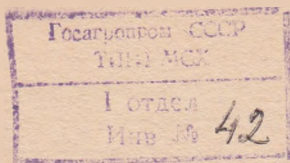


ТАШКЕНТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ТИИИМСХ)

Для служебного пользования



Экз. № 00036

На правах рукописи

РАХМАТОВ Базар Фармонович

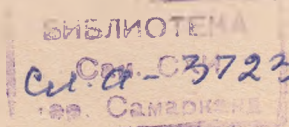
УДК 631.862.1.004.82:631.223.2(575.1)

**Разработка и обоснование конструк-
торско-технологических параметров
биогазовой установки для переработки
навоза ферм и комплексов КРС
в условиях Узбекистана**

Специальность 05.20.01—механизация сельскохозяй-
ственного производства

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Ташкент—1990

Работа выполнена в Ташкентском ордена Трудового Красного Знамени институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (ТИИИМСХ).

Научный руководитель—доктор технических наук, академик
АН УзССР **Лебедев О. В.**

Научный консультант—кандидат технических наук, научный сотрудник
ВНИИКОМЖ **Пузанков А. Г.**

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Ганиев М. С.
кандидат технических наук **Астанов Р. А.**

Ведущее предприятие—научно-исследовательский институт животноводства УзССР (УзНИИЖ).

Защита состоится 28 декабря 1990 г. в 14³⁰ час.

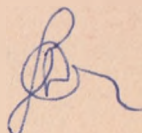
на заседании специализированного совета К. 120.06.01 по присуждению ученой степени кандидата наук Ташкентского ордена Трудового Красного Знамени института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (ТИИИМСХ).

Адрес: 700000, Ташкент, ГСП, ул. Кары-Ниязова, 39, ТИИИМСХ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ТИИИМСХ.

Автореферат разослан 24 ноября 1990 г.

Ученый секретарь
специализированного совета



О. П. Татур

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В "Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года" особое внимание уделяется выпуску высококачественного и экономичного оборудования и машин, составляющих единые технологические комплексы, для обеспечения механизации основных и вспомогательных работ в животноводстве и кормопроизводстве.

В Узбекистане насчитывается 1488 крупных ферм и комплексов с поголовьем более 400 коров. Однако в них отсутствуют надежные средства переработки навоза, из-за чего теряется около 40% азота и свыше 30% органического углерода, сохраняется всхожесть семян сорняков, содержащихся в навозе, а также загрязняется грунтовая вода и атмосферный воздух.

Как известно, переработка навоза метановым сбраживанием позволяет сохранить его удобрительный потенциал и осуществить обеззараживание, уничтожить содержащиеся в нем семена сорняков, а также получить горючий газ. Однако существующие способы и установки для переработки навоза метановым сбраживанием, разработанные в нашей стране и за рубежом, характеризуются низкими производительностями по переработке навоза и по выработке биогаза, связанными с необеспечением гарантированного срока пребывания навоза в реакторе биогазовой установки (БГУ) и адаптацией метанообразующих бактерий подаваемому исходному навозу в камере сбраживания, выгрузкой сброженной массы без дегазации. Кроме того, рациональные значения параметров существующих БГУ выбраны без учета их взаимосвязи и характеристики навоза ферм и комплексов КРС Узбекистана. В связи с этим важное значение имеет исследование и обоснование параметров БГУ, позволяющих предотвратить их недостатки.

В диссертации изложены выполненные автором научно обоснованные технические разработки по определению конструкторско-технологических параметров БГУ, обеспечивающие решение важных прикладных задач в отрасли механизации сельскохозяйственного производства, в частности механизации переработки навоза.

Работа выполнена в соответствии с научно-технической программой на 1986-1990 гг. за № 0.01.06, утвержденной постановлениями ГКНТ и АН СССР от 10.11.85 г. за № 537/137 о разработке "южного" варианта биотехнологии переработки органических отхо-

дов, а также научно-технической программой о разработке высокоэффективной технологии переработки органических отходов, утвержденной постановлением Совета Министров УзССР от 21.03.68 г. за № 113.

Цель исследований - обоснование конструкторско-технологической схемы и параметров установки метанового сбраживания навоза КРС применительно к условиям ферм Узбекистана.

Объект исследования - БГУ для метанового сбраживания навоза КРС.

Методы исследований. Характеристики навоза изучались по общеизвестным методам анализа сточных вод. Теоретические исследования кинетики процесса метанового сбраживания проводились методом кинетического анализа анаэробных систем, кинетические уравнения расчета показателей переработки получены методом математического моделирования процесса изменения характеристики навоза и образования биогаза в зависимости от скорости загрузки навоза в реактор БГУ.

При экспериментальных исследованиях и обработке их результатов применялись методы математической статистики и планирования эксперимента. Материалы исследований получены с помощью современных приборов, методик измерений и обработаны на ЭВМ типа БЭСМ-6. Экономическая эффективность определялась в соответствии с методикой расчета экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений, рационализаторских предложений.

Научная новизна. Предложены новый способ и установка для переработки навоза метановым сбраживанием с целью обеспечения высокого качества переработки и интенсификации процесса сбраживания. Выведены аналитические зависимости показателей переработки навоза в БГУ от характеристики исходного навоза и дозы суточной загрузки реактора для оценки и прогнозирования показателей переработки навоза в новых технологических конструкциях БГУ на лабораторных условиях. Созданы математические модели, описывающие взаимное влияние основных конструкторско-технологических параметров БГУ на интенсивность процесса.

Практическая ценность. Предложены способ и установка для переработки навоза метановым сбраживанием, обеспечивающие гарантированный срок пребывания навоза в реакторе, адаптацию метано-

образующих микроорганизмов подаваемому навозу в камере сбраживания и дегазацию сброженной массы, влияющих на повышение производительности БГУ по переработке навоза и выработке биогаза, а также на качество переработанного навоза.

Разработана методика определения максимальной интенсивности газовыделения для заданной степени распада органического вещества (ОВ) навоза, позволяющая управлять параметрами оптимальной работы БГУ при изменяющихся требованиях на качество переработки навоза по агрозоотребованию, а также методика определения перспективной потребности в БГУ, позволяющая рассчитать необходимые объемы реактора и газохранилища для любого типоразмера животноводческого предприятия.

Апробация результатов исследований. Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на научно-производственных конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов ТИИИМСХ в период 1987-1990 гг.

Полное содержание диссертационной работы доложено, обсуждено и одобрено на кафедре "Механизация животноводческих ферм" (ТИИИМСХ) и секции научно-технического совета (ТИИИМСХ) в 1990 г., где работа рекомендована к защите.

Публикация результатов исследований. Результаты проведенных исследований отражены в трех научных статьях. Кроме того, по теме диссертации имеются два положительных решения о выдаче авторского свидетельства.

Реализация результатов исследований. Результаты исследований приняты к внедрению НПО "СИНТЕ" при проектировании перспективных образцов БГУ производительностью свыше 50 м³ навоза в сутки.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка использованной литературы из 98 наименований и приложения. Объем диссертации 176 страниц машинописного текста содержит 56 рисунков, 30 таблиц, приложения на 24 с.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, ее цель, научная новизна и практическая значимость.

В первой главе в результате анализа исследований процесса метанового сбраживания действующих технологий и конструкций БГУ за рубежом и в СССР установлены два оптимальных значения темпе-

ратурного режима - термотолерантный (40°C) и термофильный (55°C), а также повышение интенсивности процесса сбраживания при измельчении твердых частиц отходов не более 2 мм. Влияние дозы суточной загрузки реактора, уровня отрицательного давления газовой фазы реактора, частоты и продолжительности цикла перемешивания зависит от способа ведения процесса, состава и свойства субстрата.

Определено, что перемешивание сбраживаемого субстрата и равномерность температурного режима в существующих БГУ достигается интенсивным всеобъемным смешиванием субстрата, исходный субстрат выдерживается в отдельном резервуаре от реактора или подается в камеру сбраживания без выдерживания, а сброженный навоз выгружается без дегазации. Все это снижает интенсивность процесса и увеличивает общие затраты на его осуществление. При этом рациональные значения параметров существующих БГУ выбраны без учета их взаимосвязи и характеристик навоза ферм и комплексов КРС Узбекистана.

На основе проведенного анализа выдвинута рабочая гипотеза о возможности повышения эффективности переработки навоза ферм и комплексов КРС Узбекистана предложенным способом и установкой для переработки навоза с обоснованными параметрами, позволяющими предотвратить перечисленные недостатки существующих БГУ.

С учетом общей и рабочей гипотез сформулированы задачи исследований:

- изучить физико-механические и биохимические свойства навоза КРС, а также структуры сырьевой базы применительно к органическим отходам ферм и комплексов КРС Узбекистана;
- провести моделирование процесса переработки навоза в БГУ;
- оптимизировать процесс переработки навоза с учетом взаимных влияний основных параметров БГУ на интенсивность процесса;
- разработать конструкторско-технологические схемы и выбрать рациональные значения параметров БГУ;
- разработать методики управления параметрами оптимальной работы БГУ при изменяющихся требованиях на качество переработки навоза по агрозоотребованию и расчета необходимых объемов реактора и газохранилища для любого типоразмера животноводческого предприятия;
- обосновать структуру типоразмерного ряда БГУ, адаптированного к условиям Узбекистана, и определить технико-экономиче-

скую эффективность предложенной БГУ.

Во второй главе изучены физико-механические свойства навоза КРС и характеристика сырьевой базы БГУ в условиях ферм и комплексов Узбекистана.

Анализ свойств расслоения жидкого навоза показал, что навоз КРС после суточного отстаивания расслаивается на несколько слоев, существенно различающихся содержанием ОВ, что необходимо учитывать при разработке конструкции БГУ. Гранулометрический состав навоза показал, что в нем содержится около 60% твердых частиц с размером свыше 10 мм, которые необходимо измельчать до размеров не более 2 мм (на основе анализа литературных источников). Остальные физико-механические и биохимические свойства навоза КРС ферм Узбекистана не существенно отличаются от характеристики навоза КРС других регионов.

На фермах и комплексах КРС Узбекистана кормление животных многокомпонентно, содержание бесподстильное, структура стада многогрупповая, удаление навоза в большинстве ферм и комплексов (около 70%) механическое и в них содержится свыше 400 голов коров. Это свидетельствует о том, что на фермах и в комплексах КРС Узбекистана накапливается значительное количество навоза, что вызывает необходимость предусмотреть при разработке БГУ вертикальную цилиндрическую конфигурацию реактора (по зарубежным опытам проектирования БГУ).

В третьей главе изложена программа исследований, описаны методики, оценки и прогнозирования показателей переработки навоза в БГУ, оптимизация конструкторско-технологических параметров БГУ, проведения экспериментальных исследований, а также принципиальная схема экспериментальной установки.

Предложены способ для переработки навоза, включающий выдерживание исходного навоза, метановое сбраживание выдержанного навоза под вакуумом, периодическое послойное перемешивание субстрата без смешивания слоев и с одновременным нагревом, а также очистка сброженной биомассы от продуктов метаногенеза и установка для переработки навоза, содержащая вертикальный цилиндрический реактор, встроенный в него выдерживатель, средство для сбраживания труднорастворимых компонентов субстрата, теплообменник с патрубками для смешивания и нагрева субстрата в слое, а также приспособление для дегазации сброженной биомассы.

По изложенной технологии и конструкции БГУ изготовлена

экспериментальная установка, принципиальная схема которой представлена на рис. I.

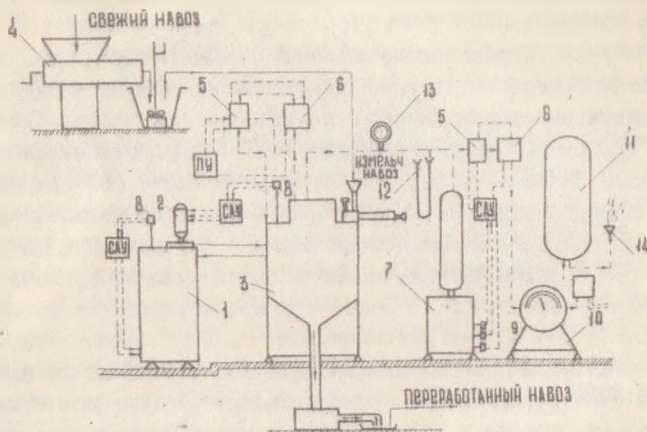


Рис. I. Принципиальная схема экспериментальной установки.

- 1 - термостат; 2 - циркулирующий насос; 3 - реактор;
 4 - измельчитель; 5 - электромагнитный клапан;
 6 - компрессор; 7 - вакуумрегулятор; 8 - терморегулятор;
 9 - датчики воды; 10 - газоизмеритель; 11 - газгольдер;
 12 - U-образный вакуумметр; 13 - вакуумметр; 14 - горелка

— линия навоза, - - линия эл. тока, + - - линия газа

Основными задачами исследования являлись теоретическое прогнозирование основных показателей переработки навоза в предложенной БГУ и проверка их максимального значения опытным путем, оптимизация параметров предложенной БГУ. В связи с этим намечено:

- провести моделирование процесса переработки навоза в БГУ;
- описать аналитические зависимости, определяющие показатели переработки навоза в БГУ;
- провести экспериментальные исследования, варьируя дозу суточной загрузки и влажности исходного навоза, и определить постоянные кинетические модели;
- прогнозировать интенсивность газовыделения и степень распада OB навоза в предложенной БГУ, как основные показатели переработки навоза, и проверить их максимальное значение опытным путем;

- провести многофакторный эксперимент;
- выбрать факторы и уровни их варьирования;
- определить рациональные значения выбранных факторов.

Для оценки и прогнозирования показателей переработки навоза в БГУ и проведения экспериментальных исследований разрабатывались частные методики с учетом конструкции экспериментальной установки. Для оптимизации конструкторско-технологических параметров использовались методики планирования и обработки результатов многофакторного эксперимента.

В четвертой главе даны теоретический анализ кинетики процесса метанового сбраживания, моделирование процесса переработки навоза в БГУ, прогнозирование основных показателей переработки навоза в предложенной БГУ.

Математическую модель, описывающую закономерности изменения характеристики исходного навоза и образования биогаза в зависимости от скорости загрузки навоза в реактор БГУ, можно представить в виде

$$\frac{\lambda_{п.н} Q_{п.н} (100 - W_{п.н})}{K \lambda_{и.н} Q_{и.н} (100 - W_{и.н}) - \lambda_{п.н} Q_{п.н} (100 - W_{п.н}) (1 - K)} = \frac{Q_0 - Q}{Q_0 + Q (1 - K)} = \frac{d}{d_{\max}} \quad (1)$$

для условия гарантированного срока пребывания навоза в БГУ или для

$$\theta = \frac{100}{d} \quad \text{и} \quad \theta_{\min} = \frac{100}{d_{\max}}, \quad (\text{сутки}) \quad (2)$$

где $Q_{и.н}$, $W_{и.н}$, $\lambda_{и.н}$ и $Q_{п.н}$, $W_{п.н}$, $\lambda_{п.н}$ - объемный вес, влажность, содержание ОВ соответственно исходного и перебродившего навоза, кг/м³, %, %;

Q и Q_0 - выход биогаза на единицу массы ОВ, соответственно в процессе сбраживания и при полном разложении биологически разлагаемого вещества навоза, м³ (бг)/кг(ОВ).

Показатели переработки навоза в БГУ в зависимости от характеристик исходного навоза и дозы суточной загрузки реактора БГУ можно представить в виде:

концентрация ОВ перебродившего навоза -

$$S_{п.н} = \frac{K d \lambda_{и.н} Q_{и.н} (100 - W_{и.н})}{10^4 [d_{\max} - d(1 - K)]}, \quad \frac{\text{кг(ОВ)}}{\text{м}^3(\text{п.н.})}; \quad (3)$$

выход биогаза на единицу массы ОВ навоза -

$$Q = Q_0 \left[\frac{d_{\max} - d}{d_{\max} - d(1-K)} \right], \quad \frac{\text{м}^3(\text{бг})}{\text{кг}(\text{ОВ})} \quad (4)$$

интенсивность газовыделения -

$$J = \frac{Q_0 d \lambda_{\text{OH}} \varphi_{\text{OH}} (100 - W_{\text{OH}}) (d_{\max} - d)}{10^6 [d_{\max} - d(1-K)]}, \quad \frac{\text{м}^3(\text{бг})}{\text{м}^3(\text{с.н.}) \text{сутки}} \quad (5)$$

максимальная интенсивность газовыделения -

$$J_{\max} = \frac{Q_0 d_{\max} \lambda_{\text{OH}} \varphi_{\text{OH}} (100 - W_{\text{OH}})}{10^6 (1+K)^2}, \quad (6)$$

степень распада ОВ навоза -

$$Z = \frac{100 (d_{\max} - d)}{d_{\max} - d(1-K)}, \quad \% \quad (7)$$

Степень распада ОВ навоза для условий максимальной интенсивности газовыделения

$$Z_{\max} = \frac{100}{1 + \sqrt{K}}, \quad \% \quad (8)$$

Основными показателями переработки навоза, характеризующими эффективность работы БГУ, являются интенсивность газовыделения и степень распада ОВ навоза, поэтому прогнозированы изменения этих показателей в предложенной БГУ при различных влажностях исходного навоза и дозах суточной загрузки реактора.

Интенсивность газовыделения и степень распада ОВ навоза в зависимости от дозы суточной загрузки и влажности исходного навоза, рассчитанные по формулам (5) и (7), представлены на рис. 2 и 3. При этом кинетические постоянные $Q_0 = 0,63 \text{ м}^3(\text{бг})/\text{кг}(\text{ОВ})$, $d_{\max} = 63\%/\text{сутки}$ и $K = 512,9 - 10,24 W_{\text{OH}} + 0,512 W_{\text{OH}}^2$ определены теоретико-экспериментально.

Установлено, что разработанная технология и конструкция БГУ позволяет повысить интенсивность газовыделения до $3,3 \text{ м}^3(\text{бг})/\text{м}^3(\text{с.н.}) \text{сутки}$ и сократить продолжительность переработки навоза до 4,6 суток, при этом степень распада органики навоза составляет 30%. Проверка адекватности полученных кинетических уравнений к

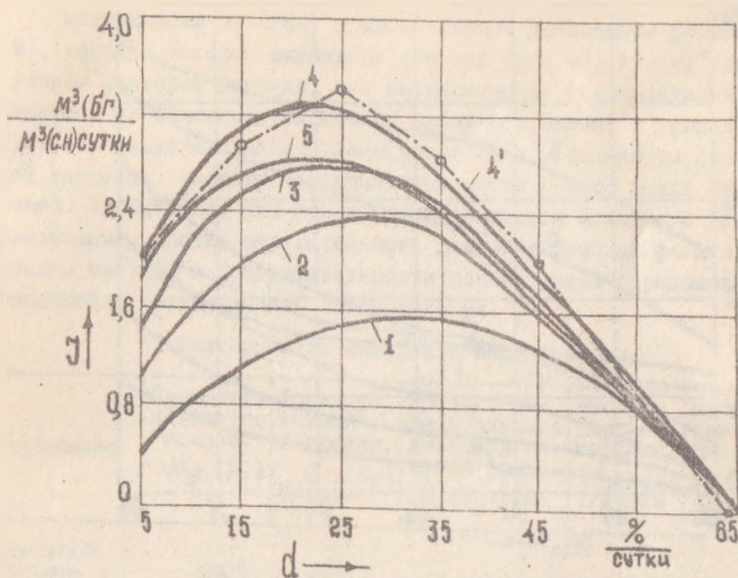


Рис. 2. Зависимость интенсивности газовыделения J от дозы суточной загрузки реактора d при влажности исходного навоза $W_{0.n}$: 1 - 98%; 2 - 95%; 3 - 92%; 4 - 90%; 4^I - 90% (опыт); 5 - 89%.

реальному процессу ображивания показала, что их относительная погрешность не превышает 5%.

В пятой главе изложены результаты экспериментальных исследований, принципы инженерного расчета максимальной интенсивности газовыделения для заданной степени распада ОВ навоза по агрозоотребованию.

Для определения рациональных значений основных конструкторско-технологических параметров предложенной БГУ проведен пятифакторный эксперимент, который проводился по центральному композиционному плану. После реализации этого плана получены уравнения регрессии:

для интенсивности газовыделения -

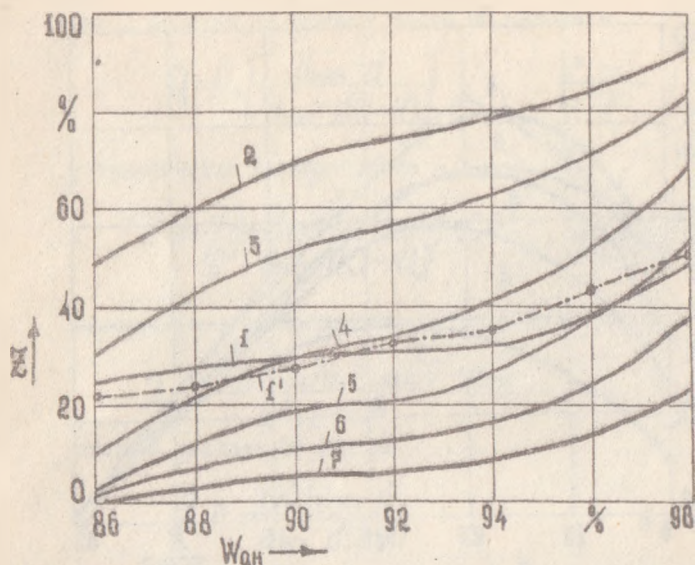


Рис. 3. Зависимость степени распада ОВ Z от влажности исходного навоза $W_{вх}$ при дозах суточной загрузки реактора d :
 1 - 23%/сутки ; 1' - 23%/сутки (опыт) ; 2 - 5%/сутки ;
 3 - 10%/сутки ; 4 - 20%/сутки ; 5 - 30%/сутки ;
 6 - 40%/сутки ; 7 - 50%/сутки.

$$\begin{aligned}
 Y_1 = & 1,8667 - 0,41308X_1 + 0,15729X_2 + 0,04201X_3 - 0,03669X_4 + \\
 & + 0,04294X_5 - 0,12295X_1^2 + 0,01282X_2^2 + 0,01108X_3^2 + 0,00657X_4^2 + \\
 & + 0,00587X_5^2 - 0,06059X_1X_2 + 0,12379X_1X_3 - 0,3629X_1X_4 - \\
 & - 0,0474X_1X_5 - 0,11545X_2X_3 - 0,06372X_2X_4 - 0,00955X_2X_5 - \\
 & 0,04601X_3X_4 + 0,02274X_3X_4 + 0,10295X_4X_5 ; \quad (9)
 \end{aligned}$$

для выхода биогаза на единицу массы ОВ навоза -

$$\begin{aligned}
 Y_2 = & 0,10330 + 0,0095X_1 - 0,035X_2 + 0,0063X_3 - 0,0025X_4 + \\
 & + 0,0027X_5 + 0,0144X_2^2 - 0,0008X_3^2 - 0,009X_4^2 - 0,0009X_5^2 - \\
 & - 0,0063X_1X_2 + 0,0089X_1X_3 - 0,0039X_1X_4 - 0,0079X_2X_3 - 0,0024X_2X_4 - \\
 & - 0,0031X_2X_5 - 0,0033X_3X_4 + 0,0014X_3X_5 + 0,0008X_4X_5. \quad (10)
 \end{aligned}$$

Поверхности отклика, представленные уравнением регрессии (9), изучены методом двумерных сечений (рис.4). Анализ взаимных влияний факторов показал, что интенсивность газовыделения увеличивается со снижением влажности исходного навоза и уровня отрицательного давления газовой фазы реактора и увеличением дозы суточной загрузки, частоты и продолжительности одного цикла перемешивания. Характерно, что при высокой влажности исходного навоза с увеличением уровня отрицательного давления газовой фазы и уменьшением частоты и продолжительности одного цикла перемешивания повышается интенсивность газовыделения.

Факторы и их интервалы варьирования

Переменные	Влажность исходного навоза, $W_{н.}, (X_1), \%$	Доза суточной загрузки, $d, (X_2), \%/сутки$	Уровень отрицательного давления газовой фазы, $p, (X_3), \text{кПа}$	Частота перемешивания, $W, (X_4), 1/сутки$	Продолжительность цикла перемешивания, $T, (X_5), \text{мин.}$
Основной уровень	92	30	- 6	9	5,5
Интервал варьирования	3	10	- 2	4	2,25
Верхний уровень	95	40	- 8	13	7,75
Нижний уровень	89	20	- 4	5	3,25
+	98	50	-10	17	10
-	86	10	- 2	1	1

В результате изучения взаимных влияний выбранных факторов установлено, что максимальная интенсивность газовыделения достигает $4,5 \text{ м}^3(\text{бг})/\text{м}^3(\text{с.н. сутки})$ при $W_{н.} = 86 \pm 88\%$, $p = -2 + (-3) \text{ кПа}$; $d = 50\%/сутки$, $W = 17, 1/сутки$; $T = 10 \text{ мин.}$ При этом степень распада ОВ навоза составляет $23 \pm 25\%$.

Для управления режимами оптимальной работы БГУ в условиях эксплуатации (по агрозоотребованию для степени распада ОВ навоза) разработана специальная методика. По уравнениям (5) и (7) определяется выход биогаза на единицу массы ОВ:

$$Q = \frac{Q_0 Z_{ar}}{100} \quad (11)$$

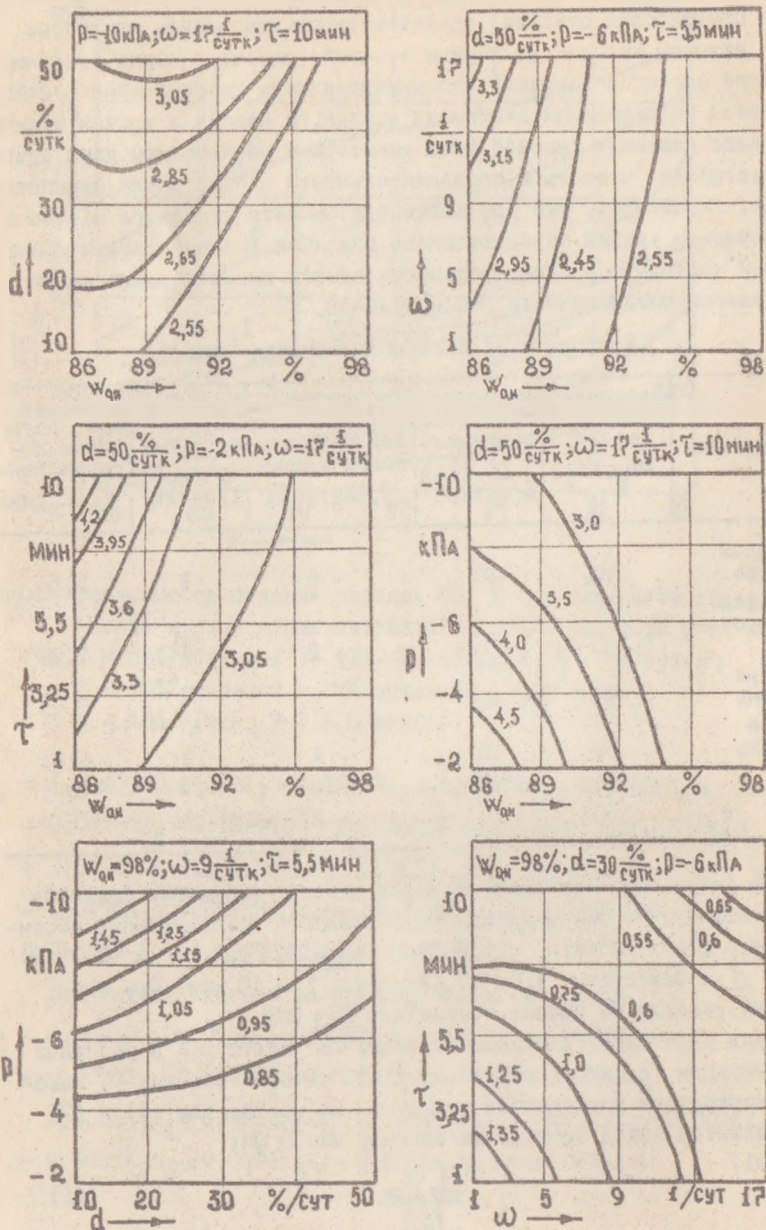


Рис. 4. Сечения поверхности отклика, характеризующие взаимные влияния выбранных факторов на интенсивность газовыделения в БУУ.

Подставляя значение Q вместо Y_2 в уравнение (10), получим выражение связи для уравнения (9). Учитывая, что уравнения связи оказались линейными относительно X_1 , из уравнения связи определили

$$X_1 = \left(\frac{Q_0 Z_{01}}{100} - 0,1033 + 0,035X_2 - 0,0063X_3 + 0,0025X_4 - \right. \\ \left. - 0,0027X_5 - 0,0144X_2^2 + 0,0006X_3^2 + 0,009X_4^2 + 0,0009X_5^2 + \right. \\ \left. + 0,0079X_2X_3 + 0,0024X_2X_4 + 0,0031X_2X_5 + 0,0033X_3X_4 - \right. \\ \left. - 0,0014X_3X_4 - 0,0008X_4X_5 \right) / (0,0095 - 0,0063X_2 - 0,0089X_3 - \\ - 0,0039X_4). \quad (12)$$

Последовательно изменяя значения переменных X_2, X_3, X_4, X_5 с шагом $h=1$ в факторном пространстве $-2 \leq X \leq 2$, по уравнению (12) вычисляли X_1 . Точки, в которых значения X_1 входят из факторного пространства, из дальнейших расчетов исключаются. По полученным значениям X_1 и соответствующим значениям X_2, X_3, X_4, X_5 по уравнению (9) вычисляются Y_1 и из них выбирается максимальное.

По данной методике с помощью ЭВМ определена максимальная интенсивность газовыделения для степени распада $OB - Z_{at} = 40\%$, установлено, что $Y_1 = 3 \text{ м}^3(\text{бг})/\text{м}^3(\text{с.н.})$ сутки при $W_{\text{вн}} = 86\%$, $d = 10\%/сутки$, $p = -10 \text{ кПа}$, $W = 17 \text{ л/сутки}$, $\tau = 10 \text{ мин}$.

На основе проведенных исследований разработана и предложена конструкторско-технологическая схема БГУ с его рациональными параметрами для переработки навоза ферм и комплексов КРС Узбекистана (рис.5). Навоз влажностью $86 + 68\%$, поступающий с фермы, попадает в измельчитель и измельчается до частиц не более 2 мм, далее поступает в емкость-усреднитель и фекальным насосом подается дробно в выдерживатель, встроенный в реактор, объемом, определяемым дозой суточной загрузки $50\%/сутки$. В камере сбраживания реактора происходит метановое сбраживание выдержанного навоза под действием отрицательного давления газовой фазы $-2 + (-3) \text{ кПа}$ циклического перемешивания (частотой 17 л/сутки и продолжительностью одного цикла 10 мин.) по слоям сбраживаемого навоза без смешивания слоев между собой и одновременного нагрева (поддерживая температурный режим 55°C). Сброженный навоз выгружается в емкость для дегазации и далее поступает в выгрузную емкость, откуда выгружается в навозохранилище.

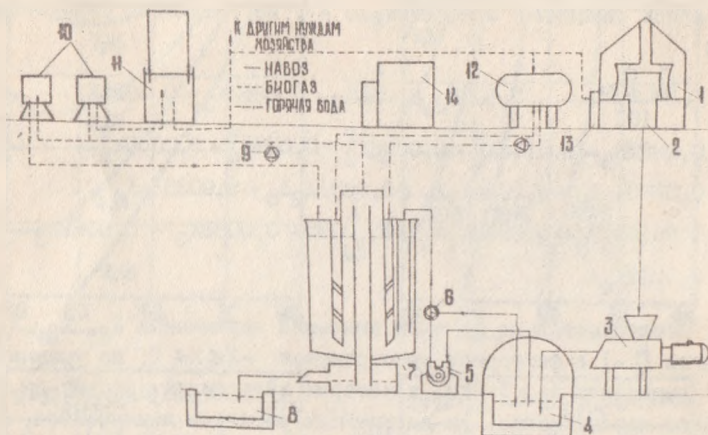


Рис. 5. Предлагаемая конструкторско-технологическая схема БГУ для переработки навоза ферм и комплексов КРС Узбекистана: I - животноводческое помещение; 2 - система навозоудаления; 3 - измельчитель; 4 - промежуточная емкость; 5 - фекальный насос; 6, 9 - электромагнитный клапан; 7 - реактор; 8 - навозохранилище; I0 - компрессор; II - газгольдер; I2 - котел-водонагреватель; I3 - воздухоконденционная установка; I4 - система автоматического управления.

В шестой главе описана методика определения перспективной потребности в БГУ, включающая формулы и номограммы для расчета необходимых объемов реактора и газохранилища для любого типоразмера животноводческих предприятий, а также потребности в БГУ предложенной конструкции с его параметрами для ферм и комплексов КРС Узбекистана.

Объем реактора, необходимый для переработки навоза i -го вида животного, зависит от количества животных данного вида n_i и суточного выхода навоза из них $m_{эл}$, кратности увеличения объема навоза в зависимости от количества добавляемой воды и механических включений, попадающих в систему удаления навоза $A = I + K_B + K_{вк}$, кратности увеличения выхода навоза в зависи-

мости от коэффициента объемного расширения $F = 1 + \beta$, плотности навоза ρ_n , продолжительности переработки навоза в БГУ $\theta = 100/d$ и от коэффициента заполнения реактора η :

$$V_{n.p.l} = \frac{100 n_i m_{zi} A F}{\rho_n d \eta} \quad (13)$$

Объем реактора, необходимый для животноводческого предприятия:

$$V_{n.p} = \sum_{l=1}^K V_{n.p.l} \quad (14)$$

Расчеты показали, что для ферм и комплексов КРС Узбекистана потребуются БГУ объемом реактора более 200 м³ и производительностью переработки навоза свыше 50 м³ навоза в сутки.

Ожидаемый годовой экономический эффект от реализации разработок на молочном комплексе в 800 голов коров по сравнению с использованием существующих навозохранилищ составил 95,4 тыс.руб.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Низкая интенсивность процесса переработки навоза в существующих БГУ обусловлена необеспечением адаптации микроорганизмов подаваемому исходному навозу в камере сбраживания, всеобъемным смешиванием сбраживаемого навоза и выбором конструкторско-технологических параметров БГУ без учета их взаимодействия.

2. Разработанная математическая модель процесса переработки навоза в БГУ позволяет установить закономерности изменения показателей переработки в зависимости от характеристики исходного навоза и дозы суточной загрузки реактора, определить кинетические постоянные: выход биогаза на единицу массы ОВ при полном разложении биологически разлагаемого вещества навоза $Q_0 = 0,63 \text{ м}^3(\text{бг})/\text{кг}(\text{ОВ})$, максимальную дозу суточной загрузки, при которой прекращается процесс сбраживания, $d_{\max} = 65\%/сутки$ и кинетический параметр $K = 512,9 - 10,24 W_{\text{ан}} + 0,512 W_{\text{ан}}^2$.

3. Разработанные технология и конструкция БГУ позволяют повысить интенсивность газовыделения до 3,3 м³(бг)/м³(с.н.)сутки и сократить продолжительность переработки навоза до 4,6 суток, обеспечивая степень распада ОВ навоза в пределах 28 + 30%.

4. Математическая модель в виде уравнения регрессии для интенсивности газовыделения разрешает выбрать рациональные значения: влажность исходного навоза $W_{\text{вн}} = 86 + 8\%$, доза суточной загрузки $d = 40 + 50\%/сутки$, уровень отрицательного давления газовой фазы $p = -2 + (-3)$ кПа, частота перемешивания $W = 15 + 17$ 1/сутки и продолжительность цикла перемешивания $T = 8 + 10$ мин.

5. Обоснование конструкторско-технологических параметров БГУ дает возможность повысить интенсивность газовыделения до $4,5 \text{ м}^3(\text{бг})/\text{м}^3(\text{с.н.})$ сутки и сократить время продолжительности переработки навоза до 2 суток, обеспечивая степень распада ОВ навоза в пределах $23 + 25\%$.

6. Разработанная методика определения максимальной интенсивности газовыделения позволяет управлять оптимальными режимами работы БГУ при различных требованиях на качество переработки навоза по агрозоотребованию. Для достижения степени распада $Z_{\text{ог}} = 40\%$ при максимальной интенсивности газовыделения $3 \text{ м}^3(\text{бг})/\text{м}^3(\text{с.н.})$ сутки) необходимо загружать реактор навозом влажностью 86% и дозой суточной загрузки $10\%/сутки$, поддерживать разрежение в реакторе -10 кПа, перемешивать сбраживаемый навоз с частотой 17 1/сутки и продолжительностью цикла 10 мин.

7. Разработанная методика определения перспективной потребности в БГУ дает возможность рассчитывать необходимые объемы реактора и газохранилища для любого типоразмера животноводческого предприятия. В условиях Узбекистана в основном потребуются БГУ производительностью свыше 50 м^3 навоза в сутки и объемом реактора более 200 м^3 . Экономический эффект от применения предложенной БГУ с его рациональными параметрами в молочном комплексе на 800 голов коров составляет $95,4$ тыс. рублей в год.

По теме диссертации опубликованы следующие работы автора:

1. Рахматов Б.Ф., Имомов Ш.Ж. Переработка навоза и навозных стоков метановым сбраживанием/деп в ЦНИИГЭИавтосельхозмаше, 1990, 49 с., № 1243.

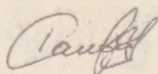
2. Лебедев О.В., Рахматов Б.Ф., Имомов Ш.Ж. Методические рекомендации по выбору типа установок метанового сбраживания для ферм и комплексов в условиях Узбекистана (деп. в ЦНИИГЭИавтосельхозмаше, 1990, 42 с., № 1244.

3. Рахматов Б.Ф., Имомов Ш.Ж. Экспериментальные исследования процесса метанового сбраживания навоза КРС в метантенках со встроенным выдерживателем /деп в ЦНИИГЭИавтосельхозмаше,

1989, 9 с., № 1067.

4. Имомов Ш.Ж., Рахматов Б.Ф. и др. Установка для получения биогаза /Пол.реш. от 23.05.1989 г. Ф I/9 № 4605072/26.

Б. Рахматов Б.Ф., Имомов Ш.Ж., Лебедев О.В., Пузанков А.Г.
Способ переработки навоза и установка для его осуществления.
/Пол.реш. о выдаче а.с. по заявке № 4664566/15 (038999) для
служебного пользования.



А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

Формат 60x84/16. Усл.печ.л. I,0. Зак.Г719. Тир. 70.

Тип. Узгидромета, Ташкент, Обсерваторская, 72