DOI: 10.17117/na.2016.11.02.090

<http://ucom.ru/doc/na.2016.11.02.090.pdf>

Поступила (Received): 24.11.2016

Гуськов А.А., Шушпанников М.В. Обоснование выбора двухступенчатого ЖВН для тепло-массообменных процессов при переработке растительных материалов

**Guskov A.A., Shushpannikov M.V.
The rationale for the selection of two-stage liquid
ring vacuum pumps for the heat-mass transfer
processes in the processing of plant materials**

Проведен обзор условий обеспечения продовольственной безопасности. Описаны основные тепло-массообменные процессы при переработке растительного сырья за счет применения щадящих режимов с использованием вакуумных технологий для сохранения максимального количества биологически активных веществ. Проведен анализ усовершенствованных жидкостнокольцевых вакуумных насосов для процессов выпаривания, сушки, экстрагирования

Ключевые слова: жидкостнокольцевые вакуумные насосы, вакуум, тепло-массообменные процессы

A review of the conditions of food security. Describes the basic heat and mass exchange processes in the processing of vegetable raw materials through the use of sparing modes with the use of vacuum technology to preserve the maximum number of biologically active substances. The analysis of the advanced liquid ring vacuum pumps for evaporation, drying, extraction

Key words: liquid ring vacuum pumps, vacuum, heat and mass exchange processes

Гуськов Артем Анатольевич
Старший преподаватель
Тамбовский государственный технический университет
г. Тамбов, ул. Советская, 106

Guskov Artem Anatolievich
Senior Lecturer
Tambov state technical university
Tambov, Sovetskaya st., 106

Шушпанников Михаил Викторович
Студент
Тамбовский государственный технический университет
г. Тамбов, ул. Советская, 106

Shushpannikov Mikhail Viktorovich
Student
Tambov state technical university
Tambov, Sovetskaya st., 106

В современных экономических и геополитических условиях одной из важнейших составляющих национальной безопасности России является продовольственная безопасность. Хотя наша страна и располагает значительным ресурсным потенциалом для производства продовольствия, потребность в нём в достаточном количестве не обеспечивается.

Важным условием обеспечения продовольственной безопасности является доступность продуктов питания, что означает безотказное их поступление в места потребления в объемах и ассортименте, соответствующих спросу и нормам, установленным для потребителей, а также возможностью приобретения различными группами населения.

Лишь небольшая часть сельскохозяйственной продукции непосредственно поступает от производителя к конечному потребителю. Большую её часть (а некоторые виды сырья полностью) вначале сохраняют, подрабатывают или перерабатывают в различных звеньях народного хозяйства. Важнейшей задачей является сохранение продуктов растениеводства до времени их использования. Можно повысить урожайность всех культур и резко увеличить их валовые сборы, но при этом не получить должного эффекта, если на различных этапах продвижения продуктов к потребителю произойдут большие потери массы и качества.

Несмотря на бурное развитие науки и техники значительная часть урожая теряется при его сборе. По данным Международной организации по продовольствию и сельскому хозяйству (FAO), потери зерна и зернопродуктов при хранении ежегодно составляют 10–15%, потери картофеля, овощей и плодов – 20–30%. Потери продуктов при хранении – следствие их физических и физиологических свойств. Только зная природу продуктов, происходящих в них процессах, разработанных режимов хранения, можно свести потери до минимума, что способствует реальному росту урожайности.

При переработке продукции важную роль играет сохранение в них биологически активных веществ (БАВ). В рационе питания населения большинства развитых стран мира наблюдается дефицит в отношении полиненасыщенных жирных кислот (омега-3 и омега-6), растворимых и нерастворимых пищевых волокон (пектин, камеди слизи, целлюлоза и др.), витаминов (группы В, Е и др.), широкого спектра витаминоподобных веществ природного происхождения (L-карнитин, убихинон, холин, метилметионинсульфоний, липоевая кислота и др.), макроэлементов (кальций и др.), микроэлементов (йод, железо, селен, цинк и др.) [1].

Перспективными направлениями производства продуктов питания с высоким содержанием БАВ является их обогащение сушеными плодовоовощными ингредиентами. Сохранение максимального количества БАВ возможно лишь только за счёт применения щадящих режимов обработки сырья на усовершенствованном оборудовании.

При переработке растительного сырья наиболее распространены тепло-массообменные процессы: сушка, выпаривание, экстрагирование. Создание щадящих режимов в них заключается в пониженных температурах и сокращении времени переработки за счет использования вакуумных технологий [2].

Одной из самых распространенных является сушка, которая представляет собой процесс удаления влаги, путем её испарения из твердых, пастообразных форм, суспензий и растворов [3]. Одновременно являясь одним из энергоемких процессов в сельском хозяйстве. С помощью сушки получают следующие ингре-

диенты и продукты: овощные и фруктовые чипсы, порошки, которые добавляют в продукты функционального назначения, хлебобулочные и кондитерские изделия и др. [2].

Процесс выпаривания заключается в том, что путём нагревания (иногда понижения давления) некоторую часть растворителя переводят в парообразное состояние и в виде пара удаляют из жидкой смеси. Концентрированные растворы и твёрдые вещества, получаемые в результате выпаривания, легче и дешевле перерабатывать, хранить и транспортировать (концентрированные соки, настои и т.д.) [5].

В процессе экстрагирования из твердых или квазитвердых тел, каковыми являются большинство материалов растительного или животного происхождения, служащих сырьем в пищевой технологии, с помощью жидкого растворителя извлекаются компоненты, которые используются в основном производстве для получения конечного продукта либо имеют второстепенное значение, но обеспечивают замкнутый технологический цикл – безотходное производство. С помощью экстрагирования производят переработку сахарной свеклы, подсолнечника, сои, зерновых культур и др.

Однако, в современных рыночных условиях первостепенной задачей является снижение затрат на производство и реализацию продукции, экономия производственных ресурсов. В вакуумных технологиях для достижения данных задач целесообразна разработка и внедрение новых универсальных установок на базе энергоэкономичных жидкостнокольцевых вакуумных насосов (ЖВН) [6, 9], т.к. их конструктивно-кинематические параметры позволяют откачивать различные газы, в том числе и те газы, которые содержат пары, капельную жидкость и твёрдые инородные включения [7, 8].

На кафедре «Техническая механика и детали машин» ТГТУ разработан целый ряд ЖВН применительно к процессам АПК: для достижения предельного вакуума в интервале от 100 до 10 кПа – одноступенчатый ЖВН с автоматическим регулированием проходного сечения нагнетательного окна, позволяющий повысить коэффициент полезного действия (КПД), производительность [10]; для создания вакуума 10-2 кПа – двухступенчатый ЖВН, позволяющий повысить КПД и снизить затраты энергии на процесс вакуумирования [11] и др.

Для снижения энерготрат при работе на разных давлениях всасывая, разных рабочих жидкостях и технологических процессов с изменяемыми термодинамическими параметрами (температура откачиваемых газов и паров), требующих повышения предельного вакуума, разработана конструкция двухступенчатого ЖВН, организующей двухступенчатый процесс вакуумирования, при котором осуществляется переналадка работы машины, заключающаяся в изменении отношения частот вращения первой и второй ступеней, в зависимости от установочной степени повышения давления, определяющей устойчивую работу на предельном вакууме. С помощью механизма регулирования изменяется передаточное отношение двухдискового лобового вариатора в пределах 1,15 – 1,35 [12].

Выводы

Использование усовершенствованных энергоэффективных конструкций ЖВН для процессов тепломассообмена позволит увеличить перечень

наименований сельскохозяйственного сырья для переработки. Работа универсальных установок на щадящих режимах позволит улучшить качество конечной продукции и снизить затраты энергии на выполнение этих процессов.

Список используемых источников:

1. Тутельян В.А. Научные основы здорового питания. М.: Панорама, 2010. 816 с.
2. Иванова Е.П., Родионов Ю.В., Иванова И.В. Вакуумная техника и технологии в производстве продуктов питания функционального назначения // Инновационные технологии в производстве функциональных продуктов питания. Мичуринск, 2014. С. 76-82.
3. Рудобашта С.П. Теплотехника: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия». М.: Издательство «Перо», 2015. 672 с.
4. Скрипников Ю.Г., Митрохин М.А., Ларионова Е.П., Родионов Ю.В., Зорин А.С. Инновационные технологии сушки растительного сырья // Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского. 2012. № 3. С. 371-376.
5. Емельянов А. А., Золотарев А. Г., Долженков В. В., Емельянов К. А. Порошки и пасты из натуральных соков, полученные при пониженных температурах в вакууме // Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования, образование. Т. 10: Сб. тр. IV МНПК «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007, с. 188-189.
6. Воробьев В.Б., Климов А.М., Родионов Ю.В., Преображенский В.А., Скворцов Д.В. Энергоэффективность двухступенчатой сушки растительного сырья // Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского. 2011. № 3. С. 361-365.
7. Платицин П.С., Преображенский В.А., Родионов Ю.В. Методика подбора жидкостнокольцевых вакуум-насосов для технологических процессов агропромышленного комплекса // Альманах современной науки и образования. 2012. № 8. С. 133-137.
8. Завражнов А.И., Митрохин М.А., Пальчиков Е.В., Родионов Ю.В., Преображенский В.А., Воробьев В.Б. Применение жидкостнокольцевых вакуумных насосов при сушке растительного сырья // Проблемы развития АПК региона. 2014. Т. 17. № 1-17 (17). С. 63-67.
9. Родионов Ю.В., Однолько В.Г., Попова И.В. Обоснование выбора вакуумных насосов для конвективной вакуумной ступени сушки растительных материалов // Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского. 2009. № 6 (20). С. 106-110.
10. Пат. 2303166 Российская Федерация, МПК F04C15/00. Жидкостно-кольцевая машина с автоматическим регулированием проходного сечения нагнетательного окна / Волков А.В., Воробьев Ю.В., Никитин Д.В., Попова В.В., Родионов Ю.В., Свиридов М.М.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Тамб. ГТУ». № 2005116616/06; заявл. 31.05.2005; опубл. 20.07.2007, Бюл. № 20. 5 с.: 1 ил.
11. Пат. 2411396 Российская Федерация, МПК F04C7/00, F04C19/00. Двухступенчатая жидкостно-кольцевая машина / Воробьев Ю.В., Захоржевский С.Б., Родионов Ю.В., Максимов В.А., Никитин Д.В., Букин А.А., Свиридов М.М.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Тамб. ГТУ»; ООО «Навакс». № 2009119099/06; заявл. 20.05.2009; опубл. 10.02.2009, Бюл. № 4. 5 с.: 1 ил.
12. Пат. 2551449 Российская Федерация, МПК F04C7/00, F04C19/00. Двухступенчатая жидкостно-кольцевая машина / Гуськов А.А., Никитин Д.В., Платицин П.С., Родионов Ю.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тамб. ГТУ». № 2014127083/06; заявл. 02.07.2014; опубл. 27.05.2015, Бюл. № 15. 6 с.

© 2016, Гуськов А.А., Шушпанников М.В.
Обоснование выбора двухступенчатого ЖВН для тепло-массообменных процессов при переработке растительных материалов

© 2016, Guskov A.A., Shushpannikov M.V.
The rationale for the selection of two-stage liquid ring vacuum pumps for the heat-mass transfer processes in the processing of plant materials