УДК 66.047.6

Ломакина О.В., Воробьев А.М.

**СУШКА БИОМАССЫ В АППАРАТЕ С АКТИВНЫМ
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ**

Тамбовский государственный технический университет,

Россия, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112

Lomakina O.V., Vorobiev A.M.

**DRYING OF BIOMASS IN THE APPARATUS WITH THE ACTIVE
HYDRODYNAMIC MODE**

Tambov State Technical University,

Russia, g. Tambov, ul. Michurinskaya, 112

Аннотация: В статье рассматривается работа аппарата для обезвоживания суспензии биомассы на инертном носителе. Предложен оптимальный технологический режим процесса сушки, а также новые конструкции аппаратов с активными гидродинамическими режимами.

Ключевые слова: сушилка, биопродукт, улавливание.

Abstract: The article discusses a device for dewatering of a suspension of biomass on an inert carrier. An optimal technological process of drying, and new designs of devices with active hydrodynamic regimes.

Keywords: drying unit, starch, catching.

Вступление.

В последнее время в связи с развитием энергосберегающих технологий особенно остро ощущается необходимость оптимизации утилизации сточных вод микробиологической промышленности и в частности отходов спиртового производства, а именно картофельной барды, обладающей высокой концентрацией органических веществ. Так по данным НИИВОДГЕО количество органических веществ, сбрасываемых со сточными водами при

производстве дрожжей на заводе мощностью 6 тыс. тонн дрожжей в год, эквивалентно количеству органических загрязнений, вносимых городом с населением в 250 тыс. человек. Поэтому сброс неочищенных сточных вод дрожжевого производства на городские очистные сооружения (ОС) приводит к существенным перегрузкам последних и даже выходу из строя. Институтом НИИВОДГЕО разработан «Технологический регламент биологической очистки последрожжевой бражки с получением кормовой бактериальной биомассы». Технологическим регламентом предусмотрено ведение процесса очистки сточных вод дрожжевых заводов от органических загрязнений и одновременное получение бактериальной биомассы в процессе удаления органических загрязнений. Очистка сточных вод осуществляется биологическим методом в аэробных условиях в одну или две ступени в зависимости от условий сброса сточных вод. Получаемая в результате биосинтеза бактериальная биомасса содержит 3-4 % органических веществ, которые могут быть использованы в качестве удобрений или кормовых добавок в животноводстве. Однако ограниченный срок хранения подобных биопродуктов в виде суспензий приводит к необходимости их обезвоживания.

Обзор литературы.

Одним из перспективных направлений интенсификации процесса сушки влажных материалов является использование аппаратов с активными гидродинамическими режимами –фонтанирующих и сушилок с плотными закрученными слоями. Работа подобных аппаратов характеризуется высокой степенью турбулизации теплоносителя и значительной относительной скоростью движения взаимодействующих фаз, что обеспечивает высокие технико-экономические показатели процесса. Поиск в этом направлении привел к разработке целого ряда конструкций аппаратов для сушки влажных материалов в виде паст суспензий и растворов.

Входные данные и методы.

В этой серии аппаратов за базовый принят цилиндрический аппарат с нижним вводом теплоносителя (рис. 1).

Рис.1. Установка для сушки биопродуктов

*1-патрубок для ввода суспензии; 2-патрубок ввода сушильного агента;
3-поддерживающая решетка; 4-корпус аппарата; 5-патрубок вывода
отработанного сушильного агента*

Все подобные аппараты работают по единой схеме. В сушилку помещается инертный материал (гранулы полиэтилена, полипропилена, фторопласта и т.п.). Теплоноситель воздействует на инерт и приводит его во взвешенное состояние. При этом образуется фонтанирующий слой или плотный кольцеобразный закрученный поток инертных частиц (в случае тангенциального ввода теплоносителя), в который вводится суспензия биомассы. В результате многократного принудительного прохождения частицами инертного материала зон напыления суспензии и сушки, происходит рост пленки высушиваемого материала на грануле инерта. Распределяемый по поверхности инертных частиц материал, высушивается, истирается и выносится с потоком отработанного теплоносителя. В зависимости от свойств высушиваемого материала, требований технологии и выпускной формы продукта конкретные аппараты имеют конструктивные особенности, направленные на решение задач интенсификации тепло-массообмена, улучшения распределения влажного продукта по поверхности инертных частиц, усиления процессов

истирания и скалывания высушенных продуктов с поверхности инерта. Предложения по организации процесса сушки биопродуктов и аппаратурному оформлению его являются продолжением наших ранних разработок [1,2,3]. Нами были проведены исследования процесса сушки суспензии биомассы (спиртовой барды) в аппарате представленном на рис.1 при температуре теплоносителя 150°C . В качестве теплоносителя предлагается использование отходящих дымовых газов технологического процесса получения спирта.

При обезвоживании многих биопродуктов необходимо обеспечить минимальное время пребывания в зоне повышенной температуры и интенсивность процесса, а также его экономические показатели, что особенно актуально при переработке комкующихся материалов. Одним из факторов от которых зависят эти показатели является степень заполнения аппарата инертным носителем ϕ . На рис.2 показана зависимость производительности аппарата с закрученным слоем инертного материала при сушке биомассы при температуре теплоносителя 150°C от степени заполнения аппарата инертным носителем. Из графика видно, что максимальная производительность достигается при степени заполнения $\phi=0,153$. Дальнейшее увеличение ϕ приводит к нарушению гидродинамической обстановки в аппарате и, как следствие, к снижению производительности.

Рис. 2 Зависимость слоя производительности по испаренной влаге закрученного взвешенного слоя при степени заполнения $\phi=0,153$

При сушке материалов в аппаратах с активными гидродинамическими режимами, работающими преимущественно на вынос сухого материала, одной из основных проблем является улавливание готового продукта. В настоящее время в промышленности широко используется многоступенчатая очистка газов, где в качестве первой ступени применяют циклоны, а во второй обычно используют рукавные фильтры. Для полного улавливания высушенных материалов на заключительной стадии очистки газов, как правило, устанавливают скрубберы.

Результаты. Обсуждение и анализ.

Использование получивших в последнее время широкое распространение пылеуловителей со встречными закрученными потоками (ВЗП), позволяет снизить объем пылеулавливающей аппаратуры при высокой степени очистки. Необходимым условием для расчета пылеочистного оборудования и, в частности, аппаратов ВЗП, является знание дисперсного состава материала, выносимого из сушилки потоком теплоносителя. На рис.3 представлена гистограмма распределения частиц по размерам высушенной биомассы.

Рис. 3 Гистограмма дисперсного состава высушенной биомассы

Заключение и выводы.

Организация процесса сушки суспензий биопродуктов в представленной конструкции установки позволяет осуществить технологический процесс обезвоживания при значительной экономии энергетических ресурсов, производственных площадей и снизить стоимость пылеулавливающей аппаратуры при высокой степени очистки.

Литература

1. Сушилка для суспензий и пастообразных материалов / А.М.Воробьев и др. А.с. 1383067 СССР, МКИ F 26 В 17/10, № 4117862/24-06; заявл.15.09.1986// Изобретения (заявки и патенты). 1988. Бюл.№11. 23 марта.
2. Сушилка для суспензий и пастообразных материалов/ Г.С.Кормильцин и др. А.с. 1170250 СССР, МКИ F 26 В 17/10, № 3743342/24-06; заявл. 23.05.1985// Изобретения (заявки и патенты). 1985. Бюл. №28. 30 июля.
3. Сушилка / С.П. Рудобашта и др. А.с. 1295172 СССР, МКИ F 26 В 17/10, № 3980144/24-06; заявл. 22.10.1985// Изобретения (заявки и патенты). 1986. Бюл.№9. 7 марта.
4. Сушилка для растворов, суспензий и пастообразных материалов/ С.П. Рудобашта и др. А.с. 1121564 СССР, МКИ F 26 В 17/10. № 3599818/03-06; заявл.03.06.1983// Изобретения (заявки и патенты). 1984. Бюл.№40. 30 октября 1984.
5. *Воробьев А.М.* Сушка материалов в аппарате с двухфазным закрученным потоком: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Тамбов, 1989. 17 с.
6. *Воробьев А.М., Кормильцин Г.С.* Установка для сушки биопродуктов// Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки материалов в различных отраслях промышленности и агропромышленном комплексе. Сб. науч. статей Первых Международных Лыковских научных чтений. Курск: ЗАО «Университетская книга», 2015. С 160-161.
7. Сушилка/ А.М.Воробьев и др. А.с. 1416828 СССР, МКИ F 26 В 17/10, № 4117861/24-06; заявл.15.09.1986// Изобретения (заявки и патенты). 1988. Бюл.№28. 15 апреля.

8. *Воробьев А.М., Кормильцин Г.С., Першин В.Ф.* Сушилка свекловичной патоки// Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2014. Т.19. Вып.3. С. 948-949.

Статья отправлена 03.10.2016 г.

Ломакина О.В.