

УДК 620.91

А.Т. Жумагажинов

Государственный университет имени Шакарима города Семей (г. Семей),

Н.К. Алгазинов

Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар)

E-mail: zhumagazhinov1970@mail.ru

Способы интенсификации процессов анаэробного сбраживания

Аннотация. В статье рассмотрены способы интенсификации процесса анаэробного сбраживания, способствующие увеличению производительности биогазовых установок. Проанализированы микробиологические и конструктивно-технологические методы интенсификации процесса анаэробного сбраживания, указаны их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: анаэробное сбраживание, метод интенсификации, биогазовые технологии, отходы.

Необходимость внедрения биоэнергетических установок в агропромышленный комплекс привела к решению задачи интенсификации процессов анаэробного сбраживания. Можно выделить две группы методов интенсификации процессов анаэробного сбраживания: группа микробиологических методов и группа конструктивно-технологических методов.

1 Микробиологические методы интенсификации процесса анаэробного сбраживания

В таблице 1 представлены основные направления микробиологических методов интенсификации процесса анаэробного сбраживания и авторы, сделавшие вклад в их развитие.

Таблица 1 – Микробиологические методы интенсификации процесса анаэробного сбраживания

Методы	Авторы
Коферментация	Amon T., Boxberger J., Lindworky J., Scheibler V., Boum R., Lorenz H., Philipp W.
Новые штаммы микроорганизмов: р.р. Clostridium, Methanosarcina, Methanohacterium, Methanospirillum, Metanobrevibacter, Metanococcus, Metanogenium.	Lettinga G., vanVelsen A., Hobma W., deZeeuw W.J., Klapwijk A., Smith K., Barua J.M., Watt P.W., Harbison G.S., Smith S.O., Pardoen J.A., Mulder P., Lugtenburg J., Herzfeld R., Mathies R., Griffin R.G., Lewis A., Marcus M.A., Ehrenberg B., Crespi H.L.
Стимулирующие добавки: энзимы, факторы роста, БАДы	Shipman R.H., Palmer D.P., Walawender W.P., Fan L.T., Crane T.H., Gramms L.C., Pokowski L.B., Linguist O.H., Миндубаев А.З., Минзанова СТ., (ИОФХим. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН).
Иммобилизация: в гелях, на мембранах, волокнах, решетках	Maly J., Fadms H., Buswell A.M., Сироткин А.С., Lawrence A.W., Ricci L.J., Aiba S., Millis N.F., Емельянов А.В., Шагинурова Г.И.

1.1 Коферментация

Растительный субстрат дает значительно больший выход биогаза по сравнению с отходами животного происхождения, что объясняется более высоким содержанием различных факторов роста таких как аминокислоты и редуцирующие сахара (таблица 2) [1].

Таблица 2 – Выход биогаза из различных видов отходов

Тип сырья	Выход газа, м ³ на тонну сырья
Навоз свиной	65
Помет птичий	130
Зерно	500
Силос, ботва, трава, водоросли	400
Силос кукурузный	700
Свежая трава	200

В связи с этим одним из современных направлений повышения выхода биогаза является коферментация, т.е. совместное сбраживание отходов растительного и животного происхождения. При этом выход биогаза определяется экспериментально и является индивидуальным для различных хозяйств.

1.2 Новые штаммы микроорганизмов

Перспективным является получение новых штаммов следующих микроорганизмов: р.р. Clostridium, Methanosarcina, Methanobacterium, Methanospirillum, Metanobrevibacter, Metanococcus, Metanogenium, обладающих повышенной способностью к метанообразованию. Например, исследователями японской фирмы «Matsushita Electric Industrial Co» получена массовая культура обнаруженной ими бактерии Methanobacterium kadomensis St. 23, которая завершает процесс сбраживания не за 15-20 дней, а за 8 суток [2].

1.3 Добавки, стимулирующие процессы окисления

В исходную массу добавляются органические катализаторы, которые изменяют соотношение углерода и азота (оптимальное соотношение C/N=20/1-30/1) с целью интенсификации процесса анаэробного сбраживания. Также используются различные факторы роста, ферменты, энзимы.

Преимущества использования стимулирующих добавок [1-5]:

- увеличение выхода биогаза на 30-40 %;
- уменьшение периода брожения;
- предотвращение образования корки на поверхности перерабатываемой массы в реакторе;
- улучшение качественного состава биогаза;
- снижение энергетических затрат на технологические нужды установки.

1.4 Иммобилизация микроорганизмов на носителе

Одним из наиболее эффективных способов увеличения окислительной мощности традиционных биоэнергетических установок является применение адгезионной и адсорбционной иммобилизации биомассы на поверхности инертных твердых материалов. При этом происходит не только увеличение концентрации биомассы в единице объема реактора, но и повышается устойчивость микроорганизмов к негативным факторам окружающей среды, что, прежде всего, связано с обогащением видового состава биоценозов, как следствие, повышается стабильность к возмущающим воздействиям всей системы анаэробного сбраживания [4, 5].

В настоящее время существует большое разнообразие сооружений, использующих естественную способность микроорганизмов к иммобилизации на носителе. Решающим фактором, определяющим образование и развитие биопленки, является эффективная массопередача субстрата к клеткам микроорганизмам, находящимся в прикрепленном состоянии. Установлено, что иммобилизация оказывает существенное влияние на параметры ферментативных реакций в зависимости от природы и свойств материалов-носителей. Отмечается, что фиксированные на поверхности микроорганизмы обладают высокой физиологической активностью и незначительной чувствительностью к залповым сбросам и токсическому воздействию компонентов субстрата.

Более того, для иммобилизованных клеток показано, что высокая активность обеспечивается при незначительной скорости роста. В ряде случаев наблюдаются изменения проницаемости клеточной стенки, которые приводят к повышению ферментативной активности иммобилизованных клеток [4].

2 Конструктивно-технологические методы интенсификации процесса анаэробного сбраживания

Значительные резервы интенсификации процессов получения биогаза скрыты в применении различного рода конструктивно-технологических методов интенсификации процесса анаэробного сбраживания.

2.1 Подготовка сырья

На эффективность работы БГУ большое влияние оказывает предварительная подготовка исходного субстрата. Чем меньше размеры частиц органических компонентов исходного сырья, тем больше их удельная поверхность и, соответственно, интенсивнее происходят процессы сбраживания.

В настоящее время для придания биомассе однородной и гомогенной консистенции используются ультразвуковые и гидродинамические кавитационные деструкторы. Благодаря управляемому процессу кавитации они нашли широкое применение в производстве биогаза.

Специально спроектированная конструкция деструктора позволяет использовать разрушительный эффект кавитации для придания исходному сырью однородной и гомогенной консистенции.

Результаты предварительной обработки биологического сырья: высокая степень измельчения и гомогенизации сырья; уменьшение периода сбраживания биомассы и, как следствие, возможность строительства БГУ меньших размеров, что приводит к значительной экономии капитальных затрат; высвобождение природных энзимов, являющихся биологическими катализаторами процесса сбраживания биомассы; стабилизация биологических процессов, что приводит к отсутствию пенообразования и плавающей корки в верхней части биореактора; увеличение процентного содержания метана в биогазе до 70-75 % [6, 7].

2.2 Перемешивание

Перемешивание способствует устранению периодически образующейся плавающей корки также равномерному распределению температуры и кислотности в биомассе, находящейся в камере сбраживания. При постоянном перемешивании субстрата осуществляется равномерное распределение в

жидкости находящихся в ней твердых веществ, различающихся по размеру, форме и плотности, что служит предпосылкой беспрепятственного и эффективного протекания процесса брожения [4].

Механические мешалки (рисунок 1) [3] достаточно эффективны в небольших реакторах при переработке тяжелых субстратов. Применяются в индивидуальных биогазовых установках малого размера.

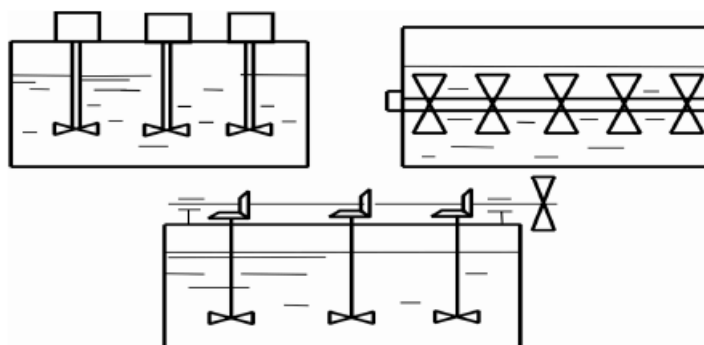


Рисунок 1 – Механические перемешивающие устройства

Содержимое крупных реакторов, особенно цилиндрической формы, часто перемешивают гидравлическим способом, то есть с помощью потоков (струй) жидкости, поступающей в реактор.

Хорошее качество перемешивания получают, нагнетая в жидкий субстрат биогаз. При этом субстрат не должен быть слишком вязким и склонным к образованию плавающей корки (рисунок 2) [3].

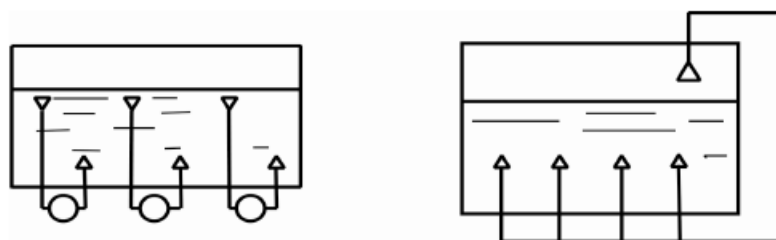


Рисунок 2 – Гидравлические и барботажные перемешивающие системы

2.3 Температура

На процессы анаэробного сбраживания в значительной степени влияет температура. При понижении температуры в реакторе снижается интенсивность образования биогаза, так как микробиологические процессы в органической массе замедляются, поэтому надежная теплоизоляция реактора – одно из наиболее важных условий его нормальной работы. Обеспечение необходимой для процесса брожения температуры и поддержание ее на постоянном уровне требует, чтобы подаваемый в реактор субстрат подогревался до нужной температуры, зависящей от выбранного режима сбраживания [3].

Многие БГУ малого размера были построены без систем подогрева и без теплоизоляции.

Отсутствие системы подогрева позволит установке работать только в психрофильном режиме. Для обеспечения более высокой производительности установки по биогазу используются два метода подогрева: прямой (с помощью пара или горячей воды) и непрямой подогрев через теплообменник [3].

Прямой подогрев. Для обеспечения необходимого режима ферментации рекомендуется смешивать субстрат с горячей водой (35-40°C) [3]. С целью лучшего обогрева ферментатора можно использовать «тепличный эффект», для этого над куполом устанавливают деревянный или легкий металлический каркас и покрывают полиэтиленовой пленкой. Наилучшие результаты достигаются при температуре сырья 30-32 С и влажности 90-95 % [3, 5].

Прямой подогрев паром имеет ряд недостатков: перегрев сырья, необходимость установки парогенерирующей системы, включающей очистку воды от солей, значительные капитальные затраты, высокое содержание влаги в биогазе [4].

Непрямой подогрев. Непрямой подогрев осуществляется теплообменниками, расположенными внутри или снаружи реактора [3].

В качестве нагревательных элементов применяют теплообменники в виде змеевиков, секций радиаторов, параллельно сваренных труб, шлангов, плоских теплообменников, где теплоносителем служит горячая вода с температурой около 60 °С. Более высокая температура повышает риск налипания взвешенных частиц на поверхности теплообменника. Теплообменники рекомендуется располагать в зоне действия перемешивающего устройства, что помогает избежать осаждения твердых частиц на их поверхности.

Нагреватели, встроенные в стенки реактора, целесообразны лишь в том случае, если эти стенки будут находиться внутри субстрата, как это происходит в двухкамерном реакторе с внутренней перегородкой.

Внешний обогрев следует применять только в сочетании с системой принудительной циркуляции субстрата, что хотя и влечет за собой соответствующее повышение затрат, но позволяет надежно поддерживать нужную температуру брожения. При этом, благодаря одновременному подогреву и перемешиванию свежего и циркулирующего субстратов, разница между температурами поступающего в камеру и уже имеющегося там субстрата будет незначительной. Расположение теплообменников вне рабочего пространства реактора значительно облегчает доступ к ним для обслуживания и ремонта [3].

Заключение

1. Повышение эффективности процесса анаэробного сбраживания может осуществляться микробиологическими способами за счет интенсификации жизнедеятельности микроорганизмов, в частности, создания высокоактивных штаммов микроорганизмов, выращиваемых в специальных культиваторах и вносимых в виде закваски в реактор, создания стимулирующих добавок, иммобилизации микроорганизмов на различных носителях и коферментации.

2. Интенсификация процесса получения биогаза за счет конструктивно-технологических решений позволит повысить количество и качество вырабатываемого биогаза, а также получаемых органических удобрений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Волова Т.Г. Биотехнология. – Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. – 252 с.

2 Миндубаев А.З., Минзанова С.Т., Скворцов Е.В. Оптимизация параметров выработки биогаза в лабораторном масштабе // Вестник Казанского технологического университета. – 2009. – № 4. – С. 233-239.

3 Веденев А.Г., Веденева Т.А. Руководство по биогазовым технологиям. – Бишкек: ДЭМИ, 2011. – 84 с.

4 Сироткин А.С., Шагинурова Г.И., Ипполитов К.Г. Агрегация микроорганизмов: флокулы, биопленки, микробные гранулы. – Казань: Издательство ФЭНАН РТ, 2007. – 164 с.

5 Караева Ю.В., Трахунова И.А. Обзор биогазовых технологий и методов интенсификации процессов анаэробного сбраживания // Труды Академэнерго. – 2010. – № 3. – С. 109-127.

6 Соколов М.С. Увеличение выхода биогаза с помощью кавитационных деструкторов биомассы Режим доступа: <http://zorgbiogas.ru/bibliotcka/kavitatory-bustery-biogaza> (дата обращения: 12.11.2013).

7 Сатъянов С.В. Повышение эффективности биоустановок путем получения альтернативной энергии и биоудобрений: дис. ... канд. техн. наук. – Москва, 2011. – 158 с.

REFERENCES

1 Volova T.G. Biotechnologiya. – Novosibirsk: Izd-vo Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy Akademii nauk, 1999. – 252 s.

2 Mindubaev A.Z., Minzanova S.T., Skvorcov E.V. Optimizaciya parametrov vyrabotki biogaza v laboratornom masshtabe // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. – 2009. – № 4. – S. 233-239.

3 Vedenev A.G., Vedeneva T.A. Rukovodstvo po biogazovym tehnologiyam. – Bishkek: DYEMI, 2011. – 84 s.

4 Sirotkin A.S., Shaginurova G.I., Ippolitov K.G. Agregaciya mikroorganizmov: flokuly, bioplenki, mikrobnye granuly. – Kazan': Izdatel'stvo FYeNAN RT, 2007. – 164 s.

5 Karaeva Yu.V., Trahunova I.A. Obzor biogazovyh tehnologiy i metodov intensifikacii processov anayerobnogo sbrashivaniya // Trudy Akademyyenergo. – 2010. – № 3. – S. 109-127.

6 Sokolov M.S. Uvelichenie vyhoda biogaza s pomoshh'yu kavitacionnyh destrukturov biomassy Rezhim dostupa: <http://zorgbiogas.ru/bibliotcka/kavitatory-bustery-biogaza> (data obrashheniya: 12.11.2013).

7 Sat'yanov S.V. Povyshenie yeffektivnosti bioustanovok putem polucheniya al'ternativnoy yenerгии i bioudobreniy: dis. ... kand. tehn. nauk. – Moskva, 2011. – 158 s.

ТҮЙІН

А.Т. Жумагажиров

Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университеті (Семей қ.),

Н.К. Алгаинов

Инновациялық Еуразия университеті (Павлодар қ.)

Анаэробтық ашыту үдерісін қарқындандыру әдістері

Мақалада биогазды қондырғының өнімділігін арттыруға алып келетін анаэробтық ашыту үдерісін қарқындандыру тәсілдері қарастырылады. Анаэробтық ашыту үдерісін қарқындандырудың микробиологиялық және конструктивті-технологиялық әдістері талданған, оның артықшылығы мен кемшіліктері көрсетілген.

Түйін сөздер: анаэробтық ашыту, қарқындандыру әдісі, биогаздық технологиялар, қадықтар.

RESUME

A. Zhumagazhinov

State University named after Shakarim Semey city (Semey),

N. Algazinov,

Innovative University of Eurasia (Pavlodar)

Methods for improved process of anaerobic fermentation

The article describes intensification methods of the anaerobic digestion process, contributed to the enhancement of biogas installations productivity. Microbiological and constructive-technological methods of anaerobic digestion process intensification are analyzed, their advantages and disadvantages are pointed out.

Keywords: *anaerobic fermentation, intensification method, biogas technology, waste.*

УДК 351.778.34(574.25)

Г Ю. Багаутдинова,

А.К. Свидерский, доктор химических наук

Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар)

E-mail: galo4ka_1990_@mail.ru

Исследование влияния флокулянта RPAESTOL 650BC и сульфата алюминия в качестве коагулянта на степень очистки оборотной воды

Аннотация. *В данной статье рассмотрено влияние химических реагентов на степень очистки оборотной воды, описывается физико-химический процесс коагуляции и представлены результаты анализов, которые показывают эффективность данных реагентов.*

Ключевые слова: *флокулянт, коагулянт, содержание, сульфат алюминия, гидроокись алюминия.*

Вода является драгоценным сырьем, заменить которое невозможно. Запасы и доступность водных ресурсов определяют размещение производств, а проблема водоснабжения становится одной из важных в жизни и развитии человеческого общества.

Самыми крупными водопотребителями обычно являются промышленные предприятия.

Применение оборотных систем водоснабжения требует постоянного совершенствования с целью снижения потребления речной воды и улучшения качества сточных вод.

В данной статье будет рассмотрен блок оборотного водоснабжения, предназначенный для охлаждения горячей оборотной воды, поступающей с технологических установок завода.

В качестве совершенствования технологического процесса, а также для снижения потребления речной воды были введены химические реагенты, способствующие улучшению процесса очистки воды.

Для осветления воды, а также удаления из воды примесей, находящихся в коллоидно-дисперсном состоянии, применяется специальный метод обработки воды, называемый коагуляцией.

Коагуляция – процесс, при котором происходит понижение степени дисперсности коллоидно-растворенных примесей в результате агломерации их частиц с образованием макрофазы. По механизму образования твердой макрофазы процесс коагуляции отличается от процесса кристаллизации, при котором также происходит образование твердой макрофазы, но в результате выделения на поверхность кристаллического зародыша отдельных молекул или ионов раствора последние располагаются в узлах кристаллической решетки, образуя правильный кристалл. При соединении двух коллоидных частиц даже в случае, когда каждая из них обладает кристаллическим строением, единого кристалла не получается. Твердая макрофаза, образующаяся в результате коагуляции коллоидного раствора, называется коагулянт, который обычно имеет аморфное строение и отличается малой плотностью и механической прочностью [1].

Процесс коагуляции происходит в результате нарушения агрегативной устойчивости коллоидной системы. Агрегативная устойчивость коллоидных систем обусловлена тем, что в данном растворе все коллоидные частицы имеют электрический заряд, одинаковый по знаку. Поскольку между частицами с одинаковым по знаку зарядом действуют силы электростатического отталкивания, взаимного соединения таких частиц не происходит.

Возникновение электрического заряда коллоидных частиц обуславливается либо адсорбцией ими из раствора ионов одного какого-либо знака заряда, либо отдачей ими в раствор ионов также одного какого-либо знака.