

УДК 631.361.022

Аспирант В.К. Петров

(Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет))
кафедра «Технологические машины и оборудование»

Исследование основных параметров устройства для раскалывания скорлупы орехов

В данной статье предлагается решение проблемы получения целого ядра ореха при его переработке для кондитерской и молочной промышленности. Представлена новая разработка устройства для раскалывания скорлупы различных видов орехов, которая позволит повысить качество вырабатываемой продукции. Поставлены цель и задачи экспериментальных исследований. По результатам экспериментов оптимизированы параметры, получены уравнения зависимостей, проведены их анализы и сделаны выводы.

In this article the solution of the problem of receiving the whole kernel of a nut is offered at its processing for a candy store and the dairy industry. New development of the device for splitting of a shell of different types of nuts which will allow increasing quality of developed production is presented. The purpose and problems of pilot studies are set. By results of experiments parameters are optimized, the equations of dependences are received, analyses are carried out them and conclusions are drawn.

Ключевые слова: влажность и размеры ореха, частота вращения, расход энергии, производительность, качество.

При промышленной переработке орехов путем отделения скорлупы от ядра возникает технологическая проблема сохранения ядра без повреждения и разрушения [1]. Существующие устройства для разрушения скорлупы орехов за один проход осуществляют разрушение на 60 – 70 %, причем около 30 % очищенных ядер выходят после машинного разрушения скорлупы поврежденными.

Потребность в создании подобного оборудования обусловлена тем, что орех является ценной орехоплодной культурой и незаменимым сырьем для кондитерской промышленности.

Целью экспериментальных исследований являлась проверка достоверности теоретических предпосылок и разработок по вопросу процесса очистки ореха фундука от его скорлупы; выявление новых закономерностей процесса дробления ореха, а также определение основных его параметров.

Технология очистки ореха фундука от скорлупы [2], в свою очередь, ставит новые важные задачи: повысить производительность дробильной установки, сократить число стадий переработки, повысить качество и увеличить выход полезного продукта очистки, снизить удельную энергоемкость процесса.

Расход электроэнергии будет зависеть от многих основных факторов таких, как, во-первых, производительность установки, во-вторых, результаты дробления, в-третьих, свойства перерабатываемого сырья (влажность, степень зрелости и т.д.), в-четвертых, конструкция и режим работы установки.

При проведении экспериментальных исследований были поставлены следующие задачи:

- определить производительность устройства для раскалывания скорлупы орехов;
- определить оптимальный скоростной режим, при котором будет минимальный расход энергии и максимальная производительность;
- определить рабочий режим, при котором достигается максимальное количество цельных ядер очищенных от скорлупы орехов.

Для исследования процесса очистки ореха фундука в лабораторных условиях была сконструирована и реализована специальная установка (Патент № 2454897) [4]. Схема устройства для раскалывания скорлупы орехов представлена на рисунке 1.

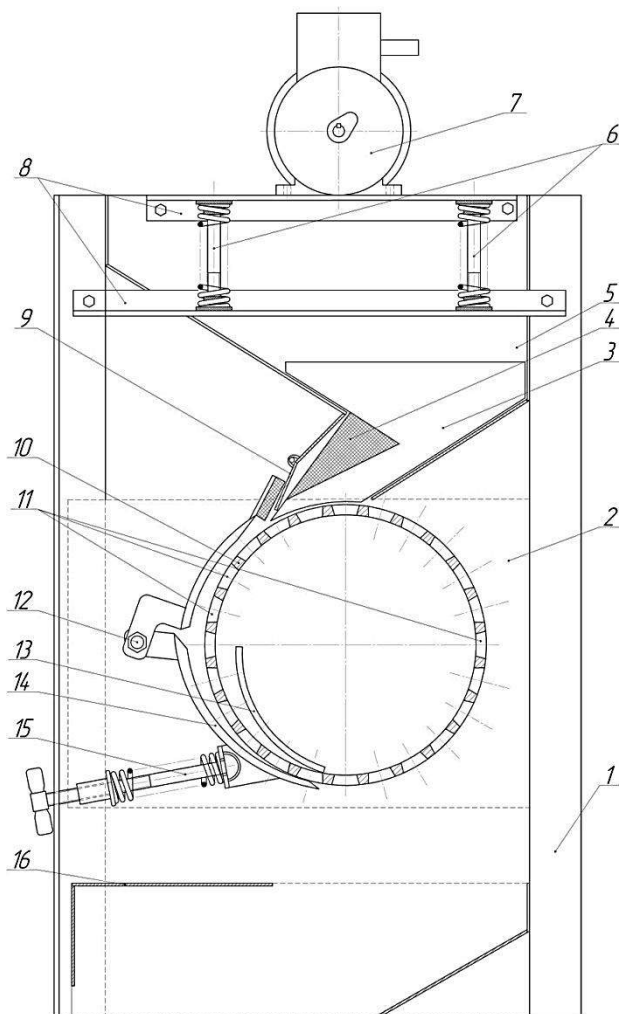


Рисунок 1 - Схема устройства для раскалывания скорлупы орехов

1-станина; 2-корпус; 3-лоток; 4-резиновые вставки; 5-бункер для подачи орехов; 6-вибропоры; 7-вибрирующая установка; 8-крепления для вибропор; 9-заслонки; 10-барабан; 11-ячейки; 12-шарниры; 13-внутренняя прижимная пластина; 14-внешняя прижимная пластина; 15-прижимной регулируемый винт; 16- бункер для приема разрушенных орехов.

При проектировании данного устройства необходимо выполнять следующие требования:

- минимальное расстояние между внешней прижимной щекой и барабаном установки должно быть выставлено таким образом, чтобы ядро ореха после раскалывания скорлупы вышло неповрежденным;

- минимальное расстояние между внутренней прижимной щекой и барабаном установки должно быть выставлено таким образом, чтобы ядро ореха после раскалывания скорлупы вышло неповрежденным;

- пружина, работающая на сжатие, должна оказывать такое влияние на внешнюю прижимную щеку, при котором скорлупа ореха начинает деформироваться (разрушаться).

Эти требования полностью были реализованы в указанном дробильном устройстве за

счет оригинально выполненной конструкции узла дробления.

Принцип действия данного очищающего устройства заключается в следующем.

В емкость бункера [3]засыпается неочищенный орех. Затем включается электродвигатель и вращение с ведущего шкива, установленного на валу червячного редуктора, через двойной ремень передается на ведомый шкив, установленный на валу, закрепленном в подшипниковом узле. На валу расположен фланец, на котором жестко закреплен транспортирующий барабан. Вращаясь, барабан транспортирует орехи в зону колки, при этом удерживая их в своих ячейках. Орехи увлекаются в зазор между внешней прижимной пластиной и барабаном, где подвергаются разрушению. Орех, приближаясь к внешней прижимной пластине, начинает сдавливаясь, тем самым отодвигая

от себя пластину. Жесткая пружина, оказывая давление на внешнюю прижимную пластину, постепенно разрушает скорлупу ореха. После разрушения скорлупы ореха, ядро остается нетронутым, благодаря правильно выставленному зазору между прижимной пластиной и барабаном. Оставшиеся в ячейках скорлупа и шелуха выталкиваются и вычищаются жесткой щеткой закрепленной на внутренней щеке. Расколотые орехи ссыпаются в приемный бункер для последующей обработки.

Далее был проведен математически спланированный лабораторный эксперимент по оптимизации основных параметров процесса раскалывания скорлупы орехов. Анализ литературных источников и проведенные нами предварительные эксперименты позволили нам установить основные факторы, влияющие на процесс раскалывания скорлупы орехов.

Испытания проводились по следующей методике. Частота вращения барабана составляла 16 и 30 оборотов в минуту; для лабораторных испытаний был принят лесной орех фундук с влажностью 14 и 22 %; размеры орехов были приняты диаметром в диапазоне $-19...+22$ и $22+ \text{ мм}$.

После обработки экспериментальных данных мы получили следующие математические модели:

- для определения производительности устройства для раскалывания скорлупы орехов:

$$y = 86,1 + 2,22 \cdot X_1 + 6,18 \cdot X_2 - 5,03 \cdot X_3 \quad (1)$$

- для определения качества переработанных орехов, получения цельных ядер орехов после переработки:

$$y = 36,3 - 1,33 \cdot X_1 - 8,33 \cdot X_2 + 7,33 \cdot X_3 \quad (2)$$

- для определения количества затрачиваемой электроэнергии:

$$y = 55,9 - 1,62 \cdot X_1 + 2,25 \cdot X_2 + 2,67 \cdot X_3 \quad (3)$$

На рисунке 2 приведены графики зависимостей факторов:

a - зависимость производительности $Y=f(X_2; X_3)$ от частоты вращения барабана X_2 и влажности перерабатываемых орехов X_3 ;

б - влияние частоты вращения барабана X_2 и влажности перерабатываемого ореха X_3 на параметр оптимизации качество, $Y=f(X_2; X_3)$;

в - влияние диаметра и влажности перерабатываемого ореха X_1, X_3 на параметр оптимизации мощность $Y=f(X_1; X_3)$.

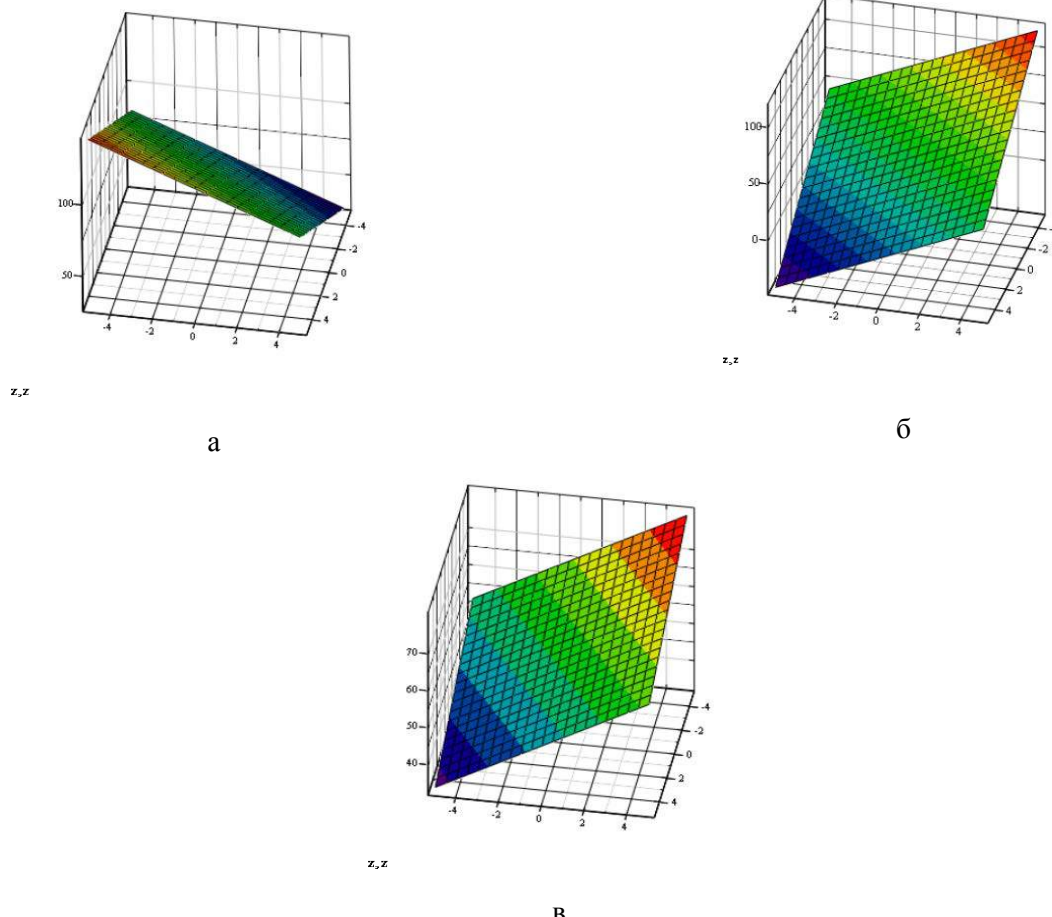


Рисунок 2 - Графики зависимостей факторов при проведении экспериментов на производительность, качество и расход электроэнергии.

Анализ уравнения (1) показывает, что на параметр оптимизации (производительность, кг/ч) при раскалывании скорлупы орехов крупностью – 19... + 22 и 22 + мм наибольшее влияние оказывают частота вращения барабана и влажность ореха, причем с увеличением частоты вращения барабана и низком содержании влаги производительность устройства возрастает.

Анализ уравнения (2) показывает, что на параметр оптимизации (качество, % полученных цельных ядер орехов) при раскалывании скорлупы орехов крупностью – 19... + 22 и 22 + мм наибольшее влияние оказывают частота вращения барабана и влажность ореха, причем при переработке орехов влажностью 14 % и размером 22+ на высоких оборотах выход цельных ядер увеличивается. С увеличением процента влажности возрастает количество поврежденных ядер орехов после их переработки.

Анализ уравнения (3) показывает, что на параметр оптимизации (мощность – количество потребляемой энергии, Вт) при раскалывании скорлупы орехов крупностью – 19... + 22 и 22 + мм наибольшее влияние оказывает влажность, причем с увеличением влажности возрастает количество потребляемой энергии. Также при раскалывании скорлупы орехов с влажностью, превышающей 22%, на высоких оборотах увеличивается мощность, затрачиваемая на переработку орехов.

Таким образом, на переработку орехов наибольшее влияние оказывают такие параметры как скорость вращения барабана, влажность и размеры перерабатываемого ореха, что было доказано в проведенных нами экспериментами.

Выводы: по результатам математически спланированного лабораторного эксперимента определена корреляционно-регрессионная взаимосвязь между параметрами и режимами работы устройства. Установлены режимы, при которых достигается максимальная производительность, высокое качество выхода цельных ядер орехов после механического воздействия, а также режим, при котором будет расходовано минимальное количество электроэнергии. Технологические параметры, оптимизированные в результате вычислительного и лабораторного экспериментов, легли в основу разработанного устройства для раскалывания скорлупы орехов: производительность устройства – 100 кг/ч и качество цельных неповрежденных ядер ореха – 90 %.

ЛИТЕРАТУРА

1 Влащик, Л.Г. Технологическая оценка различных сортов фундука для переработки на предприятии ЗАО «Орехпром» [Текст] / Л.Г. Влащик, А.А. Хашир // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2006. – №2 (18).

2 Выскребенец, А.С. Совершенствование технологии и оборудования для разрушения скорлупы различных видов ореха [Текст] / А.С. Выскребенец, В.К. Петров // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – №6. – С. 193-196.

3 Минченя, В.Т. Основы автоматики (Лабораторные работы, практикум) [Текст] / В.Т. Минченя, А.Л. Савченко, М.И. Филонова // Белорусский национальный технический университет, кафедра «Конструирование и производство приборов». – Минск, 2009. – 43 с.

4 Пат. № 2454897 Россия, МПК 2454897 A23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы орехов [Текст] / В.К. Петров, А.С. Выскребенец. – Заявл. № 2011105451/13 14.02.2011; опубл.10.07.2012.

REFERENCES

1 Vlaschik, L.G. Technological evaluation of different hazelnut varieties for processing at CJSC "Orehprom" [Text] / L.G. Vlaschik, A.A. Khashir // Polythematic network electronic scientific journal KubSAU. - 2006 . - № 2 (18).

2 Vyskrebenets, A.S. Improving technology and equipment for the destruction of various types of walnut shell [Text] / A.S. Vyskrebenets, V.K. Petrov // Scientific and technical bulletin of Volga region. - 2012 . - № 6. - P. 193-196.

3 Minchenia, V.T. Fundamentals of automation (Laboratory work , workshop) [Text] / V.T. Minchenia, A.L. Savchenko, M.I. Filonova // Belarusian national technical university, department "Design and manufacture of devices". – Minsk, 2009. - 43 p.

4 Pat. № 2454897 Russia, IPC 2454897 A23N5/00. A device for cracking shells of nuts [Text] / V.K. Petrov, A.S. Vyskrebenets. - Appl. № 2011105451/13 14.02.2011; publ.10.07.2012.