

УДК 637.2.024

ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАСЛОИЗГОТОВИТЕЛЯ

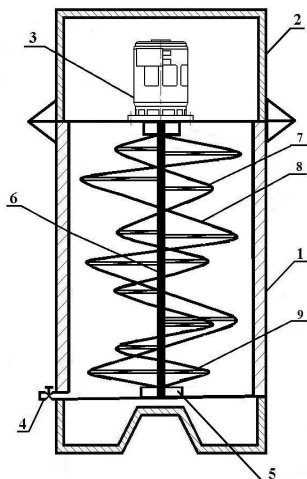
*Нестерова Д.В., аспирантка кафедры «Агротехнологии, машины
и безопасность жизнедеятельности»
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

Ключевые слова: интервалы варьирования, спиральные винты, виброустойчивость, маслоизготовитель, крутящий момент.

Разработан маслоизготовитель периодического действия, применение которого позволяет обеспечить высокое качество готового продукта, а также снизить энергоемкость процесса изготовления сливочного масла. В результате проведенных экспериментальных исследований были определены рациональные параметры работы маслоизготовителя периодического действия: частота.

Деревенская продукция во все времена пользовалась большим спросом у населения. Но в последние несколько лет, в связи с возросшим интересом к здоровому образу жизни и здоровой еде, интерес ко всему экологически чистому вырос еще больше. Особое место здесь занимает масложировая продукция, а именно – сливочное масло [1, 5]. Продукция эта востребована среди разнообразной категории потребителей, имеется возможность выпускать широкий ее ассортимент, при этом технология производства сливочного масла относительно проста. Поэтому фермерство все больше набирает популярность, особенно благодаря программе правительства по поддержке малого и среднего бизнеса. В результате анализа существующих конструкций маслоизготовителей, учитывая основные теоретические положения их работы, выявили, что одним из основных направлений совершенствования такого оборудования является разработка маслоизготовителя с неподвижной емкостью и активным рабочим органом. Таким образом, разработка маслоизготовителя, обеспечивающего высокое качество готового продукта, а также снижение энергоемкости и материалоемкости является актуальной и важной задачей на сегодняшний день.

Нами разработан маслоизготовитель периодического действия (рисунок 1), который обеспечивает качественное приготовление сли-



**Рисунок 1 - Маслоизготовитель периодического действия:
1 - емкость; 2 - крышка; 3 - привод; 4 - кран; 5 - опора; 6 - вал;
7, 8 - спиральные винты; 9 - лопасти**

вочного масла с меньшими затратами энергии. Маслоизготовитель [3] содержит неподвижную цилиндрическую емкость 1, размещенную вертикально, с установленным по ее оси механизмом сбивания, крышку 2 с расположенным в ней приводом спиральных винтов 3, установленную с возможностью фиксации на емкости 1. В нижней части емкости 1 установлен кран 4. Дно емкости 1 снабжено опорой 5 для размещения нижнего конца вала 6. Механизм сбивания включает вал 6 и соосно установленные в емкости 1 с возможностью вращения два спиральных винта 7 и 8 с разными диаметрами и переменным шагом навивки спирали. Спиральный винт 7 меньшего диаметра установлен внутри спирального винта 8 с большим диаметром. Вал 6 снабжен лопастями 9, установленными перпендикулярно его оси. Спиральные винты 7 и 8 закреплены последовательно на концах лопастей 9.

Снабжение вала маслоизготовителя лопастями, установленными перпендикулярно его оси, и крепление спиральных винтов последовательно на концах лопастей за счет обеспечения большей турбулентности потока сливок, возникающей при вращении спиральных винтов с лопастями, снижает продолжительность процесса сбивания масла.

Кроме того, в отличие от аналогов предложенное устройство имеет один универсальный рабочий орган, что позволяет обеспечить лучшее качество, меньшее время приготовления сливочного масла.

Разработанный маслоизготовитель снижает энергоёмкость изготовления сливочного масла, упрощает обслуживание устройства, повышает надёжность конструкции, а также имеет меньшую, по сравнению с аналогами, материалоемкость. Предлагаемый маслоизготовитель найдет свою нишу в широком спектре оборудования для переработки пищевых продуктов. Анализ теоретических расчетов и экспериментальных исследований позволяет сделать вывод, что оптимальная скорость вращения оригинального рабочего органа маслоизготовителя периодического действия равна $n = 8,3 \text{ с}^{-1}$.

Для отыскания оптимальных и рациональных значений конструктивных и кинематических параметров маслоизготовителя периодического действия были проведены экспериментальные исследования.

Методика проведения экспериментальных исследования предусматривала, кроме проверки теоретических положений, также сочетание факторного анализа и теории многофакторного планирования. Осуществлялся поиск рациональных параметров разработанного маслоизготовителя.

Критериями оценки работы маслоизготовителя являлись качество готового продукта и длительность процесса изготовления сливочного масла, затрачиваемая мощность и энергоёмкость, производительность устройства [2].

Методика проведения замеров соответствовала РД 10.19.2.-90. Производительность определялась взвешиванием готового продукта с помощью весов ВСТ 300/10, замер времени осуществлялся секундомером, потребляемая мощность – с помощью ваттметра ROBITON PM-2. Повторность опытов трёхкратная [4].

Для проведения лабораторных исследований была изготовлена экспериментальная установка маслоизготовителя периодического действия (рисунок 2).

Исходя из результатов однофакторных экспериментов приняты интервалы варьирования факторов: частота вращения рабочего органа маслоизготовителя n от 100 до 300 мин^{-1} , уровень наполнения емкости устройства сливками j от 40 до 80 %, время сбивания сливок t , мин.

Для определения рациональных параметров маслоизготовителя использовали метод планирования эксперимента. В качестве выходных

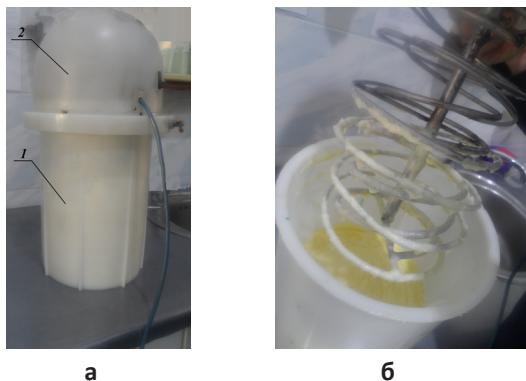


Рисунок 2 - Экспериментальная установка маслоизготовителя периодического действия: а - устройство в процессе работы: 1 - крышка с замками; 2 - рабочая емкость; б - активный рабочий орган в промежутке между циклами процесса

параметров приняты переменные: X_1 - частота вращения рабочего органа маслоизготовителя; X_2 - уровень наполнения емкости устройства; X_3 - сливками время сбивания сливок. Для трехфакторного эксперимента применен композиционный трехуровневый симметричный план (эффективность по D-критерию $e^0 = 0,986$).

Трехкратная повторность опытов. В результате обработки данных получена регрессионная модель, характеризующая энергоемкость процесса изготовления сливочного масла в маслоизготовителе периодического действия, имеющей вид:

$$G = 13,314 - 0,055 \cdot n + 0,209 \cdot j + 0,033 t - 0,004 \cdot n \cdot j + 0,150 \cdot n \cdot t - 0,046 \cdot j \cdot t + 0,091 n^2 + 0,001 j^2. \quad (1)$$

По полученному уравнению регрессии построены поверхности отклика при различных уровнях наполнения.

С помощью метода прямого поиска в программе MS Excel определены рациональные параметры работы маслоизготовителя периодического действия: частота вращения рабочего органа $n = 200 \text{ мин}^{-1}$; уровень наполнения емкости устройства сливками $j = 50 \dots 60 \%$; время сбивания сливок $t = 10 \text{ мин}$.

Научные исследования проводятся при финансовой поддержке государства в лице Фонда содействия развитию малых форм предпри-

ятий в научно-технической сфере (программа «У.М.Н.И.К.»).

Библиографический список:

1. Вышемирский Ф.А. Производство масла из коровьего молока в России – СПб.: ГИОРД, 2010. – 288 с.
2. Курочкин А.А., Ляшенко В.В. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства. – М.: Колос, 2001. – 440 с.
3. Патент № 2497353 РФ. – Маслоизготовитель. – Оpubл.: 10.11.2013 г. Бюл. № 31.
4. Пласкин, Ю.М. Процессы и аппараты пищевых производств / Ю.М. Пласкин, Н. Н. Монахов, В. А. Ларин. – М.: Колос, 2005. – 760 с.
5. Штербачек Э., Тауск П. Перемешивание в химической промышленности. - Ленинград: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1963. – 427 с.

**STUDY OF THE CONSTRUCTIVE AND KINEMATIC
PARAMETERS OF MASLOIZGOTOVITELYAH**

Nesterova D.V.

Key words: *intervals of variation, helical screws, vibration resistance, masloizgotovityah, torque.*

Developed masloizgotovityah periodic actions, which allows to ensure a high quality finished product and reduce the energy intensity of the process of making butter. In result of experimental research were defined rational parameters of work of masloizgotovityah periodic operation: frequency.