

Вивчено можливість застосування дискретно-імпульсного введення енергії в технології бродильного виробництва. Встановлено, що використання такого методу в технології виробництва спирту дозволить скоротити тривалість процесу оцукрювання розвареної маси

Ключові слова: оцукрювання, ферментний препарат, зброджування

Изучена возможность применения дискретно-импульсного ввода энергии в технологии бродильного производства. Установлено, что использование такого метода в технологии производства спирта позволит сократить продолжительность процесса осахаривания разваренной массы

Ключевые слова: осахаривание, ферментный препарат, сбраживание

The possibility of using discrete pulse of energy input in the production of fermentation technology is studied. Established that the use of this method in the production technology of alcohol will reduce the time of saccharification process sodden mass

Keywords: saccharification, enzymes, fermentation

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОСАХАРИВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ДИСКРЕТНО-ИМПУЛЬСНОГО ВВОДА ЭНЕРГИИ

А. Н. Ободович

Главный научный сотрудник, доктор технических наук, член-корр. Академии технологических наук*

Контактный тел.: (044) 424-32-83.

E-mail: icsushka@gmail.com

А. Ю. Лымарь

Аспирант

*Институт технической теплофизики

Национальной академии наук Украины

ул. Булаховского Академика, 2, корп.2, г. Киев, 03164

Контактный тел.: (044) 424-32-83

E-mail: icsushka@gmail.com

Развитие энергосберегающих технологий, отвечающих современным требованиям производства, базируется на разработке новых концепций, проведении комплексных научных исследований, детальном изучении сущности физических явлений. Это определяет возможность направленного управления технологическим процессом и обеспечение оптимальных условий его реализации.

Основываясь на данных фундаментальных исследований метода ДИВЭ, появилась возможность разработки новых и совершенствования существующих энерго- и ресурсосберегающих теплотехнологических процессов в различных отраслях промышленности, в частности, спиртовой промышленности.

Так, на стадии осахаривания разваренной массы для интенсификации процесса, был применен метод ДИВЭ.

Осахаривание заключается в обработке охлажденной разваренной массы ферментными препаратами для гидролиза полисахаридов, белков и других сложных веществ. Основным и наиболее важным процессом при этом является ферментативный гидролиз до сбраживаемых сахаров, поэтому процесс и называют осахариванием. В результате осахаривания разваренной массы получают полупродукт – сусло спиртового производства.

Характерной особенностью процесса осахаривания в производстве спирта является то, что воздействие ферментов на составные вещества сырья осуществляется на нескольких технологических стадиях: стадии подваривания сырья, специальной стадии осахаривания крахмала при оптимальной температуре для действия амилолитических сахарогенных ферментов и, на конец, на стадии брожения, где создаются условия, оптимальные для жизнедеятельности дрожжей [1].

Сусло, полученное при осахаривании ферментным препаратом – содержит 14 – 21% мальтозы и 79 – 86% глюкозы.

Целлюлоза, гемицеллюлоза и другие некрахмалестые полисахариды в большей степени гидролизуются ферментами микробного происхождения.

Когда разваренную массу осахаривают ферментными препаратами микробного происхождения, то определяющее значение в гидролизе крахмала имеет глюкоамилаза, а α -амилаза – вспомогательное.

α -Амилазы в зависимости от происхождения могут гидролизовать крохмал только до декстринов (декстриногенные амилазы) или наряду с декстринами образуют значительное количество сахаров. При гидролизе крахмала декстриногенной α -амилазой деполимеризация происходит на 30-40% и сахарогенной - до 60%. Оптимальные температуры и pH

действия α -амилаз значительно различаются, поэтому на разных стадиях производства спирта применяют α -амилазы разного происхождения.

На стадии осахаривания целесообразно применять α -амилазы, которые кроме разжижающей способности обладают еще и сахарогенной активностью, оптимальным действием pH для них равен 5,4-5,8.

Целлюлитические ферменты в некоторой степени способствуют высвобождению крахмала, улучшая атакуемость его амилазами и повышая тем самым содержание сбраживаемых сахаров в сусле.

Протеолитические ферменты катализируют гидролиз белков и пептидов до аминокислот. В качестве источника протеолитических ферментов используют смесь ферментных препаратов из различных культур микроорганизмов, например Термамил 120L и Сан Супер 240L.

Основная задача осахаривания разваренной массы - наиболее полный и быстрый ферментативный гидролиз крахмала до сбраживаемых сахаров. Процесс превращения крахмала в сбраживаемые сахара протекает в осахаривателе при оптимальной температуре (на 70-75%) и в бродильных аппаратах, где предельные декстрины медленно гидролизуются до сбраживаемых сахаров, что и лимитирует скорость сбраживания сусла.

В связи с вышесказанным целью данной работы является интенсификация процесса осахаривания с применением метода дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ). А именно, снижение продолжительности процесса осахаривания, и как следствие, уменьшение энергозатрат, а также уменьшение расхода ферментных препаратов за счет увеличения их активности, с помощью улучшения массообмена.

Для достижения поставленной цели в технологическом процессе на стадии осахаривания разваренной массы был применен метод (ДИВЭ). Суть метода заключается в том, что обрабатываемая среда подвергается пульсационному воздействию комплекса гидродинамических явлений: действию больших скоростей и ускорений, динамике роста и схлопывания парогазовых пузырьков, разрушению тонких пленок жидкости, созданию кавитационных камер и мощной турбулентности на межфазной поверхности. Перечисленные процессы возникают при обработке сред в роторно-пульсационных аппаратах (РПА). Конструктивно роторно-пульсационный аппарат (РПА) состоит из бункера объемом 0,1 м³, роторно-пульсационного узла, насоса, электродвигателя, корпуса и трубопровода для рециркуляции готового продукта. Основным рабочим органом аппарата является роторно-пульсационный узел, который включает установленные на валу электродвигателя диск с лопатками - своеобразное рабочее колесо центробежного насоса и два статора, между которыми находится ротор. При вращении ротора происходит поочередное совпадение пазов ротора и статоров, что вызывает значительные знакопеременные перепады давления, высокоградиентные течения в зазорах, а также большие градиенты сдвиговых напряжений. Возникают локальные скорости сдвига потока обрабатываемой среды от (50 до 500)·10³ 1/с и частоты импульсов от 3 до 30 кГц [2,3].

При изучении процесса осахаривания в спиртовом производстве путем роторно-пульсационной обработ-

ки исследования проводили следующим образом. В осахариватель подавали расчетное количество осахаривающих материалов при температуре 57-58⁰С. После включения РПА смесь проходила через ловушку, которая предохраняет аппарат от попадания в него посторонних включений, и поступала во внутреннюю полость РПА, где подвергалась высокочастотной обработке. Далее смесь рециркулировала по контуру и возвращалась в бродильный аппарат.

В ходе экспериментальных исследований осахаренное сусло подвергали химическому анализу. Полученные данные свидетельствовали о повышении активности ферментов от 2 ед. до 8 ед./г крахмала, что существенно увеличивает содержание сбраживаемых веществ в сусле от 13% до 20%. Экспериментальные данные представлены на рис.1.

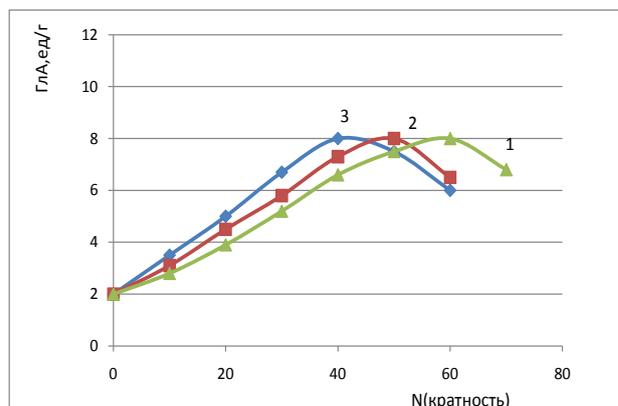


Рис. 1 Зависимость глюкоамилазной активности фермента от кратности обработки в РПА: 1 — скорость сдвига потока $\gamma = 20 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$; 2 - $\gamma = 30 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$; 3 - $\gamma = 50 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$

Как видно, глюкоамилазная активность фермента значительно повышается от 2 ед. до 8 ед. после 40 циклов обработки со скоростью сдвига потока $50 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$. При меньшей скорости сдвига потока такой результат можно достичь в пределах 50-60 циклов обработки. Поэтому, дальнейшее увеличение количества циклов обработки фермента практически не повышает его глюкоамилазную активность, а ведет лишь к дополнительным затратам.

Поскольку, одним из наиболее важных показателей эффективности работы РПА является частота пульсации среды в рабочем органе, то при дальнейших исследованиях определялась зависимость содержания сбраживаемых веществ в сусле от частоты пульсаций среды, проходящей через РПА различных модификаций. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что с повышением частоты пульсаций разваренной массы от 0 до 5 кГц, содержание сбраживаемых веществ в сусле увеличивается с применением аппаратов марок ТФ-2 - на 2%, БГ-3 - на 4%, ТФГ - на 5%. Увеличение частоты пульсаций свыше 5 кГц не приводит к дальнейшему увеличению количества сбраживаемых веществ (рис.2).

Анализируя кривые (рис.2), можно сделать вывод, что обрабатывать разваренную массу целесообразно с применением РПА марки ТФГ при частоте пульсаций 4 - 5 кГц, поскольку содержание сбраживаемых веществ в сусле увеличивается с 15% до 19%.

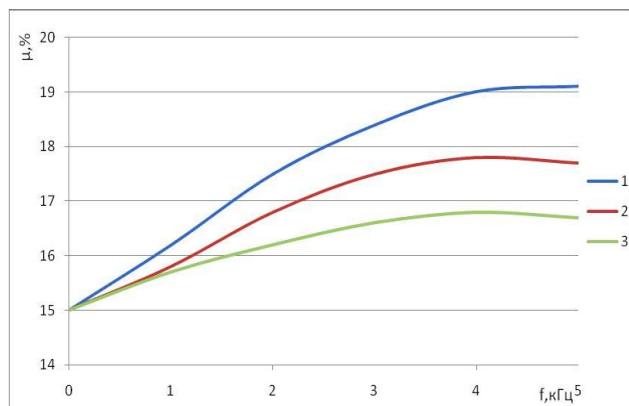


Рис. 2 Залежність вмісту сбражуваного вуглецю μ від частоти пульсацій f середовища, що проходить через РПА різних марок: 1 – ТФГ; 2 – БГ-3; 3 – ТФ-2

Висновки

Застосування дискретно-імпульсного введення енергії в технології виробництва спирту дасть можливість скоротити тривалість процесу осаджування

від 15 хв до 8 хв, що впливає на зменшення енергозатрат. Застосування ферментного препарату в РПА дозволило збільшити його активність і відповідно зменшити його витрати. Вміст сбражуваного вуглецю в сусле з використанням роторно-пульсационних апаратів збільшується з 15% до 19%.

Література

1. Мальцев П.М. Технологія бродильних виробств. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищевая про-сть, 1980. – 257с.
2. Ободович А.Н. Розробка науко-технічних основ процесів перемішування і диспергування жидкостних гетерогенних систем і їх апаратне забезпечення: дис., доктор техн. наук / А.Н. Ободович – К., 2009. – 45с.
3. Ободович А.Н. Дискретно-імпульсний ввід енергії для інтенсифікації біотехнологічних процесів в спиртовому і хлібопекарному виробстві/ Ободович А.Н., Чайка А.И.//Научный журнал Биотехнология – 2011. – Т.4, №2. – С.70.

УДК 697.1

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ

А.С. Мних

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: 066-184-64-98

E-mail: mnikh.a@yandex.ru

О.Г. Балюлін

Магістрант

*Кафедра електротехніки та енергетичного менеджменту

Запорізька державна інженерна академія
пр. Леніна, 226, м. Запоріжжя, Україна, 69006

Контактний тел.: 050-979-06-89

E-mail: strannik3000@mail.ru

Розглянуті підходи до підвищення енергоефективності житлової будівлі. Розроблена методика експрес-аналізу ефективності запропонованих рішень

Ключові слова: енергоефективність, відновлювальні джерела енергії

Рассмотрены подходы к повышению энергоэффективности жилого здания. Разработана методика экспресс-анализа эффективности предлагаемых решений

Ключевые слова: энергоэффективность, возобновляемые источники энергии

The approaches energy efficiency of residential building. The method of analysis of the effectiveness of proposed solution

Key words: Energy efficiency, renewable energy sources