

Повышение эффективности производства спирта за счет проведения нескольких технологических стадий в одном аппарате

Баракова Н.В., Ибрагимов Т.С., Начетова М.А., Новоселов А.Г.

Санкт-Петербургский государственный университет
низкотемпературных и пищевых технологий

В последнее десятилетие в мире возрос коммерческий интерес к производству этанола. В первую очередь это связано с его промышленным использованием для топливно-энергетических целей.

Ключевые слова: спирт, эффективность производства.

В последнее десятилетие в мире возрос коммерческий интерес к производству этанола. В первую очередь это связано с его промышленным использованием для топливно-энергетических целей. По данным работы [1] мировое производство этанола составляет более 5 млрд дал в год и темпы его роста постоянно возрастают. В России, по данным этой же работы, производство этанола составляет порядка 70 млн дал в год, т.е. всего лишь 2% от мирового производства. Такой низкий уровень производства во многом объясняется как объективными, так и субъективными причинами, связанными с распадом СССР и переходом к рыночной экономике. Фактически спиртовая промышленность России вышла из сферы интересов государства, так как большинство спиртовых заводов были приватизированы и перешли в частную собственность. В 2008 году на уровне правительства РФ было принято решение о развитии спиртовой промышленности как одного из приоритетных направлений в государственной экономической промышленности. Следовательно, встал вопрос об увеличении производственных мощностей за счет нового строительства и кардинальной модернизации технологической и технической базы существующих спиртовых заводов и организации малых производств по переработке некондиционной плодово-ягодной продукции и сахаросодержащих отходов предприятий других отраслей пищевой промышленности.

Создание высокоэкономичного спиртового производства во многом зависит от эффективности технологических схем механико-ферментативной обра-

ботки целлюлозно-крахмалсодержащего сырья и брожения, а также от современного машинно-аппаратурного оснащения, реализующих эти процессы.

Традиционно технологические процессы механико-ферментативной обработки целлюлозно-крахмалсодержащего сырья и брожения проводят отдельно. Такое разделение процессов связано с тем, что процесс подготовки исходного сырья к осахариванию и, собственно, само осахаривание, производится при высоких температурах (60–90°С) в условиях интенсивного механического или гидродинамического перемешивания, а процесс брожения — при умеренных температурах (30°С) в условиях слабого перемешивания, обусловленного интенсивностью всплывания пузырьков углекислоты.

Существующие конструкции бродильных аппаратов не позволяют проводить оба этих процесса в одном аппарате последовательно. Тем не менее, реализация этой задачи позволила бы значительно упростить машинно-аппаратурную схему производства спирта и существенно снизить капитальные затраты на создание новых производств, особенно цехов по переработке сахаросодержащих отходов производства на малых предприятиях.

В данной статье нами рассмотрена принципиальная возможность осуществления процесса осахаривания и сбраживания экструзионной пшеничной муки в кожухотрубном струйно-инжекционном бродильном аппарате (КСИБА).

Конструкция КСИБА является модификацией кожухотрубного струйно-инжекционного ферментатора (КСИФА) предназначенного для аэробного культивирования хлебопекарных дрожжей при высокой концентрации биомассы [2, 3, 4]. На рис. 1 представлена схема конструкции КСИБА.

Аппарат состоит из теплообменника-смесителя (ТС) и емкости-накопителя (ЕН). ТС представляет собой вертикальный кожухотрубный теплообменник (1) с модернизированной верхней частью, которая состоит из струйной камеры (4) и камеры распределения (5).

Кожухотрубная часть ТС состоит из опускных (6), подъемных (7) и сливных (8) вертикальных, последовательно соединенных труб. Для предотвращения перетока суспензии в опускные трубы, в камере (4) установлена перегородка (9). Подача суспензии в опускные и сливные трубы осуществляется через сопла (10) и (11) в виде свободных струй. Такой способ ввода суспензии в ТС позволяет интенсивно диспергировать твердые компоненты суспензии, эффективно ее перемешивать и, тем самым, интенсифицировать процесс теплообмена при нагревании или охлаждении суспензии. Кроме того, струйная подача суспензии в ТС позволяет, при необходимости, осуществлять подачу воздуха в аппарат, если запланирована активация дрожжевых культур или их выращивание. Пода-

ча воздуха осуществляется в камеру (4) через патрубок (12) при соответствующих переключениях запорной арматуры (вентиль на байпасной линии между ТС и ЕН закрыт, а вентиль входа воздуха открыт). При проведении брожения байпасный вентиль открыт, но вентиль входа воздуха закрыт. Подача тепло- или хладоносителя осуществляется в межтрубное пространство ТС.

ЕН представляет собой цилиндрикоконический резервуар (2) с патрубками для входа (13) суспензии в ЕН и выхода (14) из нее. ТС располагается над ЕН. Циркуляция суслу через весь аппарат осуществляется центробежным насосом (3). Аппарат предполагает последовательное проведение в нем трех процессов: водно-тепловую, гидродинамическую и ферментную обработку суслу, осахаривание целлюлозо крахмалосодержащего сырья, а также сбраживание осахаренного суслу.

КСИБА работает следующим образом: ЕН заполняется водой в соответствии с предполагаемым гидромодулем, путем циркуляции ее через ТС и ЕН вода нагревается до требуемой температуры.

Затем измельченное целлюлозо крахмалосодержащее сырье, порционно подается в ЕН. Через технологический патрубок (15), расположенный в верхней части ЕН подается α -амилаза. В межтрубное пространство кожухотрубной части ТС, для поддержания требуемой температуры суслу, подается тепло- или хладоноситель. После окончания водно-тепловой обработки, в этот же аппарат через технологический патрубок подается глюкамилаза для проведения процесса осахаривания суслу. По окончании осахаривания суслу и понижения его температуры до 30°С в ЕН вносятся, по специальной линии, посевные дрожжи, и аппарат переводится в режим брожения. Для этого байпасная линия, подсоединенная к патрубку (15), закольцовывается со струйной камерой ТС (4).

При повышении давления углекислого газа, образуемого в процессе брожения, в аппарате, осуществляется его сброс через специальную линию, (на рис. 1 не показана).

Конструкция КСИБА позволяет легко регулировать интенсивность перемешивания суслу и обладает высокими теплообменными и массообменными характеристиками, что позволяет проводить биосорбционные процессы при высоких концентрациях субстрата и биомассы и, на наш взгляд, наиболее перспективна для решения, обозначенных выше, задач.

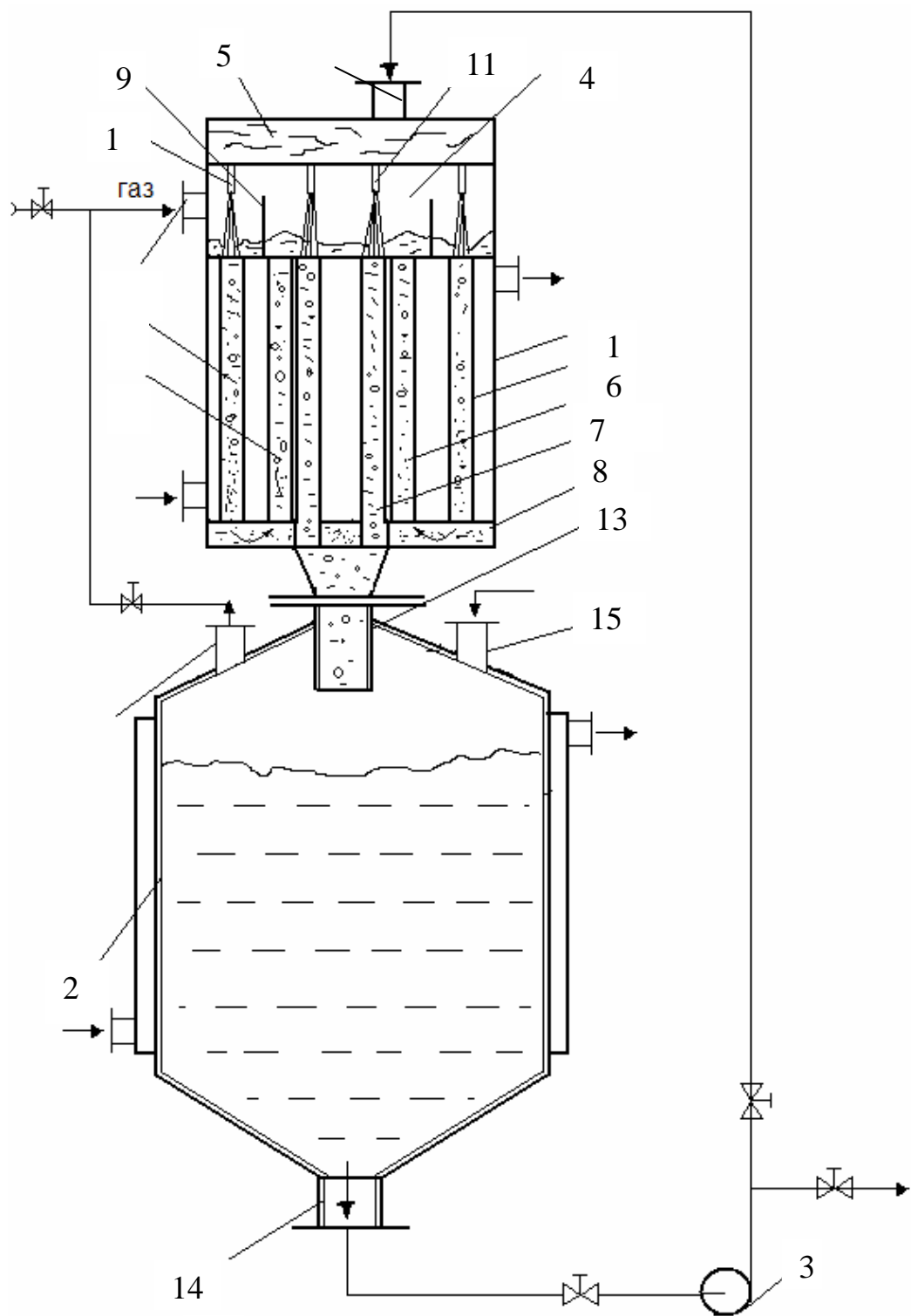


Рис. 1. Конструкция кожухотрубного струйно-инжекционного бродильного аппарата.

Список литературы

1. Акулов Н.И., Леденев В.П. «О производстве топливного биоэтанола в России». Ликероводочное производство и виноделие, 2005, №10, с. 4–5.
2. Новоселов А.Г, Тишин В.Б., Гуляева Ю.Н. Повышение эффективности промышленных ферментаторов. Вестник МАХ, М.: 1998, вып.1, с. 36–38
3. Анисимов С.А., Новоселов А.Г. Тишин В.Б. Культивирование хлебопекарных дрожжей в высококонцентрированных средах. Сб. стат. Машины, агрегаты, процессы и аппараты пищевой технологии. — Л.:, ЛТИХП, 1991, с. 22–27.
4. Тишин В.Б., Меледина Т.В., Новоселов А.Г. Пути повышения клеточной массы при выращивании *Saccharomyces cerevisiae* Hansen 1883 в ферментаторе струйно-инжекционного типа. Микология и фитопатология, 1994, т.28, вып.3, с. 45–50.

Enhancement of efficiency of alcohol production by carrying out some technological stages in one apparatus. Shell-and-tube jet-injection fermenter (STJIF)

Barakova N.V., Ibraghimov T.S., Natchetova M.F., Novosyolov A.G.

Saint-Petersburg State University of Refrigeration
and Food Engineering

Ways to enhance alcohol manufacture are scrutinized. The authors propose to carry out water heat treatment and fermentation in one apparatus, its design being given.

Keywords: alcohol, production efficiency.