

## УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫХОДА БИОГАЗА С ПОМОЩЬЮ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ КАВИТАЦИОННЫХ РЕАКТОРОВ

*Н. В. Оболенский, доктор техн. наук, профессор;*

*Ю. Е. Крайнов, старший преподаватель, аспирант ГБОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»*

**Аннотация.** В последние годы на стыке наук: физики акустических и гидродинамических волновых процессов, нестационарной гидродинамики, химической кинетики сложилось новое научное направление – технология кавитационно-гидродинамического воздействия. Разрабатываемые в рамках этого направления технологии и оборудование могут быть использованы в различных отраслях промышленности, в частности, в сельском хозяйстве.

**Ключевые слова:** кавитация, гидродинамика, биогаз, ультразвук, реактор, деструктор.

**Кавитация** – (от лат. *cavitas* – пустота) – образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн), заполненных газом, паром или их смесью. Кавитация возникает в результате местного понижения давления в жидкости, которое может происходить либо при увеличении её скорости (гидродинамическая кавитация), либо при прохождении акустической волны большой интенсивности во время полупериода разрежения (акустическая кавитация), существуют и другие причины возникновения эффекта. Перемещаясь с потоком в область с более высоким давлением или во время полупериода сжатия, кавитационный пузырек захлопывается, излучая при этом ударную волну.

В промышленности кавитация используется для гомогенизирования, или смешивания, и отсадки взвешенных частиц в коллоидном жидкостном составе. Многие промышленные смесители основываются на этом разработанном принципе. Обычно это достигается благодаря конструкции гидротурбин или путем пропускания смеси через кольцевидное отверстие, которое имеет узкое входное отверстие и значительно большее выходное: вынужденное уменьшение давления приводит к кавитации, поскольку жидкость стремится в сторону большего объема. Этот метод может управляться гидравлическими устройствами, которые контролируют размер входного отверстия, что позволяет регулировать процесс работы в различных средах. Внешняя сторона смесительных клапанов, по которой кавитационные пузыри перемещаются в противоположную сторону, чтобы вызвать имплозию (внутренний взрыв), подвергается огромному давлению и часто выполняется из сверхпрочных или жестких материалов, например, из нержавеющей стали, стеллита. Также были разработаны кавитационные водные устройства очистки, в которых граничные условия кавитации могут разрушить органические молекулы.

**Механизм действия.** Основным способом получения и использования эффекта кавитации является **гидродинамический способ**. Гидродинамическая кавитация возникает в тех участках потока, где давление понижается до некоторого критического значения. Присутствующие в жидкости пузырьки газа или пара, двигаясь с потоком жидкости и попадая в область давления меньше критического, приобретают способность к неограниченному росту. После перехода в зону пониженного давления рост прекращается, и пузырьки начинают уменьшаться. Если пузырьки содержат достаточно много газа, то при достижении ими минимального радиуса, они восстанавливаются и

совершают несколько циклов затухающих колебаний, а если мало, то пузырек схлопывается полностью в первом цикле. Таким образом, вблизи обтекаемого тела создается кавитационная зона, заполненная движущимися пузырьками.

### **Кавитационные деструкторы в биогазовых установках**

Благодаря управляемому процессу кавитации в деструкторах биомассы, они нашли широкое применение в производстве биогаза (рис.1).

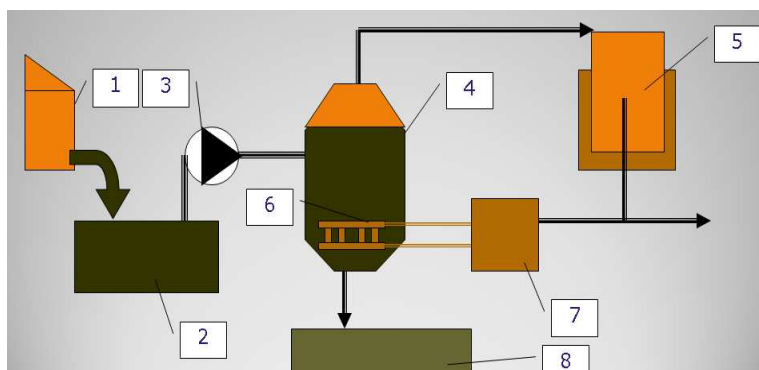


Рис. 1. Технологическая схема производства биогаза:

- 1) животноводческое помещение; 2) навоз приёмник;
- 3) деструктор; 4) метантенк; 5) газгольдер; 6) теплообменник; 7) котел; 8) навозохранилище.

Специально спроектированная конструкция деструктора (рис.2) позволяет использовать разрушительный эффект кавитации для придания исходному сырью однородной и гомогенной массы. Под воздействием направленной и управляемой кавитации в биологическом сырье рвутся сложные связи волокон органических веществ на молекулярном уровне (лигнин, целлюлоза). Как следствие этого процесса, дисперсность биологического сырья зна-

чительно увеличивается, и его частицы уменьшаются в размерах до 0,1 – 8 мкм. Таким образом, всем штаммам бактерий, участвующим в процессе образования биогаза, на всех его этапах, становится легче разлагать биогенные материалы, т.к. их однородная структура разрушена и, соответственно, увеличивается площадь покрытия бактериями биологического сырья.

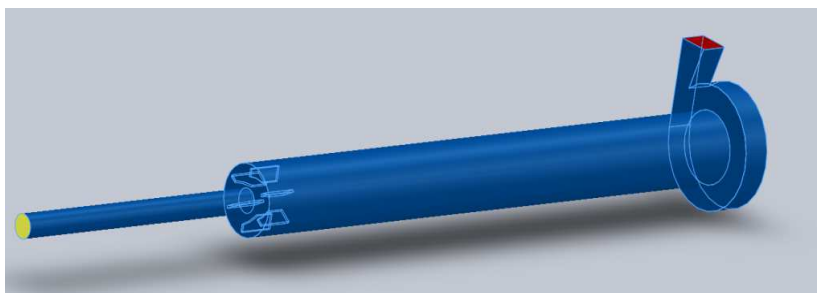


Рис. 2. Кавитационный деструктор биомассы

В технологической схеме комплекса оборудования биогазовой установки (рис.1) кавитационный деструктор биомассы (рис. 2) устанавливается между резервуаром предварительного накопления биомассы и биореактором (ферментатором). Также возможна циклическая циркуляция и одновременная гомогенизация биомассы непосредственно в ёмкости предварительного накопления. Биомасса при помощи насосного оборудования подаётся в рабочую камеру деструктора. Рабочая камера деструктора имеет специальную конструкцию и основана на принципе гидродинамической кавитации. Внутренний профиль рабочей камеры спроектирован таким образом, что при прохождении биомассы через неё создаётся направленный кавитационный удар. Благодаря конструкторскому и технологическому решению проектирования внутренней части рабо-

чей камеры, разрушительное действие кавитационных пузырьков не воздействует на поверхность рабочей камеры деструктора.

Результаты исследований показали, что изменение конструкции модели приведет к усилению кавитационного течения. Следовательно, можно предположить, что кавитационный деструктор, с измененной конструкцией, представляет более совершенную модель реактора.

К важнейшим положительным результатам предварительной обработки биологического сырья перед его направлением в биореактор можно отнести следующие показатели:

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

2. Благодаря высокой дисперсности и интенсификации процессов анаэробного брожения, значительно уменьшается период сбраживания биомассы. Результатом уменьшения периода сбраживания является возможность строительства биореакторов меньших объемов и размеров, что приводит к значительной экономии затрат на капитальные строения.

3. При деструкции биомассы из клеточных и субклеточных материалов интенсивнее высвобождаются природные энзимы, которые являются биологическими катализаторами процесса сбраживания биомассы. Этот эффект также увеличивает объем производимого биогаза.

4. Существенно стабилизируются биологические процессы, что приводит к отсутствию пенообразования и плавающей корки в верхней части биореактора. Таким образом, весь полезный объем реактора используется эффективно.

5. Процентное содержание метана в биогазе уве-

личивается до 70 – 75 %. Этот показатель содержания метана свойственен обычному природному газу в зависимости от его географического происхождения.

Работа кавитационных деструкторов биомассы отличается универсальностью применения в отношении исходного сырья, а также компактностью и очень высоким рабочим ресурсом. Кавитационная технология, используемая при строительстве биогазовых установок, даёт большое преимущество в соотношении цена / качество / производительность, в сравнении со всеми существующими биогазовыми установками.

## **INCREASE OF THE OUTPUT OF BIOGAS BY MEANS OF HYDRODYNAMICAL CAVITATIVE REACTORS**

*N. V. Obolenskiy, the doctor of technical sciences, the professor;*

*J. E. Krainov, the senior teacher, the post-graduate student of NGIEI.*

**Annotation.** In recent years on a joint of sciences: physicists of acoustic and hydrodynamical wave processes, non-stationary hydrodynamics, chemical kinetics there was a new scientific direction - technology of cavitative-hydrodynamical influence. Technologies developed within the limits of this direction and the equipment can be used in various industries, in particular, in agriculture.

**Keywords:** Cavitation, hydrodynamics, biogas, ultrasound, a reactor, destructor.