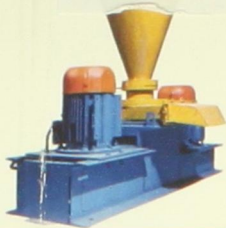


22-4750

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТ



22-04750



Н. С. Сергеев, В. Н. Николаев,  
М. В. Запелалов, Д. Н. Сергеев

**Новое поколение  
измельчителей зерна  
и семян масличных культур  
для сельскохозяйственного  
производства**



Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования

ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет

**Н. С. Сергеев, В. Н. Николаев,  
М. В. Запевалов, Д. Н. Сергеев**

**Новое поколение измельчителей зерна  
и семян масличных культур  
для сельскохозяйственного производства**

*Монография*

Челябинск  
2022

УДК 631.363.25  
ББК 40.729  
С 322

**Сергеев, Н. С.**  
С 322 **Новое поколение измельчителей зерна и семян масличных культур для сельскохозяйственного производства [Текст] : монография / Н. С. Сергеев, В. Н. Николаев, М. В. Запечалов, Д. Н. Сергеев. – Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2022. – 196 с.**

ISBN 978-5-88156-893-1

Повышение качества кормов и снижение энергозатрат на их приготовление являются одной из наиболее злободневных проблем современного животноводства.

В приготовлении комбикормов ответственной и энергоемкой технологической операцией является измельчение фуражного зерна и семян масличных культур. Решение этой проблемы не возможно без разработки новых технологий и конструкций измельчающих машин.

Таким образом, в монографии отражена научная новизна, которая заключается в использовании процесса резания для измельчителя зерновых кормов, разработана конструктивно-технологическая схема измельчающего аппарата с включением вопросов по совершенствованию рабочих органов и создание на этой основе измельчителей фуражного зерна и семян масличных культур нового поколения, имеющих важное народнохозяйственное значение.

УДК 631.363.25  
ББК 40.729

**Рецензенты**

**А. В. Гриценко** – д-р техн. наук, доцент  
(ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ)

**А. Г. Возмилов** – д-р техн. наук, профессор  
(ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»)

Печатается по решению учебно-методического совета  
ФГБОУ ВО Южно-Уральского ГАУ

ISBN 978-5-88156-893-1

© Н. С. Сергеев, В. Н. Николаев,  
М. В. Запечалов, Д. Н. Сергеев, 2022.  
© ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2022.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	7
<b>Глава 1</b>	
<b>Состояние проблемы и основные направления исследований по измельчению фуражного зерна и семян масличных культур ...</b>	<b>11</b>
1.1 Зерновое сырье для производства комбикормов и требования к его измельчению.....	11
1.2 Мировое производство масличных культур .....	15
1.2.1 Основные виды масличных культур, наиболее востребованные в России.....	17
1.2.2 Рапс – масличная культура больших потенциальных возможностей.....	18
1.2.3 Эффективность использования рапсовых кормов в рационах крупного рогатого скота .....	19
1.3 Анализ результатов научных исследований физико-механических свойств фуражного зерна .....	22
1.4 Конструктивные особенности технических средств по измельчению фуражного зерна .....	29
1.4.1 Основные факторы, влияющие на технологические показатели рабочего процесса в молотковых дробилках....	32
1.4.2 Основные факторы, влияющие на технологические показатели рабочего процесса в центробежно-роторных аппаратах .....	34
Выводы по главе.....	37
<b>Глава 2</b>	
<b>Теоретический анализ способов измельчения и обоснование высокоэффективных измельчающих устройств.....</b>	<b>39</b>
2.1 Способы механического разрушения материалов.....	39
2.2 Теории измельчения материалов и их энергетическая оценка...	43
2.3 Обоснование конструктивно-технологической схемы центробежно-роторного измельчителя .....	49
2.3.1 Теоретические исследования движения материальной точки по ротационным поверхностям .....	50

2.3.2	Математическая модель движения зерна в канале рабочего органа центробежно-роторного измельчителя...	60
2.4	Обоснование рабочих органов, обеспечивающих процесс измельчения способом среза и скалывания .....	68
2.4.1	Классификация видов резания по технологическим признакам .....	68
2.4.2	Исследование контактного взаимодействия режущих элементов рабочих органов с измельчаемым материалом поляризационно-оптическим методом .....	71
2.4.3	Обоснование конструктивных параметров режущей пары рабочих органов измельчителя .....	76
2.5	Определение рационального количества режущих элементов ....	80
2.6	Метод определения производительности измельчителя .....	83
2.7	Определение потребной мощности измельчителя .....	87
	Выводы по главе.....	90

### **Глава 3**

	<b>Методические основы экспериментальных исследований конструктивных параметров рабочих органов центробежно-роторного измельчителя .....</b>	<b>92</b>
3.1	Характеристика измельчаемого материала .....	92
3.2	Исследование процесса резания зерна при статическом разрушении .....	93
3.3	Исследование процесса динамического резания зерен злаковых культур и семян рапса.....	94
3.4	Экспериментальная установка центробежно-роторного типа, измерительные приборы и аппаратура.....	100
3.5	Порядок проведения опытов .....	103
3.5.1	Определение полезной мощности.....	104
3.5.2	Определение производительности измельчителя .....	106
3.5.3	Определение гранулометрического состава измельченного зернового материала.....	107
3.5.4	Исследование кинематики зерна с использованием киносъемки.....	108
3.6	Исследование износа поверхности рабочих органов центробежно-роторного измельчителя.....	109

3.6.1	Метод непосредственного сканирования исследуемой детали.....	111
3.6.2	Метод проекционного муара .....	111
3.7	Исследование на износостойкость высокопрочного чугуна с целью его использования при изготовлении рабочих органов измельчителей .....	114
3.7.1	Лабораторная установка.....	116
3.7.2	Порядок проведения экспериментальных опытов .....	118

## **Глава 4**

	<b>Результаты и анализ экспериментальных исследований .....</b>	<b>119</b>
4.1	Анализ физико-механических свойств измельчаемого зерна.....	119
4.2	Влияние конструктивных параметров режущих элементов и влажности зерна на усилие резания при статическом разрушении .....	119
4.2.1	Влияние угла заточки режущих элементов на усилие резания .....	119
4.2.2	Влияние влажности зерна на усилие резания .....	122
4.3	Влияние скорости резания и конструктивных параметров режущих элементов на усилие резания зерна .....	125
4.4	Влияние количества режущих элементов рабочих органов на качество измельчения .....	131
4.5	Результаты исследований износа поверхностей рабочих органов измельчителя.....	141
4.6	Результаты экспериментальных исследований по определению износостойкости материала рабочих органов измельчителя.....	145
	Выводы по главе.....	148

## **Глава 5**

	<b>Производственная проверка и эффективность использования центробежно-роторных измельчителей фуражного зерна и семян масличных культур в сельскохозяйственном производстве .....</b>	<b>150</b>
5.1	Результаты производственных испытаний.....	150
5.2	Измельчение минеральных компонентов для приготовления органо-минерального удобрения .....	152

5.3 Результаты применения центробежно-роторной установки ИЛС-5 для измельчения электрокорунда .....	157
5.4 Экономическая эффективность использования центробежно-роторных измельчителей в сельскохозяйственном производстве .....	160
5.4.1 Эффективность использования измельчителя ИЛС-5 по критерию энергетических затрат .....	161
5.4.2 Экономическая эффективность использования измельчителя ИЛС-5 в стоимостной форме (в ценах 2006 года).....	164
Выводы по главе.....	171
Заключение .....	174
Список литературы .....	176