

Удмуртское региональное отделение
Общероссийской общественной организации
“Российское научное общество анализа риска”

ГОУВПО “Удмуртский государственный университет”
Учебно-научный институт природных и техногенных
катастроф

БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

Выпуск 5

Ижевск
2009

УДК 351.86 (063)

ББК 68.9 я 431

Б 40

Научный редактор доктор технических наук, профессор,
директор Института гражданской защиты УдГУ **В.М. Колодкин**

В статьях раскрывается содержание проблем безопасности в техносфере. Рассмотрены вопросы прогнозирования последствий аварий и риск-анализа математического моделирования аварий и эффективности защиты в условиях ЧС, мониторинга и технических систем обеспечения безопасности, экологической безопасности.

Статьи дают системное представление о современных проблемах безопасности в техносфере способах их решения.

УДК 351.86 (063)

ББК 68.9 я 431

Б 40

©Российское научное общество анализа риска, 2009

©ГОУВПО "Удмуртский государственный университет", 2009

©Учебно-научный институт природных и техногенных катастроф, 2009

Содержание

Предисловие.....	5
------------------	---

Часть I. Прогнозирование последствий аварий и риск-анализ

Колодкин В.М., Фомин П.М., Варламов Д.В. Проблемно-ориентированный электронный ресурс "Безопасность в техносфере" в решении проблем безопасного уничтожения химического оружия.....	9
Колодкин В.М., Фомин П.М., Д.В.Варламов, Д.М.Малых, Г.П.Князев, Яценко А.А., Гайфуллина Д.Р., Бабушкин М.И., Огородников П.Г. Динамический Паспорт безопасности Удмуртской Республики.....	16
Колодкин В.М. Паспорт безопасности образовательного учреждения.....	23
Варламов Д.В., Гайфуллина Д.Р., Бабушкин М.И. Особенности формирования паспортов безопасности гидротехнических сооружений.....	28
Варламов Д.В., Малых Д.М. Практика разработки Паспортов безопасности опасных производственных объектов в среде Сервиса.....	35

Часть II. Вопросы математического моделирования аварий и эффективность защиты в условиях ЧС

Варламов Д.В., Малых Д.М. Вероятностный анализ аварийных ситуаций.....	51
Князев Г.П. Прогнозирование динамики эвакуации людей из здания при ЧС.....	63
Бабушкин М.И., Сивков А.М. Интегральная математическая модель тепломассопереноса при пожаре.....	66
Баттырев В.Б. Моделирование поступления и рассеяния токсичных химических веществ (ТХВ) в атмосфере.....	70
Карманчиков А.И. Прогнозирование обеспечения безопасности людей при эвакуации.....	107

Часть III. Мониторинг и технические системы обеспечения безопасности

Севастьянов Б.В., Дресвянский Е.Л., Тресфилов Д.А. Ручные пневматические машины ударного действия. Проблемы, связанные с его использованием и новые разработки.....	127
Иванов Ю.В. Методы и средства улучшения виброакустических параметров металлурги- ческих машин и агрегатов.....	132

Тюрин А.П., Парахин Д.В., Севастьянов Б.В.	
Вакуумированные сотовые звукоотражающие конструкции как средство коллективной защиты работников.....	137
Мухин К.В.	
Радиомониторинг промышленного предприятия.....	143
Дзюин С.В., Мухин К.В.	
Технология интегрального использования контрольно-поисковых приборов...	148

Часть IV. Экологическая безопасность

Сатликова Д.Ф.	
Социальные, экономические и экологические аспекты вопроса утилизации органических отходов животноводства в России	155
Борисова Е.А.	
Способ оценки экологически безопасного использования ООПТ (на примере растения).....	158
Сатликова Д.Ф.	
Анализ современного аграрника Удмуртской республики с позиции рациональности внедрения биогазовых технологий.....	162
Дружакина О.П.	
Новые синтетические утеплители в энергосбережении строительства.....	165
Сатликова Д.Ф., Гаврилова К.В.	
Анализ схем анаэробного сбраживания в биогазовых установках, применимых в условиях Удмуртской Республики.....	171
Стурман В.И., Гагарина О.В., Габдуллин В.М.	
Геоэкологические проблемы Ижевского водохранилища и существующие подходы к их решению.....	178
Котегов Б.Г.	
Обоснование биомониторингового сопровождения мероприятий по альголизации Ижевского пруда-водохранилища в рамках программы по реабилитации данного водоема как источника хозяйственно-питьевого водоснабжения	185
Колодкин М.В.	
Экологически целесообразная технология производства кованых труб.....	192

Часть V. Подготовка и переподготовка специалистов в области безопасности

Б.В. Севастьянов, Лисина Е.Б., Баранова Н. А..	
Система непрерывного профессионального образования по направлению подготовки «Техносферная безопасность» В ГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет».....	201

АНАЛИЗ СХЕМ АНАЭРОБНОГО СБРАЖИВАНИЯ В БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВКАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В УСЛОВИЯХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*К.В. Гаврилова,
Д.Ф. Сатликов,*

Постоянно растущие цены на ископаемое органическое топливо делают весьма актуальными задачи изыскания альтернативных, постоянно возобновляемых источников энергии. Использование отходов птицеводства, животноводства и растениеводства как альтернативных и возобновляемых источников тепловой и электрической энергии давно является одним из важнейших направлений в энергетической стратегии многих стран мира [3].

Особое внимание уделяется развитию технологий получения биогаза, образующегося при утилизации отходов сельскохозяйственных производств, в том числе навоза [3].

В основе биогазовых технологий лежат природные процессы биологического разложения органических веществ в анаэробных условиях под воздействием особой группы анаэробных бактерий. Эти процессы сопровождаются минерализацией азотсодержащих, фосфорсодержащих и калийсодержащих органических соединений с получением минеральных форм азота, фосфора и калия, наиболее доступных для растений, с полным уничтожением патогенной (болезнетворной) микрофлоры, яиц гельминтов, семян сорняков, специфических фекальных запахов, нитратов и нитритов. Процесс образования биогаза и удобрений осуществляется специальных биореакторах-метантенках [4].

На практике получили распространение две технологические схемы сбраживания – одноступенчатое и двух- или многоступенчатое сбраживание [1].

Одноступенчатые реакторы (рис. 1) сначала применялись как низконагружаемые. В них достигаются довольно глубокий распад органического вещества загружаемого осадка (до 50%), хорошее расслоение осадка и его уплотнение в нижней части резервуара, а также появляется возможность отделения иловой воды.

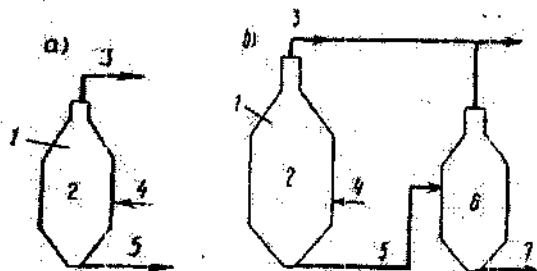


Рис. 1. Технологические схемы сбраживания

а) одноступенчатое сбраживание:

- 1 - загрузка осадка;
- 2 - реактор I ступени;
- 3 - биогаз;
- 4 - теплоноситель;
- 5 - выгрузка осадка из реактора;

б) двухступенчатое сбраживание:

- 1 - загрузка осадка;
- 2 - реактор I ступени;
- 3 - биогаз; 4 - теплоноситель;
- 5 - выгрузка осадка из реактора I ступени;
- 6 - реактор II ступени;
- 7 - выгрузка сброженного осадка.

Большие объемы низконагружаемых реакторов и связанные с этим высокие строительные стоимости заставляют перейти к высоконагружаемым метантенкам, в которых интенсификация процесса достигается за счет хорошего подогрева осадка, создания систем непрерывного перемешивания для равномерного распределения осадка и улучшения контакта микро-организмов со сбраживаемым субстратом и перехода на непрерывную загрузку или по крайней мере на сокращение интервалов между загрузками.

В высоконагружаемых реакторах не происходит расслоения осадка и отделения иловой воды. В связи с этим большинство проектов предусматривает применение реактора II ступени, т.е. переход на двухступенчатое сбраживание.

В основе двух- и многоступенчатого сбраживания лежит разделение процесса на стадию интенсивного брожения с бурным выделением биогаза, предотвращающим расслоение осадка (I ступень), и стадию затухания процесса на которой прекращается газовыделение и происходит расслоение осадка и отделение иловой воды (II ступень).

Это ведет к уменьшению объема сброженного осадка, поступающего на обезвоживание, что позволяет сократить затраты на необходимые для этой цели сооружения. Кроме того, за счет спуска иловой воды во второй ступени увеличивается время дображивания осадка, что приводит к улучшению его водоотдающих свойств. При этом II ступень может выполняться в виде открытых железобетонных или даже земляных резервуаров, не имеющих оборудования для перемешивания и обогрева. При этом достигается сокращение затрат на строительство биореакторов на 12-18% по сравнению с одноступенчатым сбраживанием.

Рациональнее строить технологические линии по получению биогаза на основе серийного производства биогазовых установок [1].

Проблемами разработки биогазовых технологий, созданием оборудования, установок и станций занимается ряд организаций России: Мосводоканал, Академия коммунального хозяйства, ВИЭСХ, ЦВНИИКОМЖ, и вновь созданные фирмы: АО Центр «ЭКОРОС», АО «Октябрьская птицефабрика», АО «Грин-Вельт», АО «Лесса», АО «ЭкоБио», АО «Стройиндустрия» (Республика Чувашия), АО «Заволжский авторемонтный завод» (Нижегородская область), АО «Стройтехника - Тульский завод» [1].

До 1992 года биоэнергетические установки производились на Украине под названием «КОБОС» и были поставлены в ряд областей Российской Федерации, но их несовершенство не позволило использовать их для реализации поставленных экономических задач по утилизации и переработки органических отходов. После 1992 года усовершенствованием и производством БЭУ в России занимались ООО «СИПРИС», НПП «ГЕЯ», АО АО Центр «ЭКОРОС» [1, 2, 3].

Основные характеристики биогазовых установок отражены в таблице 1.

Исследование особенностей процессов анаэробного сбраживания показало, что в значительной степени на них оказывает влияние температура.

Обычно различают три характерных уровня температур, предпочтительных для отдельных видов бактерий. Психрофильный режим идет при температуре 8-200С, мезофильный - при 30-400С, термофильный - при 45-600С. Все три режима имеют как свои преимущества, так и недостатки (таблица 2). [1, 4].

Более производительны термофильный и мезофильный режимы сбраживания. Режимы с более высокими температурами требуют больших затрат энергии на поддержание оптимальной температуры, зато благодаря сокращению продолжительности сбраживания удается значительно сократить объем биореактора и таким образом увеличить производительность биогазовой установки [1].

Сравнение мезофильного и термофильного режимов сбраживания органики показывает, что в термофильных условиях значительно интенсивнее и глубже происходит гидролиз твердого вещества, но образующийся анаэробный осадок имеет очень большое удельное сопротивление и плохо обезвоживается [1].

При мезофильном температурном режиме сбраживания сохраняется

высокий аминокислотный состав биоудобрений, но обеззараживание сырья не такое полное, как при термофильном режиме. Считается, что микрофлора мезофильного режима по количеству и разнообразию видов гораздо богаче, чем микрофлора термофильного режима [1].

В результате анализа выпускаемых в России биоэнергетических установок было установлено, что основная их часть работает в термофильном режиме (52–55°C), в отличие от европейских стран. Например, в Германии себя зарекомендовал мезофильный режим.

В России использует термофильный процесс, поскольку при нем происходит полное уничтожение патогенной микрофлоры, яиц гельминтов, семян сорняков и запахов [1].

В климатических условиях Удмуртии мезофильный режим наиболее рационален, т. к. ориентирован на получение биогаза, как основного продукта сбраживания. Но также не исключается возможность использования термофильного режима. На практике часто применяется процесс двухфазного термофильно-мезофильного сбраживания, который позволяет использовать преимущества этих двух режимов.

Таблица 1.

**Биоэнергетические установки, производимые в России,
и их краткие технические характеристики**

Технические показатели	Биогазовые установки	
	ИБГУ-1	БИОЭН-1
1	2	3
Сырье	Отходы КРС, мелкого рогатого скота, лошадей, верблюдов, свиней, пушных зверей, птицы: кур, уток, гусей, индюшек; фекалии, растительные остатки, твердые бытовые отходы	
Влажность допустимая	Не менее 85%	
Количество перерабатываемого сырья	200 кг/сут	1000 кг/сут
Тип производимого топлива	Биогаз	Биогаз
Состав топлива	Метан 60% CO ₂ 40%	Метан 60% CO ₂ 40%
Теплота сгорания топлива	21090-25100 кДж/м ³ (при нормальных условиях)	

Количество вырабатываемого топлива (энергии)	10 м3/сут	40 м3/сут 80 кВт.ч (э.) 230 кВт.ч (т)
Мощность электрогенератора	-	4 кВт
Затраты топлива (энергии) на собственные нужды установки	15 кВтч/сут	30% от вырабатываемого биогаза
Режим работы	Электрозависимый, ТЭН 2 кВт	Автономный
Температура процесса	52-550С	52-550С
Размер отапливаемой площади	-	120-140 м2
Дополнительно производимые продукты	Жидкие экологически чистые органические удобрения	
Окупаемость	0,5 года	0,5 года
Норма применения удобрений	1-3 т на 1 га в год	
Повышение урожайности	1,5-4 раза по разным культурам	
Фирма-разработчик	АО Центр «ЭкоРос», Москва	

Таблица 2.

Сравнительная характеристика температурных режимов

Режимы сбраживания	Преимущества	Недостатки	Анализ режима для УР
Психрофильный	- затраты энергии на поддержание процессов минимальны;	- длительное время для переработки органики; - большие объемы реакторов	Неприменим в климатических условиях Удмуртии.

Мезофильный	- сохраняется высокий аминокислотный состав биодобренений; - микрофлора по количеству и разнообразию видов богаче; - небольшие затраты энергии на поддержание оптимальной температуры; - температурный режим более стабилен ($38 \pm 2, 80^{\circ}\text{C}$);	- обеззараживание сырья не такое полное	Режим рационален, если ориентирован на получение биогаза, как основного продукта сбраживания и дезодорированного органического удобрения. Имеет практическое значение для Удмуртии.
Термофильный	- интенсивнее и глубже происходит гидролиз твердого вещества; - возможность увеличения суточной дозы загрузки; - надежная дегельминтизация; - устойчив к воздействию различных ингибирующих примесей;	- большие затраты энергии на поддержание оптимальной температуры; - шлам имеет очень большое удельное сопротивление, плохо обезвоживается; - температурный режим менее стабилен ($52 \pm 0, 30^{\circ}\text{C}$)	Режим применим для снятия загрязнений (максимального снижения ХПК) в целях защиты окружающей среды.

Количество вырабатываемого газа в значительной степени зависит не только от температуры процесса, но и от климатических условий: чем теплее, тем выше скорость и степень ферментации органического сырья.

В условиях с суровым климатом, отличительной особенностью реакторов является уровень теплозащиты, т.е. необходимо предусмотреть теплоизоляцию реактора, которая обеспечивала круглогодичное получение биогаза. Для мезофильного режима в условиях Удмуртской Республики минимальное значение термического сопротивления = $40 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт}$, для термофильного режима - = $82 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт}$. При минимальном термическом сопротивлении для каждого температурного режима сбраживания, выход товарного биогаза при мезофильном режиме в 2 раза больше, чем при термофильном режиме [1].

Круглогодичный режим получения товарного биогаза возможен только при хранении навоза в отапливаемом помещении. При хранении навоза на улице получение биогаза может быть только с апреля по октябрь.

Возможность применения биогазовых установок, ориентированных на получение электроэнергии и тепла, может быть решена при помощи федеральной поддержки и введения государственной стратегии по биогазовым технологиям. Для повышения заинтересованности производителя необходимо осуществлять поддержку производства биогаза в хозяйствах с введения государственной программы по внедрению биогазовых технологий.

Список литературы:

- 1.Белоглазова М.В. Исследование путей получения и использования биогаза в условиях Удмуртской Республики: магистерская диссертация / Ижевский государственный технический университет.
- 2.Производство биогаза на биоэнергетической установке// Издательство «Регион-пресс». — http://www.udm-press.ru/projects/number/article/article_detail.htm?art_id=174406
- 3.Сатликова, Д.Ф. Перспективы использования органических отходов животноводства как возобновляемого источника энергии / Д.Ф. Сатликова, О.П. Дружакина // Современные наукоемкие технологии. — 2009. — № 2. — С. 73 – 74.
- 4.Сатликова Д.Ф. Эколого-экономическая оценка вариантов утилизации органических отходов животноводческого комплекса: магистерская диссертация / Ижевский государственный технический университет.