

## **ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ВЫХОДА БИОГАЗА**

*М.И. Валендюк, К.В. Прокопенко*

*Научный руководитель – И.Н. Прокопеня*

*Белорусский национальный технический университет*

В данной работе исследуется влияние ультразвука на органические вещества. *Цель работы*: выявить оптимальные параметры для ультразвука, которые способствуют наиболее эффективному воздействию на органические вещества.

Под воздействием ультразвука на клетки исходного субстрата происходит их разрушение. Разрушение частицы происходит при переходе порога кавитации. В водных суспензиях с небольшой концентрацией клеток этот порог составляет  $0,2 \dots 0,3$  Вт/см<sup>2</sup>, при частоте 1 МГц.

Самого факта появления пульсирующих газовых пузырьков в среде еще недостаточно для разрушения клеток. Эффект наблюдается, если амплитуда пульсаций пузырьков возрастает до определенной величины. Эта величина различна для разных клеток и зависит от их формы и размера, а также прочности цитоплазматической мембраны и наличия цитоскелета.

При высоких частотах ультразвукового воздействия на суспензию клеток механизмы разрушения также имеют механическую природу. Пороговая интенсивность ультразвука, вызывающая гибель клеток, зависит как от частоты ультразвука, так и от типа клеток. Например, порог разрушающего действия ультразвука для клеток одной из популяций элодеи равен  $75$  мВт/см<sup>2</sup> и находится в области  $0,65$  МГц, а для двух других популяций элодеи губительная для клеток минимальная интенсивность равно  $180$  мВт/см<sup>2</sup> ( $5$  МГц).

Ультразвуковая дезинтеграция клеток получила широкое применение в биотехнологии, в биохимических и вирусологических исследованиях для выделения отдельных веществ или фрагментов клеток, а также в лабораторной диагностике для определения механической резистентности клеточных мембран.

Ультразвуковые процессы основаны на возникновении кавитационной эрозии, которая лежит в основе акустокапиллярного эффекта, обуславливающего высокую скорость смачивания капиллярных структур, помещенных в кавитирующую жидкость.

Кавитация сопровождается электрическими процессами и излучениями в ультразвуковой части спектра, что является одной из причин химического действия ультразвука. Химические процессы, протекающие в поле ультразвуковых волн, многообразны. Кавитация обуславливает возникновение практически всех химических реакций, наблюдаемых в подвергаемой обработке ультразвуком среде. Это связано не только с захлопыванием образующихся кавитационных полостей, но и способностью их к резонансным периодическим пульсациям. Кавитационный пузырек под

действием акустических колебаний зарождается в течение первого полупериода. При этом гидростатическое давление снижается и жидкость оказывается сильно растянутой. В следующий полупериод происходит сжатие возникшего пузырька. Если при таком сжатии не произойдет его полное захлопывание, то при определенных его размерах пузырек начинает пульсировать в такт с частотой акустических колебаний.

Рассмотрим некоторые факторы, влияющие на эффект ультразвуковой кавитации, и связанное с ней воздействие ультразвука на химические и физико-химические процессы.

*Действие растворенного газа.* В дегазированных жидкостях химические реакции под влиянием ультразвука не происходят, так как требуемые при этом звуковые давления не могут быть получены при помощи современных генераторов. Тот же эффект получается, если подвергнуть жидкость давлению до 1000 атм, мельчайшие газовые пузырьки приводятся в состояние истинного раствора, и их уже невозможно выделить из жидкости под действием ультразвука. Эти явления еще не получили достаточного объяснения, но неоспоримо, что наличие растворенной газообразной фазы в жидкости является необходимым для проявления эффекта кавитации.

*Частота.* При проведении физико-химических процессов под воздействием ультразвука правильный выбор частоты может играть решающую роль для достижения оптимальных результатов, в то время как на химические реакции изменение частоты колебаний влияет мало.

*Интенсивность.* Химические реакции в жидких средах не происходят при интенсивности ниже порога кавитации. Выше этого предела скорость реакции увеличивается более или менее пропорционально повышению ультразвуковой интенсивности. Хотя некоторые исследователи установили, что существует оптимальная интенсивность, которая совпадает с максимальным образованием пузырьков кавитации. С ее превышением число кавитационных пузырьков уменьшается.

*Длительность воздействия.* В большинстве физико-химических процессов максимальный эффект воздействия проявляется в первые 10-30 мин, увеличение продолжительности воздействия может вызвать обратное действие (например, эмульгирование и коагуляцию). Поэтому, в вопросе фактора длительности воздействия требуется индивидуальный подход к каждому отдельному процессу, так как определенных общих закономерностей еще не установлено.

*Внешнее давление.* Изменение статического давления оказывает сильное влияние на процесс кавитации. При исследовании течения химических реакций в ультразвуковом поле было выявлено, что как повышение давления, так и понижение его ниже атмосферного вызывает снижение эффекта воздействия и даже полное его прекращение.

*Температура.* Точно регулировать температуру жидкости, подвергающейся воздействию ультразвуковых волн, трудно, так как за счет поглощения ультразвуковой энергии выделяется значительное количество теп-

лоты. Оптимальной температурой физико-химических процессов, проводимых при воздействии ультразвука, считают 10÷30 °С. При продолжительном воздействии ультразвука и связанном с этим повышении температуры обрабатываемых веществ за счет поглощения ультразвуковой энергии требуется охлаждение растворов.

### Список использованных источников

1. Азарова А.Ю., Дулин В.М., Маркович Д.М., Первунин К.С. Влияние кавитации на турбулентные характеристики течений при обтекании тел // Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии. – 2010. – №2. – С. 173-179.

2. Ультразвуковые процессы и аппараты в биологии и медицине. – [электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.uzo.matrixplus.ru/ultramedbio.htm> – Дата доступа: 15.10.2017.

УДК 620.9

## ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БИОГАЗА

*О.В. Василевский, С.Ю. Гончаров*

*Научный руководитель – И.Н. Прокопеня*

*Белорусский национальный технический университет*

Технология использования органических отходов для получения биогаза используется на практике последние 100 лет. Биогаз, который образуется в процессе анаэробного сбраживания органического субстрата, является альтернативой традиционному природному газу. И может использоваться для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии (рис.1).



Рисунок 1 – Принципиальная схема получения тепловой и электрической энергии из биореактора с механическим перемешиванием