

УДК 628.385(470)

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
АНАЭРОБНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ  
АПК В РОССИИ**

Вохмин Вячеслав Сергеевич  
ассистент

Кошкин Максим Владимирович  
аспирант

Петров Сергей Валентинович  
аспирант

Линкевич Алексей Станиславович  
аспирант  
*ФГБОУ ВПО Ижевская государственная  
сельскохозяйственная академия, Ижевск, Россия*

В статье рассмотрен потенциал применения биогазовых установок на территории РФ. Рассмотрены варианты строительства биогазовых установок. Предложен способ утилизации отходов животноводческих ферм в едином цикле, с получением нетрадиционного источника энергии

Ключевые слова: ОТХОДЫ, ТЕХНОЛОГИЯ, КЛИМАТ, УСТАНОВКА, НАГРЕВ, БИОГАЗ, ТЕМПЕРАТУРА, БИОМАССА

UDC 628.385(470)

**USE OF ANAEROBIC PROCESSING WASTE  
TECHNOLOGY OF AGRARIAN AND  
INDUSTRIAL COMPLEX IN RUSSIA**

Vohmin Vyacheslav Sergeevich  
assistant

Koshkin Maxim Vladimirovich,  
postgraduate student

Petrov Sergey Valentinovich  
postgraduate student

Linkevich Alexey Stanislavovich  
postgraduate student  
*FSBEI HPE Izhevsk State Agricultural Academy,  
Izhevsk, Russia*

The article describes the potential using of biogas plants in Russia. The variants of constructions of biogas plants are considered. A method of livestock farms utilization in a single cycle, to produce non-conventional energy source is the suggestion

Keywords: WASTE, TECHNOLOGY, CLIMATE, INSTALLATION, HEATING, BIOGAS, TEMPERATURE, BIOMASS

Как известно, наша страна находится в зоне рискованного земледелия и по климатическим условиям, и по характеристике большая часть почв малоурожайны, требующие постоянного внесения органических удобрений. Поэтому в средних и северных регионах Европейской России, в земледельческих районах Сибири потребность в органических удобрениях будет постоянной, и она будет определяющей в развитии биогазовых технологий. Использование таких технологий и созданного на их основе оборудования позволит в ближайшие годы: полностью решить в сельской местности проблему всех органических отходов, включая коммунальные стоки и ТБО, обустроить сельских жителей современными санитарно-гигиеническими системами европейского типа и оказать существенную помощь в решении проблем энергосбережения[1].

В настоящее время разработано множество конструкций биогазовых установок, подходящих для работы в различных климатических условиях. Выбор конструкции биогазовой установки – важнейший этап процесса планирования. До выбора конструкции нужно иметь представление о базовых проблемах.

В местностях со сравнительно холодным климатом, изоляция и подогрев важны для круглогодичной работы установки. Количество и тип перерабатываемого сырья влияют на размер и тип установки, и конструкции систем загрузки и выгрузки сырья. Выбор конструкции установки также зависит от наличия строительных материалов.

С учетом климатических и других местных условий, в России рекомендуется внедрять следующие типы биогазовых установок.

Территориально, применение технологии анаэробного сбраживания можно разделить на две зоны, это установки для южных районов, и для районов с умеренно-континентальным климатом.

В южных районах возможно применение биогазовых установок с газгольдером, механической подготовкой, пневматической загрузкой и перемешиванием сырья без подогрева сырья в реакторе, в психрофильном температурном режиме от 5°C до 20°C, представленной на рисунке 1.

Особенностью этой биогазовой установки, предназначенной для средних и крупных фермерских хозяйств, является наличие специальной емкости для подготовки сырья, откуда оно подается при помощи компрессора в реактор. Установка снабжена автоматическим отбором биогаза и газгольдером для его хранения. Наличие системы обогрева позволяет эксплуатировать биогазовую установку во всех режимах сбраживания.

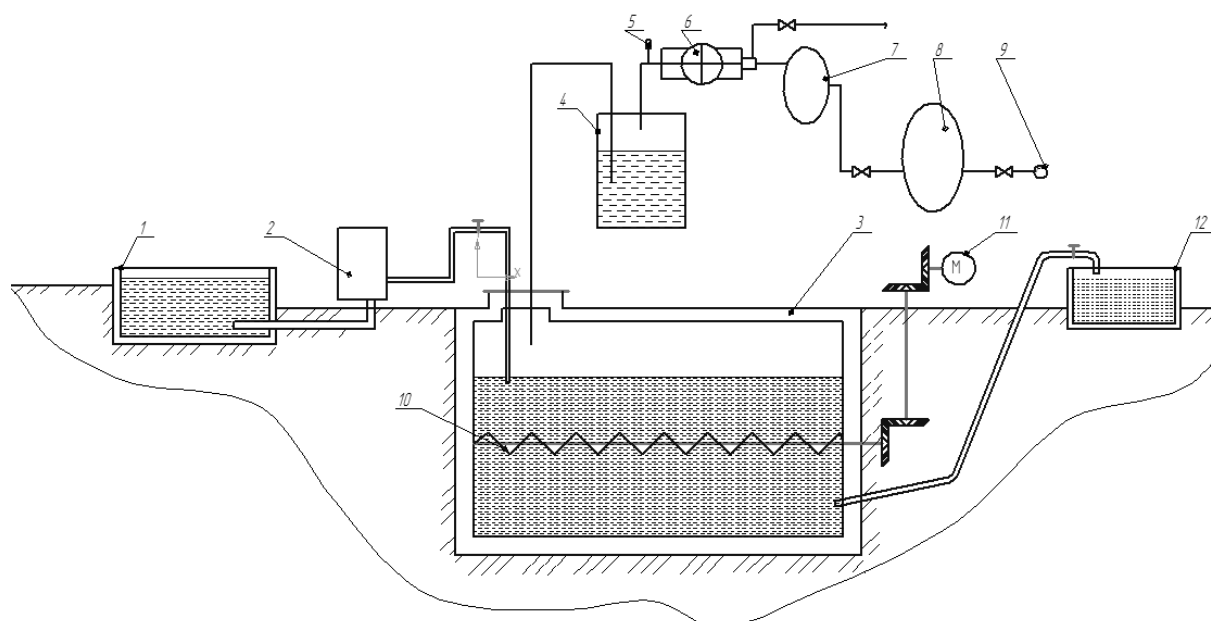


Рисунок 1- Биогазовая установка для южных регионов:

1 - емкость для подготовки сырья; 2 – насос для подачи сырья в реактор; 3 – реактор; 4 – водный затвор; 5 – предохранительный клапан; 6 – компрессор; 7 – ресивер; 8 – газгольдер; 9 – редуктор газовый; 10 – перемешивающее устройство; 11 – электропривод; 12 – хранилище для биоудобрений.

Для районов с более холодным климатом, где для полноценной работы необходим подогрев биомассы возможно применение биогазовых установок с газгольдером, механической подготовкой, пневматической загрузкой и перемешиванием сырья, с подогревом сырья в реакторе, для более интенсивного и стабильного процесса сбраживания. Загрузка и перемешивание сырья механизированы и производятся с помощью пневматической системы. Подогрев сырья в реакторе биогазовой установке производится с помощью теплообменника. Установка рассчитана для работы в мезофильном и термофильном температурных режимах, с температурами 25°C до 45°C, представленной на рисунке 2.

Такие биогазовые установки оснащены блочными теплоэлектроцентралями, которые производят тепловую и электрическую энергию. Эти приборы очень просты в эксплуатации и не требуют частого ремонта.

В таких установках возможно использовать как сырье самые различные субстраты. Органический материал разделяется на две основные группы. Во-первых, возобновляемый источник энергии – например, растительные культуры, такие как кукуруза, трава, хлебные злаки и, во-вторых, остатки от продуктов пищевой и перерабатывающей промышленности, такие как навоз КРС и свиней, птичий помет, жиры, отходы растений и т.д.

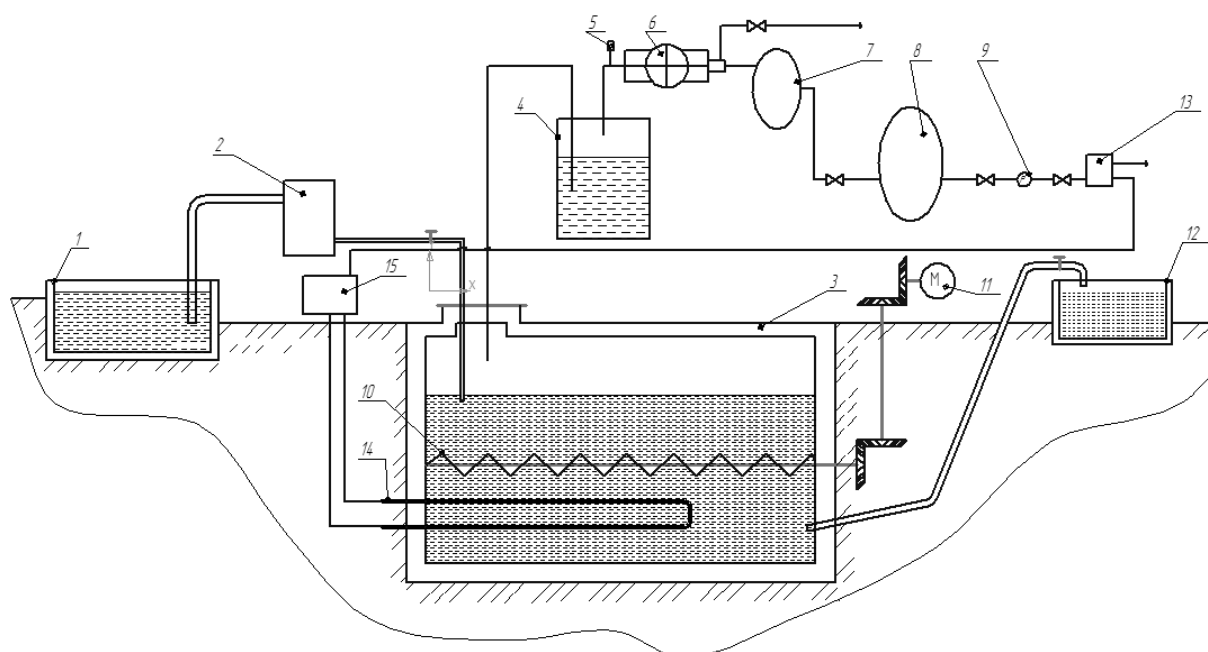


Рисунок 2 - Биогазовая установка с подогревом реактора:

1 - емкость для подготовки сырья; 2 – насос для подачи сырья в реактор; 3 – реактор; 4 – водный затвор; 5 – предохранительный клапан; 6 – компрессор; 7 – ресивер; 8 – газгольдер; 9 – редуктор газовый; 10 – перемешивающее устройство; 11 – электропривод; 12 – хранилище для биоудобрений; 13 – газовый генератор; 14 – теплообменник; 15 – газовый котел.

Для нормального функционирования биогазовых установок необходимо поддержание на оптимальном уровне следующие показатели: температура, влажность, кислотность, соотношения между углеродом и азотом, однородность массы в реакторе, размеры частиц твердой фракции. Работа энергетического преобразователя позволяет осуществлять работу линии в автономном режиме.

Технологические процессы, протекающие при подготовке навоза к сбраживанию, отражены на рисунке 3; процессы, отвечающие за метановое сбраживание на рисунке 4.

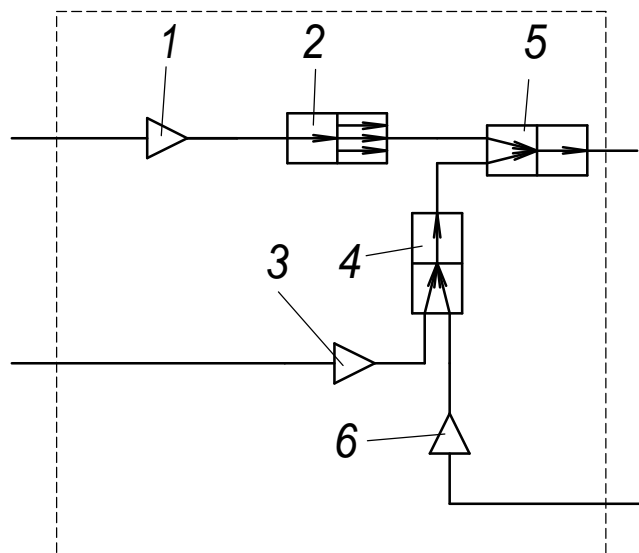


Рисунок 3 – Операторная схема подготовки навоза к метановому сбраживанию

Исходным компонентом, поступающим в технологическую линию на данном этапе, является навоз и вещество для нормализации по кислотности.

Навоз, подлежащий утилизации при помощи транспортера 1 подается на измельчающий механизм 2. В дальнейшем осуществляется нормализация исходного сырья по влажности 5. На начальном этапе для увлажнения навоза будет использоваться водопроводная вода. Увлажняющий компонент насыщается веществом, позволяющим нормализовать кислотность навоза 4 перед подачей в метантенк. Компоненты для нормализации подаются дозирующими устройствами 3 и 6. Таким образом, при выполнении подготовки навоза к метановому сбраживанию, необходимо следующее оборудование: транспортер для навоза, измельчитель, насос для жидкой фракции, дозирующее устройство для нормализации кислотности и устройство для увлажнения навоза.

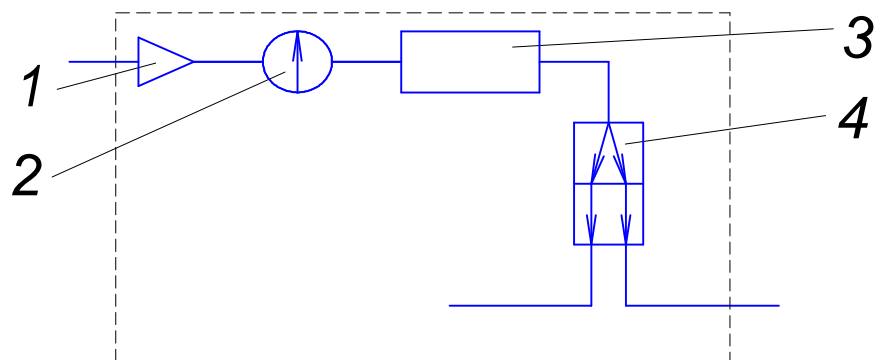


Рисунок 4 – Операторная схема метанового сбраживания

Подача готового навоза на сбраживание выполняется насосом 1, его нагревание до температуры сбраживания в метантенке осуществляется за счет конвективного нагрева 3. В результате работы метантенка происходит выделение биогаза 4. В результате работы данной группы оборудования, из подготовленного субстрата получаем биогаз, направляемый на сбор и резервирование.

В целом операторная схема линии по переработке навоза приводится на рисунке 5.

Для стабильного протекания технологического процесса необходимо своевременно и в достаточном количестве осуществлять подачу сырья, а так же реактивов позволяющих нормализовать кислотность перед поступлением в метантенк. Кроме этого в подсистему 1, отвечающую за подготовку навоза к метановому сбраживанию, необходимо подавать в достаточном количестве жидкую фракцию субстрата.

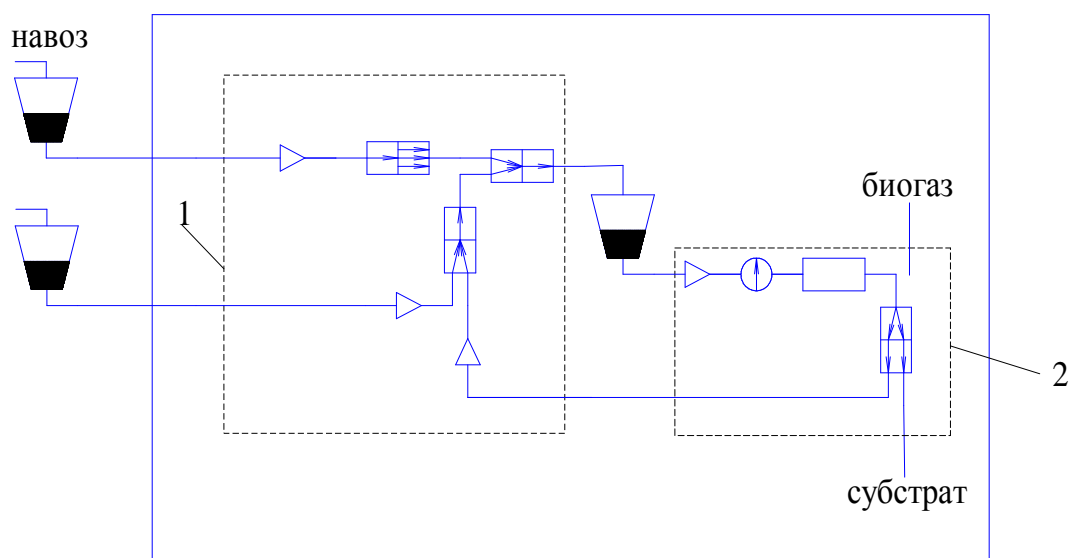


Рисунок 5 – Операторная схема линии по переработке навоза

Между подсистемами 1 и 2, отвечающими за подготовку навоза и его анаэробное сбраживание, устанавливают накопительную емкость, позволяющую нормализовать ритмы работы обеих подсистем. На выходе из метантенка получаем биогаз и переработанный субстрат, который направляется на резервирование и последующую переработку. Из биогаза, получаемого в результате анаэробного сбраживания, получаем электроэнергию, которую будем использовать внутри разработанной системы для поддержания оптимальных режимов сбраживания, работы оборудования, осуществляющих технологические процессы.

Для нормального функционирования технологической линии кроме оборудования указанного выше необходимо подобрать емкости для резервного хранения сырья; вещества, нормализующего сырье по кислотности; субстрата перед метановым сбраживанием.

Принцип работы трехстадийного метантенка биогазовой установки с объемным нагревом заключается в том, что подготовленная для сбраживания масса поступает в первую секцию 10 (психрофильную с диапазоном температур 8...25°C) биореактора, показанного на рисунке 6. Перемешивание в данной камере при помощи мешалок 3 осуществляется частотой 1 раз в сутки час, с продолжительностью 10 мин и со скоростью

вращения мешалок 24...33 об/мин. Затем биомасса по принципу сообщающихся сосудов перемещается во вторую 11 (мезофильную с диапазоном температур - 25...40 °С) в которой перемешивание осуществляется частотой 1 раз в 2 часа с продолжительностью 10 мин и со скоростью вращения мешалок 42...51 об/мин; и третью 12 (термофильную с диапазоном температур - 40...55 °С) частотой перемешивания субстрата 1 раз в час с продолжительностью 10 мин и со скоростью вращения мешалок 51...60 об/мин [2].

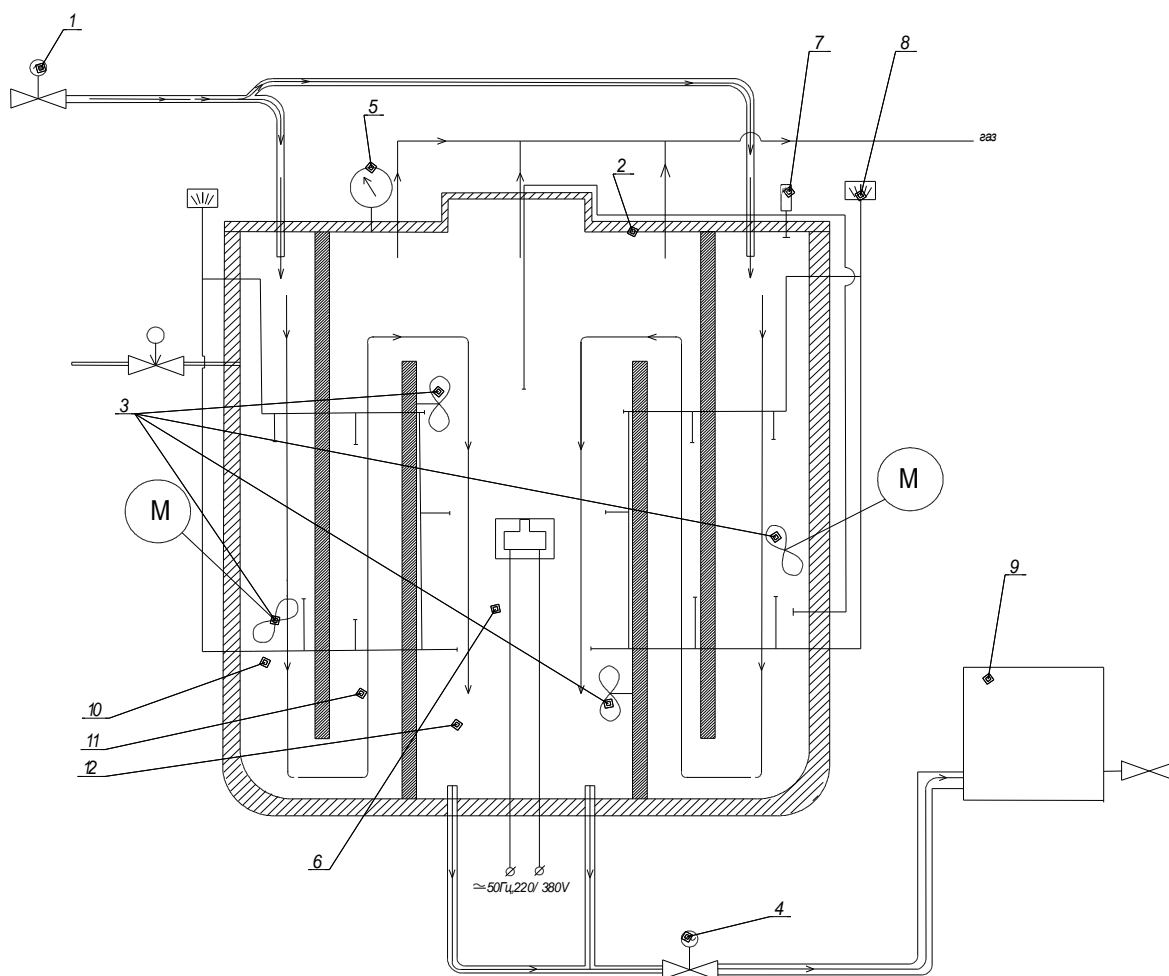


Рисунок 6 – Схема трехстадийного метантенка биогазовой установки с объемным нагревом: 1 - насос подачи сырья; 2 - метантенк; 3 - перемешивающие устройства; 4 - насос откачки сырья; 5 - манометр; 6 – устройство электрического нагрева; 7 - датчик рН; 8 - термодатчик; 9 -



емкость под шлам; 10 - психрофильная камера сбраживания; 11 - мезофильная камера сбраживания; 12 - термофильная камера сбраживания

Трехстадийный метантенк биогазовой установки с объемным нагревом состоит из корпуса, систем контроля и управления. Сбраживаемая масса подогревается устройством объемного конвективного нагрева в центральной секции до температуры 40 - 55°C, которая контролируется термодатчиками 8 нижнего и верхнего уровня. Перемешивание происходит периодически 2...3 раза в сутки при помощи перемешивающих устройств 3. Выделяющийся биогаз собирают и хранят в резервуаре низкого давления. Получившийся в процессе сбраживания шлам поступает в ёмкость 9 для дальнейшей переработки.

Реактор сконструирован так, что идет непрерывный процесс газообразования, так как присутствуют все стадии анаэробной переработки навоза. В связи с объединением режимов сбраживания в единый цикл (реактор) трех стадий метанового сбраживания был разработан опытный образец установки для получения биогаза непрерывного действия.

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что прогресс в использовании биогазовых установок приводит к существенному повышению эффективности их работы. Возможность решения не только энергетических, но и экологических и агрохимических проблем позволили значительно повысить рентабельность таких установок и существенно сократить сроки окупаемости. Кризисные явления в экономике России так и не остановили рост тарифов, что еще больше повысит привлекательность биогазовых установок в новых экономических реалиях[1].

Проведя анализ технологии анаэробной переработки сырья, получаем следующее:

- применяя биогазовые установки осуществляется санитарная обработка сточных вод (особенно животноводческих и коммунально-бытовых);

- анаэробная переработка отходов животноводства и растениеводства позволяет получать уже готовые к использованию минеральные удобрения с высоким содержанием азотной и фосфорной составляющей;
- биогаз с высокой эффективностью может быть использован для получения тепловой и электрической энергии;
- биогазовые установки могут быть размещены в любом регионе страны, так как не требуют строительства дорогостоящих газопроводов и сложной инфраструктуры;
- разработана технология промышленной переработки отходов животного и растительного происхождения, с использованием биогазовых установок для безотходного производства на территории РФ.

#### Литература

1. Биогаз – голубое топливо XXI века.- М.,[2011]. – Режим доступа: <http://aenergy.ru/1250>
2. Лысенко, В.П. Переработка отходов птицеводства.- Сергиев Посад. - 1998. - 152 с.
3. Зависимость продолжительности сбраживания осадка от температуры брожения.- М.,[2008]. – Режим доступа: <http://www.clickpilot.ru/canaliz.php?wr=254>