

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Колосовой Нелли Вадимовны на тему «Интенсификация процессов тепломассообмена в биогазовой установке для увеличения выхода горючих газов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

Актуальность избранной темы. В связи с растущим дефицитом природных органических топлив, повышением себестоимости их добычи и транспортировки актуальным является вопрос об использовании возобновляемых источников энергии. Источником возобновляемой энергии, а именно источником органического топлива, для животноводческих предприятий являются биогазовые технологии.

Переработка отходов в метантенке путем анаэробного сбраживания имеет несколько преимуществ, таких как образование биогаза, сокращение выбросов в окружающую среду и получение органического удобрения.

Анаэробное сбраживание является одной из предпочтительных технологий для обработки органических отходов животноводческих предприятий для производства биогаза, который может быть использован в качестве альтернативного топлива.

Эта технология предотвращает загрязнение поверхностных и грунтовых вод, а так же выбросов парниковых газов, которые обычно возникают при открытом сбросе и хранении отходов животноводства.

Переработанные органические отходы являются ценным удобрением, применяемым в сельскохозяйственной отрасли.

Определение практического и теоретического потенциала работы биогазовой установки очень важно на стадии проектирования, в частности

габаритных размеров метантенка и технологических параметров процесса сбраживания.

Для достижения максимального выхода биогаза необходимо иметь понимание о биохимических процессах анаэробного сбраживания и факторов, влияющих на их жизнедеятельность. Температурный режим в метантенке является наиболее важным фактором, который влияет на активность метаногенных бактерий. Резкие изменения температуры сбраживания негативно сказываются на образовании биогаза.

В связи с этим диссертационная работа Колосовой Нелли Вадимовны, которая посвящена исследованию влияния тепломассообменных процессов происходящих в метантенке на выход биогаза, является актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, полученных в диссертационной работе, подтверждается корректным использованием математического моделирования, результатами выполненного эксперимента, а также апробацией основных результатов диссертации на конференциях и в опубликованных работах. Таким образом, предложенные в диссертационной работе, научные положения, выводы и рекомендации, можно признать вполне обоснованными.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена применением математического моделирования, методами статистической обработки экспериментальных данных, внедрением разработок в процесс проектирования биогазовых установок.

В целом совокупность результатов, полученных при проведении экспериментов и их математической обработки, хорошо согласуется с теоретическими представлениями о процессах теплообмена, происходящих в метантенках.

Научная новизна диссертационной работы заключается в уточнении математической модели определения температуры греющего теплоносителя

с учетом слоя отложений на наружной поверхности змеевика и колебаний температуры наружного воздуха. Это позволит обеспечить поддержание постоянной температуры в метантенке, и приведет к стабильному выходу биогаза.

Задачи, поставленные автором в работе, с точки зрения научной и практической ценности, соответствуют уровню кандидатской диссертации.

Основное содержание работы. Во *введении* раскрывается цель, объект и предмет научных исследований, сформулированы задачи исследований, обосновывается актуальность выбранной темы, приводятся научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, а также степень апробации работы.

В *первом разделе* рассмотрен опыт применения биогазовых технологий для производства биогаза в ближнем и дальнем зарубежье. Выполнен анализ технологических параметров анаэробного сбраживания отходов животноводческих предприятий. Рассмотрены существующие конструкции метантенков, технологические параметры и режимы сбраживания, их достоинства и недостатки. Выполненные теоретические исследования позволили определить направление исследований интенсификации процесса теплообмена в метантенке.

Во *втором разделе* автор предлагает принципиальную схему метантенка для сбраживания биомассы. Описывается процесс теплообмена корпуса метантенка с окружающей средой. Приведена математическая модель, позволяющая исследовать влияние термического сопротивления отложений на теплообмен в метантенке. Описывается процесс теплоотдачи от наружной поверхности греющего змеевика к сбраживаемой массе в условиях механического и естественного перемешивания. Приводится методика определения времени нагрева свежей порции сбраживаемой биомассы. Предлагается методика расчета теплофизических характеристик сбраживаемой массы в зависимости от ее влажности и температуры.

В *третьем разделе* представлены результаты экспериментальной части диссертационных исследований, а также изложен способ планирования и проведения эксперимента по определению температуры греющего теплоносителя в змеевике метантенка. В ходе планирования эксперимента было получено регрессионное уравнение, позволяющее определять температуру греющего теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха и толщины отложений на змеевике. Для подтверждения надежности полученных данных определена верхняя и нижняя граница доверительного интервала. Результаты расчетов температуры греющего теплоносителя, выполненные по регрессионному уравнению и формулам аналитической модели, представлены в виде графиков, на которых видна высокая сходимость данных.

Приводится разработанная программа для расчетов габаритных размеров метантенка, технологических параметров режимов сбраживания и количества получаемого биогаза.

В *четвертом разделе* выполнен расчет выхода биогаза для вариантов без регулирования температуры греющего теплоносителя и варианта с предлагаемым методом регулирования температуры греющего теплоносителя для фермерского хозяйства, находящегося в Амвросиевском районе, в котором имеется 100 голов крупного рогатого скота. Определена себестоимость 1 м^3 получаемого биогаза и срок окупаемости биогазовой установки. Также посчитан экологический эффект от применения анаэробного сбраживания отходов животноводческих ферм.

Общие замечания. К работе есть ряд замечаний:

1. В названии диссертации, а также разделе 2 говорится о массообмене, вместе с тем, в работе процессы массопереноса не исследуются.

2. В разделе 2 не выполнена оценка вклада выделения тепла при сбраживании биомассы в результате биохимического процесса в общий теплообмен.

3. В параграфе 2.1 не приведены численные значения критериев Релея, которые позволили бы выбрать критериальную зависимость (2.31) для числа Нуссельта.

4. Математическая модель не учитывает неравномерность толщины отложений вдоль змеевика (п. 2.3), а так же температуру вдоль него.

5. Непонятно, как определялся коэффициент теплопроводности сухого органического вещества, а так же как учитывалась зависимость коэффициентов теплопроводности, теплоемкости сбраживаемой массы от содержания сухого вещества и температуры.

6. В предлагаемой модели не учтены реологические свойства сбраживаемой массы.

7. Использование формул (2.80-2.81) для скорости всплытия пузырька биогаза, полученной для расплавленного металла (стали), является спорным.

8. Адекватность математической модели значительно повысилась бы, если бы в ее основу были заложены уравнения Навье-Стокса, теплопереноса и неразрывности в приближении к ϵ модели турбулентности.

9. Рисунок 7 автореферата недостаточно четко представляет результаты.

Сделанные замечания не снижают достоинств диссертационной работы.

Заключение. Диссертацию можно охарактеризовать как законченную научную работу, в которой разработаны теоретические основы для моделирования тепломассообменных процессов в метантенке.

В работе получены научно обоснованные результаты, которые в совокупности решают прикладную задачу в области биогазовых технологий, а именно разработку методики интенсификации процессов тепломассообмена в метантенке, обеспечивающую увеличение выхода биогаза.

Уровень и значимость полученных результатов диссертационной работы Колосовой Н.В. соответствуют требованиям п. 2.2 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор диссертации, Колосова Нелли Вадимовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Д.т.н., профессор,
профессор кафедры физики
неравновесных процессов,
метрологии и экологии им. И.Л. Повха
ГОУ ВПО «Донецкий национальный
университет»

Ф.В. Недопекин

Адрес: 283001, г. Донецк, ул. Университетская, д. 24,
тел. +38(062)3020600
donnu.canc@mail.ru
<http://donnu.ru>

Согласен на автоматизированную обработку персональных данных

Ф.В. Недопекин

Личную подпись д.т.н., профессора
Недопекина Ф.В. заверяю
Ученый секретарь
ГОУ ВПО «Донецкий национальный
университет», к.ф.н., доцент



М.Н. Михальченко