

УДК 66.047.6

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ ПИЩЕВОГО АППАРАТА

В. Д. Гнутова

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Рассмотрена возможность экономии ресурсов с помощью оптимизации конструкции деталей сушильной камеры для продуктов. Целью статьи являлось составление теоретического описания, инструкции к изменению некоторых геометрических параметров. Добавление разделительных планок позволило изменить геометрию пространства и улучшить рабочие показатели прибора. Для проведения экспериментов были изготовлены опытные образцы. Размерная параметризация компьютерных моделей позволила упростить этап конструкторской подготовки.

Ключевые слова: сушильная камера, сушка продуктов, геометрия, параметризация, рабочее пространство, компьютерная модель, оптимизация.

OPTIMIZATION OF GEOMETRIC PARAMETERS OF FOOD MACHINE DETAILS

V. D. Gnutova

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The paper considers the possibility of saving resources by optimizing the design of parts of the drying chamber for products. The purpose of the article was to compile a theoretical description, the instruction for changing some geometric parameters. The addition of dividing plates made it possible to change the geometry of the space and improve the performance of the device. The prototypes were made for the experiments. Dimensional parameterization of computer models made it possible to simplify the stage of design preparation.

Keywords: drying chamber, product drying, geometry, parametrization, working space, computer model, optimization.

Введение. Сушка, как способ долгосрочного хранения различных видов продуктов, известен с древних времен. Человек давно заметил, что некоторые виды провизии, оставленные на солнце, не портятся, а в некоторых случаях сохраняют и свои вкусовые качества. Причем речь идет не только о растительной пище, но и о рыбе, мясе. Для деятельности многих микроорганизмов нужна влажная среда. Процесс сушки снижает количество влаги в продукте до минимальных значений. Поэтому многие микроорганизмы не только замедляют свою жизнедеятельность, но и погибают, что увеличивает срок хранения пищи. Кроме того, за счет удаления влаги в процессе сушки продукты значительно уменьшаются в весе и размерах, что способствует более удобному хранению.

Со временем появились аппараты, позволяющие сушить продукты быстрее, чище, эффективнее. Однако их можно ещё долго совершенствовать для получения большего количества готового продукта.

Научная проблема состоит в том, что при использовании сушильных аппаратов часто наблюдается неравномерное удаление влаги. Добавление разделительных планок обеспечивает упорядоченное расположение продукта и одинаковый обдув и нагревание со всех сторон.

Целью работы являлось определение оптимальной геометрии конструкции, обеспечивающей экономию ресурсов на производстве, большую производительность с минимизацией затрат.

Основная часть. Еще не так давно — в прошлом столетии — заготовками такого типа занимались практически в каждом малом и крупном хозяйстве, поместье. Сушили грибы, фрукты, ягоды. И до сих пор во многих личных подсобных хозяйствах можно увидеть различные доморощенные способы высушивания продуктов (рис. 1). Сушат на расстеленных полотнах, развешивают на связках, оборудуют сушилки на чердаках, строят сушилки-коптильни.



Рис. 1. Процесс сушки в быту (изображения из открытых источников сети Интернет)

Численность населения растет. Масштабы обработки продуктов приобретают все более массовый характер. Проблемами сушки продуктов и разработкой эффективного оборудования занимаются ученые, в том числе Донского государственного технического университета (ДГТУ).

Виды сушильных аппаратов. В наше время незаменимыми приборами являются сушильные шкафы, которые используются на производствах разного уровня, в лабораториях, домашнем хозяйстве. Их принцип работы основан на комплексе различных физико-химических процессов, конечным результатом которых является удаление влаги из исходного материала.

Существует ряд способов классификации сушильных аппаратов по различным признакам: конструкции, режимам сушки (с жестким и щадящим режимами), способу подвода тепла (конвективные и кондуктивные), виду теплоносителя (воздушные, газовые, паровые), величине давления в рабочей камере, структуре рабочего цикла (периодического и непрерывного действия), взаимному движению материалов и теплоносителя и пр. [1].

Рассмотрим бытовую электрическую сушилку. Это наиболее доступный для проведения экспериментов прибор, в котором находят отражение все основные принципы данного процесса.



Рис. 2. Примеры бытовых электросушилок с принудительной подачей воздуха

Современная промышленность дает широкий выбор бытовых аппаратов (рис. 2). Практически во всех рассматриваемых бытовых приборах одинаковый способ загрузки продуктов — послойное ручное размещение. Причем сырой продукт надо размещать аккуратно для более равномерного просушивания. Однако с помощью изменения геометрии рабочего пространства можно упростить этот процесс. Если организовать планчатую структуру, то можно ускорить процесс загрузки и оптимизировать сам процесс сушки.



Рис. 3. Базовый аппарат — сушилка ТермМикс

Для данной работы был выбран один из наиболее популярных и эффективных бытовых приборов российского производства. Это цельнометаллическая сушилка с пятью лотками для овощей и фруктов ТермМикс (рис. 3) разработки ООО «ТехноМаш» [2].

В нижней части прибора расположены вентилятор и тен. На опоры устанавливаются сетчатые поддоны с продуктами. Разработчик рекомендует предварительную подготовку продукта и периодическое перемещение лотков, смену их местами.

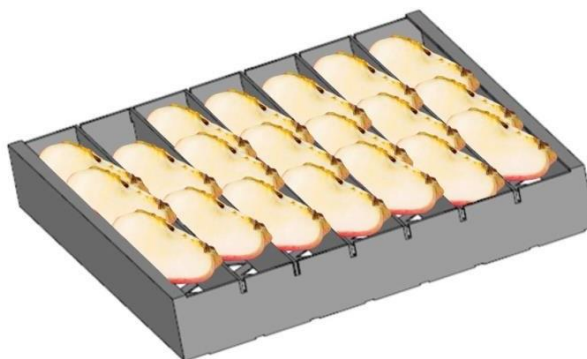
Оптимизация геометрии рабочего пространства. Во всех рассмотренных примерах, как и в данном образце, есть существенный недостаток: при загрузке лотков заметно перекрывается поток воздуха к верхним лоткам. Из-за этого приходится часто менять поддоны местами, так как возможен перегрев продукта на нижних лотках и плохая вентиляция продукта на верхних.

Послойная укладка продукта на лотках перекрывает доступ воздуха к последующим ячейкам. Вследствие этого:

- увеличивается время работы аппарата и растут энергозатраты;
- приходится менять местами лотки для того, чтобы сушка происходила более равномерно, что снижает удобство использования приборов.



а)



б)

Рис. 4. Фрукты на лотке

Задачи данной работы: минимизировать затраты на конструкторскую подготовку, спроектировать трехмерную модель лотка с планками с возможностью изменения требуемых параметров. На рис. 4 а — фото из сети интернет (свободный доступ), на рис. 4 б — компьютерная визуализация планируемой разработки.

Необходимо учесть различные переменные параметры — материал планок, шаг (расстояние между планками), угол их наклона. Из-за разнообразия продуктов требуется разное расстояние между планками. К примеру, чем крупнее ломтики продукта, тем больше должно быть расстояние между планками. Угол наклона планок и два вида материала самих планок — сплошной и сетчатый — в настоящей работе не рассматривается. В дальнейшем предполагается использовать и два конструктивных варианта — жесткое крепление в лотке и регулируемое. Однако на данном этапе стоит задача минимизировать количество моделей, что можно выполнить с помощью параметризации шага размещения планок.

Разработка моделей выполняется в системе автоматизированного проектирования КОМПАС (компания-разработчик — АСКОН), выбор которой обоснован рядом объективных причин, в том числе и той, что эту программу используют в учебном процессе ДГТУ [3, 4].

На данном этапе выполняется задача построения трехмерной модели лотка с планками, в которой требуется минимизировать количество моделей и чертежей путем согласованного применения изменяемых параметров [5].

Рабочее пространство данной сушилки — пять сетчатых лотков. Крупные фрукты — груши, яблоки, сливы — целиком обычно не сушат. Нарезанные продукты накладываются друг на друга и велика вероятность их слипания, плотный слой закрывает доступ воздуха к верхним лоткам.

Если в геометрию рабочего пространства вводятся разделительные планки, то это позволяет:

- упорядочить ориентацию продукта;
- увеличить проходимость воздушного потока за счет образовавшихся зазоров;
- увеличить массу загружаемого в камеру продукта;
- повысить производительность и снизить энергозатраты.

Твердотельное моделирование конструкции. Решаем эту задачу геометрически. Строим модель лотка-прототипа и организуем возможность использования переменных значений (рис. 5).

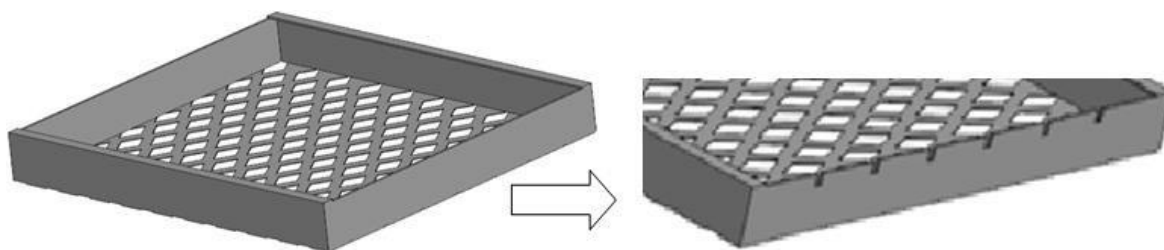


Рис. 5. Построение пазов

В исходную модель ячейки массивом добавляются пазы для размещения планок. Введем обозначения: p — шаг между пазами; s — ширина паза; t — глубина (рис. 6).

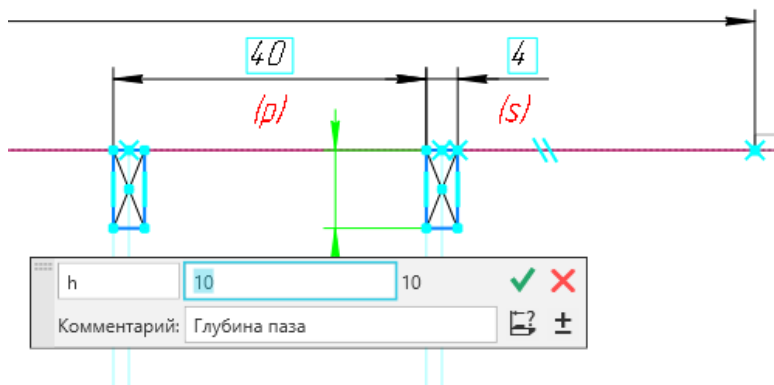


Рис. 6. Задание размерных параметров пазов

Сохраняем переменные значения во внешнем файле. Например, при изменении значения 40 на 24 соответствующим образом меняется шаг размещения пазов на корпусе лотка (рис. 7).



Рис. 7. Использование внешнего файла с переменным параметром

Далее необходимо увязать параметры массива размещения планок с параметрами массива пазов на детали. Для этого используется полученная таблица изменяемых переменных, которую можно применить для формирования массива планок в модели сборки (рис. 8).

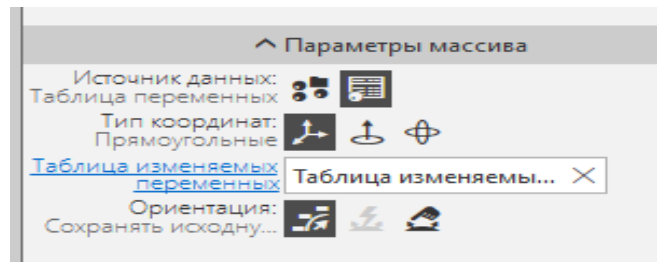


Рис. 8. Использование в массиве сборки данных внешнего файла

В результате получаем различные модели лотка с планками (рис. 9), размещаемыми с желаемым параметром p (шаг), что зависит от вида обрабатываемых продуктов.

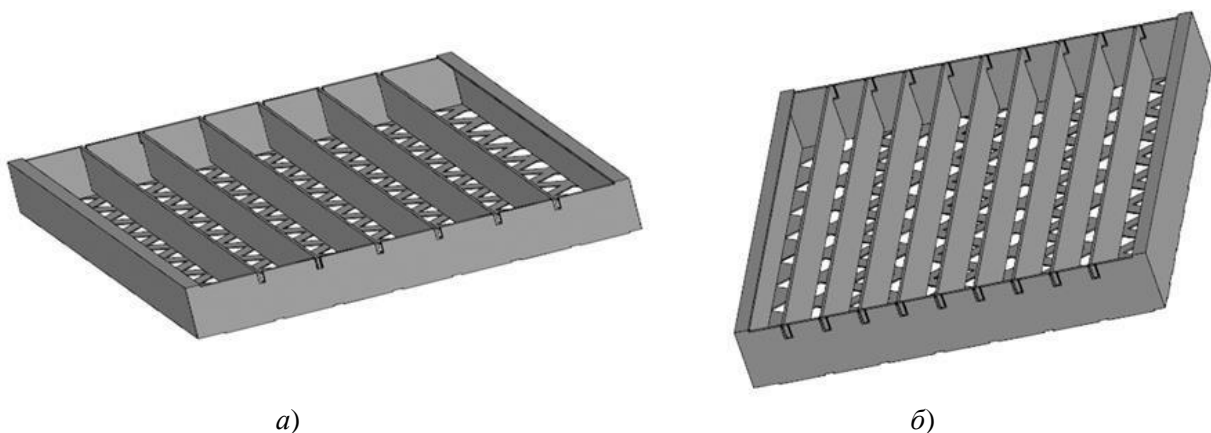


Рис. 9. Размещение планок: а — с шагом 40 мм; б — с шагом 24 мм

С шагом 40 мм на лотке размещается шесть планок, с шагом 28 мм — девять. В зависимости от размеров продуктов выбирается нужная модификация.

Заключение. В ходе решения поставленных задач были определены регулируемые параметры задуманной конструкции. Использование параметризации упрощает работу в части конструкторской подготовки проведения эксперимента. Для рассмотрения различных вариантов измененной геометрии рабочего пространства сушильного аппарата возможно использование минимального количества файлов трехмерных моделей.

Библиографический список

1. Васильев, В. Н. Технология сушки. Основы тепло- и массопереноса / В. Н. Васильев, В. Е. Куцакова, С. В. Фролов. — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2013. — 222 с.
2. Электросушилка бытовая для сушки грибов, овощей и фруктов / ТехноМаш : [сайт]. — URL : <http://www.termmiks.ru/shop/электросушилка-бытовая-для-сушки-гри/> (дата обращения : 11.04.2022).
3. Чередниченко, О. П. Дисциплинарная интеграция в образовательном процессе / О. П. Чередниченко // Инновационные технологии в науке и образовании (конференция «ИТНО 2020») : сб. науч. трудов VIII междунар. науч.- практ. конф. — Ростов-на-Дону: ООО «ДГТУ-ПРИНТ», 2020. — С. 317–321. — <https://doi.org/10.23947/itno.2020.317-321>



4. Савенков, М. В. Унификация методического обеспечения при изучении графической среды различных пакетов САПР / М. В. Савенков, О. П. Чередниченко, Г. Г. Цорданиди // Инновационные технологии в науке и образовании. — ИТНО – 2013 : сб. науч. трудов междунар. науч.-методич. конф., — Ростов-на-Дону–Зерноград: СК НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства РАСХН, 2013. — С. 40–43.

5. Чередниченко, О. П. Параметризация моделей технических изделий / О. П. Чередниченко, И. К. Самсонов, М. С. Захливная // Инновационные технологии в науке и образовании. — ИТНО–2014 : Сб. науч. трудов междунар. науч.-методич. конф. — Ростов-на-Дону – Дивноморское: СК НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства, 2014. — С. 130–132.

Об авторе:

ГнUTOва Виктория Дмитриевна, бакалавр кафедры «Техника и технологии пищевых производств» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), v_gnutova88@mail.ru

About the Author:

Gnutova, Viktoriya D., Bachelor's degree student, Department of Food Production Engineering and Technology, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), v_gnutova88@mail.ru