

# СОДЕРЖАНИЕ

## Том I

Перечень условных сокращений .....	10
Введение .....	11
Экологические предпосылки.....	14
<b>Том I. Аналитические основы формирования виброакустических процессов в оборудовании пищевых производств .....</b>	<b>18</b>
<b>Раздел 1. Моделирование виброакустических процессов оборудования пищевых производств.....</b>	<b>19</b>
1.1 Обобщенные виброакустические модели механических систем .....	19
1.2 Крутильные колебания в технологическом оборудовании .....	20
1.3 Линейные колебания в технологическом оборудовании.....	28
1.4 Акустические модели технологического оборудования.....	46
<b>Раздел 2. Функция передачи виброакустических систем оборудования.....</b>	<b>57</b>
2.1 Характеристика технологического оборудования .....	57
2.2 Определение функции передачи оборудования.....	57
2.3 Анализ результатов определения функции передачи.....	58
2.4 Многофакторные модели функции передачи.....	61
2.5 Использование результатов исследования функции передачи.....	63
<b>Раздел 3. Численное моделирование виброакустических характеристик оборудования.....</b>	<b>65</b>
3.1 Численное моделирование виброакустических характеристик очистительного оборудования.....	65
3.2 Моделирование распределения звукового давления в производственном помещении при работе картофелечистки МОК-150.....	70
3.3 Моделирование виброакустических характеристик измельчительного оборудования.....	73
3.3.1 Моделирование вибрационных характеристик машины для нарезки овощей.....	73
3.3.2 Распределение напряжений по корпусу овощерезки.....	79
3.4 Моделирование распределения звукового давления по производственному помещению при работе овощерезки CL-30.....	81
<b>Раздел 4. Закономерности формирования виброакустических характеристик оборудования пищевых производств.....</b>	<b>85</b>
4.1 Механика движения клубней в машинах очистки корнеклубнеплодов.....	85
4.2 Свободное перемещение клубней в рабочей камере машины МОК	90
4.3 Статистические модели виброакустических характеристик оборудования.....	94
4.4 Расчет шумовой характеристики технологического оборудования по его технической характеристике.....	99
4.5 Виброакустические характеристики механических систем	

компрессионных приборов хранения пищевых продуктов.....	108
<b>Раздел 5. Методология определения виброакустических параметров оборудования пищевых производств.....</b>	<b>114</b>
5.1 Виброакустика оборудования на основе крутильных колебаний.....	114
5.1.1 Крутильные колебания в мясорубке МИМ-300.....	114
5.1.2 Крутильные колебания в картофелечистке МОК-150.....	122
5.2 Методика расчета виброакустических характеристик оборудования на основе линейных колебаний.....	141
5.2.1 Методика расчета виброакустических характеристик машин.....	141
5.3 Примеры расчетов виброакустических характеристик оборудования.....	144
5.3.1 Расчет ВАХ измельчительного оборудования мясорубки МИМ-300.....	144
5.3.2 Расчет ВАХ измельчительного оборудования – овощерезки МРО.....	149
5.3.3 Расчет ВАХ очистительного оборудования – картофелечистки МОК-150 и МОК- 350.....	156
Список литературы.....	166

## Том II

<b>Перечень условных сокращений .....</b>	<b>10</b>
<b>Том 2. Экспериментальные исследования виброакустических процессов оборудования пищевых производств.....</b>	<b>11</b>
<b>Раздел 6. Методологические основы определения виброакустических характеристик оборудования.....</b>	<b>12</b>
6.1 Выбор и обоснование метода определения шумовых характеристик оборудования.....	12
6.1.1 Устанавливаются следующие шумовые характеристики машин.....	12
6.2 Аппаратура для измерения и анализа виброакустических характеристик оборудования.....	17
6.3 Рабочая методика определения и оценки шумовых характеристик оборудования.....	23
6.3.1 Определение уровней звуковой мощности для малых источников шума по звуковому давлению, технические методы.....	23
6.3.2 Определение уровней звуковой мощности малых источников шума по звуковому давлению (ИСО 3743-1-94, ИСО 3743-2-94) технические методы в реверберационных полях.....	41
6.3.3 Реверберационная заглушенная камерами ДонНУЭТ и её характеристики.....	68
6.4 Заявление и контроль значений шумовых характеристик оборудования.....	72
6.4.1 Общие сведения.....	73
6.4.2 Сведения включаемые в заявление.....	73

6.4.3 Контроль заявленных значений шумовых характеристик.....	74
6.4.4. Метод контроля единичной машины.....	75
6.4.5 Метод контроля партии машин.....	75
6.4.6 Методы определения заявленных значений шумовых характеристик машин.....	76
6.5 Анализ и методы математической обработки шумовых характеристик оборудования.....	79
6.6 Интенсиметрия.....	84
6.6.1 Основные понятия и определения.....	84
6.6.2 Методы определения интенсивности звука.....	86
6.6.3 Применение интенсивности звука при определении звуковой мощности.....	88
6.6.4 Фоновые шумы.....	90
6.6.5 Графическое представление распределение интенсивности звука.....	90
6.6.6. Интенсиметрическая аппаратура.....	93
6.6.7 Методы интенсиметрических измерений.....	94
6.6.8 Ограничения интенсиметрических методов.....	96
6.7 Вибрационные характеристики оборудования.....	99
6.7.1 Общие положения.....	99
6.7.2 Выбор нормируемых показателей и установлению норм вибрации машин.....	103
6.7.3 Обеспечение вибробезопасности.....	105
<b>Раздел 7. Виброакустика моечно-очистительного пищевого оборудования.....</b>	<b>110</b>
7.1 Универсальные приводы.....	110
7.1.1 Привод ПУ-0,6.....	111
7.1.2 Привод П-П.....	112
7.1.3 Привод УММ-ПР.....	116
7.1.4 Универсальная кухонная машина УКМ.....	121
7.2 Моечное оборудование.....	127
7.2.1 Посудомоечные машины.....	127
7.2.2. Машина мойки овощей.....	128
7.3 Очистительное оборудование.....	130
7.3.1 Картофелечистка МОК-250.....	130
7.3.2 Картофелечистка МОК-350.....	131
7.3.3 Картофелечистка МОК-150.....	139
7.3.4 Исследование движения клубней в рабочей камере картофелечисток.....	142
7.3.5 Исследование взаимосвязи виброакустических характеристик с конструктивными параметрами машины очистки корнеклубнеплодов МОК-150.....	147
7.3.6 Картофелечистка КНА-600М.....	153
7.3.7 Машина очистки лука.....	154
<b>Раздел 8. Измельчительное оборудование.....</b>	<b>157</b>

8.1 Характеристика растительного сырья как объекта для виброакустических процессов при его измельчении.....	157
8.1.1 Свойства растительного сырья. Физические свойства овощей.....	157
8.1.2 Физико-механические свойства растительного сырья.....	160
8.2 Методики исследования процесса резания растительного сырья.....	166
8.2.1 Исследование структурно-механических свойств растительного сырья: методики и экспериментальные установки.....	166
8.2.2 Методика и оборудование для исследования упругих свойств растительного сырья.....	166
8.2.3 Методика и оборудование для исследования фрикционных свойств растительного сырья.....	171
8.2.4 Методика исследования процесса резания растительного сырья пластинчатым ножом.....	173
8.3 Исследование реологического поведения растительного сырья.....	177
8.3.1 Реология вязко-упругих систем. Реологические модели растительного сырья.....	177
8.3.2 Скорость деформации и как фактор влияния на вязко-упругие свойства растительного сырья.....	187
8.3.3 Результаты экспериментальных исследований реологического поведения овощного сырья. Обоснование выбора реологической модели.....	190
8.4 Экспериментальные исследования процесса резания овощей.....	193
8.4.1 Влияние скорости резания на упругие свойства овощей.....	193
8.4.2 Влияние скорости резания на фрикционные свойства овощей....	197
8.4.3 Влияние фактора скорости на процесс резания.....	201
8.4.4 Исследования в режиме скользящего резания.....	211
8.4.5 Анализ многофакторных моделей процесса резания.....	212
8.5 Виброакустика машин измельчения растительного сырья.....	216
8.5.1 Протирочные машины.....	216
8.5.2 Машины нарезания овощей.....	218
8.6 Машины для измельчения гастрономических продуктов и хлеба.....	233
8.7 Машины измельчения мяса и рыбы.....	242
8.7.1 Экспериментальные исследования мясорубки Koncar MEM 12-E.....	255
8.7.2 Излучение звуковой мощности мясорубкой Braun1500.....	265
8.7.3 Применение результатов исследования на предприятиях питания.....	268
<b>Раздел 9. Виброакустика взбивально-перемешивающего специального технологического оборудования.....</b>	<b>273</b>
9.1 Шумовые характеристики взбивально-тестомесильного оборудования настольного типа.....	273

9.2 Шумовые характеристики тестомесильных машин настольного типа.....	279
9.3 Шумовые характеристики взбивальных машин настольного типа .....	284
9.4 Исследование шумовых характеристик навесной взбивальной машины.....	292
9.5 Блендеры.....	300
9.5.1 Шумовые и вибрационные параметры блендера MASAP P100 C13 при обработке жидких пищевых продуктов .....	300
9.6 Торговые автоматы.....	305
9.7 Специальное технологическое оборудование.....	310
<b>Раздел 10. Методы улучшения виброакустических характеристик технологического оборудования.....</b>	<b>322</b>
10.1 Общие методы улучшения виброакустических характеристик оборудования.....	322
10.2 Универсальные приводы со сменными механизмами.....	332
10.3 Моечное оборудование.....	334
10.4 Очистительное оборудование.....	339
10.5 Измельчительное оборудование.....	343
10.6 Взбивально-перемешивающее оборудование.....	360
10.7 Торговые автоматы.....	362
10.8 Специальное технологическое оборудование.....	363
10.9 Компрессионные приборы хранения пищевых продуктов.....	366

### Том III

<b>Перечень условных сокращений .....</b>	<b>10</b>
<b>Том 3 Проектирование, прогнозирование и эволюция виброакустических параметров оборудования пищевых производств.....</b>	<b>11</b>
Раздел 11. Методология проектирования технологического оборудования с улучшенными виброакустическими характеристиками....	12
11.1 Рекомендации по проектированию пищевого оборудования с улучшенными виброакустическими характеристиками.....	12
11.2 Расчет предельно допустимых значений виброакустических характеристик оборудования на стадии проектирования.....	22
11.3 Перспективные значения механического оборудования предприятий питания.....	35
11.4 Социально-экономическая оценка эффективности улучшения виброакустических характеристик оборудования пищевых производств...	35
<b>Раздел 12. Прогнозирование виброакустических характеристик оборудования пищевых производств.....</b>	<b>43</b>
12.1 Выбор математических методов для прогнозирования виброакустических характеристик оборудования.....	43
12.2 Прогнозирование виброакустических характеристик	

оборудования моделями авторегрессии-скользящего среднего.....	53
12.3 Прогнозирование виброакустических характеристик оборудования моделями динамической регрессии.....	55
12.4 Исследование параметров прогнозирующих виброакустических моделей оборудования.....	65
12.5 Применение корреляционных моделей в виброакустике оборудования пищевых производств.....	70
<b>Раздел 13. Модели эволюции шумовых характеристик технологического оборудования.....</b>	<b>76</b>
13.1 Моделирование эволюции шумовых характеристик оборудования.....	76
13.2 Моделирование шумовых отказов оборудования марковскими моделями.....	82
13.3 Моделирование шумовых характеристик оборудования логистической моделью.....	86
13.4 Реализация методов прогнозирования эволюции шумовых характеристик оборудования.....	89
13.5 Открытие «Закономерность изменения уровня излучаемой звуковой мощности механизмов при их безотказной работе» (Диплом № 455 от 25.11.2013 г.).....	103
<b>Раздел 14. Закономерности возникновения «шумовых отказов» в картофелечистках.....</b>	<b>107</b>
14.1 Анализ возникновения «шумовых отказов» картофелечисток.....	107
14.2 Модели возникновения «шумовых отказов» картофелечисток.....	109
14.3 Описание эволюции шумовых характеристик картофелечисток законами распределения вероятностей.....	114
14.3.1 Описание эволюции ШХ картофелечисток нормальным законом распределения.....	114
14.3.2 Описание эволюции ШХ картофелечисток без «шумового отказа» по распределению релея.....	117
14.3.3 Описание эволюции ШХ картофелечисток экспоненциальным законом распределения.....	118
14.3.4 Описание эволюции ШХ картофелечисток распределением Вейбулла.....	119
14.3.5 Описание эволюции ШХ картофелечисток гамма- распределением.....	120
14.3.6 Описание эволюции ШХ картофелечисток усеченным нормальным законом распределения.....	121
14.4 Расчетный состав показателей эволюции шумовых характеристик картофелечисток.....	122
14.5 Общие модели расчетов плотности распределения наработки к «шумовому отказу» .....	124
14.6 Определение времени работы картофелечисток без «шумового отказа» .....	125
14.7 Расчеты работы картофелечисток без «шумового отказа» при	

безотказной работе его элементов.....	128
14.8 Экспериментальные исследования эволюции шумовых характеристик картофелечисток.....	130
14.8.1 Методика проведения исследований.....	130
14.8.2 Результаты определения шумовых характеристик картофелечистки МОК-350.....	131
14.8.3 Статистическая обработка полученных данных изменения шумовых характеристик во времени.....	133
14.9 Определение закона распределения эволюции шумовых характеристик картофелечисток.....	135
14.9.1 Проверка соответствия эволюции ШХ картофелечисток экспонциальному закону распределения.....	135
14.9.2 Проверка соответствия изменений ШХ картофелечисток нормальному закону распределения.....	140
<b>Раздел 15. Квалиметрия в виброакустике пищевого оборудования.....</b>	<b>143</b>
15.1 Оценка качества пищевого оборудования по его шумовым характеристикам.....	144
15.2 Пример применения квалиметрии к определению качества измельчения растительного сырья.....	151
15.2.1 Технический уровень и качество современного овощерезательного оборудования.....	151
15.2.2 Методика определения качества нарезки овощей.....	165
15.2.3 Исследование качества нарезки овощей.....	169