

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

---

Ю.В. Полывяный, А.В. Яшин

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ  
ПРОИЗВОДСТВА  
СЛИВОЧНОГО МАСЛА**

*Монография*

**Пенза, 2023**

УДК 637.234.2+ 637.2.025

ББК 36.95:40.729

П 53

Рецензенты: доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технический сервис машин» ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ **К.З. Кухмазов**;  
доктор технических наук, профессор РАН, заведующий отделом «Технологии и машины для овощеводства» ФГБНУФНАЦ ВИМ **А.В. Сибирёв**.

*Печатается по решению научно-технического совета ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ от 10.01.23 г., протокол № 1.*

Полывяный, Юрий Владимирович

П 53 Технические системы производства сливочного масла: монография / Ю.В. Полывяный, А.В. Яшин. – Пенза: ПГАУ, 2023. – 252 с.

ISBN 978-5-00196-137-6

Приводятся основные сведения о проблеме, связанной с механизацией производства сливочного масла. Описаны методики, оборудование и приборное обеспечение экспериментальных исследований в лабораторных и производственных условиях маслоизготовителя с роторно-лопастным рабочим органом и масляного пресса. Осуществлено теоретическое и экспериментальное обоснование конструктивных и технологических параметров маслоизготовителя с роторно-лопастным рабочим органом и масляного пресса. Рассмотрены иные инновационные решения по совершенствованию оборудования для производства сливочного масла. Представлены рекомендации по эксплуатации маслоизготовителя с роторно-лопастным рабочим органом.

Монография является результатом многолетней работы по тематике кафедры «Механизация технологических процессов в АПК».

Предназначена для научных и инженерно-технических работников, конструкторов, а также может быть использована в учебном процессе при подготовке обучающихся высших учебных заведений.

УДК 637.234.2+ 637.2.025

ББК 36.95:40.729

ISBN 978-5-00196-137-6

© Ю.В. Полывяный,  
А.В. Яшин, 2023

© ФГБОУ ВО  
Пензенский ГАУ, 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....   | 8  |
| 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО<br>МАСЛА.....  | 10 |
| 1.1 Факторы, обуславливающие необходимость производства<br>сливочного масла .....  | 10 |
| 1.2 Сливочное масло и его ассортимент .....  | 16 |
| 1.3 Классификация и анализ существующих методов изготовления<br>сливочного масла .....   | 18 |
| 1.3.1 Сбивание сливок.....   | 18 |
| 1.3.2 Преобразование высокожирных сливок.....  | 20 |
| 1.4 Классификация и анализ существующих конструкций для<br>изготовления сливочного масла.....                                  | 22 |
| 1.5 Классификация и анализ конструкций масляных прессов.....   | 44 |
| Выводы по разделу.....   | 56 |
| 2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ.....  | 57 |
| КОНСТРУКТИВНЫХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ<br>МАСЛОИЗГОТОВИТЕЛЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ<br>С РОТОРНО-ЛОПАСТНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ |    |
| 2.1 Современное состояние теории маслообразования .....  | 57 |
| 2.2 Обоснование конструкции маслоизготовителя периодического<br>действия с роторно-лопастным рабочим органом .....             | 58 |
| 2.3 Обоснование конструктивных параметров<br>роторно-лопастного рабочего органа .....  | 63 |
| 2.4 Определение кинематических параметров маслоизготовителя<br>периодического действия с роторно-лопастным рабочим органом     | 80 |
| 2.5 Определение мощности, затрачиваемой на сбивание<br>сливочного масла .....  | 86 |
| 2.6 Гидравлическое моделирование маслоизготовителя<br>периодического действия с роторно-лопастным рабочим органом              | 89 |
| Выводы по разделу.....   | 94 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>3 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРУДОЕМКОСТИ<br/>ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛИВОЧНОГО МАСЛА МАСЛЯНЫМ<br/>ПРЕССОМ И ОБОСНОВАНИЕ ЕГО ПАРАМЕТРОВ.....</b>  | <b>95</b>  |
| 3.1 Обоснование конструктивной схемы масляного пресса .....  | 95         |
| 3.2 Определение трудоемкости изготовления сливочного масла....   | 97         |
| 3.3 Определение производительности зоны загрузки шнека<br>масляного пресса .....   | 98         |
| 3.4 Определение производительности канала шнека масляного<br>пресса .....  | 104        |
| 3.5 Определение производительности зоны формирования масляного<br>пресса и параметров формующей насадки .....  | 113        |
| Выводы по разделу.....   | 115        |
| <b>4 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ<br/>МАСЛОИЗГОТОВИТЕЛЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ С<br/>РОТОРНО-ЛОПАСТНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ В<br/>ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....</b> | <b>117</b> |
| 4.1 Программа исследований маслоизготовителя периодического<br>действия с роторно-лопастным рабочим органом .....  | 117        |
| 4.2 Определение качественных показателей<br>сливочного масла .....   | 125        |
| 4.3 Общая методика проведения исследований маслоизготовителя<br>периодического действия с роторно-лопастным рабочим органом..  | 131        |
| 4.4 Выбор факторов, влияющих на энергоемкость сбивания<br>сливочного масла и уровни их варьирования.....   | 132        |
| 4.4.1 Методика экспериментальных исследований по определению<br>оптимальных конструктивных и кинематических<br>параметров маслоизготовителя периодического действия .....            | 132        |
| 4.4.2 Методика проведения многофакторного эксперимента<br>маслоизготовителя периодического действия.....   | 135        |
| Выводы по разделу.....   | 144        |
| <b>5 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ<br/>ИССЛЕДОВАНИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ<br/>УСЛОВИЯХ МАСЛЯНОГО ПРЕССА .....</b>   | <b>145</b> |

|   |            |
|---|------------|
| 5.1 Программа и методика экспериментальных исследований .....   | 145        |
| 5.2 Обоснование критерия оптимизации, выбора факторов и<br>уровней их варьирования. Применяемое оборудование .....  | 145        |
| для измерений.....  | 145        |
| 5.3 Методика проведения экспериментальных исследований по<br>оценке трудоемкости с определением оптимальных значений<br>параметров масляного пресса. ....   | 147        |
| 5.4 Методика проведения проверки масляного пресса и качества<br>сливочного масла при оптимальных параметрах в<br>производственных условиях .....  | 151        |
| Выводы по разделу.....  | 153        |
| <b>6 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ<br/>МАСЛОИЗГОТОВИТЕЛЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ .....</b>  | <b>155</b> |
| 6.1 Результаты отсеивающего эксперимента по исследованию<br>влияния конструктивных и кинематических параметров<br>маслоизготовителя на энергоемкость сбивания .....   | 155        |
| 6.2 Результаты многофакторного эксперимента по исследованию<br>влияния конструктивных и кинематических параметров<br>маслоизготовителя на энергоемкость сбивания .....  | 164        |
| Выводы по разделу.....  | 174        |
| <b>7 РЕЗУЛЬТАТЫ И АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ<br/>ИССЛЕДОВАНИЙ МАСЛЯНОГО ПРЕССА .....</b>  | <b>175</b> |
| 7.1 Результаты экспериментальных исследований по оценке<br>трудоемкости с определением оптимальных значений параметров<br>масляного пресса .....  | 175        |
| Выводы по разделу.....  | 187        |
| <b>8 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МАСЛОИЗГОТОВИТЕЛЯ<br/>ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ И МАСЛЯНОГО ПРЕССА В<br/>ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ И ТЕХНИКО-<br/>ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ<br/>МАСЛОИЗГОТОВИТЕЛЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.....</b> | <b>188</b> |
| 8.1 Результаты исследований маслоизготовителя периодического<br>действия в производственных условиях .....  | 188        |

|  |            |
|--|------------|
| 8.2 Результаты исследований масляного пресса в производственных условиях .....                         | 191        |
| 8.3 Техничко-экономическая оценка применения маслоизготовителя на производстве .....                   | 191        |
| 8.4 Эффективность использования масляного пресса .....   | 193        |
| 8.4.1 Определение затрат на изготовление масляного пресса .....  | 193        |
| 8.4.2 Техничко-экономическое обоснование использования масляного пресса .....                          | 197        |
| Выводы по разделу .....  | 199        |
| <b>9 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ</b>  |            |
| <b>МАСЛОИЗГОТОВИТЕЛЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ .....</b>   | <b>200</b> |
| 9.1 Назначение .....   | 200        |
| 9.2 Устройство и принцип работы .....  | 200        |
| 9.3 Указание мер безопасности .....  | 202        |
| 9.4 Порядок установки .....  | 203        |
| 9.5 Подготовка к работе .....  | 203        |
| 9.6 Возможные неисправности маслоизготовителя и методы их устранения .....                             | 203        |
| 9.7 Порядок мойки .....  | 204        |
| 9.8 Техническое обслуживание .....   | 205        |
| Выводы по разделу .....  | 205        |
| <b>10 ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ</b>  |            |
| <b>УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЛИВОЧНОГО МАСЛА .....</b>  | <b>206</b> |
| 10.1 Обоснование конструктивной схемы маслоизготовителя с шевронным ротором .....                      | 206        |
| 10.2 Обоснование конструктивной схемы маслоизготовителя с ротором-брахистохроной .....                 | 208        |
| 10.3 Обоснование конструктивной схемы маслоизготовителя с ротором-дельтоидой .....                     | 209        |
| 10.4 Обоснование конструктивной схемы маслоизготовителя по патенту на полезную модель РФ № 61506 ..... | 210        |
| 10.5 Обоснование конструктивной схемы маслоизготовителя с гибким виброприводом .....                   | 213        |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Выводы по разделу..... | 215 |
| ОБЩИЕ ВЫВОДЫ .....     | 216 |
| ЛИТЕРАТУРА.....        | 221 |