

# ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭКСТРАКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**В.Н. Хмелев, С.Н. Цыганок, В.А. Шакура**

*Бийский технологический институт (филиал) АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Бийск*

Статья посвящена перспективам разработки линии по производству экстрактов с применением ультразвуковых технологий. Подробно описаны преимущества продукта, его новизна, а также экономическая целесообразность разработки.

*Ключевые слова:* экстракция, технологическая линия, ультразвук.

## ВВЕДЕНИЕ

В различных отраслях производства существуют одинаковые проблемы при производстве новых продуктов. При реализации растворения, диспергирования, эмульгирования, экстракции, дегазации и т.п. необходимо осуществлять воздействие в дисперсных средах с жидкой фазой. Если новый продукт надо получить в твердом или порошкообразном виде, то необходимо использовать распыление с последующей сушкой, т.е. осуществлять воздействие в газодисперсных средах. На завершающем этапе необходимо решать проблему упаковки получаемого продукта, оказывая воздействие на среды с твердой фазой.

Проблема в том, что все стадии или этапы производства нового продукта разнообразны, и все они требуют своего (индивидуального) подхода по ускорению.

Одним из способов интенсификации вышеуказанных технологических процессов является энергетическое воздействие механическими колебаниями ультразвуковой частоты высокой интенсивности на сам технологический процесс. Существует большое количество ультразвукового технологического оборудования, как отечественного, так и импортного, которое позволяет реализовать отдельные технологии. Это ультразвуковые экстракторы, распылители, диспергаторы, ультразвуковые аппараты для сварки термопластичных материалов и т.п. [1–3].

Обобщенным недостатком такого оборудования является его узкая ориентация, направленная на интенсификацию одного или нескольких подобных технологических процессов.

Таким образом, при производстве новых продуктов необходимо предложить такое техническое решение, которое позволило бы учесть все положительные аспекты ультразвукового воздействия на разных стадиях. Одним из возможных решений является объединение в одной технологической линии нескольких узкоспециализированных технологических ультразвуковых аппаратов. Данное объединение позволит достичь синергетического эффекта.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Технологическая линия будет предназначена для экстракции растительного сырья с целью извлечения полезных веществ в порошкообразном или жидком виде, упакованных в герметичную тару. Она будет состоять из различных ультразвуковых аппаратов специализированного назначения и вспомогательного оборудования.

На линии предполагается реализовать следующие стадии производства.

Измельчение исходного сырья до заданной фракции.

Добавление экстрагента в заданной пропорции для извлечения полезных веществ.

Экстракция с одновременным перемешиванием с целью извлечения полезных веществ.

Распыление с одновременной сушкой готового жидкого экстракта. При этом экстрагент может быть возвращен на стадию два, для повторного использования.

Дозировка получаемых полезных веществ (в порошкообразном виде) с одновременной упаковкой в герметичную тару (возможна упаковка жидких экстрактов).

Для интенсификации процесса экстракции следует применять воздействие высокоинтенсивными механическими колебаниями ультразвуковой частоты. Технически это достигается за счет применения ультразвуковых технологических аппаратов серий «ВОЛНА», «ВОЛНА-М» и «БУЛАВА». Кавитационное воздействие способно значительно ускорить процесс экстракции (увеличение скорости протекания процесса в сотни раз и выхода полезных веществ) по сравнению с другими способами интенсификации.

Для получения аэрозоля с заданной дисперсностью каплей используется распыление с колеблющейся поверхностью. Технически это достигается за счет применения аппаратов ультразвукового распыления жидкостей серии «ГУМАН». Ультразвуковое распы-

ление позволяет контролировать размер получаемого аэрозоля (диаметр капель и распределение).

Получение порошкообразных полезных веществ из аэрозоля планируется достигнуть за счет принудительной конвективной сушки (инфракрасными нагревателями). Для интенсификации процесса сушки предполагается применять ультразвуковое воздействие через газовые промежутки. Технически это достигается за счет применения ультразвуковых аппаратов серии «СОЛОВЕЙ». Создание знакопеременного акустического давления в газовой среде приведет к увеличению скорости сушки в разы.

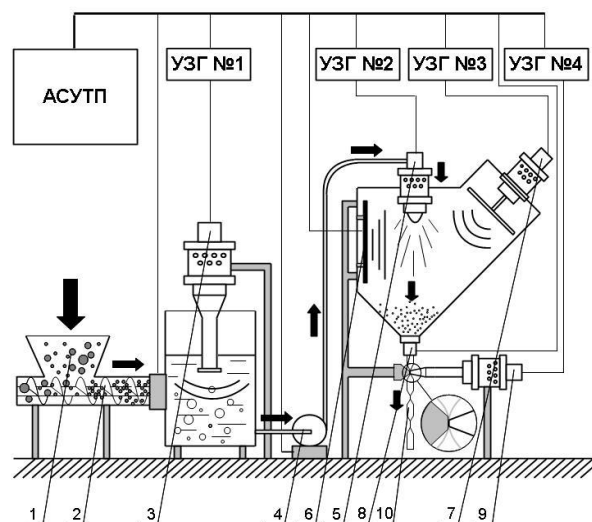
Герметизация швов при упаковке получаемых порошкообразных полезных веществ в тару из термопластичных материалов будет осуществляться при помощи высокоинтенсивных механических колебаний ультразвуковой частоты. Технически это достигается за счет применения аппаратов ультразвуковой сварки серий «ГИМИНЕЙ-УЛЬТРА», «ГИМИНЕЙ-Ш». Под действием ультразвуковых колебаний сформируется качественный и герметичный сварной шов между двумя свариваемыми термопластичными материалами, без нагрева последних до температуры плавления и при наличии посторонних веществ (пыль, влага) в зоне формирования сварного шва.

Таким образом, имея на входе лишь растительное сырье, на выходе линии будут получены порошкообразные или жидкие полезные вещества, упакованные в герметичную тару, т.е. продукция готовая к реализации или дальнейшему применению.

Конструктивная схема процесса производства экстрактов представлена на рис. 1.

Растительное сырье вместе с экстрагентом 1, измельчается при помощи шнека 2. Смесь поступает в ультразвуковой экстрактор 3. Получаемый жидкий экстракт, содержащий полезные извлеченные вещества, при помощи насоса 4 подается в колонну для сушки. Аэрозоль создается при помощи ультразвукового распылителя 5. Температура для испарения экстрагента создается и поддерживается нагревателем 6. Для ускорения процесса сушки получаемый аэрозоль находится в знакопеременном акустическом поле, создаваемом ультразвуковым излучателем 7. Получаемый порошкообразный продукт, содержащий полезные извлеченные вещества, поступает в дозатор 8. Упаковка в герметичную тару осуществляется при помощи аппарата для ультразвуковой сварки 9 и получается готовый упакованный продукт 10. Конечный продукт может использоваться в качестве технологического оборудования для перерабатывающей промышленности, например: пищевой, фармацевтической, химической.

На исходный момент созданы отдельные аппараты и технологии, которые можно объединить в рамках комплексного решения проблемы, для создания нового продукта.



АСУТП – автоматизированная система управления технологическим процессом; УЗГ – ультразвуковой генератор; 1 – экстрагент; 2 – шнек; 3 – аппарат для ультразвуковой экстракции; 4 – насос; 5 – аппарат для ультразвукового распыления; 6 – нагреватель; 7 – аппарат для ультразвуковой сушки; 8 – дозатор; 9 – аппарат для ультразвуковой сварки; 10 – готовый упакованный продукт

**Рис. 1. Конструктивная схема линии производства экстрактов с применением ультразвуковых технологий**

Для ультразвуковой экстракции применяются аппараты серии «ВОЛНА», «ВОЛНА-М», «ПОТОК», «БУЛАВА» и «БУЛАВА-П». Потребляемая мощность от 200 ВА до 8000 ВА. Различные варианты исполнения. Частота ультразвукового воздействия 18 кГц, 22 кГц, 30 кГц.

Для ультразвукового распыления – аппараты серии «ТУМАН». Потребляемая мощность от 100 ВА до 400 ВА. Различная производительность распыления. Частота ультразвукового воздействия 22 кГц, 35 кГц, 44 кГц.

Для ультразвуковой сушки – аппараты серии «СОЛОВЕЙ». Потребляемая мощность от 100 ВА до 600 ВА. Различные варианты исполнения. Интенсивность звукового давления до 150 ДБ. Частота ультразвукового воздействия 22 кГц.

Для ультразвуковой сварки – аппараты серий «ГИМИНЕЙ-УЛЬТРА» и «ГИМИНЕЙ-Ш». Потребляемая мощность от 100 ВА до 3000 ВА. Разные способы формирования сварного шва (непрерывный и шовно-прессовый). Частота ультразвукового воздействия 22 кГц, 27 кГц.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предложенный подход будет максимально использовать все преимущества, предоставляемые ультразвуковым воздействием в жидких, твердых и газообразных средах в одном технологическом процессе.

Большая номенклатура ультразвукового оборудования, выпускаемого ООО «Центр ультразвуковых

технологий АлтГТУ» и которое может применяться в линии, опыт создания различных линий специалистами ООО «Центр ультразвуковых технологий», позволит изготавливать технологические линии для экстракции растительного сырья на различную производительность и для разного растительного сырья – от килограмм до тонн полезных веществ в рабочую смену [4].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хмелев В.Н., Леонов Г.В., Барсуков Р.В., Цыганок С.Н., Шалунов А.В. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности, сельском и домашнем хозяйстве. [Текст] / Барнаул, АлтГТУ, pp. 400, 2007.
2. Хмелев В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности [Текст] / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин,

Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203с.

3. Хмелев В.Н. Ультразвуковое распыление жидкостей: монография [Текст] / В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, А.В. Шалунова; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 272 с.

4. Центр ультразвуковых технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.u-sonic.com>

*Хмелев Владимир Николаевич – д.т.н., профессор, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел.: (3854) 43-25-81, e-mail: [vnh@bti.secna.ru](mailto:vnh@bti.secna.ru);*

*Цыганок Сергей Николаевич – к.т.н., доцент, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел. (3854) 432570, e-mail: [grey@bti.secna.ru](mailto:grey@bti.secna.ru).*

*Шакура Владислав Анатольевич – аспирант, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова*