

Пунько А.И., канд. техн. наук  
Гаврилович С.В.  
РУП "НПЦ НАН Беларуси  
по механизации сельского хозяйства"  
г. Минск, Республика Беларусь

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО ТОПЛИВА ИЗ ОТХОДОВ ОТ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА И ДРУГИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

### **АННОТАЦИЯ**

Топливные гранулы (пеллеты) – это глубоко переработанный и экологически чистый вид топлива. Пеллеты являются реальной альтернативой каменному углю и нефти, а по своим топливным характеристикам конкурируют с природным газом. Актуальность применения топливных гранул показывает увеличение использования сельскохозяйственных и древесных отходов в индустриальном производстве топливной энергии в Европе, Скандинавских странах и Северной Америке на 15% ежегодно. В Канаде в 2005 году было произведено около 915 тыс. тонн. В США в 2008 года производством топливных гранул заняты более 80 компаний, которые произвели около 1,1 млн тонн гранул.

В Финляндии планирует производство к 2010 году 1,1 млн тонн гранул. Великобритания планирует к 2010 году довести потребление топливных гранул до 600 тыс. тонн, а Китай к 2020 году намеревается производить 50 млн. тонн гранул ежегодно. В России в 2005 году было произведено около 150 тыс. тонн пеллет.

Punko A., Gavrilovich S.  
Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture Mechanization".  
Minsk, Khorina, 1

## **ENERGYSAVING TECHNOLOGY AND THE EQUIPMENT FOR RECEPTION OF THE GRANULATED FUEL FROM WASTE FROM PROCESSING GRAIN AND OTHER AGRICULTURAL CROPS**

### **Summary**

Fuel granules is deeply advanced and ecologically clean kind of fuel. Fuel granules are real alternative to coal and oil, and under the fuel characteristics compete to natural gas. The urgency of application of fuel granules shows constant increase in use of agricultural and wood waste in industrial manufacture of fuel energy in the Europe, the Scandinavian countries and Northern America. The purpose of spent researches - research of new technologies and the equipment for reception of fuel granules at the least expenses, undoubtedly is actual.

The offered technological line will be used for manufacturing granules from the waste of plant growing received at clearing and processing of cereal and other agricultural crops, and as straw, corn stalks, etc.

At annual loading a line of 1600 hours and productivity 1,5 ... 2 т/ч it is planned to make in a year up to 3000 tons of fuel granules at job in one change. The economy from one line in a year in comparison with existing will make: the electric power 27 thousand in kw, liquid fuel - 25 tons, metal on one line of 4,5 tons. At the cost price of manufacture of granules 40 Euros for one ton and a sale price 65 ... 65 Euros for ton, the general economic benefit of one line a year will be made **60 ... with 70 thousand Euro**. Need only for Byelorussia the nearest 5 years 8-10 pieces will make Volume of processing of waste in fuel granules than 50 thousand a year which can be used for reception of thermal energy at burning in boilers and boiler installations will make more. Except for that the ecological component is important also. Heat of combustion пеллет is close to coal, but at their combustion emission CO<sub>2</sub> at 10-50 time is less, and education of ashes - at 15-20 time. Heat of combustion пеллет is close to coal, but at their combustion emission CO<sub>2</sub> at 10-50 time is less, and education of ashes - at 15-20 time. Considering it is fuel granules are full replacement of coal.

## ВВЕДЕНИЕ

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), которые засоряют окружающую среду и ухудшают экологическую обстановку в республике. В тоже время эти материалы можно использовать для изготовления топливных гранул

При годовой загрузке линии 1600 часов и производительностью 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 по сравнению с существующими составит: электроэнергии 27 тыс. кВт, жидкого топлива - 25 тонн, металла на одну линию 4,5 тонны. При себестоимости производства гранул 40 Евро за одну тонну и продажной цене 65...65 Евро за тонну, общий экономический эффект от одной линии в год составит **60...70 тыс. Евро**. Потребность только для Республики Беларусь на ближайшие 5 лет составит 8-10 шт. Объем переработки отходов в топливные гранулы составит более 50 тыс. в год, которые могут использоваться для получения тепловой энергии при сжигании в котлах и котельных установках. Кроме того важна и экологическая составляющая. Теплота сгорания пеллет близка к угольной, но при их сгорании выброс CO<sub>2</sub> в 10-50 раз меньше, а образование золы — в 15-20 раз. Учитывая это топливные пеллеты являются полноценной заменой угля [1, 2].

В связи с этим исследования по изысканию новых технологий и оборудования для получения топливных гранул при наименьших затратах, несомненно являются актуальными.

## МЕТОДЫ (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 лесопереработки.

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА

Для организации производства гранул топливных изготовленных из отходов полученных при очистке зерен злаковых культур, а также в результате переработки льнококосы, соломы, кукурузных стеблей и др.) разработан технологический регламент, показатели которого соответствуют нормам технических условий ТУ ВУ 100345268.001-2007 «Гранулы топливные». Гранулы топливные представляют собой цилиндры диаметром сечения 6...10 мм и длиной от 20 до 50 мм. Предельные отклонения размеров гранул не должны превышать  $\pm 5$  мм. Поверхность гранул должна быть гладкой, блестящей, не должна иметь трещин и вздутий. Для изготовления гранул используют отходы растениеводства, полученные при очистке и переработки зерен злаковых культур. Отходы растениеводства не должны иметь посторонних предметов. Влажность сырья для обеспечения стабильного и экономичного производства не должна превышать 40%.

По органолептическим и физико-механическим показателям гранулы топливные соответствуют нормам, указанным в таблице 1.

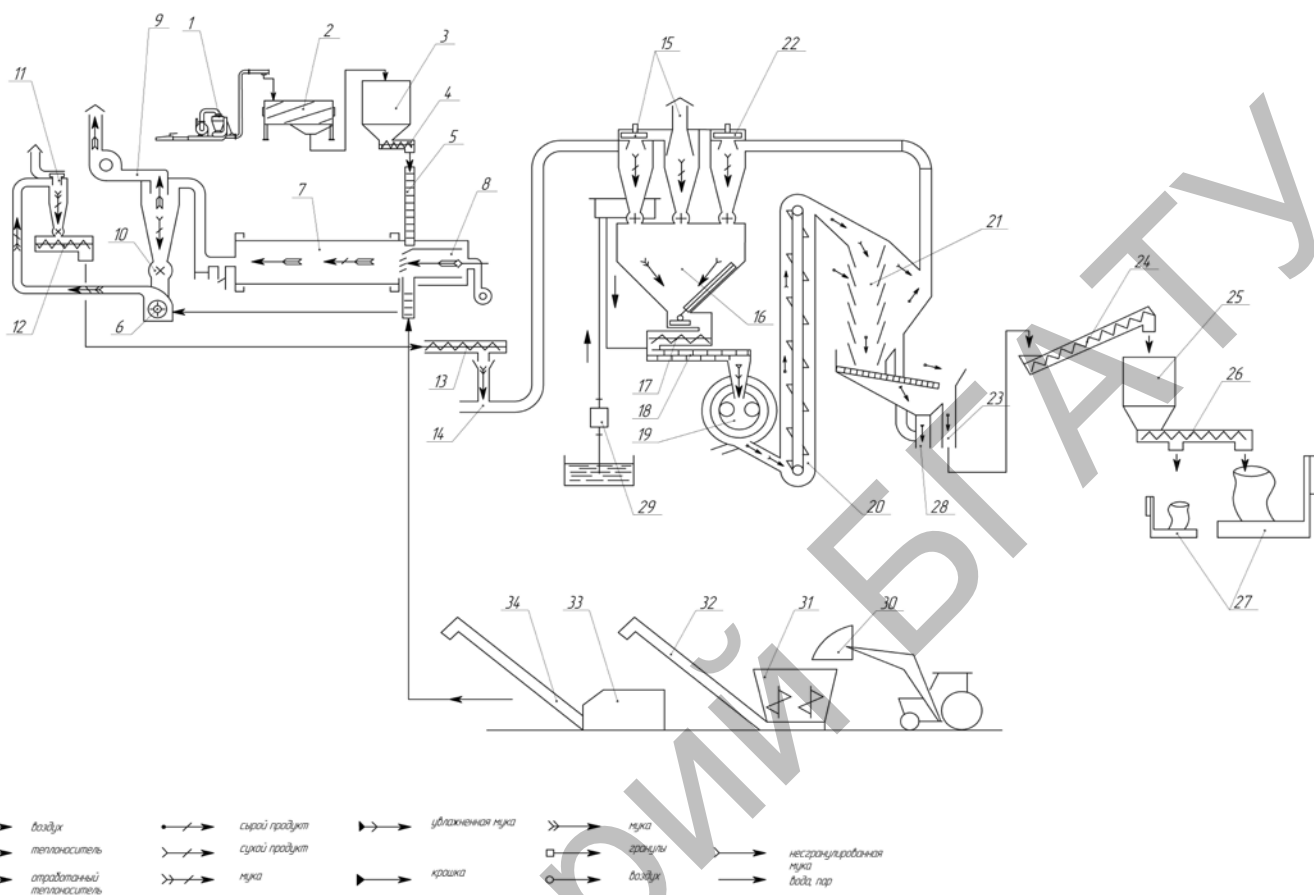
Таблица 1

№	Наименование показателя	Норма
1	Внешний вид	Качество поверхности – обеспечивается оборудованием
2	Цвет	От светло-коричневого до темно-коричневого
3	Массовая доля общей влаги в рабочем состоянии, % не более	14
4	Зольность, % не более	3
5	Теплота сгорания низшая рабочая, МДж/кг, не менее	16,9
6	Массовая доля серы (S), %, не более	0,08
7	Массовая доля азота, (N)%, не более	0,3
8	Массовая доля хлора (Cl), %, не более	0,03
9	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	500-650

Анализ состояния и физико-механических свойств исходных компонентов позволяет обосновать следующие технологические операции процесса приготовления топливных гранул:

- приемка и подготовка (сушка и измельчение) сырья;
- гранулирование и охлаждение гранул;
- приемка, маркировка, упаковка и хранение готового продукта.

Технологическая схема линии для приготовления топливных гранул представлена на рисунке 1.



### Технологическая схема приготовления гранул топливных:

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 – нории; 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 – водопарообразователь; 30 – погрузчик рулонов; 31 – измельчитель рулонов; 33 – доизмельчитель; 34 – цепочно-планчатый транспортер.

Прием исходного сырья в бункер, сушку его до заданной влажности, измельчение, гранулирование, охлаждение, упаковку и хранение полученной продукции.

В зависимости от реальных условий и принятой технологии приготовления гранул топливных, некоторые операции могут быть опущены или дополнены новыми.

Отходы растениеводства, используемые в качестве основного сырья, доставляются на предприятие и выгружаются пневмотранспортером 1 в бункера исходного сырья 2. Если влажность сырья достигает 40 % то оно шнековым транспортером 4, через загрузочное устройство, подается в сушильный барабан сушилки АВМ-1,5, а сухое (не выше 14%), с бункера 2 шнековым транспортером 5 в молотковую дробилку 6.

Сушильная установка включает барабан, опорную и опорно-приводную станции. На торцах барабана крепятся бандажы, которыми он опирается на катки опорной и приводной станции.

Внутренняя часть одноходовых барабанов агрегата АВМ-1,5 А содержит смешенную насадку. Гофры с лопастями передней части обеспечивают интенсивное вращение высушиваемого материала. На остальной части цилиндра расположены лопасти с переменным углом наклона, а по центру барабана – крестовина с лопастями. Наружная поверхность цилиндра покрыта изоляционным материалом для уменьшения тепловых потерь. Задняя стенка оборудована смотровым люком.

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 должна поддерживаться в диапазоне 110...150°С. В циклоне установлен вентилятор, который создает 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, подаваемого сырья и частоту вращения барабана.

Теплогенератор в сушильных агрегатах предназначен для образования теплоносителя, смешивания его с высушенной массой и подачи в сушильный барабан. Топливо для теплорегулятора – собственные гранулы топливные.

Высушенный материал из циклона 9 через шлюзовый затвор 10 поступает в дробилку 6. Дробилка молоткового типа, измельчает высушенную массу в муку, которая потоком воздуха вентилятора система отвода подается в циклон 11, где отделяется от воздуха и, пройдя через дозатор 12, попадает в шнек 13, который подает ее на гранулирование.

В грануляторе ОГМ-1,5 измельченная масса из системы агрегата через заборник 14 вместе с воздухом по трубопроводу засасывается в циклон вентилятора 15. В циклоне измельченная масса отделяется от воздуха, оседает и через шлюзовый затвор 10 выводится в бункер 16. Здесь для исключения сводообразования масса постоянно рыхлится сводоразрушителем, непрерывно выводится в дозатор 17 и далее равномерно подается в смеситель 18 и прессгранулятор 19. Сформированные горячие гранулы транспортируются норией 20 в охладительную колонку 21, где через слой гранул вентилятором 22 просасывается воздух, охлаждающий гранулы и одновременно отсасывающий часть несгранулированной массы в бункер. Из охладительной колонки по мере ее наполнения гранулы направляются на сортировку для отделения кондиционных гранул от крошки. Кондиционные гранулы поступают через отборщик 23 по шнековому транспортеру 24 и норию 25 в бункера накопители 26, а с бункера в мешки, которые взвешиваются на весах 27 и отгружаются на склад. Мелкая крошка и несгранулированная масса через отборщик 28 отсасывается в циклон вентилятором для повторного гранулирования. При необходимости увлажнения массы для более качественного гранулирования устанавливается парообразователь 29.

При использовании в качестве исходного сырья соломы, процесс приготовления топливных гранул дополняется новыми операциями. В этом случае соломенные рулоны погрузчиком 30 загружаются в бункер измельчителя ИРТ-165 (поз. 31), где солома измельчается и по транспортеру 32 подается в питатель-дозатор кормов (ПДК) 33. После доизмельчения материал дозированно направляется в сушилку и дальше 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.

Ожидаемые технико-экономические показатели следующие:

Производительность	1,5...2 т/час
Обслуживающий персонал	3-5 чел.
Уровень механизации и автоматизации, %	90±5
Суммарная установленная мощность, кВт/ч	210
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т	50.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы VI Международной научно-технической конференции. "Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии" г. Гродно 2006г. Багинский В.Ф., Лапицкая О.В., "Ресурсы отходов и их экономическая оценка при использовании в качестве топлива для нужд энергетики".

2. Ивашкевич О.А., Кабо Г.Я., Блохин А.В. и др. "Ресурсы твердого топлива из соломы зерновых культур Республики Беларусь". Доклады НАН Беларуси, 2007 г, Т. 51, №6.