

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**И. С. Крук**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ  
ШТАНГОВЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ**

Минск  
БГАТУ  
2018

**Крук, И. С.** Научно-технические основы проектирования рабочих органов штанговых опрыскивателей / И. С. Крук. – Минск : БГАТУ, 2018. – 272 с.: ил. – ISBN 978-985-519-954-1.

В монографии обоснованы причины потерь пестицидов при опрыскивании и обозначены направления их снижения. Приведен также анализ ситуаций неравномерности распределения рабочей жидкости по обрабатываемой поверхности при опрыскивании и дан обзор технических решений для обеспечения требуемого качества внесения. Получены математические модели, описывающие колебания штанги в зависимости от схемы ее подвески, используемых демпфирующих и упругих элементов в системе стабилизации.

Издание предназначено для научных работников, конструкторов сельскохозяйственных машин, специалистов АПК, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов.

Табл. 5. Ил. 145. Библиогр.: 131 назв.

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом  
Учреждения образования «Белорусский государственный  
аграрный технический университет»  
(протокол № 1 от 22 января 2018 г.)

**Рецензенты:**

доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник  
лаборатории обработки почвы и посева РУП «НПЦ НАН Беларуси  
по механизации сельского хозяйства» *Л. Я. Степук*;

доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры «Управление охраной труда»  
Учреждения образования «Белорусский государственный  
аграрный технический университет» *Л. В. Мисун*

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВНЕСЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ОПРЫСКИВАНИЕМ.....	9
1.1. Химический метод защиты растений.....	9
1.2. Требования к внесению рабочих растворов пестицидов полевыми опрыскивателями.....	16
1.3. Техническое обеспечение технологий опрыскивания в растениеводстве.....	22
1.3.1. Авиационное внесение пестицидов.....	24
1.3.2. Наземное внесение пестицидов.....	25
1.3.3. Общее устройство и принцип работы опрыскивателя....	28
1.4. Потери пестицидов при опрыскивании и способы их уменьшения.....	51
1.4.1. Испарение мелких капель.....	52
1.4.2. Скатывание крупных капель с обрабатываемой поверхности.....	53
1.4.3. Огрехи и перекрытия соседних проходов.....	54
1.4.4. Снос препаратов ветром.....	55
1.4.5. Распределение рабочей жидкости вдоль линии движения опрыскивателя и по ширине штанги опрыскивателя.....	61
1.4.5.1. Соблюдение норм внесения при изменении рабочей скорости.....	62
1.4.5.2. Оптимальный выбор высоты установки штанги.....	63
1.4.5.3. Обеспечение расстояния между распылителями и обрабатываемой поверхностью по всей длине штанги.....	64
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ ШТАНГИ ПОЛЕВОГО ОПРЫСКИВАТЕЛЯ.....	111
2.1. Особенности использования различных математических моделей для исследований процесса колебаний штанги полевого опрыскивателя.....	111
2.1.1. Модель колебаний штанги при движении опрыскивателя по ровной поверхности.....	111

2.1.2. Модель колебаний штанги при использовании демпфирующих элементов.....	115
2.1.3. Модель вынужденных колебаний штанги без использования демпфирующих элементов.....	118
2.1.4. Модель вынужденных колебаний штанги с учетом использования демпфирующих элементов.....	120
2.2. Уравнения гиперболического типа для описания колебаний штанги.....	122
2.3. Определение сдвига точек штанги в случае свободных колебаний.....	124
2.3.1. Модель штанги неограниченной длины.....	124
2.3.2. Модель штанги ограниченной длины.....	130
2.4. Модель продольных колебаний штанги.....	133
<b>3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПОДВЕСОК ШТАНГ И СИСТЕМ ИХ СТАБИЛИЗАЦИИ И ИЗМЕНЕНИЯ УГЛА НАКЛОНА.....</b>	<b>142</b>
3.1. Конструкции подвесок штанг и систем их стабилизации и изменения угла наклона.....	142
3.2. Теоретические исследования жестко закрепленной штанги на раме опрыскивателя.....	152
3.2.1. Колебания штанги без учета изгиба ее несущей конструкции.....	152
3.2.2. Колебания штанги в вертикальной плоскости с учетом изгиба ее конструкции.....	159
3.2.3. Колебания штанги в горизонтальной плоскости с учетом изгиба ее конструкции.....	176
3.3. Особенности колебательного процесса штанги при использовании различных демпфирующих элементов в системе стабилизации.....	179
3.3.1. Использование амортизаторов в системе стабилизации.....	179
3.3.2. Определение параметров колебаний штанги при использовании в системе стабилизации упругих элементов.....	183
3.3.3. Исследования колебаний штанги при совместном использовании различных демпфирующих элементов.....	192

3.4. Теоретические исследования влияния колебаний штанги на равномерность распределения рабочего раствора пестицидов по обрабатываемой поверхности.....	203
3.4.1. Закономерности падения капель рабочей жидкости.....	203
4. МЕХАНИЗМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСТОЯНСТВА РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ШТАНГОЙ И ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПОЛЯ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ РЕЛЬЕФОМ.....	224
4.1. Основные параметры установки штанги относительно обрабатываемой поверхности.....	224
4.2. Конструкции механизма изменения угла наклона штанги электрического и гидравлического действия.....	231
4.3. Система микропроцессорного автоматизированного управления штангой опрыскивателя (СМАР).....	233
4.4.1. Принципы и алгоритмы работы элементов системы.....	235
5. МЕТОДИКИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	243
5.1. Оборудование для оценки равномерности распределения рабочей жидкости по ширине захвата.....	243
5.2. Выбор целевых функций для оценки эффективности подвесок и систем стабилизации штанги.....	251
6. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	253
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	259
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	260