

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. Н. Смирнов, П. В. Авраменко

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ**

Минск
БГАТУ
2021

УДК 621.869.447(075)

Смирнов, А. Н. Научно-технические основы проектирования фронтальных погрузчиков / А. Н. Смирнов, П. В. Авраменко. – Минск : БГАТУ, 2021. – 172 с.: ил. – ISBN 978-985-25-0127-9.

В монографии проведен обзор рычажных механизмов погрузочного оборудования фронтальных погрузчиков, выбор рациональных параметров и автоматизация проектирования погрузочного оборудования с традиционной перекрестной и универсальной рычажной системой, приведены рекомендации по повышению энергоэффективности погрузчиков при эксплуатации.

Издание предназначено для научных работников, инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, экспериментальными исследованиями и эксплуатацией одноковшовых фронтальных погрузчиков, для специалистов АПК, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов.

Табл. 1. Ил. 48. Библиогр.: 89 назв.

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (протокол № 1 от 11 января 2021 г.)

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Механизация и автоматизация
дорожно-строительного комплекса»

Белорусского национального технического университета *А. В. Вавилов*;

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Теоретическая механика
и теория механизмов и машин» УО «Белорусский государственный
аграрный технический университет» *А. Н. Орда*

ISBN 978-985-25-0127-9

© БГАТУ, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ОБЗОР РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПОГРУЗОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ	
1.1. Оценка состояния вопроса	8
1.2. Анализ кинематических схем погрузочного оборудования одноковшовых фронтальных погрузчиков	11
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОГРУЗОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА С ПЕРЕКРЕСТНЫМ РЫЧАЖНЫМ МЕХАНИЗМОМ	
2.1. Основные показатели качества на фронтальные погрузчики	15
2.2. Выбор основных параметров погрузочного оборудования ...	16
2.3. Автоматизация проектирования гидромеханизма поворота ковша фронтального погрузчика в среде Mathcad	19
2.4. Автоматизация проектирования гидромеханизма подъема стрелы фронтального погрузчика в среде Mathcad	27
2.5. Моделирование процесса подъема стрелы в динамике графоаналитическим методом	36
2.5.1. Построение плана положений рычажного механизма погрузочного оборудования	38
2.5.2. Построение планов скоростей рычажного механизма погрузочного оборудования	38
2.5.3. Определение приведенного к поршню стрелового гидроцилиндра усилия	43
2.5.4. Определение приведенной массы	44
2.5.5. Определение ускорения и приведенной силы инерции ведущего звена (поршня стрелового гидроцилиндра)	45
2.5.6. Определение давления в стреловых гидроцилиндрах с учетом сил инерции погрузочного оборудования и ковша с грузом	46

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОГРУЗОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА С УНИВЕРСАЛЬНОЙ РЫЧАЖНОЙ СИСТЕМОЙ

3.1. Обоснование универсальной рычажной системы погрузочного оборудования фронтального погрузчика.....	48
3.2. Методика моделирования процесса подъема стрелы погрузчика в динамике.....	58
3.2.1. Приведение разветвленной симметричной динамической гидравлической схемы к эквивалентной неразветвленной	58
3.2.2. Математическое моделирование процесса подъема погрузочного оборудования фронтального погрузчика	64
3.3. Определение давления в стреловых гидроцилиндрах погрузчика с универсальной рычажной системой при подъеме стрелы на основе двухмассовой динамической модели.....	75
3.3.1. Сравнение работ сил трения для перекрестной и универсальной рычажных систем.....	75
3.3.2. Определение приведенной к поршню стрелового гидроцилиндра массы	76
3.3.3. Определение приведенной к поршню стрелового гидроцилиндра силы инерции	83
3.3.4. Определение приведенного к поршню стрелового гидроцилиндра усилия	83
3.3.5. Определение давления в стреловых гидроцилиндрах с учетом сил инерции погрузочного оборудования и ковша с грузом.....	85
3.4. Выбор параметров для максимальной высоты разгрузки основного ковша одноковшового фронтального погрузчика и исследование их влияния на энергозатраты	86
3.5. Повышение грузоподъемности (производительности) одноковшового фронтального погрузчика	92
3.6. Методика минимизации радиуса поворота одноковшового фронтального погрузчика с шарнирно-сочлененной рамой	93
4. РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОГРУЗОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА БАЗЕ ПОГРУЗЧИКА АМКОДОР 333В	
4.1. Имитационная модель погрузочного оборудования	98

4.2. Разработка гидромеханизма поворота ковша.....	100
4.3. Разработка гидромеханизма подъема стрелы.....	110
4.4. Улучшение кинематических и динамических параметров при проектировании гидромеханизмов поворота ковша и подъема стрелы погрузчика Амкодор 333В с универсальным перекрестным рычажным механизмом в сравнении с традиционным.....	116
5. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ	
5.1. Оценка энергоэффективности фронтальных погрузчиков, достоинства и недостатки известных решений.....	120
5.2. Определение рациональных приемов работы с позиции энергопотребления.....	123
5.3. Анализ работы гидросистемы погрузчика при крайних положениях гидроцилиндров	131
5.4. Рекуперация энергии при совмещенной разгрузке ковша ...	134
5.5. Рекуперация энергии при плавающем опускании стрелы ...	137
5.6. Рекуперация энергии при торможении погрузчика.....	140
5.7. Рекомендации по повышению энергоэффективности одноковшовых фронтальных погрузчиков.....	144
5.8. Сравнительная оценка энергоэффективности погрузчика с универсальной рычажной системой и традиционной.....	150
5.9. К вопросу установки счетчика погружаемого материала на фронтальных погрузчиках.....	153
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	162

Научное издание

Смирнов Анатолий Николаевич,
Авраменко Павел Викторович

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ

Ответственный за выпуск *И. С. Крук*
Редактор *Д. О. Бабакова*
Корректор *Д. О. Бабакова*
Компьютерная верстка *Д. О. Бабаковой*
Дизайн обложки *Д. О. Бабаковой*

Подписано в печать 16.12.2021. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 10,0. Уч.-изд. л. 7,82. Тираж 100 экз. Заказ 526.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр-т Независимости, 99–2, 220023, Минск.