

## ПРИМЕНЕНИЕ ВАКУУМА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: канд. техн. наук Данильчик С. С.*

В пищевой промышленности для длительного хранения и консервирования пищевых продуктов используют вакуумную сушку.

Вакуумная сушка – одна из технологий консервации пищевых продуктов, гарантирующая длительное хранение. Продукты, высушенные и герметично упакованные, могут храниться несколько лет в неконтролируемых температурных условиях.

Процесс вакуумной сушки делится на три этапа: замораживание, первичная сушка и вторичная сушка:

– на первом этапе материал замораживают полностью до образования льда, при этом давление паров воды должно быть ниже тройной фазовой точки (4,58 мм рт.ст., 0 °С);

– на втором этапе происходит первичная сушка путем сублимации льда. Давление в сушильной камере значительно ниже давления паров льда, благодаря вакууму. Продукт нагревается и начинается процесс сублимации – водяные пары изнутри продукта поднимаются на его поверхность, а затем собираются на конденсаторе. Вместе с тем в продукте образуются поры за счет пространства, которое раньше занимали кристаллы льда;

– на стадии вторичной сушки остатки воды удаляют путем десорбции из высушенного слоя продукта – этот этап выполняется путем повышения температуры и за счет снижения давления пара в сушильной камере.

Перед сублимационной вакуумной сушкой продукты предварительно быстро замораживают до температуры -30 °С. После этого при низких температурах -15...-20 °С в вакуумных условиях из продуктов выводят воду, что приводит к их высушиванию. При низких температурах влага в продуктах содержится в виде

льда. Твёрдое состояние влаги сразу изменяется на газообразное состояние, не проходя жидкую стадию, в результате чего объём воды в продуктах сокращается на 75 – 90%. При этом испаряется вся свободная вода и часть связанной. После удаления влаги продукты досушивают при высоких температурах +40...+80 °С, ликвидируя, таким образом, оставшуюся воду.

Последние несколько лет метод вакуумной сушки все активнее используется для производства сухофруктов, наряду с традиционными методами сушки. Некоторые эксперты полагают, что в будущем вакуумная сушка вытеснит традиционные методы, связанные с нагреванием перерабатываемых продуктов, при котором происходит коагуляция белков и неизбежно приводит к потере питательных свойств. В то время как вакуумная сушка сохраняет большинство исходных свойств сырья – форма, аромат, цвет, вкус, текстура, биологическая активность, питательная ценность, витамины и минералы, и продукты остаются «сырыми» с точки зрения свежести.

В одном из многочисленных научных исследований на эту тему анализировалось влияние обработки ряда фруктов и овощей (клубника, лайм, апельсин, черная смородина, брокколи и красный перец) методом вакуумной сушки на их питательные характеристики. Результаты показали, что клубника после обработки сохранила 100% содержания витамина С и фенольных компонентов, при этом потеря «общей антиоксидантной способности» составила только 8%. Для сравнения, у просто охлажденной клубники после 7 дней хранения потеря витамина С составила порядка 19%, а «общей антиоксидантной способности» – 23%, кроме того, исследования обнаружили значительную потерю в фенольных компонентах – 82%.

Вдобавок были проведены исследования, посвященные изучению влияния длительности хранения вакуумной сушки продуктов на сохранность в них питательных свойств. В частности, в сельскохозяйственных институтах Чосера и Ньюкасла были выполнены эксперименты на предмет сохранности пита-

тельных характеристик вакуумной сушки клубники в течение 12 месяцев. Исследуемые образцы анализировались 1 раз в квартал в течение года на предмет содержания витаминов и минералов. Так, потери витамина С в продуктах составляли всего 1,8% в месяц.

УДК 669.295.2

Селюта В. А.

## **ВЛИЯНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ УСТАНОВКИ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО АЗОТИРОВАНИЯ МОДЕЛИ AR-63-950-1400/3000 НА ВРЕМЯ ОТКАЧКИ КАМЕРЫ**

*ФТИ НАН Беларуси, г. Минск*

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Латушкина С. Д.*

В настоящее время поступают запросы от предприятий на упрочнение длинномерных деталей методом ионного азотирования.

В конструкции дизелей большой мощности (500 и более л.с.) используются длинномерные (длина более 2000 мм) коленчатые валы, которые упрочняются путём азотирования. Для обеспечения возможности упрочнять длинномерные детали, мы модернизировали установку ионного азотирования модели AR-63-950-1400/3000. Модернизация заключалась в увеличении длины загрузки путём использования в конструкции камеры дополнительного промежуточного цилиндра.

Поскольку объём нашей камеры увеличится, то нужно проверить, на какую же величину возрастет время откачки камеры до остаточного давления 30 Па и нужно ли будет изменить вакуумную систему.

Для создания вакуума в камере используется насос двухроторный НВД-200 с быстротой откачки  $S_H = 50$  л/с, а для предварительного его разряжения используется насос золотниковый АВЗ-20Д с быстротой откачки  $S_H = 20$  л/с.