

12-10276  
Т.11 Ч.2

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

# **СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ:**

**теория, расчет, конструкция, использование**

**Том 11**

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕКО-  
МАШИННЫХ СИСТЕМ В АПК**

**Часть 2**

22-06714

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АГРОИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ»

**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ:  
ТЕОРИЯ, РАСЧЕТ, КОНСТРУКЦИЯ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

**Том 11**

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ  
СИСТЕМ В АПК**

Под редакцией доктора технических наук,  
профессора Н.И. Шабанова

**Часть 2**

**Инженерные расчеты систем безопасности**

**Зерноград  
2012**

Печатается по решению ученого совета  
ФГБОУ ВПО АЧГАА

**Сельскохозяйственные машины:  
теория, расчёт, конструкция, использование**

**Редакционный совет:**

Таранов М.А., чл.-кор. РАСХН, д.т.н., профессор, председатель

Бондаренко А.М., д.т.н., профессор, зам. председателя

Липкович Э.И., академик РАСХН, зам. председателя

Долгов И.А., академик РАСХН, зам. председателя

Члены совета: Краснощеков Н.В., академик РАСХН;

Черноиванов В.И., академик РАСХН; Зайдинер В.И., д.и.н., профессор;

Драгайцев В.И., д.э.н., профессор; Бельтюков Л.П., д.с.-х. н., профессор;

Вахрушев Н.А., д.с.-х.н., профессор; Краусп В.Р., д.т.н., профессор;

Шабанов Н.И., д.т.н., профессор; Семенихин А.М., д.т.н., профессор;

Карташов Б.А., к.т.н., профессор; Секанов Ю.П., д.т.н., профессор

**Рецензенты:**

д.т.н., зав. отделом ГНУ СКНИИМЭСХ Бурьянов А.И.;

д.т.н., профессор ФГБОУ ВПО АЧГАА Щербина В.И.

**Безопасность человеко-машинных систем в АПК / Н.И. Шабанов,  
Б 39 И.Э. Липкович, А.В. Рамзаев, А.В. Семенихин, Е.А. Таран,  
А.В. Пикалов, Н.В. Петренко, А.Л. Пономаренко, С.М. Пятикопов,  
М.Г. Федорищенко, И.А. Шишина / под ред. Н.И. Шабанова. –  
Т. 11. – Ч. 2. – Черноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. – 452 с.**

ISBN 978-5-91833-040-1

Во второй части книги приведены основы инженерных расчетов систем безопасности труда: средств защиты от механического травмирования; систем освещения, вентиляции и отопления; защиты от шума и вибрации; электро- и пожарной безопасности.

Книга предназначена для научных работников, специалистов по охране труда и инженерно-технических работников предприятий АПК, преподавателей вузов и обучающихся центров системы профессиональной переподготовки и повышения квалификации кадров по охране труда.

© Текст: Шабанов Н.И., Липкович И.Э.,  
Рамзаев А.В. и др., 2012

© ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012

© Оформление: Издательство «Терра», 2012

## Содержание

|                                                                                         |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>ЧАСТЬ 2. Инженерные расчеты систем безопасности.....</b>                             | <b>3</b> |
| <b>1. Производственные опасности, их идентификация и анализ.....</b>                    | <b>3</b> |
| 1.1. Методы анализа травматизма.....                                                    | 4        |
| 1.2. Качественные и количественные характеристики риска.....                            | 5        |
| 1.3. Показатель опасности.....                                                          | 6        |
| 1.4. Коэффициент насыщенности механизмами производственной площади.....                 | 7        |
| 1.5. Опасные зоны машин и оборудования.....                                             | 8        |
| 1.6. Защитные устройства от механического травмирования.....                            | 10       |
| 1.7. Требования к защитным ограждениям.....                                             | 13       |
| 1.8. Защитные ограждения вращающихся и подвижных деталей.....                           | 15       |
| 1.9. Определение предельной и допускаемой окружной скорости вращающихся деталей.....    | 26       |
| 1.9.1. Определение предельной угловой скорости вращения шлифовального круга.....        | 28       |
| 1.9.2. Определение допускаемой окружной скорости вращающихся тонкостенных деталей.....  | 36       |
| 1.10. Проектирование стационарных защитных ограждений.....                              | 41       |
| 1.10.1. Определение геометрических размеров защитных ограждений.....                    | 42       |
| 1.10.2. Расчет защитных ограждений механических передач на прочность.....               | 44       |
| 1.10.3. Метод определения прочности защитного ограждения по величине ударной нагрузки.. | 50       |
| 1.11. Проектирование подвижных защитных ограждений.....                                 | 60       |

|                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1.11.1. Конструкция подвижных защитных ограждений и их блокировочных устройств..            | 60         |
| 1.11.2. Требования к подвижным защитным ограждениям.....                                    | 69         |
| 1.11.3. Определение геометрических размеров подвижных защитных ограждений.....              | 70         |
| 1.11.4. Расчет подвижных ограждений на прочность.....                                       | 71         |
| 1.12. Ограждение рабочего места оператора технологической линии.....                        | 79         |
| 1.13. Ограждение конвейеров роботокomплексов.....                                           | 81         |
| 1.14. Предохранительные устройства.....                                                     | 83         |
| 1.15. Тормозные устройства.....                                                             | 101        |
| 1.15.1. Классификация.....                                                                  | 101        |
| 1.15.2. Определение тормозного момента.....                                                 | 103        |
| 1.15.3. Колодочные тормоза.....                                                             | 104        |
| 1.15.4. Ленточные тормоза.....                                                              | 111        |
| 1.15.5. Дисковые тормоза.....                                                               | 117        |
| 1.15.6. Конические тормоза.....                                                             | 119        |
| 1.15.7. Грузоупорные тормоза.....                                                           | 121        |
| 1.15.8. Ограничители скорости.....                                                          | 124        |
| 1.15.9. Фрикционные пары тормозных устройств...                                             | 125        |
| Литература.....                                                                             | 129        |
| <b>2. Обеспечение нормируемых показателей на рабочих местах по фактору «Микроклимат»...</b> | <b>130</b> |
| 2.1. Нормирование параметров микроклимата.....                                              | 130        |
| 2.2. Требования к контролю и оценке микроклимата..                                          | 141        |
| 2.3. Требования к измерительным приборам.....                                               | 143        |
| 2.4. Классификация условий труда по показателям микроклимата.....                           | 146        |
| 2.5. Обеспечение требуемых условий труда с помощью воздушных завес.....                     | 152        |

|                                                                                                                                        |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.5.1. Конструктивные требования.....                                                                                                  | 152        |
| 2.5.2. Расчет воздушных завес.....                                                                                                     | 158        |
| 2.6. Обеспечение требуемых условий труда<br>с помощью воздушного душирования.....                                                      | 168        |
| Литература.....                                                                                                                        | 173        |
| <b>3. Проектирование систем вентиляции.....</b>                                                                                        | <b>174</b> |
| 3.1. Методика расчета систем вентиляции.....                                                                                           | 174        |
| 3.2. Расчет естественной вентиляции.....                                                                                               | 181        |
| 3.3. Расчет механической вентиляции.....                                                                                               | 182        |
| Литература.....                                                                                                                        | 186        |
| Приложения.....                                                                                                                        | 187        |
| <b>4. Проектирование систем отопления.....</b>                                                                                         | <b>206</b> |
| 4.1. Расчет теплового баланса.....                                                                                                     | 206        |
| 4.2. Расчет водяного (парового) отопления.....                                                                                         | 209        |
| 4.3. Расчет воздушного отопления.....                                                                                                  | 210        |
| Литература.....                                                                                                                        | 213        |
| Приложения.....                                                                                                                        | 214        |
| <b>5. Расчет шумового режима в помещениях.....</b>                                                                                     | <b>218</b> |
| 5.1. Термины и определения.....                                                                                                        | 218        |
| 5.2. Классификация шумов, воздействующих<br>на человека.....                                                                           | 219        |
| 5.3. Нормируемые параметры и предельно<br>допустимые уровни шума на рабочих<br>местах.....                                             | 220        |
| 5.4. Нормируемые параметры и допустимые уровни<br>шума в помещениях жилых, общественных<br>зданий и на территории жилой застройки..... | 222        |
| 5.5. Основы расчета требуемого шумового режима<br>в помещении.....                                                                     | 225        |
| 5.6. Расчет звукоизоляции ограждающих<br>конструкций.....                                                                              | 229        |

|                                                                                              |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.7. Расчет и выбор конструкций звукопоглощающей облицовки.....                              | 233        |
| Литература.....                                                                              | 245        |
| <b>6. Расчет освещения помещений.....</b>                                                    | <b>246</b> |
| 6.1. Термины и определения.....                                                              | 246        |
| 6.2. Основы расчета освещения.....                                                           | 248        |
| Литература.....                                                                              | 265        |
| Приложения.....                                                                              | 266        |
| <b>7. Расчет систем электробезопасности .....</b>                                            | <b>333</b> |
| 7.1. Термины и определения.....                                                              | 333        |
| 7.2. Расчет заземления.....                                                                  | 334        |
| 7.3. Расчет заземляющего устройства подстанции.....                                          | 345        |
| 7.4. Расчет зануления.....                                                                   | 350        |
| 7.5. Расчет молниезащиты зданий и сооружений.....                                            | 357        |
| 7.5.1. Основные термины и определения .....                                                  | 357        |
| 7.5.2. Защита от прямых ударов молнии.....                                                   | 358        |
| 7.5.3. Молниезащита I категории.....                                                         | 375        |
| 7.5.4. Молниезащита II категории.....                                                        | 383        |
| 7.5.5. Молниезащита III категории.....                                                       | 388        |
| 7.5.6. Конструкция молниеотводов.....                                                        | 393        |
| 7.5.7. Вероятность поражения молнией.....                                                    | 404        |
| Литература.....                                                                              | 410        |
| <b>8. Расчет систем пожаротушения.....</b>                                                   | <b>412</b> |
| 8.1. Классификация помещений и зданий по пожарной и взрывной опасности.....                  | 412        |
| 8.2. Методы расчета критериев взрывопожарной опасности помещений.....                        | 414        |
| 8.2.1. Расчет избыточного давления взрыва $\Delta P$ для индивидуальных горючих веществ..... | 414        |
| 8.2.2. Расчет избыточного давления взрыва для горючих пылей.....                             | 419        |

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.3. Расчет автоматической системы пожаротушения.                                                           | 422 |
| 8.4. Расчет пожарного запаса воды.....                                                                      | 437 |
| 8.5. Расчет эвакуационных путей и выходов.....                                                              | 439 |
| 8.6. Расчет индивидуального и социального риска<br>для персонала производственных зданий<br>при пожаре..... | 442 |
| 8.6.1. Основные расчетные зависимости.....                                                                  | 443 |
| 8.6.2. Расчет социального риска.....                                                                        | 444 |
| Литература.....                                                                                             | 446 |