Биология

УДК 66.047.6

DOI: 10.17277/voprosy.2017.01.pp.009-013

УТИЛИЗАЦИЯ КАРТОФЕЛЬНОЙ БАРДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СПИРТА

А. М. Воробьев, О. В. Ломакина

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов, Россия*

Рецензент д-р техн. наук, профессор О. С. Дмитриев

Ключевые слова: биопродукт; сушилка; улавливание.

Аннотация: Рассмотрена работа аппарата для обезвоживания суспензии биомассы на инертном носителе. Предложен оптимальный технологический режим процесса сушки и новые конструкции аппаратов с активными гидродинамическими режимами.

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 ГНЦ РФ ОАО «Ордена Трудового Красного знамени комплексный научно-исследовательский институт водоснабжения, канализации, гидротехнических сооружений и инженерной гидрогеологии» (ГНЦ РФ ОАО НИИ ВОДГЕО) количество органических веществ, сбрасываемых со сточными водами при производстве дрожжей на заводе мощностью 6 тыс. т дрожжей в год, эквивалентно количеству органических загрязнений, вносимых городом с населением в 250 тыс. чел. Сброс неочищенных сточных вод дрожжевого производства на городские очистные сооружения приводит к существенным перегрузкам последних и даже выходу из строя. Институтом ГНЦ РФ ОАО

Воробьев Александр Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая механика и детали машин», e-mail: Fvd56@mail.ru; Ломакина Ольга Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Техническая механика и детали машин», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

НИИ ВОДГЕО разработан «Технологический регламент биологической очистки последрожевой 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.

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

Рис. 1. Установка для сушки биопродуктов:

- 1, 2 – патрубок для ввода суспензии и сушильного агента соответственно;
- 3 – поддерживающая решетка; 4 – корпус аппарата; 5 – патрубок вывода обработанного сушильного агента

Все подобные аппараты работают по единой схеме. В сушилку помещается инертный материал (гранулы полиэтилена, полипропилена, фторопласта и т.п.). Теплоноситель воздействует на инертный материал-носитель для сушки (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 высу-

шивается, 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 теплообмена, 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 его аппаратному оформлению являются продолжением разработок [1 – 3]. Проведенные исследования процесса сушки суспензии биомассы (спиртовой барды) в аппарате при температуре теплоносителя 150 °С (см. рис. 1). В качестве теплоносителя предложено 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 рисунке 2 показана зависимость производительности аппарата с закрученным слоем инертного материала при сушке биомассы при температуре теплоносителя 150 °С от степени заполнения аппарата инертным носителем. Из графика видно, что максимальная производительность достигается при степени заполнения $\varphi = 0,153$. Дальнейшее увеличение φ приводит к нарушению гидродинамической обстановки в аппарате и, как следствие, снижению производительности.

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.

Использование получивших в последнее время широкое распространение пылеуловителей со встречными закрученными потоками позволяет снизить объем пылеулавливающей аппаратуры при высокой степени очистки. Необходимым условием для расчета пылеочистного оборудования и данных аппаратов является знание дисперсного состава мате-

Рис. 2. Зависимость слоя производительности по испаренной влаге закрученного взвешенного слоя от степени заполнения аппарат инертным носителем

Рис. 3. Гистограмма дисперсного состава высушенной биомассы

риала, выносимого из сушилки потоком теплоносителя. На рисунке 3 представлена гистограмма распределения частиц по размерам высушенной биомассы.

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.

Список литературы

1. А.с. 1383067 СССР, МКИ F 26 В 17/10. Сушилка для суспензий и пастообразных материалов / В. М. Дмитриев, Г. С. Кормильцин, А. М. Воробьев, С. П. Рудобашта, А. А. Горелов, И. А. Белевитина. – № 4117862/24-06 ; заявл. 15.09.86 ; опубл. 23.03.88, Бюл. № 11. – 2 с.
2. А.с. 1170250 СССР, МКИ F 26 В 17/10. Сушилка для суспензий и пастообразных материалов / А. М. Воробьев, С. П. Рудобашта, Г. С. Кормильцин, А. А. Горелов, И. А. Белевитина. – № 3743342/24-06 ; заявл. 23.05.85 ; опубл. 30.07.85, Бюл. № 28. – 2 с.
3. А.с. 1295172 СССР, МКИ F 26 В 17/10. Сушилка / С. П. Рудобашта, Г. С. Кормильцин, А. Н. Цетович, В. Н. Ладыжский, А. А. Горелов, В. Д. Михайлик, А. М. Воробьев. – № 3980144/24-06 ; заявл. 22.10.85 ; опубл. 07.03.85, Бюл. № 9. – 2 с.
4. А.с. 1121564 СССР, МКИ F 26 В 17/10. Сушилка для растворов, суспензий и пастообразных материалов / С. П. Рудобашта, Г. С. Кормильцин, А. А. Горелов, В. Н. Ладыжский, В. А. Михайлов, А. Н. Железняков. – № 3599818/03-06 ; заявл. 03.06.83 ; опубл. 30.10.03.84, Бюл. № 40. – 3 с.
5. Воробьев, А. М. Сушка материалов в аппарате с двухфазным закрученным потоком : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.17.08 / А. М. Воробьев. – Тамбов, 1989. – 17 с.
6. Воробьев, А. М. Установка для сушки биопродуктов / А. М. Воробьев, Г. С. Кормильцин // Мат. веб-конф. Первых Междунар. Лыков. науч. чтений, посвященные 105-летию академика А. В. Лыкова «Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки мат. в различных отраслях пром-сти и агропромышл. комплексе», 22–23 сент. 2015 г. – М., 2015. – С. 160–161.
7. А.с. 1416828 СССР, МКИ F 26 В 17/10. Сушилка / А. М. Воробьев. – № 4117861/24-06 ; заявл. 15.09.86 ; опубл. 15.04.88, Бюл. № 28. – 2 с.
8. Воробьев, А. М. Сушилка свекловичной патоки / А. М. Воробьев, Г. С. Кормильцин, В. Ф. Першин // Вестн. Тамб. университета. Сер. Естеств. и техн. науки. – 2014. – Т. 19, Вып. 3. – С. 948–949.

References

1. Dmitriev V.M., Kormil'tsin G.S., Vorob'ev A.M., Rudobashta S.P., Gorelov A.A., Belevitina I.A. *Sushilka dlya suspenzii i pastoobraznykh materialov* [Dryer suspensions and pasty materials], USSR, 1988, Certificate of authorship 1383067. (In Russ.)

2. Vorob'ev A.M., Rudobashta S.P., Kormil'tsin G.S., Gorelov A.A., Belevitina I.A. *Sushilka dlya suspenzii i pastoobraznykh materialov* [Dryer suspensions and pasty materials], USSR, 1985, Certificate of authorship 1170250. (In Russ.)
 3. Rudobashta S.P., Kormil'tsin G.S., Tsetovich A.N., Ladyzhskii V.N., Gorelov A.A., Mikhailik V.D., Vorob'ev A.M. *Sushilka* [Dryer], USSR, 1985, Certificate of authorship 1295172. (In Russ.)
 4. Rudobashta S.P., Kormil'tsin G.S., Gorelov A.A., Ladyzhskii V.N., Mikhailov V.A., Zheleznyakov A.N. *Sushilka dlya rastvorov, suspenzii i pastoobraznykh materialov* [Dryer solutions, suspensions and paste-like materials], USSR, 1984, Certificate of authorship 1121564. (In Russ.)
 5. Vorob'ev A.M. *Extended abstract of candidate's of technical thesis*, Tambov, 1989, 17 p. (In Russ.)
 6. Vorob'ev A.M., Kormil'tsin G.S. *Materialy veb-konferentsii. Pervye Mezhdunarodnye Lykovskie nauchnye chteniya, posvyashchennye 105-letiyu akademika A. V. Lykova "Aktual'nye problemy sushki i termovlazhnostnoi obrabotki materialov v razlichnykh otraslyakh promyshlennosti i agropromyshlennom komplekse"* [Materials Web conference. Lykovskie first International Scientific Conference dedicated to the 105th anniversary of academician AV Lykov "Actual problems of drying and hydrothermal treatment of materials in a variety of industries and agro-industrial complex"], 22-23 September 2015, Moscow, 2015, pp. 160-161. (In Russ.)
 7. Vorob'ev A.M. *Sushilka* [Dryer], USSR, 1988, Certificate of authorship 1416828. (In Russ.)
 8. Vorob'ev A.M., Kormil'tsin G.S., Pershin V.F. [Dryer beet molasses], *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya Estestvennyye i tekhnicheskie nauki* [Tambov University reports. Series: Natural and Technical sciences], 2014, vol. 19, issue 3, pp. 948-949. (In Russ.)
-

Utilization of Potato Stillage in Production of Alcohol

A. M. Vorobyev, O. V. Lomakina

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: bio-product; drying unit; recovery.

Abstract: The article discusses a device for dewatering of a suspension of biomass on an inert carrier. The authors propose an optimal process of drying and new designs of devices with active hydrodynamic modes.

© A. M. Воробьев, О. В. Ломакина, 2017