

УДК 661.9

Ю. Е. КРАЙНОВ, М. С. ВАНДЫШЕВА

КАВИТАЦИОННАЯ ДЕСТРУКЦИЯ БИОМАССЫ

Ключевые слова: *биомасса, сбраживание, биогаз, расщепление, метантенк, деструктор.*

Аннотация. *При наличии трудностей с традиционными видами топлива (уголь, нефтепродукты и т. п.) – биогаз, если не полностью, то хотя бы частично обеспечит потребности сельских жителей, владельцев дачных и садовых участков в топливе и электричестве.*

Основа любой биогазовой установки – биореактор. К его конструкции предъявляются достаточно жесткие требования. Так, корпус биореактора должен быть достаточно прочен при абсолютной герметичности стенок. Обязательны хорошая теплоизоляция стенок и их способность надежно противостоять коррозии. При этом необходимо предусмотреть возможность загрузки и опорожнения реактора, а также доступ к его внутреннему пространству для обслуживания.

В настоящее время используется или разрабатывается около 60 разновидностей биогазовых технологий [1].

Цилиндрические резервуары (реакторы) относительно просты в изготовлении, что объясняет их широкое применение в строительстве емкостей для сельскохозяйст-

венных целей (стальные, бетонные, стеклопластиковые цистерны-бункера для силоса и других кормов). Однако по сравнению с резервуарами других форм в цилиндрическом резервуаре весьма сложно организовать достаточно хорошие условия для перемещения субстрата, при этом приходится считаться с более высокими затратами на удаление осадка и разрушение плавающей корки, что связано с увеличением расхода энергии на перемешивание массы.

Для устранения названного недостатка была поставлена задача спроектировать реактор таким образом, чтобы перемешивание и перемещение субстрата по реактору были менее энергозатратными и более эффективными, по сравнению с прототипами.

Биогаз является продуктом обмена веществ бактерий, образующийся вследствие разложения ими органического субстрата.

Биомасса (отходы или зеленая масса) подается в загрузочный бункер 1 (рис. 1), где происходит её перемешивание. От качества приготовления субстрата зависит не только эффективность, но и возможность работы биогазовой установки.

Для нормального протекания брожения необходима слабощелочная реакция среды ($\text{pH} = 6,7 \dots 7,6$). Расщепление органики на отдельные составляющие и превращение в метан может проходить лишь во влажной среде, поскольку бактерии могут перерабатывать вещества только в растворенном виде. Таким образом, брожение твердых субстратов должно происходить с добавлением воды.

Из загрузочного бункера измельченная биомасса насосом 4 прокачивается через гидродинамический деструктор 6 в резервуар 8, из которого самотеком доставляется в биореактор 10, где посредством шнека происходит равномерное перемешивание массы, а также ее перемещение в метантенк 3. Биореактор является газонепроницае-

мым, полностью герметичным резервуаром, теплоизолированным слоем утеплителя. Внутри биореактора поддерживается фиксированная температура, необходимая для жизнедеятельности микроорганизмов. Подогрев биореактора осуществляется теплой водой. Система подогрева – это сеть трубок, находящихся на внутренней стенке поверхности биореактора, в котором происходит образование газа из субстратов.

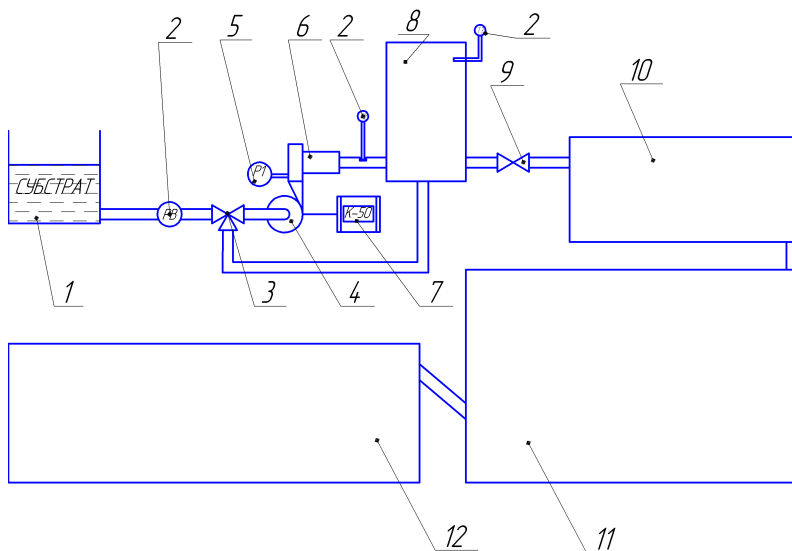


Рисунок 1 – Схема установки для выработки биогаза:
 1 – загрузочный бункер; 2 – расходомер; 3 – трехходовой кран; 4 – центробежный насос; 5 – манометр; 6 – гидродинамический деструктор; 7 – комплект измерительный К-50; 8 – резервуар; 9 – вентиль; 10 – биореактор; 11 – метантенк; 12 – ёмкость для выгрузки

Кроме газа на выходе из биореактора получают ещё и биоудобрения (компостированный и жидкий субстрат).

Для эффективной работы установки, производящей биогаз, кроме строго анаэробной среды, необходимо соблюдать ряд требований. Основным из которых является подготовка продукта к брожению. Для этой цели разработан гидродинамический деструктор биомассы (рис. 2). Специально спроектированный деструктор позволяет создавать в его полости эффект кавитации, разрушительная сила которой используется для придания исходному сырью однородной и гомогенной консистенции.



Рисунок 2 – Гидродинамический деструктор биомассы

Под воздействием направленной и управляемой кавитации в биологическом сырье рвутся сложные связи волокон органических веществ на молекулярном уровне. Как следствие этого процесса, дисперсность биологического сырья значительно увеличивается, и его частицы уменьшаются в размерах. Таким образом, штаммам бактерий, участвующим в процессе образования биогаза, создаются более благоприятные условия для разложения биогенных материалов благодаря разрушению неоднородности их структуры и, соответственно, увеличению площади покрытия бактериями биологического сырья.

Технология подготовки биомассы сводится к измельчению отходов для качественного улучшения её структуры и повышению однородности. На рис. 3 показано изменение размеров частиц биомассы, происходящее при

измельчении отходов посредством гидродинамического деструктора.

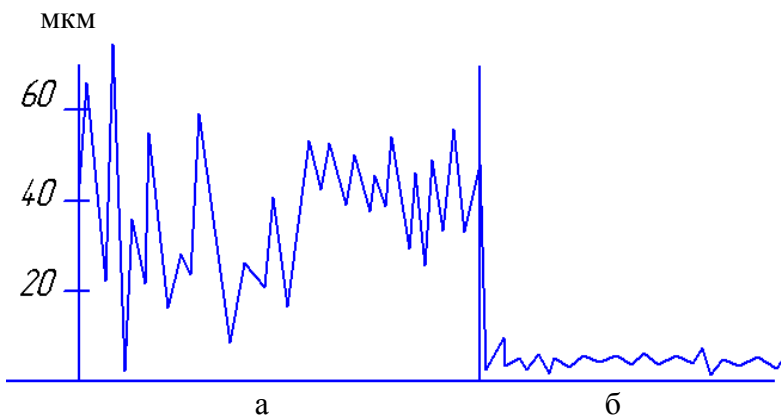


Рисунок 3 – Размеры частиц биомассы:

а – подаваемые в деструктор; б – выходящие из деструктора

Безусловно, измельчение биомассы улучшает структуру и однородность исходного сырья. Это хорошо иллюстрируется микрофотографиями структуры биомассы до и после измельчения, рис. 4.

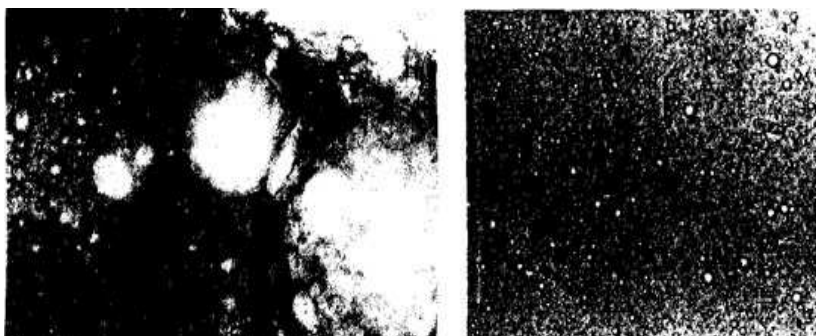


Рисунок 4 – Структура биомассы до и после измельчения

Положительным результатам предварительной обработки биологического сырья перед его направлением в биореактор являются:

1. Высокая степень измельчения и гомогенизации сырья, как следствие, увеличение количества частиц и их поверхности позволяет увеличить и интенсифицировать производство биогаза на 30...50 %.

2. Значительно уменьшается период сбраживания биомассы, результатом чего является возможность строительства биореакторов меньших и размеров (объемов), что приводит к значительной экономии затрат на капитальные строения.

3. Интенсивнее высвобождаются природные ферменты, которые являются биологическими катализаторами процесса сбраживания биомассы. Этот эффект увеличивает объем производимого биогаза.

4. Существенно стабилизируются биологические процессы, что приводит к отсутствию пенообразования и плавающей корки в верхней части биореактора. Таким образом, повышается эффективность использования полезного объема реактора.

5. Увеличивается до 70...75 % процентное содержание метана в биогазе. Этот показатель свойственен природному газу и зависит от его географического происхождения.

Работа гидродинамических деструкторов биомассы отличается универсальностью применения в отношении исходного сырья, а также компактностью и высоким рабочим ресурсом. Использование эффекта кавитации в технологическом процессе получения биогаза, обуславливает преимущества (цена/качество/производительность) при строительстве биогазовых установок в сравнении со строительством существующих биогазовых установок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баадер В. Биогаз: теория и практика. (Пер. с нем. и предисловие М. И. Серебряного.) М.: Колос. 1982, 148 с.
2. Ковалев Н.Г. Проектирование систем утилизации навоза на комплексах. М.: Агропромиздат. 1989, 160 с.

CAVITATION DESTRUCTION OF BIOMASS

Keywords: *biomass, fermentation, biogas, splitting, digester, destructor.*

Annotation. *If there are difficulties with conventional fuels (coal, oil, etc.) - biogas, if not entirely, at least partially provide the needs of rural residents, owners of cottages and gardens in the fuel and electricity.*

КРАЙНОВ ЮРИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ – старший преподаватель кафедры механики и сельскохозяйственных машин, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (krainov24@mail.ru).

KRAINOV YURIY EVGEN'EVICH – the senior teacher of chair of mechanics and agricultural cars, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (krainov24@mail.ru).

ВАНДЫШЕВА МАРИНА СТАНИСЛАВОВНА – преподаватель кафедры механики и сельскохозяйственных машин, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (marina_w@inbox.ru).

VANDYSHEVA MARINA STANISLAVOVNA – the teacher of chair of mechanics and agricultural cars, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (marina_w@inbox.ru).
