

**ПРОЕКТ ПРООН «ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЕ УСИЛЕНИЕ
И ПОСТРОЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ»
ПРОГРАММА МАЛЫХ ГРАНТОВ ГЛОБАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФОНДА**

Биогазовые технологии в Кыргызской Республике

**ЦЕЛИ РАЗВИТИЯ ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ ООН:
Цель 7: “Обеспечение экологической устойчивости”**

УДК 658
ББК 30.6
В 26

В26 Веденев А.Г., Веденева Т.А., ОФ «Флюид»
Биогазовые технологии в Кыргызской Республике. — Б. Типография «Евро», 2006. — 90с.

ISBN 9967-23-526-8

Эксперты:

Абасов В.С., канд.с/х.наук, зав. отделом агрохимии Кыргызского НИИ Земледелия
Некрасов В.Г., канд.тех.наук Национальной инженерной академии Республики Казахстан
Маслов А.Н., инженер-технолог ОФ “Флюид”

Общая редакция:

Родина Е. М., канд.тех.наук, зав. кафедрой устойчивого развития окружающей среды и безопасности жизнедеятельности КРСУ

Данное руководство подготовлено по заказу и при финансовой поддержке проекта ПРООН «Институциональное усиление и построение возможностей для устойчивого развития», Программы малых грантов Глобального Экологического Фонда в рамках проекта «Повышение потенциала применения биогазовых установок в Кыргызстане».

В руководстве приводятся различные конструкции биогазовых установок, критерии их выбора и схемы, нормы эксплуатации и обслуживания, имеющиеся в других странах, а также работающие в условиях Кыргызстана.

Описываются особенности различного сырья и условия его переработки для получения биогаза и биоудобрений, использование биогаза в различных газовых приборах, для заправки автомобилей, производства электроэнергии, методы применения биоудобрений при выращивании сельскохозяйственных культур и в качестве кормовых добавок для животных.

Приводится оценка выгоды внедрения биогазовых технологий с экономической и экологической точки зрения на уровне фермерских хозяйств и на государственном уровне.

Для желающих построить биогазовую установку своими силами даны рекомендации и подробная спецификация на материалы и оборудование.

Руководство адресовано широкому кругу читателей: руководителям хозяйств, сотрудникам НИИ и государственных учреждений, студентам учебных заведений, предпринимателям в области сельского хозяйства и фермерам.

В 2103000000-06

ISBN 9967-23-526-8

УДК 658

ББК 30.6

© ПРООН, 2006

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Часть 1 Основы биогазовых технологий	6
Подробнее о биогазе.....	7
О биоудобрениях.....	8
История развития биогазовых технологий	9
Часть 2. Состав сырья и параметры его переработки	14
Микробиология	14
Параметры и оптимизация процесса сбраживания.....	14
Поддержка анаэробных условий в реакторе	15
Соблюдение температурного режима	15
Питательные вещества	16
Время сбраживания	16
Кислотно-щелочной баланс.....	17
Соотношение содержания углерода и азота.....	17
Выбор влажности сырья	18
Регулярное перемешивание.....	18
Ингибиторы процесса	19
Типы сырья	19
Выход газа и содержание метана	20
Проблема корки.....	21
Состав сырья.....	22
Часть 3. Биогазовые установки.....	23
Распространенные типы биогазовых установок	23
Биогазовые установки Кыргызстана	27
Строительство биогазовой установки.....	31
Выбор размера реактора	31
Реактор.....	33
Системы загрузки и выгрузки сырья	36
Системы сбора биогаза	37
Газгольдеры	39
Системы перемешивания	40
Системы подогрева сырья.....	41
Типы установок, рекомендуемых для внедрения в Кыргызстане.....	43
Эксплуатация биогазовых установок	48
Ежедневные операции	50
Еженедельные и ежемесячные операции:.....	51
Ежегодные операции	51
Техника безопасности	51
Техническое обслуживание, мониторинг и ремонт	52
Ремонт.....	53
Часть 4. Использование продуктов биогазовых технологий.....	54
Использование биогаза.....	54
Газовые горелки.....	54
Двигатели, работающие на биогазе	56
Эффективность использования биогаза	58
Использование биоудобрений.....	58
Эффективность воздействия биоудобрений на растения	59
Пшеница.....	59
Кукуруза	60
Помидоры, картофель и другие клубневые овощи	61

Ячмень	61
Сахарная свекла	61
Хлопок	62
Деревья, кустарниковые растения и травостой.....	62
Внесение биоудобрений	62
Кормовая добавка	63
Хранение биоудобрений.....	64
Оборудование для внесения биоудобрений	65
Часть 5. Экономическая оценка биогазовых технологий.....	66
Выгоды для индивидуальных хозяйств	66
Энергия	67
Биоудобрения	67
Стоимость биогазовой установки.....	68
Экономическая выгода биогазовой установки.....	70
Метод минимальных ежегодных доходов.....	71
Макроэкономическая оценка	73
Энергетика и сельское хозяйство	74
Окружающая среда	76
Здравоохранение	76
Занятость	76
Социальная политика	77
Внедрение биогазовых технологий в Кыргызстане	77
Глобальные экологические выгоды биогазовых технологий	79
Литература	81
Приложение А	83
Приложение Б	85
Приложение В	89

ВВЕДЕНИЕ

Данное руководство подготовлено по заказу проекта ПРООН «Институциональное усиление и построение возможностей для устойчивого развития» и Программы Малых Грантов Глобального Экологического Фонда (ПМГ/ГЭФ) ПРООН в Кыргызской Республике в рамках проекта «Повышение потенциала применения биогазовых установок в Кыргызстане».

Главными задачами этого проекта является повышение информированности населения, занимающегося животноводством о возможностях биогазовых технологий, ознакомление их с опытом эксплуатации действующих установок, передачи им навыков строительства простейших установок, информирование сельского населения Кыргызстана об отечественных и зарубежных организациях и конструкторах, производящих биогазовые установки.

Сельское хозяйство Кыргызстана сейчас испытывает большие трудности, связанные с низким плодородием земель, растущими ценами на топливо и удобрения, ухудшающимся состоянием окружающей среды и общей бедностью сельского населения. Выходом из замкнутого круга этих проблем может стать внедрение в хозяйства биогазовых технологий.

Переработка сельскохозяйственных отходов: навоза животных, огородной ботвы, сорной растительности и пищевых отходов на биогазовых установках может обеспечить хозяйство биогазом, который можно использовать в любых бытовых газовых приборах и высокоэффективными органическими биоудобрениями, применение которых увеличит продуктивность земель на 10-30%.

В настоящее время в мире накоплен значительный теоретический и практический материал по внедрению технологий анаэробной переработки сельскохозяйственных отходов и использование биогаза и удобрений, получаемых из сельскохозяйственных отходов. Аналогичный опыт есть и в Кыргызстане, где первые экспериментальные установки были созданы в 1980-е годы в Национальной Академии Наук.

В последние годы, в результате инициативы фермеров, ряда частных предприятий, НПО (ОФ «Флюид», Кыргызской Ассоциации возобновляемых источников энергии), а также поддержки международных организаций и программ (Немецкое общество технического сотрудничества, Японского агентства по международному сотрудничеству, Программы Малых Грантов Глобального Экологического Фонда, Центрально-Азиатской Горной Программы) интерес к биогазовым установкам значительно возрос. Уже имеется опыт сооружения промышленных биогазовых установок с объёмом реактора 250 кубометров.

Данная публикация, является составной частью комплекса мероприятий этого проекта по информированию заинтересованных сторон и оценки опыта, накопленного по этому вопросу в Кыргызстане.

Для желающих построить биогазовую установку у себя в хозяйстве приводятся различные конструкции и составные части биогазовых установок, критерии их выбора для нужд хозяйства, а также нормы эксплуатации и обслуживания, необходимого для успешного функционирования установок. Описываются и оцениваются распространенные конструкции установок, включая установки, уже построенные в Кыргызстане, а так же приводятся рекомендации по выбору наиболее подходящих для условий Республики установок.

Описываются способы использования продуктов анаэробной переработки сырья – биогаза и биоудобрений, экономические и экологические выгоды их использования, стоимость и сроки окупаемости биогазовых установок.

Приводится перечень организаций и консультантов по производству биогазовых установок в Кыргызстане, России, Казахстане, Украине и Белоруссии, а также список обследованных биогазовых установок в Кыргызской Республике. Для финансирования строительства биогазовых установок и грантовой помощи приводится перечень грантовых и финансовых организаций в Кыргызстане.

При составлении руководства были использованы данные и разработки специалистов из Кыргызстана, информационные материалы, размещенные в Интернете и другие источники.

ЧАСТЬ 1. ОСНОВЫ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Что такое биогазовая установка?

Биогазовая установка, как правило, представляет собой герметически закрытую емкость, в которой при определенной температуре происходит сбраживание органической массы отходов, сточных вод и т.п. с образованием биогаза.

Принцип работы всех биогазовых установок одинаков: после сбора и подготовки сырья, заключающейся в доведении его до нужной влажности в специальной емкости, оно подается в реактор, где создаются условия для оптимизации процесса переработки сырья.

Сам процесс получения биогаза и биоудобрения из сырья называют ферментацией, или сбраживанием. Сбраживание сырья производится за счет жизнедеятельности особых бактерий. Во время сбраживания на поверхности сырья появляется корка, которую нужно разрушать, перемешивая сырье. Перемешивание осуществляется вручную или при помощи специальных устройств внутри реактора и способствует высвобождению образовавшегося биогаза из сырья.

Полученный биогаз после очистки собирается и хранится до времени использования в газгольдере. От газгольдера к месту использования в бытовых или других приборах биогаз проводят по газовым трубам. Переработанное в реакторе биогазовой установки сырье, превратившееся в биоудобрения, выгружается через выгрузное отверстие и вносится в почву или используется как кормовая добавка для животных.



Рис.1. Схема переработки органических отходов на биогазовых установках

Оптимизация процесса переработки сырья

Условия, необходимые для переработки органических отходов внутри реактора биогазовой установки, кроме соблюдения бескислородного режима, включают:

- соблюдение температурного режима;
- доступность питательных веществ для бактерий;
- выбор правильного времени сбраживания и своевременную загрузку и выгрузку сырья;
- соблюдение кислотно-щелочного баланса;
- соблюдение соотношения содержания углерода и азота;
- правильную пропорцию твердых частиц в сырье и перемешивание;
- отсутствие ингибиторов процесса.

Типы биогазовых установок

Существует много различных конструкций биогазовых установок. Их различают по методу загрузки сырья, внешнему виду, по составным частям конструкции и материалам, из которых они сооружаются.

По методу загрузки сырья выделяют установки порционной и непрерывной загрузки, которые отличаются временем сбраживания и регулярностью загрузки сырья. Наиболее эффективными с точки зрения выработки биогаза и получения биоудобрений являются установки непрерывной загрузки.

По внешнему виду установки различаются в зависимости от способа накопления и хранения биогаза. Газ может собираться в верхней твердой части реактора, под гибким куполом или в специальном газгольдере, плавающем или стоящим отдельно от реактора.

Выгоды применения биогазовых технологий [22]

Хорошо функционирующая биогазовая установка приносит ряд преимуществ ее владельцу, обществу и окружающей среде в целом

Экономия денег:

- экономятся деньги, ранее затрачиваемые на топливо и электроэнергию;
- экономятся деньги, затрачиваемые на покупку удобрений и гербицидов.

Возможность получения дополнительных денег:

- вы можете продать биогаз и биоудобрения;
- вы получаете дополнительные деньги при повышении урожайности выращиваемых сельскохозяйственных культур за счет применения биоудобрений;
- вы получаете дополнительные деньги при выращивании животных и птицы за счет кормовых добавок из переработанного сырья.

Быстрая окупаемость установок:

- биогазовая установка с подогревом сырья любой мощности окупается примерно за год эксплуатации;
- уменьшается риск респираторных и глазных заболеваний за счет очистки воздуха в результате сокращения объемов органических отходов в местах их складирования;
- улучшается эпидемиологическая обстановка в результате гибели части микроорганизмов, содержащихся в отходах;
- улучшается здоровье за счет получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции при использовании экологически чистых удобрений.

Экономия времени, места и женского труда:

- экономится время, затрачиваемое на обслуживание печи по сравнению с обслуживанием печей использующих уголь, дрова и т.п.;
- экономятся время, затрачиваемое ранее на сбор, транспортировку, сушку топлива, и место, занимаемое топливом – кизяком, углем, дровами и т.д.;
- экономится время при использовании биоудобрений, затрачиваемое на прополку сорняков, вносимых с обычным навозом, так как их семена погибают в процессе сбраживания в реакторе биогазовой установки [13].

Экологические выгоды:

- уменьшение выброса в атмосферу метана (парниковый газ), образуемого при хранении навоза под открытым небом;
- уменьшение выброса углекислого газа и продуктов сгорания угля, дров и других видов топлива;
- уменьшение загрязнения воздуха азотистыми соединениями, имеющими неприятный запах;
- уменьшение загрязнения водных ресурсов навозными стоками;
- сохранение леса от вырубки;
- уменьшение использования химических удобрений.

ПОДРОБНЕЕ О БИОГАЗЕ

Биогаз образуется с помощью бактерий в процессе разложения органического материала при анаэробных (без доступа воздуха) условиях и представляет собой смесь метана и других газов в следующих пропорциях:

Таблица 1. Состав биогаза[13]

Газ	Химическая формула	Объемная доля
Метан	CH ₄	40 -70%
Углекислый газ	CO ₂	30 -60%
Другие газы:		1 -5%
Водород	H ₂	0 -1%
Сероводород	H ₂ S	0 -3%

Теплотворная способность одного кубометра биогаза составляет в зависимости от содержания метана 20-25 МДЖ/ м³, что эквивалентно сгоранию 0,6 – 0,8 литра бензина; 1,3 - 1,7 кг дров или использованию 5 - 7 кВт электроэнергии [13].

Биологический процесс брожения

В процессе сбраживания сырья в биогазовых установках бактерии, производящие метан, разлагают органическое вещество и возвращают продукты разложения в виде биогаза и других компонентов в окружающую среду. Знание процесса сбраживания необходимо для выбора конструкции, строительства и эксплуатации биогазовых установок.

Состав сырья и производство биогаза

В принципе, все органические вещества подвержены процессам брожения и разложения. Однако в простых биогазовых установках предпочтительно перерабатывать только однородные и жидкие органические отходы: экскременты и урину скота, свиней и птиц, человеческие фекалии.

В более сложных биогазовых установках можно перерабатывать и другие виды органических отходов – растительные остатки и твердые мусорные отходы. Объем вырабатываемого биогаза зависит от типа используемого сырья и температуры процесса сбраживания.

Использование биогаза

Биогаз может быть использован в любых газовых приборах так же, как используется природный газ. Наиболее эффективным является использование биогаза для приготовления пищи, обогрева помещений, выработки электроэнергии и заправки автомобилей.

О БИОУДОБРЕНИЯХ

В Кыргызстане, как и во многих других развивающихся странах, существует прямая связь между проблемой удобрений и деградацией земель, а также проблемой вырубки лесов из-за высокого спроса на дрова. В сельской местности часто сжигают высушенный навоз (кизьяк) и органические отходы для приготовления пищи и обогрева жилых помещений.

Такое использование органических отходов является причиной значительных потерь растительных питательных веществ, в которых так нуждается сельское хозяйство для поддержки плодородия почв. Применение биогазовых технологий обеспечит максимальное использование доступных сельскому населению ресурсов: остающийся после выработки биогаза биошлам представляет собой удобрение, повышающее общее качество земель и увеличивающее урожайность.



Рис.2. Эффект применения биоудобрений на рост пшеницы
Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Особенности биоудобрений

Биоудобрение содержит ряд органических веществ, которые вносят вклад в увеличение проницаемости и гигроскопичности почвы, в то же время предотвращая эрозию и улучшая общие почвенные условия. Органические вещества также являются базой для развития микроорганизмов, которые переводят питательные вещества в форму, которая легко может быть усвоена растениями. Практика показывает, что урожайность растений при применении биоудобрений значительно повышается.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Отдельные случаи использования примитивных биогазовых технологий были зафиксированы в Китае, Индии, Ассирии и Персии начиная с XVII века до нашей эры. Однако систематические научные исследования биогаза начались только в XVIII веке нашей эры, спустя почти 3,5 тысячи лет.

В 1764 году Бенджамин Франклин в своем письме Джозефу Пристли описал эксперимент, в ходе которого он смог поджечь поверхность мелкого заболоченного озера в Нью Джерси, США.

Первое научное обоснование образования воспламеняющихся газов в болотах и озерных отложениях дал Александр Вольта в 1776 г., установив наличие метана в болотном газе. После открытия химической формулы метана Дальтоном в 1804 году, европейскими учеными были сделаны первые шаги в исследованиях практического применения биогаза [23].

Свой вклад в изучение образования биогаза внесли и российские ученые. Влияние температуры на количество выделяемого газа изучил Попов в 1875 году. Он выяснил, что речные отложения начинают выделять биогаз при температуре около 6°C. С увеличением температуры до 50°C, количество выделяемого газа значительно увеличивалось, не меняясь по составу - 65% метана, 30% углекислого газа, 1% сероводорода и незначительное количество азота, кислорода, водорода и закиси углерода. В.Л. Омелянский детально исследовал природу анаэробного брожения и участвующие в нем бактерии [19].



Рис.3. Простейшая китайская установка.
Источник: Ю. Калмыкова, А. Герман, В. Жирков
«Проект Биогаз», Карагандинский
экологический музей, 2005г.

Вскоре после этого, в 1881 году, начались опыты европейских ученых по использованию биогаза для обогрева помещений и освещения улиц. Начиная с 1895 года, уличные фонари в одном из районов города Эксетер снабжались газом, который получался в результате брожения сточных вод и собирался в закрытые емкости [23]. Два годами позже появилось сообщение о получении биогаза в Бомбее, где газ собирался в коллектор и использовался в качестве моторного топлива в различных двигателях.

В начале XX века были продолжены исследования в области повышения количества биогаза путем увеличения температуры брожения. Немецкие ученые Имхофф и Бланк в 1914-1921 гг. запатентовали ряд нововведений, которые заключались во введении постоянного подогрева емкостей. В период Первой мировой войны началось распространение биогазовых установок по Европе, связанное с дефицитом топлива. Хозяйства, где имелись такие установки, находились в более благоприятных условиях, хотя установки были еще несовершенные и в них использовались далеко не оптимальные режимы.

Одним из важнейших научных шагов в истории развития биогазовых технологий являются успешные эксперименты Бусвелла по комбинированию различных видов органических отходов с навозом в качестве сырья в 30-х годах XX столетия [23].

Первый крупномасштабный завод по производству биогаза был построен в 1911 году в английском городе Бирмингеме и использовался для обеззараживания осадка сточных вод этого города. Вырабатываемый биогаз использовался для производства электроэнергии. Таким образом, английские ученые являются пионерами практического применения новой технологии. Уже к 1920 году они разработали несколько типов установок для переработки сточных вод. Первая биогазовая установка для переработки твердых отходов объемом 10 м³ была разработана Исманом и Дюселье и построена в Алжире в 1938 году [19].

В годы Второй мировой войны, когда энергоносителей катастрофически не хватало, в Германии и Франции был сделан акцент на получение биогаза из отходов сельскохозяйственного производства, главным образом из навоза животных. Во Франции к середине 40-х годов эксплуатировалось около 2 тыс. биогазовых установок для переработки навоза. Вполне естественно, этот опыт распространялся на соседние страны. В Венгрии существовали установки для производства биогаза. Это отмечают солдаты Советской Армии в основном, выходцы из

сельских районов СССР, освобождавшие Венгрию от немецких войск и удивлявшиеся, что в крестьянских хозяйствах навоз скота не лежал в кучах, а загружался в закрытые емкости, откуда получали горючий газ [19].

Европейские установки довоенного периода не выдержали конкуренции в послевоенное время со стороны дешевых энергоносителей (жидкое топливо, природный газ, электроэнергия) и были демонтированы. Новым импульсом для их развития на новой основе стал энергетический кризис 70-х годов, когда началось стихийное внедрение биогазовых установок в странах юго-восточной Азии. Высокая плотность населения и интенсивное использование всех пригодных для возделывания сельскохозяйственных культур площадей земли, а также достаточно теплый климат, необходимый для использования биогазовых установок в самом простом варианте – без искусственного подогрева сырья, легли в основу различных национальных и международных программ по внедрению биогазовых технологий.

Сегодня биогазовые технологии стали стандартом очистки сточных вод и переработки сельскохозяйственных и твердых отходов и используются в большинстве стран мира.

Развитые страны

В большинстве развитых стран переработка органических отходов в биогазовых установках чаще используется для производства теплоэнергии и электричества. Производимая таким образом энергия составляет около 3-4% всей потребляемой энергии в европейских странах. В Финляндии, Швеции и Австрии, которые поощряют использование энергии биомассы на государственном уровне, доля энергии биомассы достигает 15-20% от всей потребляемой энергии [24].

Использование электроэнергии и тепла, производимого с помощью анаэробной переработки биомассы, в Европе сосредоточено, в основном в Австрии, Финляндии, Германии, Дании и Великобритании. В Германии на настоящий момент насчитывается около 2000 больших установок анаэробного сбраживания. Количество биогазовых установок с объемами реакторов более 2000 м³ каждая в Австрии составляет в настоящее время более 120, около 25 установок находятся в стадии планирования и постройки [7].

Высокая степень развития рынка биогазовых технологий может быть найдена в сферах муниципальной утилизации сточных вод, очистки промышленных сточных вод и утилизации сельскохозяйственных отходов. В Швеции энергия биомассы предоставляет 50% необходимой тепловой энергии. В Англии, на родине первого промышленного биогазового реактора, с помощью биогаза еще в 1990 г. удалось покрыть все энергозатраты в сельском хозяйстве. В Лондоне действует один из крупнейших в мире комплексов по переработке бытовых сточных вод.

В 30-е годы опыт Европы был перенесен в США. Биогазовая установка по переработке животноводческих отходов была построена в 1939 году и успешно работала в течение более чем 30 лет. В 1954 г. был построен первый завод по переработке коммунальных отходов с получением биогаза в Форт-Додже, штат Айова, США. Биогаз подавался на двигатель внутреннего сгорания для выработки электроэнергии при мощности электрогенератора 175 кВт. Сейчас в США насчитывается несколько сотен крупных биогазовых установок, перерабатывающих отходы животноводства и тысячи установок, утилизирующих городские сточные воды [19]. Биогаз используется в основном для получения электричества, отопления домов и теплиц.

Увеличивающиеся выбросы парниковых газов, увеличение потребления воды и ее загрязнение, снижающееся плодородие земель, неэффективная утилизация отходов и растущие проблемы с обезлесиванием являются частями неустойчивой системы использования природных ресурсов по всему миру. Биогазовые технологии являются одним из важных компонентов в цепи мер по борьбе с вышеуказанными проблемами. Прогноз роста вклада биомассы как источника возобновляемой энергии в мире предполагает достижение 23,8% от общего потребления энергии к 2040 году, а к 2010-му страны ЕС планируют увеличить этот вклад до 12%.



Рис.4. Индустриальная биогазовая установка в Дании

Источник: «Biomass Energy Systems»,
ACRE, the Australian CRS for Renewable Energy Ltd,
<http://www.phys.murdoch.edu.au/acre/>.

Развивающиеся страны

Доля энергии, получаемой из биомассы в развивающихся странах, составляет около 30-40% от всей потребляемой энергии, а в некоторых странах (в основном в Африке) достигает 90% [24].

Среди развивающихся стран распространено производство энергии и тепла с помощью переработки отходов на небольших биогазовых установках. Около 16 миллионов хозяйств по всему миру используют энергию для освещения, обогрева и приготовления пищи, производимую в биогазовых установках. Это включает 12 миллионов хозяйств в Китае, 3,7 миллиона хозяйств в Индии и 140 тысяч хозяйств в Непале [25].

История современного широкомасштабного использования биогазовых установок в Китае насчитывает более 50 лет. Первые биогазовые установки были построены в 40-х годах XX века зажиточными семьями. С начала 70-х годов исследовательская работа и биогазовые технологии были серьезно поддержаны правительством Китая.

В сельских районах Китая в настоящее время более 50 миллионов человек пользуются биогазом в качестве топлива. Типичная биогазовая установка имеет объем реактора около 6-8 м³, производит 300 м³ биогаза в год, работая ежегодно от 3 до 8 месяцев, и стоит около \$200-250, в зависимости от провинции. Большинство установок очень просты и после определенного обучения фермеры строят и эксплуатируют установки самостоятельно. С 2002 года правительство Китая выделяет ежегодно около 200 миллионов долларов на поддержку строительства биогазовых установок. Дотация на каждую установку равняется примерно 50% средней стоимости. Таким образом, правительство добилось годового роста количества биогазовых установок до 1 миллиона в год [24]. На индустриальной основе в Китае работают несколько тысяч средних и крупных установок и планируется увеличение их количества.

В Индии развитие простых биогазовых установок для сельских усадеб началось в 50-х годах XX века, хотя еще в 1859 году в Бомбее была построена первая биогазовая установка на базе колонии больных проказой для переработки твердых и жидких отходов [19].

Большое увеличение числа биогазовых установок, обеспеченное правительственной поддержкой, наблюдалось в 70-х годах. На сегодняшний день в Индии работает около 3,7 миллиона биогазовых установок. Министерство нетрадиционных источников энергии Индии занималось внедрением биогазовых установок с 1980 года и предоставляло субсидии и финансирование для строительства и эксплуатации биогазовых установок, обучения фермеров, открытия и работы сервисных центров.

В Непале Программа поддержки биогазовых технологий предоставляет техническую экспертизу, финансирование и строительство биогазовых установок для хозяйств с объемом реакторов 4-20 м³, особо популярны установки объемом 6 м³. Кроме предоставления энергии и удобрений, в Непале было замечено уменьшение тяжести женского труда за счет сокращения времени на сбор дров, а также увеличение годовых сбережений от замены 25 литров керосина на хозяйство биогазом и годовых сбережений от замены 3 тонн дров и угля.

Во время реализации программы возникли и развились 60 частных фирм-производителей установок, около 100 организаций микро-финансирования предоставляли средства на строительство установок, были приняты стандарты качества установок и создана постоянная организация по развитию рынка биогазовых технологий [24].

Газификация и производство тепловой энергии на биогазовых установках является растущей отраслью во многих развивающихся странах. На Филиппинах биогазовые установки производят газ для работы моторов, которые мельют рис и работают на ирригацию с 80-х годов. Использование биогаза маленькими коммерческими компаниями в Индии, Индонезии, Шри-Ланке (например, в текстильной индустрии или для просушки специй, кирпичей, резины) окупалось менее чем за сезон.

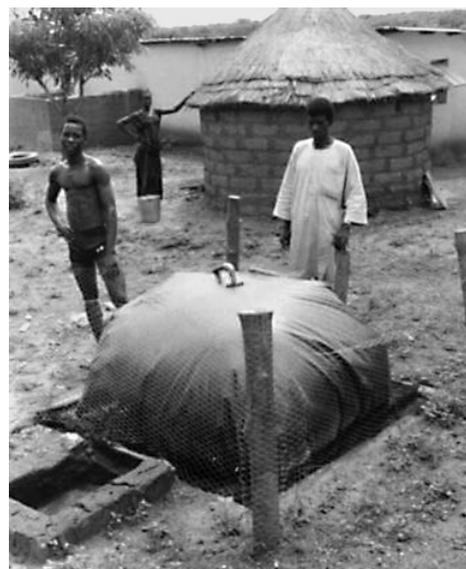


Рис.5. Баллонная установка в Кот-д'Ивуаре.

Источник: AT Information: Biogas, GTZ (ISAT), Eshborn, Deutschland, 1996г.

Использование биогазовых технологий для утилизации сточных вод широко используется в Азии (особенно в Индии) и Латинской Америке. Сельскохозяйственные биогазовые установки широко внедряются в развивающихся странах и распространяются для производства энергии, удобрений и решения экологических проблем, связанных с загрязнением вод навозными стоками.

СССР, СНГ и Кыргызстан

В СССР научные основы метанового брожения исследовались начиная с 40-х годов XX века. На протяжении существования СССР в теоретических исследованиях участвовали институты системы Академии наук, а прикладные исследования проводились в Академии коммунального хозяйства им. Памфилова и исследовательских и проектных институтах сельскохозяйственного направления, таких как: Всесоюзный институт электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ), Украинский научно-исследовательский и проектный институт агропромышленного комплекса (УкрНИИгипросельхоз) и других [19].

Применение технологии метанового сбраживания к сельскохозяйственным отходам в СССР было начато Г.Д. Ананиашвили в 1948 г. в Тбилисском филиале ВИЭСХ, впоследствии ГрузНИИМЭСХ (ГИМЭ). Там в 1948-1954 гг. была разработана и построена первая в СССР лабораторная и производственная биоэнергетическая установка. Производственный вариант установки был рассчитан на утилизацию навоза от десяти коров. Переработка проводилась при мезофильном режиме (32-34°C). Установка обеспечивала удельный выход 1 м³ газа с 1 м³ реактора. На основе этого опыта в популярной литературе («Юный техник», 1959 г. № 6) появилось одно из первых сообщений, популяризирующее биогазовую технологию, с рекомендациями по ее реализации в условиях частного хозяйства. Однако технология не получила широкого распространения вследствие дешевизны энергоресурсов и отсутствия крупных животноводческих хозяйств.

В середине 70-х годов, с наступлением мирового энергетического кризиса, руководство СССР решило проводить в стране политику энергосбережения. Кроме того, в сельском хозяйстве стали применяться интенсивные технологии, было создано много крупных животноводческих комплексов, которые столкнулись с проблемой утилизации навозных стоков. В этой связи интерес к биогазовым технологиям возрос, и в 1981 г. при Госкомитете по науке и технике СССР была создана специализированная секция по программе развития биогазовой отрасли промышленности. Предложения по развитию микробиологической анаэробной технологии вошли в директивные документы СССР, но не были обеспечены надлежащими денежными и материальными ресурсами, многие из намечавшихся мероприятий по освоению технологии анаэробной переработки биомассы остались невыполненными.

Несмотря на это, нельзя назвать период 70-х — начало 90-х годов безрезультатным. За это время была создана научная основа технологий микробиологической анаэробной переработки биомассы. Было построено несколько опытных установок, одна из которых - в совхозе «Огре» Латвийской ССР (1982 г., 75 м³). Это были установки опытного характера, на которых отрабатывался процесс переработки биомассы [19].

Крупнейшим центром по разработке конструкций отечественных биогазовых установок (а также прочих машин для переработки отходов аграрного производства) был Запорожский конструкторско-технологический институт сельскохозяйственного машиностроения (КТИСМ). Собранные учеными данные легли в основу создания нескольких лабораторных и опытных установок, однако до государственных приемочных испытаний была допущена только одна конструкция КТИСМ – КОБОС-1.

Установка КОБОС-1 была успешно испытана на базе опытной молочной фермы-лаборатории и одобрена для серийного выпуска на заводе в г. Шумихе Курганской области (Северный Урал). Она строилась по программе освоения технологии анаэробной переработки отходов как вариант серийных установок для животноводческих хозяйств средней величины – молочно-товарных ферм на 400 голов молочных коров или некрупных свиноводческих хозяйств на 4 000 свиней.

Завод выпустил 10 комплектов оборудования, однако после распада СССР финансирование прекратилось. Из десяти выпущенных установок



Рис.6. Установка в ОсОО «БЕКПР».
Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

три были распределены на Украине и в Белоруссии, пять – отправлены в Среднюю Азию (две из которых – в Кыргызстан), две – в Россию. Но внедрена была только одна из них – на ферме крупного рогатого скота в Каменецком районе Брестской области Белоруссии. Установка перерабатывает 50 м³ навоза и производит 400-500 м³ биогаза в сутки.

Одна из попавших в Кыргызстан установок была переоборудована ОФ «Флюид» ассоциации «Фермер» и установлена на базе свинокомплекса ОсОО «БЕКПР» на 4 000 голов в селе Лебединовка Чуйской области в 2003 году, другая используется в качестве водосборника в частном хозяйстве Ошской области.

В настоящее время в странах СНГ возрос интерес к получению энергии и биоудобрений путем переработки сельскохозяйственных отходов. Этому способствуют высокая стоимость энергоресурсов и удобрений, а также ухудшающееся состояние окружающей среды. Однако из-за низкой информированности фермеров о практических путях внедрения биогазовых технологий, а также высокой начальной стоимости биогазовых установок, общее число биогазовых установок, в странах СНГ не превышает нескольких сотен.

В ходе работы над справочным руководством специалисты ОФ «Флюид» провели обследование более 50 биогазовых установок, построенных во всех областях Кыргызской Республики. Анализ результатов обследования показал, что для успешной работы установок в большинстве случаев требуются серьезные конструктивные доработки, обеспечение доступа к сервисному обслуживанию, а также обучение фермеров правилам эксплуатации и соблюдению правил техники безопасности.