

УДК 664.87.004.4.012.7

Профессор Г.В. Калашников,
старший преподаватель Е.В. Литвинов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств.
тел. (473) 255-38-96

E-mail: kagen5@yandex.ru, zenlit@yandex.ru

Professor G.V. Kalashnikov, associate professor E.V. Litvinov
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of machines and devices
of food manufactures.
phone (473) 255-38-96
E-mail: kagen5@yandex.ru, zenlit@yandex.ru

Линия производства сушеных яблок, груш, моркови, тыквы и чипсов

The line for production of dried apples, pears, carrots, pumpkin and chips

Реферат. Линия предназначена для переработки плодовоовощного сырья и получения сушеных яблок, груш, моркови, тыквы и плодовоовощных чипсов. Линия решает задачи повышения качества готового продукта и тепловой эффективности производства за счет более рационального чередования технологических режимов влагоприращения и влагоудаления с высокой степенью использования энергетического потенциала теплоносителя, применения одинакового по виду инертного теплоносителя (пара) для технологических тепловых процессов, снижения удельных энергозатрат и металлоемкости, а также интенсификации влагоиспарения и создания компактной многофункциональной технологической линии для производства плодовоовощных продуктов с расширенным ассортиментом. Технологическая линия производства сушеных яблок, груш, моркови, тыквы и плодовоовощных чипсов включает моечную машину, инспекционный транспортер, калиброватель, машину для удаления семенного гнезда и устройство резки плодов и овощей на пластины, сульфитатор, сушилку и расфасовочно-упаковочный автомат. При этом линия содержит комбинированный тороидальный аппарат для влаготепловой обработки непрерывного действия, разделенный на секции: секцию подогрева сырья, секцию конвективной сушки, секцию предварительной гидротермической обработки, которая расположена между секциями СВЧ-сушки, и секцию охлаждения высушенного продукта, предназначенную для доведения продукта до конечной готовности. В линии предусмотрен комплекс оборудования из барабанной машины с моечным блоком и многофункциональной установки с дроблением сырья и отделением семечек с учетом типа сырья. Используются рециркуляционный контур, подогрев исходного сырья, отработанные после сушки пар и конденсат в замкнутом контуре для создания энергосберегающей технологии производства готового продукта. Линия представляет собой модульные блоки и перенастраивается в зависимости от вида получаемых сушеных яблок, груш, тыквы или плодовоовощных чипсов на основе разработанных ресурсосберегающей схемы и комбинированной конвективно-СВЧ сушки сырья.

Summary. The line is intended for processing of fruit and vegetable raw materials and receiving dried apples, pears, carrots, pumpkins and the fruit-and-vegetable of chips. The line solves problems of improvement of quality of a ready-made product and thermal production efficiency due to more rational alternation of the technological modes of a moisture increment and dehumidification with high extent of use of an energy potential of the heat carrier, use of the inert heat carrier (steam) identical by the form for technological thermal processes, decrease in specific energy consumption and metal consumption, and also an intensification of moisture evaporation and creation of the compact multipurpose technological line for production of fruit and vegetable products with the expanded range. The technological production line of dried apples, pears, carrots, pumpkin and fruit and vegetable chips contains the jet washer, the inspection conveyor, the size grader, the car for removal of a seed nest and the device are sharp fruits and vegetables on plates, the sulfiter, the dryer and the packing automatic packing machine. Thus the line contains the combined toroidal device for heat-moisture of handling continuous action divided into sections: section of heating of raw materials, section of convective drying, section of preliminary hydration, which is located between microwave drying sections, and the section of cooling of the dried-up product intended for bringing a product to final readiness. The equipment complex from the drum car with the washing block and multipurpose installation with crushing of raw materials and office of sunflower seeds taking into account raw materials type is provided in lines. Are used recirculation a contour, the heating of the initial raw material fulfilled after drying of pairs and a condensate in the closed contour for creation energy-saving of the "know-how" of a ready product. The line represents modular blocks and is recustomized depending on a type of the received dried apples, pears, pumpkins or the fruit-and-vegetable of chips on the basis of the developed resource-saving scheme and the combined convection-microwave-drying drying of raw material.

Ключевые слова: ресурсосберегающая технология, сушеные яблоки, груши, морковь, тыква, плодовоовощные чипсы.

Keywords: resource-saving technology, dried apples, pears, carrots, pumpkin, fruit and vegetable chips.

Известное оборудование для переработки плодоовощного сырья, сушки плодов и овощей отличается низкой тепловой эффективностью и степенью использования потенциала теплоносителя, высокими удельными энергетическими затратами на единицу высушенного продукта, значительной продолжительностью процесса, необходимостью вспомогательных погрузо-разгрузочных и транспортно-складских стадий, повышенными энергетическими затратами [1, 2].

Цель работы состояла в создании ресурсосберегающей линии для переработки плодоовощного сырья и получения сушеных яблок, груш, моркови, тыквы и плодоовощных чипсов.

Решение данной задачи основывается на анализе тепловой и энергетической эффективности исследованных влаготепловых процессов переработки плодоовощного сырья и созданной ресурсосберегающей технологической схемы переработки сырья для производства сушеной продукции и плодоовощных чипсов [1, 3, 4].

На основании проведенных экспериментальных исследований и полученных теоретических данных была разработана ресурсосберегающая машинно-аппаратурная схема линии переработки плодов и овощей [1, 5].

Линия предусматривает процессы влаготепловой обработки растительного сырья с использованием комбинированного энергоподвода и переменного влаготеплового воздей-

ствия, реализующих осциллированную обработку плодов и овощей в установке рециркуляционного типа. При этом достигается обеспечение готовых сушеных продуктов высокой пищевой ценности при сокращении энергозатрат и потерь сырья.

Линия производства сушеных яблок, груш, моркови, тыквы и плодоовощных чипсов является модульного типа в виде отдельных блоков и перенастраивается в зависимости от вида получаемой готовой продукции.

Для сушеных изделий используются блоки с конвективной сушкой, а для плодоовощных чипсов добавляются блоки с СВЧ-энергией. Применение постадийной подачи электромагнитного воздействия на завершающих технологических этапах обработки сырья обусловлено требованием досушивания изделий и необходимостью обеспечения заданного качества плодоовощных чипсов.

Предложенная линия основывается на разработанном способе постадийной комбинированной конвективно-СВЧ-сушки при производстве сушеных продуктов [3].

Разработанная ресурсосберегающая машинно-аппаратурная схема линии показана на примере производства фруктовых яблочных чипсов (рисунок 1) [5]. Данная линия предусматривает предварительную очистку пищевого растительного сырья от остатков оболочки и сортирование с целью выравнивания гранулометрического состава и обеспечения однородности структуры готового продукта.

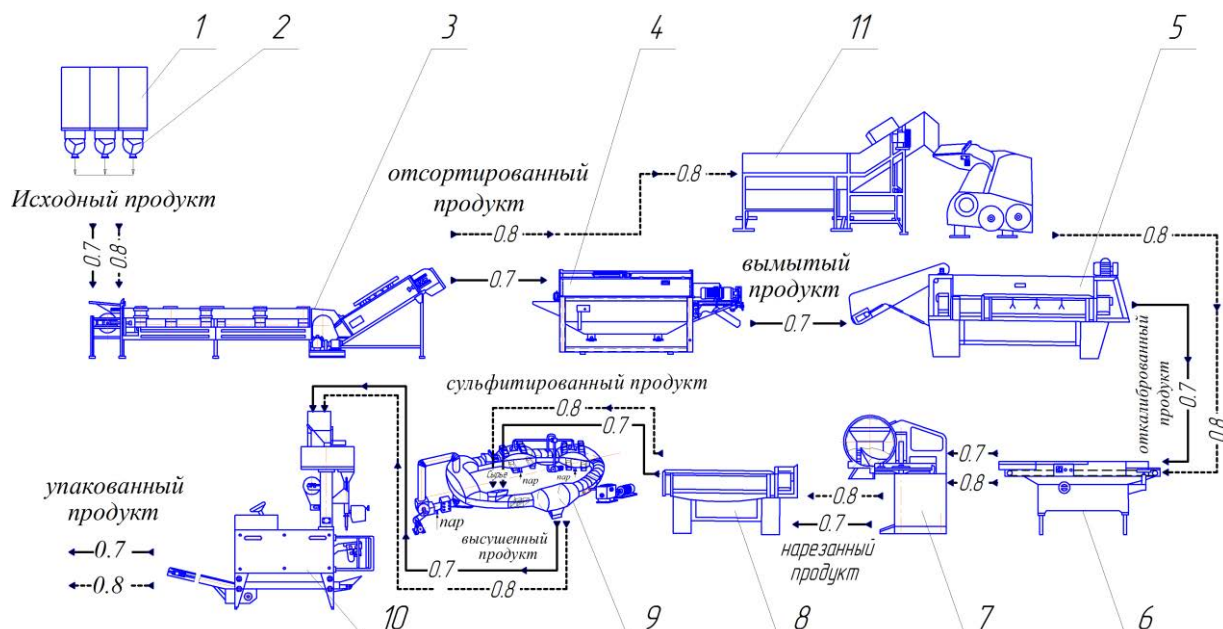


Рисунок 1. Аппаратурно-технологическая схема линии для производства яблочных чипсов: 1 – емкость для исходного сырья, 2 – роторный питатель с весовым механизмом, 3 – сортировочно-инспекционный транспортер, 4 – моечная машина, 5 – калибровальщик, 6 – ориентатор, 7 – машина для удаления семенного гнезда с устройством резки сырья на пластины, 8 – сульфитатор, 9 – комбинированный тороидальный аппарат, 10 – расфасовочно-упаковочный автомат, 11 – комплекс оборудования для гидратации сырья

Исходное сырье на начальном этапе конвективной сушки перегретым паром подвергается бланшированию вследствие конденсации. Конвективная сушка плодов и овощей на начальной стадии влагоудаления обеспечивается перегретым паром контура рециркуляции, пронизывающим восходящим потоком слой дисперсного материала.

Последующие стадии многоступенчатой сушки осуществлялись с использованием СВЧ-энергии. При этом мощность на завершающем этапе сушки, например, яблок, составляла до 30 % начальной, подводимой в контрольную поверхность сушки, при сохранении высокого качества продукта.

Для переработки сырья при бланшировании и сушке предлагается использовать в качестве теплоносителя инертный теплоноситель – перегретый пар, а в дальнейшем – процесс комбинированной конвективно-СВЧ-сушки с промежуточной обработкой сырья водным раствором. Продолжительность получения сушеных яблок и груш составляет около 80-90 мин по сравнению с известными способами (продолжительность только сушки составляет 3,5-4,5 часа в зависимости от влагосодержания готового продукта) [3].

Отличительной особенностью предложенной ресурсосберегающей машинно-аппаратурной схемы линии производства фруктовых чипсов является использование в качестве теплоносителя отработанного перегретого пара рециркуляционного контура конвективной сушки вместе с испаренной влагой для процессов бланширования и конвективной сушки, подогрева исходного сырья, водного

раствора и ступенчатого нагрева осушенного теплоносителя в секционных теплообменниках, а также применения СВЧ-энергии в соответствии с кинетическими закономерностями влаготепловой обработки.

Выполненные исследования процесса сушки на основе предложенного комбинированного способа показали перспективность конвективно-СВЧ-сушки сырья при сокращении продолжительности процесса, повышении теплового и эксергетического КПД отдельных стадий и линии производства фруктовых чипсов [1, 3].

Эксергетический и тепловой КПД предлагаемой ресурсосберегающей аппаратурно-технологической схемы линии производства яблочных чипсов на основе комбинированной конвективно-СВЧ-сушки составляет, соответственно: $\eta_e = 95,52 \%$, $\eta_m = 98,72 \%$, и превышает аналогичные показатели известных технологий (базовый вариант при полном использовании пара – $\eta_e = 41,52 \%$, $\eta_m = 86,45 \%$), что свидетельствует о повышении степени термодинамического совершенства предлагаемой линии [1].

Повышение степени термодинамического совершенства предлагаемой линии обусловлено использованием отработанных теплоносителей на различных технологических стадиях и работой системы в замкнутом цикле.

Разработанная ресурсосберегающая линия переработки плодов и овощей способствует эффективному использованию энергетического потенциала теплоносителя, исключению промежуточных стадий, уменьшению эксплуатационных расходов, а также уменьшению затрат в рабочей силе, приходящейся на единицу продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1 Калашников Г.В., Литвинов Е.В. Тепловой анализ ресурсосберегающей линии производства фруктовых чипсов // Вестник ВГУИТ. 2014. № 4. С. 12-16.

2 Королев А.А. Применение комбинированного энергоподвода в технологиях сушки растительного сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. № 11. С. 55-56.

3 Калашников Г.В., Литвинов Е.В. Кинетика СВЧ-сушки яблок // Вестник ВГУИТ. 2012. № 2. С. 40-42.

4 Huang Lue-lue, Zhang Min, Wang Li-ping, Mujumdar Arun S. et al. Influence of combination drying methods on composition, texture, aroma and microstructure of apple slices // LWT - Food Sci. and Technol. 2012. V. 47. № 1. P. 183-188.

5 Пат. № 2485803, RU, А 23 L 01/025, А 23 L 1/064. Линия для производства плодово-овощных чипсов / Калашников Г.В., Литвинов Е.В. № 2012104280/12; Заявл. 07.02.2012; Оpubл. 27.06.2013, Бюлл. № 18.

REFERENCES

1 Kalashnikov G.V., Litvinov E.V. Thermal analysis of the resource-saving technology of fruit chips manufacture. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of VSUET], 2014, no. 4, pp. 12-16. (In Russ.)

2 Korolev A.A. Application of the combined power supply in technologies of drying of vegetable raw

materials. *Khranenie i pererabotka sel'khozsr'ya*. [Storage and processing of agricultural raw materials], 2012, no. 11, pp. 55-56. (In Russ.)

3 Kalashnikov G.V., Litvinov E.V. Microwave drying kinetics of apples. *Vestnik VGUITT*. [Proceedings of VSUET], 2012, no. 2, pp. 40-42. (In Russ.).

4. Huang Lue-lue, Zhang Min, Wang Li-ping, Mujumdar Arun S. et al. Influence of combination

drying methods on composition, texture, aroma and microstructure of apple slices. *LWT - Food Sci. and Technol*, 2012, vol. 47, no.1, pp. 183-188.

5 Kalashnikov G.V., Litvinov E.V. *Liniya dlya proizvodstva plodoovoshchnykh chipsov* [Line for the production of fruit and vegetable crisps]. Patent RF, no. 2485803, 2013. (In Russ.).