49.
3. Максимчук, Ю.В. Энергоэффективность использования местных ресурсов в качестве твердого топлива / Ю.В. Максимчук, З.А. Антонова, В.Н. Курсевич // Природные ресурсы. – 2007. – №4. – С. 89-94.
4. Котусов, В.В. Физико-химические свойства топливных гранул, полученных из отходов переработки зерна / В.В. Котусов, С.В. Самусенко, Ю.В. Максимчук // Хлебопек. – 2008. – №6. – С. 14-16.