

Э.Г. Нуруллин

**ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИЕ
ШЕЛУШИТЕЛИ ЗЕРНА
(ТЕОРИЯ, КОНСТРУКЦИЯ, РАСЧЕТ)**

УДК 631.36

ББК 40

Н 90

*Печатается по рекомендации Ученого Совета
Казанского государственного аграрного университета*

Рецензенты:

Заслуженный деятель науки и техники РФ
доктор технических наук, профессор **Н.П. Сычугов**;
доктор технических наук, профессор **В.А. Смелик**

Нуруллин Э.Г.

Н 90 Пневмомеханические шелушители зерна крупяных культур (теория, конструкция, расчет). – Казань: Казан. ун-т, 2011. – 308 с.

ISBN 978-5-98180-846-3

В монографии рассмотрены классификация, теория, конструкция и расчет шелушителей нового поколения пневмомеханического типа. Изложены методы моделирования и расчета рабочих органов пневмомеханических шелушителей. Рассмотрены теоретические основы процесса пневмомеханического шелушения, теория рабочих органов пневмомеханических шелушителей. Представлены результаты лабораторных и лабораторно-производственных экспериментальных исследований, а также производственных испытаний пневмомеханических шелушителей.

Монография предназначена для научных, инженерно-технических работников, занимающихся разработкой технических средств и технологических линий для переработки зерна в крупу, а также может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам высших учебных заведений.

УДК 631.36

ББК 40

ISBN 978-5-98180-846-3

© Нуруллин Э.Г., 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ШЕЛУШЕНИЯ ЗЕРНА КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР	6
1.1. Особенности зерна крупяных культур и анализ их исследований как предмета шелушения	6
1.2. Технологические основы переработки зерна в крупу и назначение шелушительных машин	15
<i>Основы технологии промышленной переработки зерна крупяных культур</i>	15
<i>Особенности переработки зерна крупяных культур в условиях сельскохозяйственного производства</i>	20
<i>Показатели оценки технологической эффективности процесса шелушения</i>	23
1.3. Основные направления развития конструкций машин для шелушения зерна крупяных культур	25
1.4. Теоретические исследования процесса шелушения зерна крупяных культур	39
Выводы	49
Глава 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ПРОЦЕССА ШЕЛУШЕНИЯ ЗЕРНА КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР И РАЗРАБОТКА НОВЫХ ШЕЛУШИТЕЛЕЙ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ТИПА	52
2.1. Классификация способов интенсификации переработки зерна крупяных культур	52
2.2. Классификация факторов, определяющих технологическую эффективность процесса шелушения	54
2.3. Классификация способов шелушения зерна крупяных культур	56
2.4. Классификация машин для шелушения зерна крупяных культур	60
2.5. Разработка конструктивно-технологических схем новых шелушителей пневмомеханического типа	62
Выводы	71

Глава 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ШЕЛУШЕНИЯ	73
3.1. Физическая сущность процесса пневмомеханического шелушения	73
3.2. Структурная модель зерна крупяных культур как предмет шелушения	76
3.3. Моделирование процесса разрушения оболочки	82
3.4. Моделирование процесса разрушения ядрицы	88
3.5. Моделирование скорости взаимодействия зерна с рабочей поверхностью	92
3.6. Динамика процесса пневмомеханического шелушения зерна крупяных культур	96
3.7. Энергетика пневмомеханического шелушения	103
3.8. Компьютерное моделирование процесса пневмомеханического шелушения зерна крупяных культур	109
<i>Методологические основы создания компьютерной модели процесса пневмомеханического шелушения</i>	109
<i>Моделирование движения воздушно-зерновой смеси</i>	110
<i>Пространственно-временная дискретизация и алгоритмы решения</i>	119
<i>Конструктивные параметры расчетной области и граничные условия</i>	124
<i>Комплексное моделирование процессов деформации и разрушения структурных элементов зерна</i>	128
<i>Компьютерные программы для исследования и расчета шелушителей пневмомеханического типа</i>	138
<i>Структурная схема модели процесса пневмомеханического шелушения зерна</i>	142
Выводы	144
Глава 4. ТЕОРИЯ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИХ ШЕЛУШИТЕЛЕЙ	146
4.1. Теория броскового вентилятора пневмомеханического шелушителя	146
<i>Теоретический анализ процесса взаимодействия зерна с рабочими поверхностями броскового вентилятора</i>	147
<i>Обоснование геометрических параметров лопаток ротора</i> ...	154

Лабораторные установки, измерительная аппаратура, технология подготовки и проведения опытов	217
Методика лабораторно-производственных экспериментальных исследований шелушителей пневмомеханического типа	219
5.5. Методика обработки результатов экспериментальных исследований	223
5.6. Экспериментальная проверка закономерностей процесса шелушения зерна крупяных культур (на примере зерна гречихи)	225
<i>Определение модуля упругости оболочки и ядрицы зерна гречихи</i>	225
<i>Экспериментальная проверка теоретических закономерностей процессов деформации и разрушения оболочки и ядрицы зерна гречихи</i>	230
5.7. Исследование влияния влажности зерна и типа рабочей поверхности на величину разрушающего усилия	232
<i>Экспериментальное обоснование влажности зерна</i>	232
<i>Обоснование типа рабочей поверхности</i>	234
5.8. Исследование влияния скорости взаимодействия на качество процесса пневмомеханического шелушения	237
<i>Экспериментальное обоснование скорости удара</i>	237
<i>Исследование влияния скорости взаимодействия на показатели технологической эффективности процесса пневмомеханического шелушения</i>	239
5.9. Результаты исследований зависимости энергий разрушения структурных элементов зерна гречихи от их влажности	243
5.10. Исследование влияния влажности зерна, конструктивных параметров и режимов работы шелушителей пневмомеханического типа на технологическую эффективность шелушения в лабораторно-производственных условиях	244
Выводы	250
Глава 6. ЭНЕРГИТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИХ ШЕЛУШИТЕЛЕЙ	252

Обоснование частоты вращения лопаточного колеса	159
Обоснование параметров кожуха броскового вентилятора ...	163
Определение секундной подачи зерна бросковым вентилятором в рабочую зону	168
4.2. Теория шелушильной камеры	173
Теория горизонтальной шелушильной камеры	173
Теория вертикальной шелушильной камеры	178
Теория вертикальной шелушильной камеры с дополнительным рабочим органом	185
4.3. Теория пневмосепаратора пневмомеханических шелушителей	196
Выводы	200

Глава 5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА

ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПОЛОЖЕНИЙ	202
5.1. Программа экспериментальных исследований	202
5.2. Методика лабораторных экспериментальных исследований ..	203
Обоснование выбора предмета шелушения и повторности опытов	203
Методика определения физико-механических и технологических свойств зерна крупяных культур	204
Методика и приборы исследования влияния влажности зерна и типа рабочей поверхности на величину деформирующей силы	206
Методика определения прочностных характеристик и проверки теоретических закономерностей процессов деформации и разрушения оболочки и ядрицы зерна крупяных культур	210
Методика и приборы для исследования влияния скорости взаимодействия на качество процесса пневмомеханического шелушения	211
Методика и приборы для исследования зависимости энергий разрушения структурных элементов зерна крупяных культур (оболочка, ядрица) от влажности	214
5.3. Методика и оборудование для исследования влияния влажности зерна, конструктивных параметров и режимов работы шелушителей пневмомеханического типа на технологическую эффективность шелушения в лабораторно-производственных условиях	217

6.1. Методика оценки энергетических затрат и технико-экономической эффективности шелушителей пневмомеханического типа в производственных условиях ...	252
6.2. Результаты производственных испытаний экспериментальных образцов пневмомеханических шелушителей и оценка их эффективности	256
6.3. Практические рекомендации по использованию пневмомеханических шелушителей	270
Выводы	271
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	272
ЛИТЕРАТУРА	276
ПРИЛОЖЕНИЕ	299