

Заключение

1. Исследование технологического уровня промышленного производства молока позволяет сформулировать тенденции развития данной отрасли:

- Беспривязное боксовое содержание с доением в залах с применением полной автоматизации основных технологических процессов, совмещенное с летней пастьбой. При этом технические средства и технологические стереотипы доения в летний и зимний периоды не должны отличаться.

- Привязное содержание с доением в стойлах при частичной автоматизации процессов.

- Безвыпасное круглогодичное содержание коров на фермах с АСУ ТП, оснащенных современными бетонированными выгулами и навесами, станет основой развития молочно-товарных комплексов с поголовьем более 600 коров.

2. Энергоэффективность молочно-товарного производства может быть представлена с помощью критериев интенсификации, позволяющих учесть все основные факторы, включая генетический потенциал животных и уровень подготовки обслуживающего персонала.

29.07.11

Литература

1. Основные направления технологического прогресса в молочном животноводстве: рекомендации / Департамент сельского хозяйства Вологодской области РФ; сост. В.А. Бильков, Г.П. Легошин. – Вологда: Полиграфист, 2007. – 87 с.
2. Казаровец, Н.В. Совершенствование черно-пестрого скота на основе принципов крупномасштабной селекции: моногр. / Н.В. Казаровец. – Горки, 1998. – 262 с.
3. Бурдыко, В.М. Современные технологии и средства механизации производства молока: аналит. обзор / В.М. Бурдыко, В.Н. Дашков, В.О. Китиков [и др.]. – Минск: Белорус. науч. ин-т внедрения новых форм хозяйствования в АПК, 2002. – 40 с.
4. Модернизация по всем направлениям // Новое сельское хозяйство. – 2005. – № 1. – С. 30-32.
5. Китиков, В.О. Анализ технологий производства молока в контексте гармонизации нормативных требований со стандартами Европейского Союза / В.О. Китиков, А.А. Музыка // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграрн. наук. – 2007. – № 4. – С. 105-108.
6. Севернев, М.М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве / М.М. Севернев. – Минск: Ураджай, 1994. – 221 с.

УДК 628.35:628.255

**В.Г. Самосюк, Н.Ф. Капустин,
А.Н. Басаревский**

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

**БИОГАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В БЕЛАРУСИ: СОСТОЯНИЕ
И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Введение

Сегодня экономическая ситуация в Республике Беларусь в области потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) характеризуется существенным повышением цен на ТЭР, увеличением доли энергозатрат в себестои-

мости продукции отраслей народного хозяйства, ростом зависимости от изменения цен на импорт ТЭР. Сложившееся положение предполагает реформирование структуры потребления ТЭР за счет вовлечения в энергетическое хозяйство республики возобновляемых видов топлива и источников энергии, вторичных энергоресурсов, в том числе отходов растениеводства, навоза сельскохозяйственных животных, отходов пищевой, мясо-молочной и других отраслей.

В связи с этим органические отходы сельскохозяйственного производства – навоз всех видов животных, помет птиц, отходы растениеводства, рассматриваются как наиболее перспективные, постоянно возобновляемые источники органической биомассы, заключающие в себе значительный энергетический и агрохимический потенциал, который может быть реализован за счет биогазовых технологий.

Состояние переработки отходов животноводства

Проблема переработки и утилизации навозных стоков, помета, отходов бойни животных и птицы и других органосодержащих отходов предприятий животноводства и птицеводства является одной из самых острых в Республике Беларусь. Разной степени очистке и переработке необходимо подвергнуть около 70 млн. тонн отходов животноводства в год, в том числе свиных – около 5,0 млн. тонн. Далеко не в каждом животноводческом комплексе есть современные системы их переработки и утилизации. Во многих хозяйствах системы очистки давно устарели и не отвечают экологическим нормам. Большинство действующих животноводческих комплексов введено в эксплуатацию 25–30 лет назад. С тех пор очистное оборудование ни разу не менялось, хотя его необходимо капитально модернизировать по причине быстрого износа. По приблизительной оценке, почти 30% всех отечественных птицефабрик не имеют системы очистки пометных стоков.

Перспективным, экологически безопасным и выгодным направлением решения этой проблемы является *анаэробная переработка навозных стоков и помета в биогазовых установках*, позволяющая производить их очистку без привлечения внешних источников энергии, путем использования энергии вырабатываемого биогаза. Как правило, анаэробное сбраживание навоза протекает при температуре 35–39°C (мезофильный режим) на протяжении 25–30 суток. При этих условиях подавляются патогенные (болезнетворные) микроорганизмы, гибнут семена сорняков, яйца гельминтов, снижается содержание или почти полностью устраняются канцерогенные вещества, неприятный запах и т.д. Метаногены в биореакторе превращают органические отходы животноводства в обеззараженные органические удобрения, которые обладают высокой эффективностью и обеспечивают дополнительный прирост урожайности в среднем на 20–30% (по сравнению с использованием несброженного навоза). Объясняется это тем, что в отличие от традиционных способов приготовления органических удобрений методом компостирования, приводящих к потерям до 40% азота, при анаэробной переработке происходит минерализация азот-, фосфор- и калийсодержащих органических соединений с получени-

ем минерализованных форм NPK, наиболее доступных для растений. Кроме этого, в сброженном навозе по сравнению с несброженным в четыре раза увеличивается содержание аммонийного азота, а количество усваиваемого фосфора удваивается [1].

По данным Министерства статистики Республики Беларусь, в отрасли работает 203 животноводческих комплекса, в том числе 98 комплексов КРС, 105 свиноводческих и 43 птицефабрики. Кроме того, в системе Минсельхозпрода функционирует 23 мясокомбината и 53 молочных комбината. Таким образом, в агропромышленном комплексе республики из навозных стоков животноводческих ферм, комплексов и куриного помета птицефабрик ежегодно потенциально можно получать по биогазовой технологии около 2,5 млрд м³ биогаза и вырабатывать на его основе около 5 млрд кВт·ч электрической энергии (годовая потребность АПК РБ – около 3,5 млрд кВт·ч), а также 8,5 млн Гкал тепловой энергии (таблица 41). Для реализации такого потенциала суммарная установленная электрическая мощность биогазовых установок должна составлять около 625 МВт. С учетом замещения невозобновляемых источников энергии это способствовало бы ежегодной экономии около 2,9 млн тонн условного топлива. Для обеспечения 10% потребности АПК в электроэнергии мощность биогазовых установок должна составлять около 45 МВт.

Таблица 41 – Энергопотенциал навозных стоков животноводческих комплексов и птицефабрик Республики Беларусь

Вид поголовья	Количество голов, тыс. голов	Годовой выход		Годовая выработка энергии		Годовая экономия топлива, млн т.у.т.
		навоза, млн т	биогаза, млрд м ³	электрической, млн МВт·ч	тепловой, млн Гкал	
КРС	3532	64,5	2,16	4,33	7,45	2,49
Свиньи	2518	5,0	0,17	0,33	0,57	0,19
Куры	22000	1,6	0,15	0,31	0,53	0,18
Итого по республике		71,1	2,5	5,0	8,50	2,86

Первый опыт и перспективы реализации биогазовых технологий

За последние три года в сельскохозяйственном производстве Беларуси сделаны первые реальные шаги по реализации биогазовых технологий. В 2008 г. построены и начали работу в режиме пробной эксплуатации три импортных биогазовых энергетических установки: в селекционно-гибридном центре «Западный» Брестского района – мощностью 520 кВт, на племптице-заводе «Белорусский» в г.п. Заславль Минского района – мощностью 340 кВт и на Гомельской птицефабрике – мощностью 330 кВт (рисунок 118, таблица 42).



а)



б)

а) в РУСП «СГЦ «Западный»; б) в РУП «Племптицезавод «Белорусский»

Рисунок 118 – Общий вид биогазовых комплексов

Таблица 42 – Проектные технико-экономические показатели биогазовых комплексов

Показатели	Значения	
РУСП «СГЦ «Западный»		
Объем биореакторов, м ³	3500	
Установленная электрическая мощность, кВт	520	
Исходное сырье, т/сут.:		
жидкий навоз свиней с влажностью 94%	43,8	
навоз свиней с влажностью 80%	43,8	
прочие органические отходы	0,3	
доза загрузки субстрата в ферментер	87,9	
Планируемая выработка:	в сутки	за год
биогаза, м ³	4700	1715500
электроэнергии, кВт·ч	10110	3689900
тепловой энергии, Гкал	11,3	4119
Потребление энергии на собственные нужды:	в сутки	за год
электроэнергии, кВт·ч (% от годовой выработки)	620	226606 (6)
тепловой энергии, Гкал (% от годовой выработки)	3,39	1235 (30)
РУП «Племптицезавод «Белорусский»		
Объем биореакторов, м ³	3000	
Установленная электрическая мощность, кВт	340	
Исходное сырье, т/сут.:		
жидкий навоз КРС	6,6	
куриный помет	38,4	
прочие органические отходы	0,3	
доза загрузки субстрата в ферментер	45,3	
Планируемая выработка:	в сутки	за год
биогаза, м ³	3360	1226400
электроэнергии, кВт·ч	8160	2978400
тепловой энергии, Гкал	8,9	3240
Потребление энергии на собственные нужды:	в сутки	за год
электроэнергии, кВт·ч (% от годовой выработки)	495	180660 (6)
тепловой энергии, Гкал (% от годовой выработки)	1,74	634 (19)

Проведенный учеными РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» в СПЦ «Западный» Брестского района и на племптице заводе «Белорусский» Минского района мониторинг работы биогазовых установок свидетельствует об их энергетической эффективности.

С экологической точки зрения были изучены микробиологические показатели субстрата до и после его анаэробного сбраживания в биогазовой установке. Установлено, что общее число микроорганизмов и численность патогенной микрофлоры при работе на курином помете и свином навозе уменьшается после биогазового цикла приблизительно в 10 000 раз.

Оценка экономической эффективности эксплуатации биогазовых установок свидетельствует о том, что себестоимость вырабатываемой с их помощью тепловой и электрической энергии в 2–3 раза ниже рыночной цены [2, 3].

Учитывая остроту энергетической проблемы, а также переработки животноводческих отходов, на государственном уровне был принят ряд программ для реализации биогазовых технологий. Так, в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 июня 2010 г. № 885 утверждена Программа строительства энергоисточников, работающих на биогазе, на 2011–2012 годы. В ней предусматривается строительство 39 биогазовых установок суммарной электрической мощностью 40,4 *MВт*, что позволит ежегодно вырабатывать около 340 млн *кВт·ч* электрической энергии и замещать импортируемый природный газ в объеме более 145 тыс. тонн условного топлива.

Кроме того, постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 09.12.2010 г. № 1793 утвержден план мероприятий по разработке и освоению оборудования и комплектующих для биогазовых комплексов, в том числе: когенерационных блоков, дозаторов-загрузчиков твердого сырья растительного и животного происхождения, газовых предохранительных клапанов, факельных горелочных устройств, электромеханических мешалок, насосов для жидкого субстрата. В соответствии с постановлением определены, с одной стороны, организации, которые должны проводить комплексные научные исследования технологических режимов работы биогазовых установок, использующих в качестве сырья различные отходы животноводческого и растительного происхождения, с другой стороны – организации, которые должны разрабатывать, проектировать и изготавливать оборудование для биогазовых установок.

В настоящее время в РСДУП «Экспериментальная база «Зазерье» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» создается пилотный проект биогазовой установки с большой долей импортозамещения. С помощью пилотной биогазовой установки планируется отработать новые технологические решения и конструкцию оборудования с перспективой организации его импортозамещающего производства в Республике Беларусь. Реализация проекта позволит изучить положительные и отрицательные стороны процессов анаэробного сбраживания различных составов органических отходов, выявить узкие места биогазовой технологии, определить наиболее значимые факторы, влияющие на эффективность работы энергетического оборудования

биогазовой установки. Кроме того, пилотный проект даст возможность проводить сравнительный анализ импортного и отечественного оборудования (когенерационного блока, десульфуризатора, насосного оборудования и т. д.) при его поэтапном подключении в тестовом режиме. Исследования будут сконцентрированы по следующим основным направлениям:

- исследование технологических, агрохимических и микробиологических показателей отходов животноводства, оценка процесса анаэробного сбраживания различных по составу и свойствам субстратов;
- анализ процессов ферментации органических отходов, параметров и режимов биоконверсии, подбор рационального состава субстрата;
- изучение влияния параметров и режимов работы биогазового оборудования на энергетическую ценность биогаза и получение максимального его выхода.

На основании результатов исследований будут приняты решения о необходимости корректировки биогазовой технологии, доработке или модернизации отечественного биогазового оборудования с целью его дальнейшего широкого внедрения.

В перспективе данный проект будет являться своего рода прототипом будущих биогазовых энергетических комплексов – предприятий эффективного и безотходного производства по переработке органических отходов. Планируется также создание Центра подготовки специалистов по биогазовым технологиям и демонстрации нового биогазового производства.

В соответствии с запланированными мероприятиями к 2015 году степень локализации работ по проектированию, строительству и изготовлению отечественного оборудования должна составлять 50–55%, что при ежегодном вводе в эксплуатацию 20 *MВт* установленной электрической мощности биогазовых комплексов обеспечит импортозамещающий эффект до 55 млн евро.

Координация Национальной академией наук Беларуси работ по выработке биогаза и энергии на его основе позволит осуществить единую научно-техническую политику, основанную на передовых достижениях в этой области.

Заключение

Реализация биогазовых технологий в Республике Беларусь позволит:

- вырабатывать электрический и тепловой виды энергии, себестоимость которых в 2,5–3,5 раза ниже их рыночной цены;
- получать высокоэффективные органические удобрения, обеспечивающие дополнительный прирост урожайности на 20–30% (по сравнению с использованием несброженного навоза);
- решать экологические проблемы сельскохозяйственного производства.

Сегодня биогазовый комплекс должен рассматриваться как неотъемлемая часть животноводческого объекта, поскольку их совмещение позволяет значительно повысить рентабельность производства в целом.

21.09.11

Литература

1. Мониторинг работы в природно-климатических условиях Республики Беларусь импортных биогазовых энергетических комплексов: отчет о НИР (заключ.) / РУП «НПЦ НАН Беларуси по мех. с. х.»; рук. темы Н.Ф. Капустин. – Минск, 2008. – 156 с. – № ГР 20082490; зад. 5.18 ГНТП «Агропромкомплекс – возрождение и развитие села».
2. Капустин, Н.Ф. Анализ мониторинга работы биогазовых энергетических комплексов в Беларуси / Н.Ф. Капустин, А.Н. Басаревский, Т.В. Старченко, С.Н. Поникарчик // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «Научн.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механиз. сельского хоз-ва. – Минск, 2009. – Вып. 43. – С. 117-124.
3. Басаревский, А.Н. Оценка эффективности работы биогазовых энергетических комплексов в Беларуси / А.Н. Басаревский // Научное обеспечение развития агропромышленного комплекса стран Таможенного союза: материалы междунар. науч.-практ. конф., Астана, 8–9 апреля 2010 г. / АО «КазАгроИнновация». – Астана, 2010. – С. 209-215.

УДК 63:(620.95:504.064.34)

Н.Ф. Капустин,
Ю.А. Сунцова, О.А. Дытман
(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ДВУХ
ТИПОВ КОНСТРУКЦИИ
БИОРЕАКТОРОВ БИОГАЗОВОЙ
УСТАНОВКИ**

Введение

Важнейшим этапом процесса проектирования биогазовой установки является выбор конструкции биореактора (ферментера), от которой зависят затраты тепловой энергии на собственное функционирование биогазовой установки. Для объективной оценки энергетической эффективности ферментера в климатических условиях Республики Беларусь необходимо определить потребление тепловой энергии на поддержание температурного режима в его камере.

Методика определения затрат энергии на собственные нужды биогазовой установки

Сравнительный анализ потребности в тепловой энергии на собственные нужды биогазовой установки выполним на примере двух широко используемых и рекомендуемых типов железобетонных конструкций биореакторов.

Наиболее распространена на практике классическая схема производства биогаза с использованием отдельно расположенных ферментера и дображивателя. Каждый из них, например, при объеме 1500 м^3 выполнен в форме цилиндра высотой 6 м и диаметром 18 м (рисунок 119).