

## Заключение

Представленная информация по методам очистки биогаза от сероводо-рода и повышения качества газа не является исчерпывающей. Мы лишь использовали некоторые новые подходы к решению этой задачи и разработали структурно-технологическую схему работы десульфуризатора, весьма перспективную для применения в технологии очистки биогаза. Эффективность очистки биогаза от сероводорода этим способом составляет 85–99%. Простая по технологии разработки и экономичная система очистки в виде отдельной конструкции без использования химических реагентов и образования вторичных отходов представляет собой благоприятное в экономическом отношении и высокоэффективное решение проблемы очистки биогаза от сероводорода. При этом он обогащается метаном и повышается его теплотворная способность, а также увеличивается срок службы когенерационного блока биогазовой установки.

14.07.10.

## Литература

1. Применение биотоплива. Двигатели, работающие на биогазе // Биотехнологии [Электронный ресурс]. – Минск, 2008. – Режим доступа: <http://bio-energetics.ru>. – Дата доступа: 03.04.2010.
2. Компоненты установки: биологическое обессеривание // ААТ Акваэкология [Электронный ресурс]. – Минск, 2010. – Режим доступа: <http://aquaecology.by>. – Дата доступа: 10.04.2010.
3. Способ удаления сернистых соединений из биохимического газа: пат. DE 102004055162 A1, CO2F 11/04 / Fuchs Leonhard, Fuchs Martin; Vertreter: Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col., 50667 Köln; заявл. 16.11.2004; опубл. 08.06.2006 // Bundesrepublik Deutschland Deutsches Patent-und Markenamt. – 2006. – С. 8.
4. Один, И.Н. Сероводород / И.Н. Один // Химик: энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xumuk.ru>. – Дата доступа: 17.06.2010.

УДК 662.81.053.346:664.76.01

**А.И. Пунько, С.В. Гаврилович,  
Д.И. Романчук**  
(РУП «НПЦ НАН Беларуси  
по механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛИНИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО ТОПЛИВА ИЗ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

## Введение

Одними из приоритетных в настоящее время являются научные исследования, направленные на решение проблем с повторным использованием отходов различных производств. Дополнительным импульсом к усилению работы по ресурсосбережению служит постоянный рост цен на энергоресурсы. Так как республика импортирует топливо, важность энергосбережения нельзя отрицать.

Основными документами в сфере энергосбережения и энергоэффективности являются Директива Президента республики № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» и Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь. Главная задача, по-

ставленная правительством – к 2012 году достигнуть обеспечения в республике не менее 25% объема производства электро- и теплоэнергии за счет использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии.

Постоянный рост цен на традиционные виды топлива способствует более активному внедрению альтернативных экологически чистых видов топлива из возобновляемых источников энергии. Одним из таких источников являются непродуктивные отходы от переработки злаковых культур, льнокостры, семян рапса, трав. Эти материалы можно использовать для изготовления топливных гранул, одновременно решая проблему их утилизации [1, 2]. Кроме того, в соответствии с п. 3 ст. 1 Закона Республики Беларусь «Об обращении с отходами» зерноотходы являются вторичными материальными ресурсами, поскольку могут быть вовлечены в гражданский оборот в качестве сырья. Солома колосовых культур и непродуктивные зерновые отходы могут быть альтернативным источником для рентабельного производства топливных гранул. Поэтому разработка новой технологии производства топливных гранул и создание комплекта оборудования для ее осуществления являются актуальными.

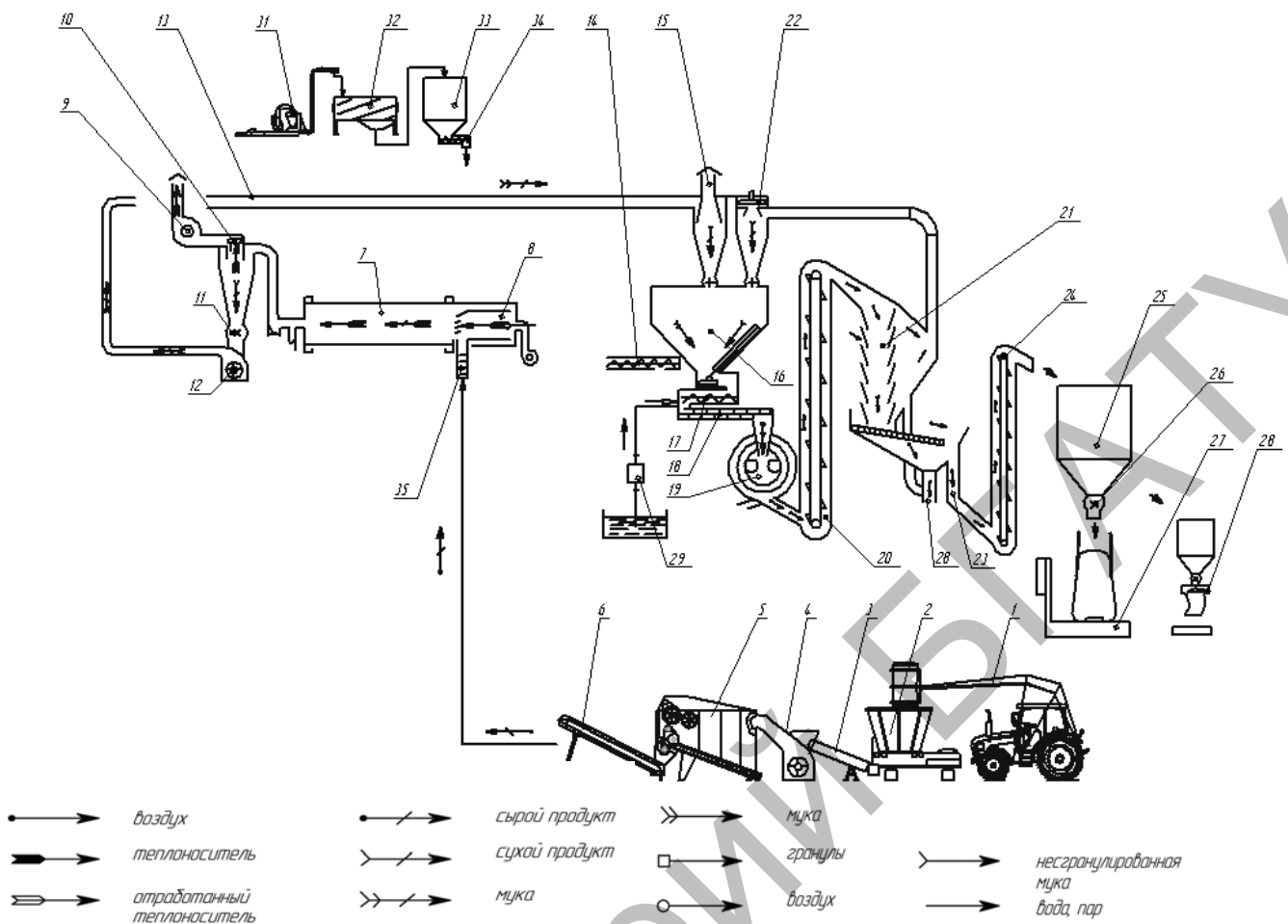
### **Основная часть**

С учетом актуальности стоящих задач в «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» с 2008 г. выполняется задание № 1.86/831 «Разработать ресурсосберегающую технологию и технологическую линию для получения гранулированного топлива из отходов от переработки зерна и других сельскохозяйственных культур» (ГНТП «Ресурсосбережение – 2010»).

Целью работы является использование отходов от переработки (очистки) зерна и других сельскохозяйственных культур (соломы, льнокостры и др.) для получения экологически чистого топлива – топливных гранул (пеллет). Актуальность тематики связана с тем, что на мелькомбинатах, комбикормовых заводах и в сельскохозяйственных предприятиях республики в процессе переработки зерна, семян рапса, трав и других культур скапливается большое количество непродуктивных отходов (около 1,0 млн. тонн), которые засоряют окружающую среду и ухудшают экологическую обстановку в республике.

Для решения поставленных задач в рамках задания разработаны технологическая схема, конструкторская документация, изготовлено и подобрано оборудование для опытного образца линии для получения гранулированного топлива, проведены экспериментальные исследования по определению режимов и параметров гранулирования исходного сырья, оптимального состава и качественных показателей топливных гранул. Технологическая схема линии производства топливных гранул из зерновых отходов приведена на рисунке 46.

Выполнены монтажные и пусконаладочные работы, проведены предварительные испытания линии и произведена опытная партия топливных гранул. Комплект оборудования (рисунок 46) смонтирован на базе производственного помещения ИП «СЭЛВИ» (д. Хвойники Червенского района Минской области).



1 – погрузчик навесной; 2 – измельчитель рулонов соломы; 3 – транспортер ленточный; 4, 12 – молотковая дробилка; 5 – питатель дозатор измельченной соломы; 6 – цепочно-планчатый транспортер; 7 – сушильный барабан; 8 – теплогенератор; 9 – дымосос; 10 – циклон; 11 – шлюзовой затвор; 13 – пневмопровод; 14 – транспортер шнековый; 15 – циклон вентилятора; 16 – бункер гранулятора; 17 – дозатор; 18 – смеситель; 19 – пресс-гранулятор; 20, 24 – норрии; 21 – охладительная колонка; 22 – вентилятор; 23 – отборщик гранул; 25 – бункер-накопитель; 26 – транспортер-дозатор; 27 – весы для фасовки в мешки типа «big bag»; 28 – расфасовщик в мешки по 16–25 кг; 29 – насос подачи воды; 31 – пневмозагрузчик; 32 – сепаратор зернового вороха; 33 – бункер-накопитель; 34 – шнековый транспортер

**Рисунок 46 – Технологическая схема линии приготовления топливных гранул**

Техническая характеристика линии, определенная в результате предварительных испытаний, приведена в таблице 21. Основные характеристики опытной партии топливных гранул, произведенных из соломы рапса, приведены в таблице 22.

Таблица 21 – Техническая характеристика линии и основное оборудование  
(при базовой влажности соломы до 25%, зерноотходов – до 14%)

Наименование параметра	Значение
<b>1. Линия подготовки сырья (измельчения соломы)</b>	
• измельчитель рулонов соломы	57,2 кВт
• ленточный транспортер	1,1 кВт
• бункер-питатель	4 кВт
• транспортер наклонный скребковый	3 кВт
Номинальная производительность <sup>1</sup> , т/ч, не менее	4
<b>2. Линия подготовки сырья из зерновых отходов</b>	
• бункер-питатель (емкость 12 м <sup>3</sup> )	4 кВт
• сепаратор зернового вороха со шнеком-питателем	2,8 кВт
• транспортер шнековый	1,5 кВт
• бункер активный для сыпучих компонентов (емкость 15 м <sup>3</sup> )	2,2 кВт
Номинальная производительность <sup>2</sup> , т/ч, не менее	2,0
<b>3. Линия сушки и измельчения</b>	
• барабан сушильный	11 кВт
• вентилятор подачи воздуха и твердого топлива в теплогенератор	6,5 кВт
• дозатор	2,2 кВт
• циклон	5,5 кВт
• шлюзовой затвор (2 шт.)	3,3 кВт
• дробилка молотковая	30 кВт
• дымосос	55 кВт
Номинальная производительность <sup>3</sup> , т/ч, не менее	2,0
<b>4. Линия гранулирования</b>	
• циклон	16,5 кВт
• шлюзовой затвор	1,1 кВт
• дозатор	1,1 кВт
• пресс-гранулятор (со смесителем)	78 кВт
• нория вертикальная	1,1 кВт
• колонка охлаждающая	2,2 кВт
Номинальная производительность, т/ч	2,0
<b>5. Линия расфасовки готовой продукции</b>	
• транспортер ленточный	2,2 кВт
• нория	1,1 кВт
• дозатор	0,8 кВт
• расфасовщик в п/э пакеты или в мешки типа «big bag»	1,3 кВт
Номинальная производительность, т/ч, не менее	2,0
Общая масса комплекта оборудования, кг, не более	30000
Общая суммарная установленная мощность, кВт, не более	350

<sup>1</sup> При базовой влажности исходного сырья (соломы) до 25%.

<sup>2</sup> При базовой влажности исходного сырья (зерноотходов 3 категории) до 14%.

<sup>3</sup> При влажности обрабатываемого продукта не более 12...14%.

Таблица 22 – Показатели качества твердого топлива

Наименование показателя	Значение согласно техническим условиям	Фактические значения	Нормативный документ
1. Массовая доля гранул крупностью 6–30 мм, %	$\geq 95$	$97 \pm 1$	ГОСТ 2093
2. Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	$\geq 450$	$630 \pm 10$	ГОСТ 13673
3. Массовая доля влаги, %	$\leq 14$	$11,9 \pm 0,2$	ГОСТ 27548
4. Массовая доля золы, %	$\leq 9$	$5,7 \pm 0,3$	ГОСТ 13979.6
5. Теплота сгорания, МДж/кг	$\geq 15,5$	$16,5 \pm 0,2$	ГОСТ 147
6. Содержание серы, %	$\leq 1$	$0,7 \pm 0,01$	ГОСТ 8606

Показатели качества топливных гранул соответствуют требованиям технических условий «Гранулы топливные» (ТУ ВУ 100230575.352–2010). Результаты предварительных испытаний опытного образца линии (протокол приемочных испытаний № 1 от 23.09.2010 г. РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства») показывают, что представленное оборудование обеспечивает переработку непродуктивных зерновых отходов и соломы колосовых культур путем очистки от примесей, измельчения, гранулирования и получения из данного сырья гранулированного топлива.

#### Заключение

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

Анализ качественных характеристик полученных топливных гранул свидетельствует о возможности получать топливо со стабильной величиной теплоты сгорания, которая выше аналогичной величины для неподготовленного топлива.

04.08.10.

#### Литература

1. Ресурсы твердого топлива из соломы зерновых культур Республики Беларусь / О.А. Ивашкевич [и др.] // Доклады НАН Беларуси. – 2007. – Т. 51, №6. – С. 47-49.
2. Максимчук, Ю.В. Энергоэффективность использования местных ресурсов в качестве твердого топлива / Ю.В. Максимчук, З.А. Антонова, В.Н. Куревич // Природные ресурсы. – 2007. – №4. – С. 89-94.