

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Мартеха Александр Николаевич

Должность: И.о. директора учебно-научного центра

Дата подписания: 18.07.2022 12:08:04

Уникальный идентификатор:

8e989d2f592a5017714048b74794d4f8dc3853



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ– МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра технического сервиса машин и оборудования

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики
и энергетики имени В.П. Горячкина

 И.Ю. Игнаткин

«2»  2022 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО
ПРОЕКТА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.01.02 «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ»**

для подготовки магистров

Направление: 35.04.06 Агроинженерия

Направленность: Технологии технического сервиса

Курс: 2

Семестр: 3

Форма обучения: очная

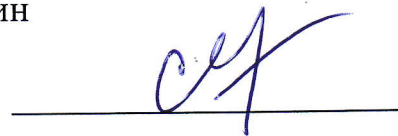
Москва, 2022

Разработчик: Корнеев В.М., кандидат технических наук, доцент



« 29 » августа 2022 г.

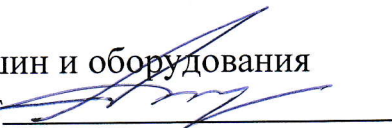
Рецензент: Казанцев С.П., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сопротивления материалов и деталей машин ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева



«29» августа 2022 г.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры технического сервиса машин и оборудования « 29 »августа2022 г., протокол № 01

Заведующий кафедрой технического сервиса машин и оборудования Апатенко А.С., доктор технических наук, доцент



« 29 » августа 2022 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н, профессор



« 29 » августа 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Аннотация | 4 |
| 1.Цель и задачи курсового проекта | 4 |
| 2. Перечень планируемых результатов выполнения курсового проекта по дисциплине «Современные технологии технического сервиса машин и оборудования», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы..... | 5 |
| 3. Структура курсового проекта | 9 |
| 4. Порядок выполнения курсового проекта..... | 9 |
| 4.1 Выбор темы..... | 9 |
| 4.2 Получение индивидуального задания..... | 11 |
| 4.3 Составление плана выполнения курсового проекта..... | 11 |
| 4.4 Требования к разработке структурных элементов курсового проекта... | 12 |
| 4.4.1 Разработка введения | 12 |
| 4.4.2 Разработка основной части курсового проекта | 10 |
| 4.4.3 Разработка заключения | 31 |
| 4.4.4 Оформление библиографического списка | 33 |
| 4.4.5 Оформление Приложения | 33 |
| 5. Требования к оформлению курсовых проектов..... | 33 |
| 5.1 Оформление текстового материала (ГОСТ 7.0.11-2011) | 34 |
| 5.2 Оформление ссылок (ГОСТР 7.0.5)..... | 34 |
| 5.3 Оформление иллюстраций (ГОСТ 2.105-95)..... | 35 |
| 5.4 Общие правила представления формул (ГОСТ 2.105-95)..... | 36 |
| 5.5 Оформление таблиц (ГОСТ 2.105-95)..... | 37 |
| 5.6 Оформление библиографического списка (ГОСТ 7.1)..... | 38 |
| 5.7 Оформление графических материалов..... | 40 |
| 5.8 Оформление приложений (ГОСТ 2.105-95) | 40 |
| 5.9 Требования к лингвистическому оформлению курсового проекта | 40 |
| 6. Порядок защиты курсового проекта | 42 |
| 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение курсового проекта..... | 45 |
| 7.1 Основная литература..... | 45 |
| 7.2 Дополнительная литература..... | 45 |
| 8. Методическое, программное обеспечение курсового проекта | 46 |
| 8.1 Методические указания и методические материалы к курсовому проекту..... | 46 |
| 8.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем для выполнения курсового проекта..... | 46 |
| Приложения | 45 |

АННОТАЦИЯ

курсового проекта учебной дисциплины Б1.В.01.02 «Современные технологии технического сервиса машин и оборудования» для подготовки магистра по направлению 35.04.06 «Агроинженерия» направленность «Технологии технического сервиса»

Курсовой проект по дисциплине «Современные технологии технического сервиса машин и оборудования» для подготовки магистров по направлению 35.04.06 «Агроинженерия» направленность «Технологии технического сервиса» является самостоятельной инженерной работой студента и представляет собой законченную разработку, демонстрирующую уровень усвоения теоретических знаний, полученных студентом в процессе обучения, и способности применить эти знания в решении профессиональных задач

В процессе самостоятельного изучения дисциплины Б1.В.01.02 «Современные технологии технического сервиса машин и оборудования» студенты выполняют курсовой проект, посвященный разработке ресурсосберегающих технологий упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих агрегатов на заданный ресурс, проектированию технологических процессов ремонта изношенных деталей, а также организации производственных процессов упрочнения и восстановления рабочих органов сельскохозяйственных машин с целью обеспечения высокого уровня их работоспособности и повышения эффективности использования. В результате изучения курса и выполнения курсового проекта студент должен усвоить глубинный физический смысл каждого рассматриваемого понятия и термина, а также научиться пользоваться нормативной и справочной литературой.

Целью курсового проекта является более глубокое изучение теоретического материала дисциплины, привитие навыков работы со справочной литературой, развитие умения применять теоретический материал для творческого решения профессиональных практических задач.

Курсовой проект имеет аналитический, технологический, проектный и экономический характер.

1. Цель и задачи курсового проекта

Курсовой проект представляет собой законченную разработку, демонстрирующую уровень усвоения теоретических знаний, полученных студентом в процессе обучения, а также способности применить эти знания в решении профессиональных задач

Выполнение курсового проекта по дисциплине «Современные технологии технического сервиса машин и оборудования» для подготовки магистра по направлению 35.04.06 «Агроинженерия» направленности «Технологии технического сервиса» проводится с целью самостоятельного

решения студентом инженерных задач, связанных с проектированием и разработкой технологий изготовления (упрочнения) равностойких рабочих органов сельскохозяйственных машин (культиваторной лапы, дисков зубчатой бороны и луцильников, лемеха, отвала, полевой доски плужного корпуса) в условиях обработки определенного вида почв (глинистой, суглинистой, супесчаной, песчаной).

В процессе выполнения курсового проекта студент должен *владеть* методами расчета долговечности рабочих органов почвообрабатывающих агрегатов, навыками проведения научных исследований и контроля соответствия разрабатываемых проектов требованиям нормативной документации, *уметь* использовать различные материалы для упрочнения рабочих органов, разрабатывать проекты, а также применять стандарты и техникой условия для оценки качества рабочих органов.

Курсовой проект позволяет решить следующие задачи:

1. Провести анализ условий работы заданного рабочего органа (детали рабочего органа), обосновать характер изнашивания, которым подвергаются основные рабочие поверхности его серийного варианта.

2. Определить коэффициент равностойкости рабочего органа (детали рабочего органа).

3. Разработать конструктивную схему упрочнения рабочего органа для обеспечения его равностойкости.

4. Выбрать возможные 2–3 марки материала (или 2–3 метода нанесения) и разработать технологии и режимы их применения для упрочнения заданного рабочего органа.

5. Определить толщину упрочняющего слоя металла режущего рабочего органа, исходя из равностойкости стабилизированного двухслойного лезвия.

6. Определить долговечность рабочего органа для разных вариантов упрочнения и заданных почвенных условий.

7. Определить возможную цену упрочненного рабочего органа.

8. Провести оценку эффективности упрочненного рабочего органа по сравнению с серийным.

9. Разработать технологическую документацию на изготовление (упрочнение) рабочего органа.

2. Перечень планируемых результатов выполнения курсового проекта по дисциплине «Современные технологии технического сервиса машин и оборудования», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Реализация в курсовом проекте по дисциплине «Современные технологии технического сервиса машин и оборудования» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия» направленность «Технологии технического сервиса» должна формировать следующие компетенции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к результатам выполнения курсового проекта по учебной дисциплине

| № п/п | Код компетенции | Содержание компетенции (или её части) | Индикаторы компетенций | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны: | | |
|-------|-----------------|--|--|---|---|--|
| | | | | знать | уметь | владеть |
| 1. | УК-6 | Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки | УК-6.3–планирует профессиональную траекторию с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда | приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки | планировать профессиональную траекторию с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда | навыками планирования как профессиональной, так и других видов собственной деятельности с учетом требований рынка труда |
| 2 | ПКос-2 | Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к техническому сервису машин и оборудования | ПКос-2.2–умеет применять методы физического и математического моделирования при исследовании процессов, явлений и объектов; ПКос-2.3 – владеет навыками применения методов физического и математического моделирования при исследовании процессов, явлений и объектов | методы физического и математического моделирования, объекты технического сервиса машин и оборудования | умеет применять методы физического и математического моделирования при теоретических и экспериментальных исследованиях процессов, явлений и объектов относящихся к техническому сервису машин и оборудования посредством электронных ресурсов | владеет навыками применения методов физического и математического моделирования при исследовании процессов, явлений и объектов с помощью программных продуктов |
| 3 | ПКос-4 | Способен осуществлять выбор | ПКос-4.4 - способен обеспечивать | современные информационные и | применять технологии технического обслуживания | навыками обеспечения работоспособности |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|---|
| | | <p>машин и оборудования для хранения, ремонта и утилизации сельскохозяйственной техники и оборудования</p> | <p>работоспособность техники при ее эксплуатации с применением цифровых технологий</p> <p>ПКос-4.5 – способен обосновывать ресурсосберегающие методы восстановления изношенных деталей</p> <p>ПКос-4.6 - владеет навыками организации процесса утилизации в агропромышленном комплексе</p> | <p>цифровые технологии обеспечения работоспособности машин</p> <p>современное оборудование, материалы и технологии ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования</p> <p>перспективные направления совершенствования технологии утилизации техники</p> | <p>и ремонта машин в целях обеспечения работоспособности техники при ее эксплуатации</p> <p>обосновывать в первую очередь ресурсосберегающие методы восстановления изношенных деталей, использовать различные материалы для упрочнения рабочих органов</p> <p>организовывать производственные процессы утилизации сельскохозяйственной техники и вторичного использования ресурсов в АПК</p> | <p>техники посредством использования электронных ресурсов и программных продуктов</p> <p>навыками и методикой осуществления ресурсосберегающих технологий ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования</p> <p>навыками организации производственных процессов утилизации сельскохозяйственной техники и ее компонентов</p> |
|--|--|--|--|---|--|---|

3. Структура курсового проекта

Курсовой проект должен состоять из расчетно-пояснительной записки объемом 30–40 страниц формата А4, выполненной машинописным способом и графической части объемом 3 листа формата А1.

Примерная структура курсового проекта представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Структура курсового проекта и объем отдельных разделов

| № п/п | Элемент структуры курсового проекта | Объем (примерный) страниц |
|-------|--|---------------------------|
| 1 | Титульный лист (<i>Приложение А</i>) | 1 |
| 2 | Задание с чертежом рабочего органа (<i>Приложение Б</i>) | 1 |
| 3 | Аннотация | 1 |
| 4 | Содержание | 1-2 |
| 5 | Введение | 1-2 |
| 6 | Основная часть | 25-35 |
| 6.1 | Характер и интенсивность изнашивания проектируемого рабочего органа на почвах того или иного вида (варианта) | 6-7 |
| 6.2 | Определение коэффициента равностойкости рабочего органа | 3-4 |
| 6.3 | Разработка конструктивной схемы упрочнения рабочего органа и характеристика материалов по износостойкости | 4-6 |
| 6.4 | Определение толщины упрочняемого слоя при различных вариантах рабочего органа | 3-5 |
| 6.5 | Аналитическое определение долговечности заданного и упрочненного по различным вариантам рабочего органа | 6-8 |
| 6.6 | Оценка эффективности почвообрабатывающего агрегата | 2-3 |
| 7 | Заключение | 1-2 |
| 8 | Предложения и рекомендации по теме исследования с обоснованием их целесообразности и эффективности | по необходимости |
| 9 | Библиографический список | не менее 10 источников |
| 10 | Приложения (включают примеры входных и выходных данных) | по необходимости |

Методические указания по выполнению курсового проекта дисциплины «Современные технологии технического сервиса машин и оборудования для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

4. Порядок выполнения курсового проекта

4.1 Выбор темы

Обучающийся самостоятельно выбирает тему курсового проекта из предлагаемого списка тем или может предложить свою тему при условии обоснования им ее целесообразности. Тема может быть уточнена по согласованию с руководителем курсового проекта.

Тематика курсовых проектов должна быть направлена на разработку технологий упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих агрегатов на заданный ресурс, проектирование технологических процессов ремонта изношенных деталей, а также на организацию производственных процессов упрочнения и восстановления рабочих органов сельскохозяйственных машин с целью повышения их долговечности и обеспечения равностойкости для различных почвенных условий.

Примерная тематика курсовых проектов по дисциплине «Современные технологии технического сервиса машин и оборудования» приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Примерная тематика курсовых работ/проектов по дисциплине «Современные технологии технического сервиса машин и оборудования»

| № п/п | Тема курсового проекта |
|-------|--|
| 1 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения долотообразного лемеха к отечественному плугу в условиях супесчаных почв |
| 2 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения долотообразного лемеха к отечественному плугу в условиях суглинистых почв |
| 3 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения трапециевидного лемеха к отечественному плугу в условиях песчаных почв |
| 4 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения трапециевидного лемеха к отечественному плугу в условиях глинистых почв |
| 5 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения лемеха фирмы Lemken в условиях супесчаных почв |
| 6 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения лемеха Kverneland в условиях суглинистых почв |
| 7 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения отвала отечественного плуга в условиях песчаных почв |
| 8 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения полевой доски к отечественному плугу в условиях супесчаных почв |
| 9 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения полевой доски плуга фирмы Lemken в условиях суглинистых почв |
| 10 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения диска зубчатой бороны ДМБ 560-69 в условиях суглинистых почв |
| 11 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения диска луцильника ЛДГ-12Б в условиях супесчаных почв |
| 12 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения стрелчатой лапы культиватора 5.3Н03.5.402-01 в условиях суглинистых почв |
| 13 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения стрелчатой лапы культиватора КПЭ 02-407 в условиях песчаных почв |
| 14 | Проектирование и разработка технологического процесса упрочнения стрелчатой лапы культиватора 5.1Н.043.05.4-02 в условиях суглинистых почв |
| 15 | Разработка технологии упрочнения долотообразного лемеха к плугу ПЛН-4-35 в условиях обработки суглинистых почв |
| 16 | Разработка технологии упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин на заданный ресурс |

Выбор темы курсового проекта регистрируется в журнале регистрации курсовых проектов на кафедре.

4.2 Получение индивидуального задания

Задание на выполнение курсового проекта (Приложение Б) выдается за подписью руководителя, датируется днем выдачи и регистрируется на кафедре в журнале. Факт получения задания удостоверяется подписью обучающегося в указанном журнале.

Курсовой проект выполняется, по возможности, с использованием материалов конкретного предприятия технического сервиса по заданному ресурсу серийных рабочих органов и почвенным условиям или по материалам, приведенным в задании на курсовую работу.

Исходные данные для курсового проекта магистры могут собирать в период прохождения учебной и производственной практик или получают в виде задания от преподавателя.

4.3 Составление плана выполнения курсового проекта

Выбрав тему, определив цель, задачи, структуру и содержание курсового проекта, необходимо совместно с руководителем составить план-график ее выполнения с учетом графика учебного процесса (табл. 4).

Таблица 4 – Примерный план-график выполнения курсового проекта

| № п/п | Наименование действий | Исполнители | Сроки, № недели семестра |
|-------|---|------------------------|--------------------------|
| 1 | Выбор темы | преподаватель, студент | 3-4 |
| 2 | Получение задания по курсовому проекту | студент | 3-4 |
| 3 | Уточнение темы и содержания курсового проекта, сбор материалов и подготовка плана | преподаватель, студент | 4-5 |
| 4 | Написание введения, выполнение раздела 1 (пп. 1.1–1.5), раздела 2, раздела 3 и раздела 4 | студент | 4-5 |
| 5 | Консультация по технологической части проекта | преподаватель, студент | 5-6 |
| 6 | Выполнение раздела 5, раздела 6 (пп. 6.1–6.5), раздела 7 и раздела 8 | студент | 6-7 |
| 7 | Консультация по определению экономической целесообразности и эффективности упрочнения почвообрабатывающего агрегата | преподаватель, студент | 8-9 |
| 8 | Представление руководителю первого варианта курсового проекта | студент | 10-11 |
| 9 | Обсуждение представленного материала и результатов | преподаватель, студент | 10-11 |
| 10 | Составление окончательного варианта курсового проекта | студент | 11-12 |
| 11 | Заключительное консультирование | преподаватель, студент | 11-12 |

| | | | |
|----|----------------------------------|----------|-------|
| 12 | Рецензирование курсового проекта | студент | 11-12 |
| 13 | Защита курсового проекта | комиссия | 13-14 |

4.4. Требования к разработке структурных элементов курсового проекта

4.4.1 Разработка введения

Во введении необходимо отразить обоснование выбора темы (физико-механические и технологические свойства почвы, и их влияние на изнашивание почвообрабатывающих агрегатов, основные направления развития технического сервиса на основе широкого применения ресурсосберегающих технологий упрочнения и восстановления рабочих органов сельскохозяйственных машин), актуальность и значимость, цель и задачи курсового проекта, объект и предмет исследования, его теоретическую и методологическую основу.

Очень важно различать понятия «объект» и «предмет» исследования. Как правило, под объектом понимается определенная проблема, исследуемая в работе, а предмет исследования – это более конкретная характеристика определенных аспектов объекта.

Определяя объект исследования, следует дать ему содержательную характеристику. Далее необходимо раскрыть место и значение предмета исследования курсового проекта. В работе четко должны быть определены тема и проблема исследования, а также цели и задачи исследования, которые вытекают из проблемы. Таким образом, цель исследования состоит в том, чтобы разрешить какую-то проблему. Для достижения цели исследования выделяются конкретные задачи, которые должны быть относительно соизмеримы: формулировка задач не должна быть громоздкой.

Непременным требованием к курсовому проекту является логическое соответствие наименования темы исследования, объекта, предмета, цели и задач в структуре всей работы. При этом совокупность задач должна отражать цель исследования, которая в свою очередь должна соответствовать проблеме исследования.

4.4.2 Разработка основной части курсового проекта

Основная часть курсового проекта по дисциплине состоит из восьми разделов.

1. Характер и интенсивность изнашивания проектируемого рабочего органа (лемеха, отвала, полевой доски, дискового рабочего органа и др.).
2. Определение коэффициента равностойкости рабочего органа.
3. Разработка конструктивной схемы упрочнения рабочих органов.
4. Характеристика материалов по износостойкости.
5. Определение толщины упрочняемого слоя рабочего органа.
6. Аналитическое определение долговечности рабочих органов (лемеха, плужного отвала, полевой доски, стрелчатой лапы культиватора, дискового рабочего органа).
7. Выбор марок сталей для изготовления рабочих органов.
8. Оценка эффективности почвообрабатывающего агрегата.

Приведенная структура курсового проекта носит рекомендательный характер. При этом возможны и другие подходы при выполнении курсового проекта по согласованию с руководителем.

Раздел 1. Характер и интенсивность изнашивания проектируемого рабочего органа

1.1 Характер и интенсивность изнашивания лемеха

Лемех по интенсивности нарастания износа можно разделить на три зоны: носовую часть 1, лезвие 2, среднюю часть 3 (рис. 1.1).

Выступающий перед лезвием носок первым внедряется в почву, обеспечивая заглубление лемеха и устойчивость лемеха при пахоте. В результате в зоне носка возникают давления, вызывающие его опережающее изнашивание по отношению к лезвию. Средние давления в зоне носка в 2,8–4,6 раз больше среднего давления в его центральной части.

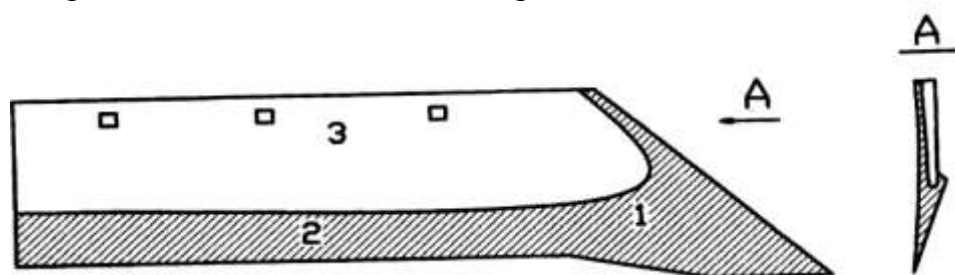


Рис. 1.1. Зоны износа лемеха: 1 – носовая часть; 2 – лезвийная часть; 3 – средняя часть

Как показывает практика, угол наклона, конфигурация затылочной фаски и износ лицевой стороны лемеха зависят от типа почв (механического состава) и их агрегатного состояния. При вспашке глинистых почв γ достигает 35° , лезвие наиболее тупое (рис. 1.2). В процессе работы такого лезвия на твердых почвах возникающая на этой фаске вертикальная составляющая сила P_B выталкивает лемех из почвы, делая невозможным его использование по назначению при относительно небольшом износе по ширине лемеха, а горизонтальная сила P_r повышает усилие резания и сопротивление плуга. При вспашке суглинистых почв $\gamma = 8-15^\circ$ (см. рис. 1.2); при вспашке песчаных и супесчаных почв $\gamma = 5-10^\circ$, фаска представляет собой плоскую площадку, формирующую наиболее острое лезвие и обеспечивающая его работоспособное состояние до предельного износа по ширине.

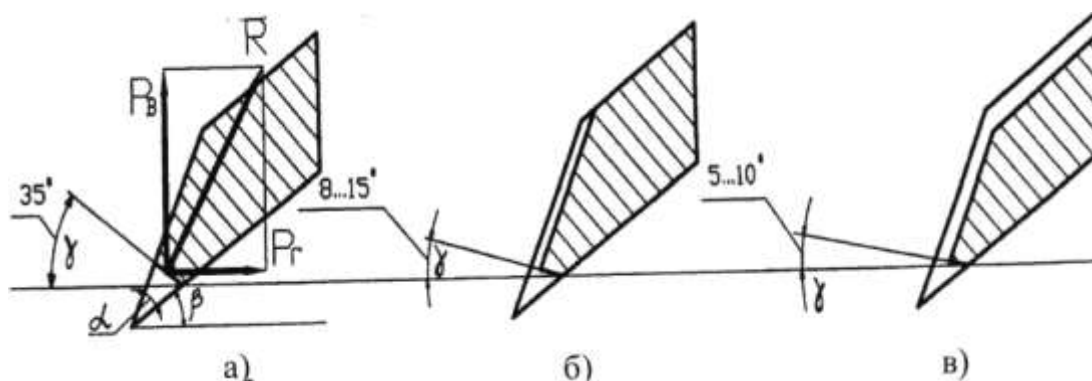


Рис. 1.2. Характер изнашивания лезвийной части и образования затылочной фаски в зависимости от почв: *a* – глинистая; *b* – суглинистая; *в* – песчаная и супесчаная почва

Все приведенные данные, касающиеся параметров фаски, относятся к отечественным плугам общего назначения, оснащенных долотообразными лемехами П-702 (ПНЧС), у которых угол заточки лезвия $\alpha = 23\text{--}32^\circ$, а угол резания $\beta = 30^\circ$.

Лицевая сторона лемеха практически не изнашивается при вспашке глинистой почвы, незначительно изнашивается при вспашке суглинистой и интенсивно изнашивается при вспашке песчаной почвы. Особенно интенсивному износу подвергается лицевая сторона носовой части лемеха, вследствие чего носок теряет прочность и под действием заглубляющей силы изгибается вниз, в сторону дна борозды, что также является одной из характерных причин выбраковки лемехов.

Таким образом, основными геометрическими параметрами долотообразного лемеха, определяющими его работоспособность и долговечность, являются высота H носка (рис.1.3), ширина остова (лезвийной части) h , толщина лезвия b .

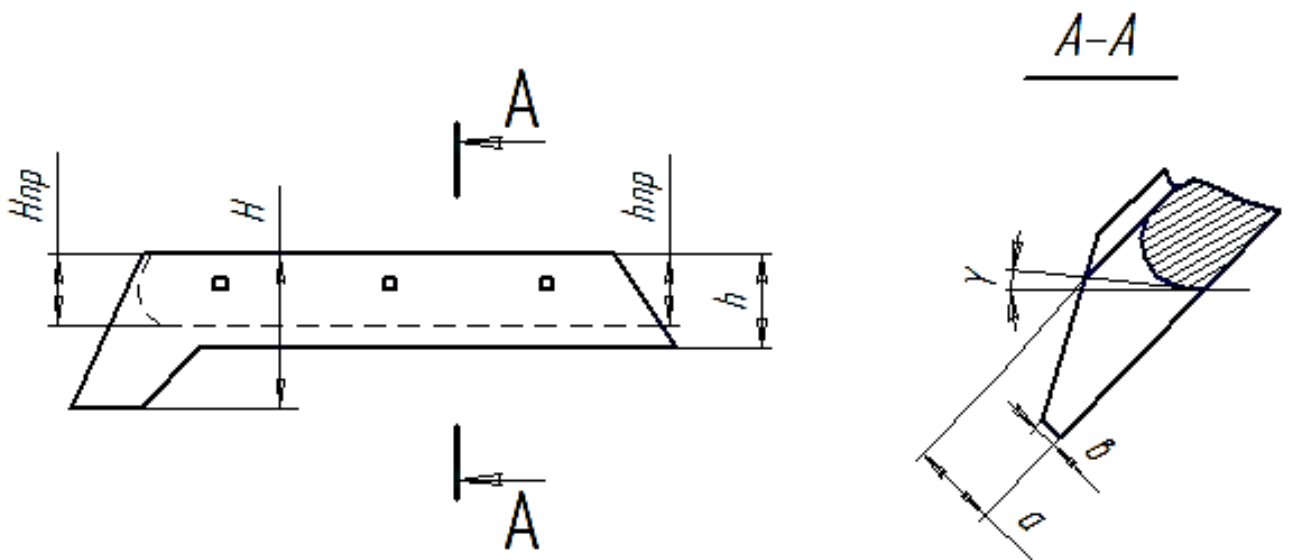


Рис. 1.3. Основные геометрические характеристики лемеха, определяющие его работоспособность: H , $H_{пр}$ – начальная и выбраковочная (предельная) высота носовой части; h , $h_{пр}$ – начальная и выбраковочная (предельная) ширина лезвийной части; b , a – начальная и выбраковочная толщина лезвия

Эти параметры являются и выбраковочными для лемеха. При достижении каждого из них лемех заменяют, так как:

- в результате линейного износа ($W_1 = H - H_{пр}$) по высоте носка снижается заглубляющая способность плужного корпуса, снижается глубина вспашки, уменьшается ширина захвата;
- в результате линейного износа ($W_2 = h - h_{пр}$) по ширине детали уменьшается ширина захвата, снижается качество крошения почвы, повышается тяговое сопротивление плуга;

- в результате износа лезвия до толщины a с образованием затылочной фаски не обеспечивается стабильная глубина вспашки за счет выглубления плуга на твердых участках поля.

1.2 Характер и интенсивность изнашивания плужного отвала

Характер изнашивания зон плужного отвала представлен на рис. 1.4 порядковыми номерами.

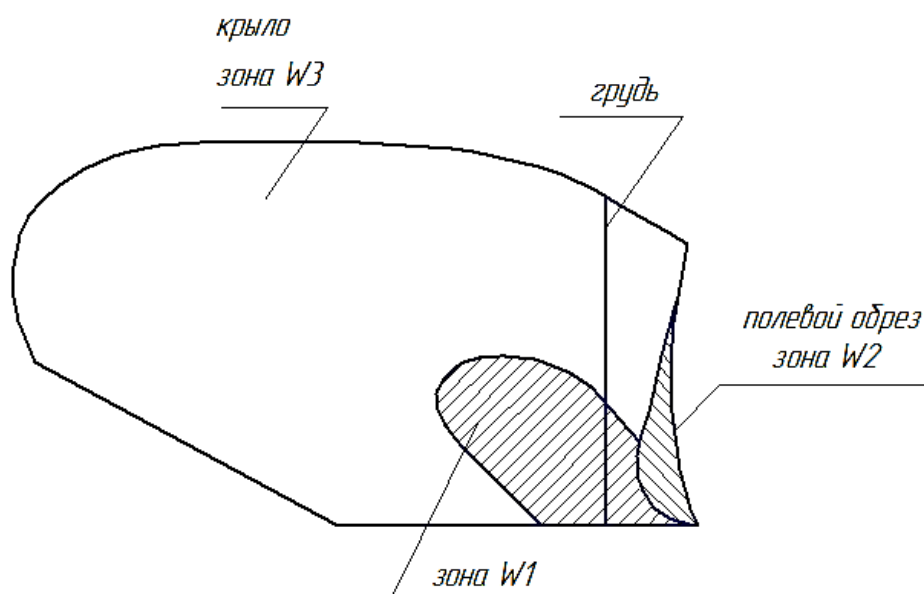


Рис. 1.4. Зоны износа отвала

Наибольшему износу подвергается зона груди отвала W_1 (см. рис. 1.4). Выбраковка отвала (груди отвала) при этом производится из-за сквозного протирания в зоне стыка отвала с лемехом, либо из-за износа головки крепежного болта.

При вспашке суглинистых и глинистых почв, характеризующихся высокой степенью связности, и, как следствие, определенной монолитностью подрезанного почвенного пласта, наибольший износ наблюдается в зоне W_2 полевого обреза на уровне центра нижнего крепежного отверстия на величину 15 мм.

Таким образом, предельными (выбраковочными) геометрическими параметрами отвала (груди отвала) являются:

- линейный износ W_1 по толщине детали до ее сквозного протирания (см. рис. 1.4, зона 1), в результате которого происходит снижение прочности детали, увеличивается залипание почвой и, как следствие, повышение тягового сопротивления плуга;
- линейный износ W_2 по длине отвала до стойки плужного корпуса, в результате которого увеличивается тяговое сопротивление плуга.

1.3 Характер и интенсивность изнашивания полевой доски

Полевая доска, являющаяся одной из точек опоры корпуса плуга, также подвергается интенсивному износу. При износе досок нарушается устойчивость хода плуга по ширине захвата. Борозда получается неровной, зигзагообразной, а поверхность вспаханного поля – глыбистой.

У полевой доски наибольшее давление приходится на заднюю часть (пятку), а наименьшее – на переднюю часть. Работоспособность полевой доски ограничивается линейным износом ее опорных поверхностей. Наибольшему износу подвергается пятка (рис. 1.5, зона 1). Этот износ выражается в том, что пятка интенсивно изнашивается по толщине в сторону ее конца и снизу-вверх. Интенсивность изнашивания пятки по ширине в 2,5–4,6 раза выше, чем передней части. Далее износ несколько уменьшается по мере удаления от пятки к средней части (рис. 1.5, зона 3) и почти отсутствует в передней части (рис. 1.5, зона 4). Интенсивно изнашивается также нижняя часть полевой доски (рис. 1.5, зона 2), в результате чего опорная часть приобретает форму лезвия.

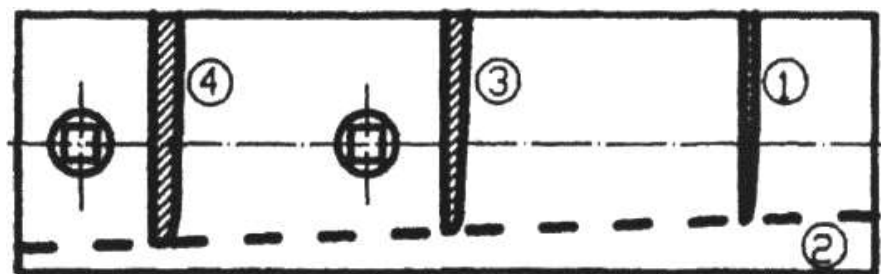


Рис. 1.5. Зоны износа полевой доски

Износ полевых досок по ширине вызывает уменьшение площади боковой опоры, а также угла наклона подошвы к стенке борозды, что нарушает устойчивую работу плуга.

В первый период эксплуатации интенсивность изнашивания полевой доски максимальная. По мере скругления прямого угла в контакте с почвой, давление на различных участках доски стабилизируется, и скорость изнашивания снижается. Интенсивность изнашивания доски по ширине и толщине примерно одинакова. Таким образом, геометрическими параметрами, определяющими необходимость замены полевой доски, являются:

- линейный износ W_1 по толщине детали (см. рис. 1.5, зона 1), в результате которого снижается прочность детали и возрастает вероятность ее деформации.
- линейный износ W_2 по ширине деталей (см. рис. 1.5, зона 2), в результате которого также снижается прочность детали, нарушается устойчивость хода плуга в горизонтальной плоскости.

1.4 Характер и интенсивность изнашивания стрелчатой лапы культиватора

Стрелчатая лапа является основным рабочим органом культиваторов для сплошной и междурядной обработки почвы. Основное ее назначение – борьба с сорной растительностью и рыхление почвы.

Размеры и форма стрелчатой лапы характеризуются углом раствора 2γ , углом крошения β и шириной захвата b (рис. 1.6). Угол раствора у лап отечественного производства составляет $2\gamma = 56-80^\circ$. Такая конструкция обеспечивает подрезание сорняков скользящим резанием практически на всех типах почв. При этом корни вырванных сорняков безостановочно должны скользить вдоль всего лезвия. Чтобы эти условия выполнялись, должно соблюдаться условие: $\gamma < 90^\circ - \varphi$, где φ – угол трения сорняка на лезвии. Если это условие не соблюдено, то лобовое сопротивление почвы P (см. рис. 1.6), испытываемое сорняком, будет проходить внутри угла трения NOA и сила P не сможет вызывать скольжение сорняка вдоль лезвия.

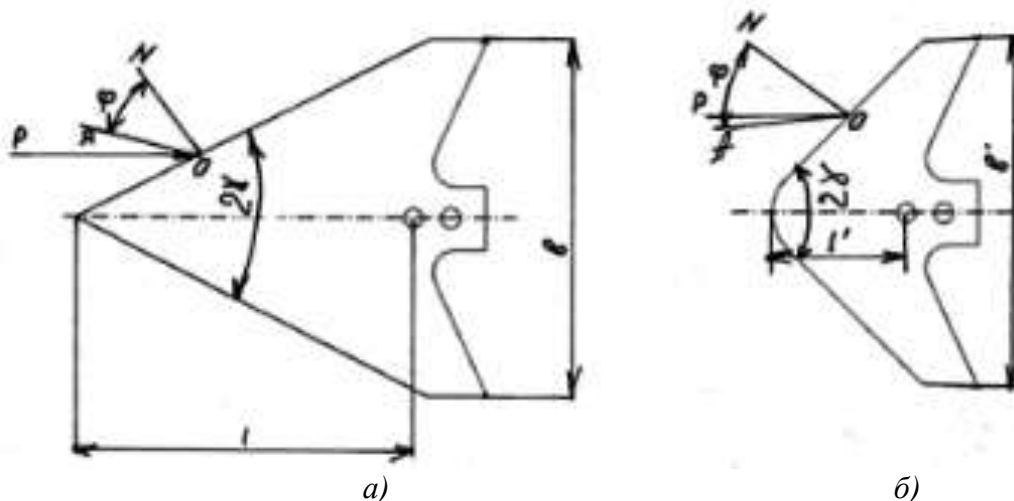


Рис. 1.6. Характер износа стрелчатой лапы культиватора: а) новая лапа – трение со скольжением; б) изношенная лапа – трение без скольжения, $W_{пр} = l-l'$.

Как показывают опыты, при скольжении вдоль лезвия различных сорняков угол трения $\varphi = 45^\circ$, следовательно, угол раствора лапы 2γ должен быть не более 90° .

Носовая часть лапы в процессе работы испытывает давление, превышающее давление на лезвийную часть крыльев в 3–4 раза, поэтому интенсивность изнашивания носовой части во столько же раз превышает интенсивность изнашивания крыльев. Это обстоятельство, в свою очередь, способствует увеличению угла раствора 2γ , что сопровождается скоплением не перерезанных сорняков на концах крыльев лапы. Таким образом, лапа переходит в разряд неработоспособных.

Работоспособность лапы характеризуется также толщиной лезвия с образованием затылочной фаски, в результате которого не обеспечивается подрезание сорняков и стабильная глубина обработки за счет выглубления лапы на твердых участках поля.

Третьим параметром, характеризующим работоспособность стрелчатой лапы, является снижение ширины захвата, в результате которого нарушается целостность обработки поля.

Таким образом, в общем случае выбраковочными параметрами стрелчатой лапы культиватора являются:

- линейный износ носовой части до момента, когда угол γ превысит 45° , а износ носовой части достигнет предельного значения $W_{пр}$;
- износ лезвия до определенной толщины, характерной для конкретных условий обработки (твердость почвы, ее влажность, механический состав);
- снижение ширины захвата $\Delta b = b - b'$ не должно превышать величину $d/2$, где d – зона перекрытия обработки почвы лапами первого и второго рядов.

1.5 Характер и интенсивность изнашивания дисковых рабочих органов

Дисковые рабочие органы используются главным образом в луцильниках и боронах, а также в дисковых плугах. Дисковые луцильники применяют в основном для луциния стерни на глубину 6–15 см. Они снабжаются сферическими дисками диаметром от 450 до 610 мм и устанавливаются под углом $10\text{--}35^\circ$ к направлению движения агрегата. Угол между плоскостью лезвия диска и направлением движения агрегата – это угол атаки.

Дисковые бороны применяют для измельчения задернелых пластов и глыб на поверхности вспаханного поля, весенней предпосевной обработки зяби, а также культивации паров и луциния стерни. Глубина обработки 6–10 см, диаметр дисков 450–550 мм, угол атаки $10\text{--}22^\circ$.

Дисковые плуги предназначены для вспашки тяжелых твердых почв. Их снабжают дисками диаметром от 580 до 810 мм. Плоскость лезвия диска образует с направлением движения трактора угол $40\text{--}45^\circ$.

Угол между плоскостью лезвия дисков и вертикальной плоскостью для всех типов машин составляет $15\text{--}25^\circ$.

Обычно у сферических дисков осуществляют наружную заточку лезвия со стороны выпуклой поверхности диска. Диски с внутренней заточкой (со стороны вогнутой поверхности) применяют лишь на дисковых боронах, предназначенных для работы на твердых почвах. Угол заострения лезвий дисков у борон и луцильников $\beta = 10\text{--}20^\circ$, у плугов – $\beta = 15\text{--}25^\circ$.

Диски плугов и луцильников имеют сплошное лезвие, диски борон изготавливают со сплошным и вырезным лезвиями (рис. 1.7).

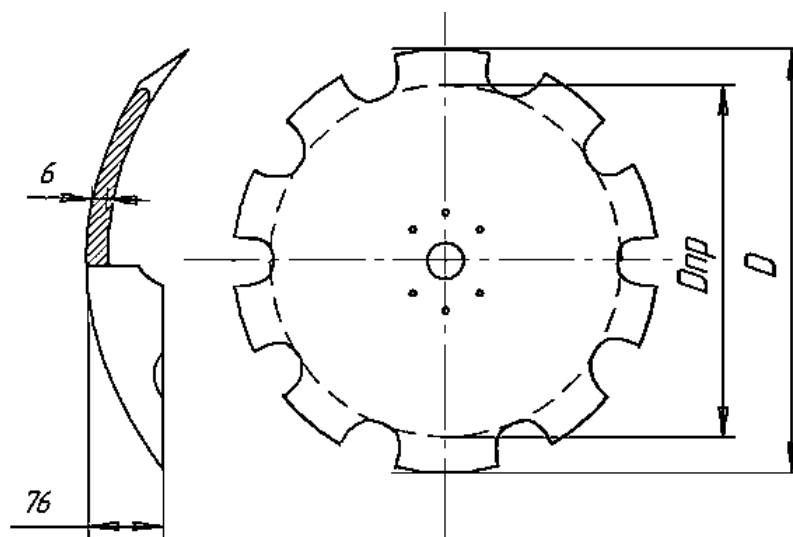


Рис. 1.7. Характер износа диска с вырезным лезвием

В процессе эксплуатации в результате изнашивания диски выбраковываются по следующим причинам:

- затупление лезвия, что влечет к выглублению диска в процессе обработки;
- радиальный износ диска по диаметру, в результате чего уменьшается ширина захвата, нарушается сплошность и глубина обработки.

Характер износов зависит, прежде всего, от состава почв. При этом затупление лезвия характерно для тяжелых глинистых и твердых почв. Износ по диаметру характерен как для песчаных, так и для суглинистых и супесчаных почв.

Раздел 2. Определение коэффициента равностойкости рабочего органа

В качестве обобщенной количественной характеристики равностойкости рабочего органа можно использовать коэффициент равностойкости K_p , определяемый из соотношения:

$$K_p = T_{Pi} / T_{Pk}, \quad (2.1)$$

где T_{Pi} , T_{Pk} – конструкционная долговечность i -го наиболее изнашиваемого и k -го наименее изнашиваемого участков рабочего органа.

Конструкционная долговечность отдельного участка рабочего органа определяется из формулы:

$$T_{Pi} = \frac{H_{Hi} - H_{Ki}}{I_i}, \quad (2.2)$$

где T_{Pi} – конструкционная долговечность i -го участка, га;
 H_{Hi} , H_{Ki} – начальный и предельный размеры i -го участка, мм;
 I_i – скорость изнашивания i -го участка, мм/ч, га.

При разработке новых рабочих органов, их модернизации, разработке технологий упрочнения и ремонта необходимо стремиться к обеспечению коэффициента равностойкости, близкому к единице. С этой целью необходимо по каждому рабочему органу иметь характеристики изнашивания его отдельных участков. Анализ этих характеристик и коэффициента равностойкости позволит более целенаправленно решать задачи соотношения конструктивных параметров отдельных участков рабочих органов и подбора износостойких материалов для локального упрочнения наиболее нагруженного, а, следовательно, и наиболее изнашиваемого участка.

Проведем анализ соответствия геометрических параметров серийного долотообразного лемеха условиям равностойкости и разработаем рекомендации по его совершенствованию.

Основными геометрическими параметрами долотообразного лемеха, определяющими его работоспособность и долговечность, как уже отмечалось, являются высота носка H , ширина остова (лезвийной части) h , толщина a лезвия.

Стандартные размеры нового лемеха следующие: расстояние от крепежного отверстия до конца носка $L_H = 270$ мм; высота носка $H = 148$ мм; ширина лезвийной части $h_H = 120$ мм; угол заточки лезвия $\beta = 25^\circ$; толщина лезвийной части $a = 1,0$ мм.

По результатам испытаний лемехов на износостойкость в условиях дерново-подзолистой, среднесуглинистой почвы твердостью 1,3–2,0 МПа, влажностью 13–17 % установлены зависимости износа и интенсивности изнашивания отдельных участков серийного лемеха П-702 от наработки, которые представлены на рис. 2.1.

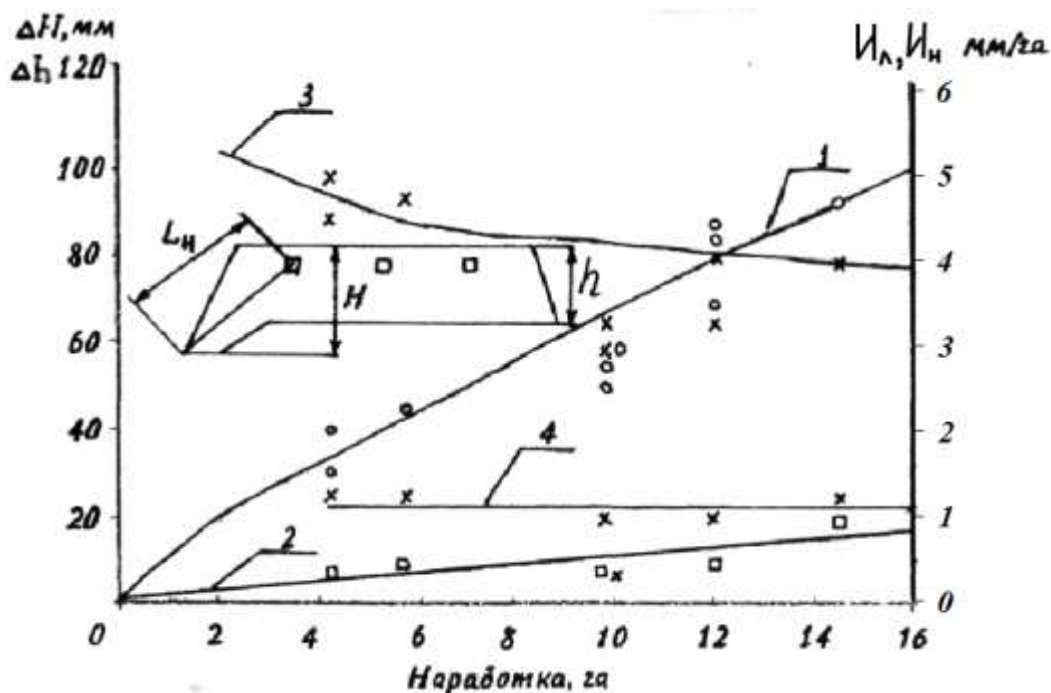


Рис. 2.1. Зависимости износа и интенсивности изнашивания носовой и лезвийной частей серийного лемеха П-702 от наработки: 1, 3 – износ ΔH и интенсивность I_H изнашивания носка; 2, 4 – износ Δh и интенсивность I_L изнашивания лезвийной части

Предельная ширина лезвийной части лемеха $h_{np} = 90$ мм, предельная ширина носовой части $H_{np} = 90$ мм (см. рис. 1.3, раздел 1).

Исходя из средней интенсивности изнашивания по высоте носка $I_H = 3,9$ мм/га и интенсивности изнашивания лезвийной части лемеха $I_L = 1,1$ мм/га, определим конструкционные долговечности этих участков.

Конструкционная долговечность носовой части составит:

$$T_H = (148 - 90)/3,9 = 14,9 \text{ га.}$$

Конструкционная долговечность лезвийной части:

$$T_L = (120 - 90)/1,1 = 27,2 \text{ га.}$$

Коэффициент равностойкости лемеха:

$$K_p = 14,9/27,2 = 0,54.$$

Таким образом, видно, что конструкция серийного лемеха не обеспечивает его равностойкости.

Так как при износе носка лемех не обеспечивает нужную глубину вспашки, его вынуждены выбраковывать при значительном остаточном ресурсе по лезвийной части ($27,2 - 14,9 = 12,3$ га).

Для дерново-подзолистых среднесуглинистых почв было бы целесообразно изменить соотношение между высотой H носовой и h лезвийной частями лемеха с настоящего значения $148/120 = 1,2$ до $196/120 = 1,63$, т.е. высоту носовой части H увеличить до 196 мм. Ресурс лемеха в этом случае будет составлять 27,2 га.

Можно поступить наоборот, при неизменной высоте носовой части следует уменьшить ширину лезвийной части примерно со 120 мм до 106,5 мм. При таких конструктивных параметрах была бы обеспечена равностойкость лемеха, т.е. одинаковая долговечность его носовой и лезвийной частей, но в этом случае его ресурс будет лишь 14,9 га.

Достигнуть равностойкости лемеха и увеличить его долговечность в данном случае до 27,2 га можно и другим путем – упрочнением, или повышением износостойкости его носовой части путем наплавки на нее износостойкого сплава или другим методом, не изменяя конструкции лемеха.

Коэффициент равностойкости отвала определяется отношением:

$$K_{PO} = \frac{T_G}{T_K}, \quad (2.3)$$

где T_G – конструкционная долговечность груди отвала, га;

T_K – конструкционная долговечность крыла отвала, га.

Как показывают результаты испытаний отвалов, при работе на песчаных и супесчаных почвах коэффициент равностойкости его определяется соотношением конструкционной долговечности зоны W_1 к зоне W_3 (см. рис. 1.4) и составляет $K_p = 0,26 - 0,37$. При работе на суглинистых и глинистых почвах коэффициент равностойкости отвала определяется соотношением соответственно долговечности зоны W_2 полевого обреза к зоне W_3 и составляет $K_p = 0,22 - 0,25$.

Достигнуть равностойкости отвала и увеличить его долговечность, например, на песчаных и супесчаных почвах до определенного уровня, возможно путем повышения износостойкости зоны I (см. рис. 1.4) путем наплавки на нее износостойкого сплава или другим методом.

Раздел 3. Разработка конструктивной схемы упрочнения рабочих органов

Исходя из характера изнашивания того или иного рабочего органа, разрабатывается конструктивная схема его упрочнения.

Так, для повышения долговечности лемеха плуга, первостепенное значение приобретает упрочнение его носка. При этом при обработке глинистых и суглинистых почв упрочнение носка лемеха достаточно производить только с тыльной стороны, а при обработке песчаных и супесчаных почв – как с тыльной, так и с лицевой стороны носовой части лемеха (рис. 3.1).

Упрочнение тыльной стороны носка может быть произведено следующими видами: ручной дуговой наплавкой электродами Т-590 или ОЗИ-6, а также плазменной или индукционной наплавкой износостойких порошков ПГ УСЧ -30, ПГ УСЧ-31, ФБХ-6-2, смеси карбидов вольфрама и кобальта и других (рис. 3.1, а); закреплением на носке износостойких пластин из износостойкого чугуна ИЧБ 300Х9Ф6, стали Х12, металлокерамических (ВК 8, ВК 20) и керамических (корундовых) пластин (рис. 3.1, б), закреплением конусной наставки из стали Х12 (рис. 3.1, в).

Упрочнение лицевой поверхности носка может быть произведено одним из видов наплавки, а также нанесением композиционного покрытия (рис. 9, з).

Универсальным методом защиты от изнашивания как тыльной, так и лицевой поверхности носовой части лемеха является упрочнение носка конусной наставкой из износостойкой стали Х12 (рис. 9, в).

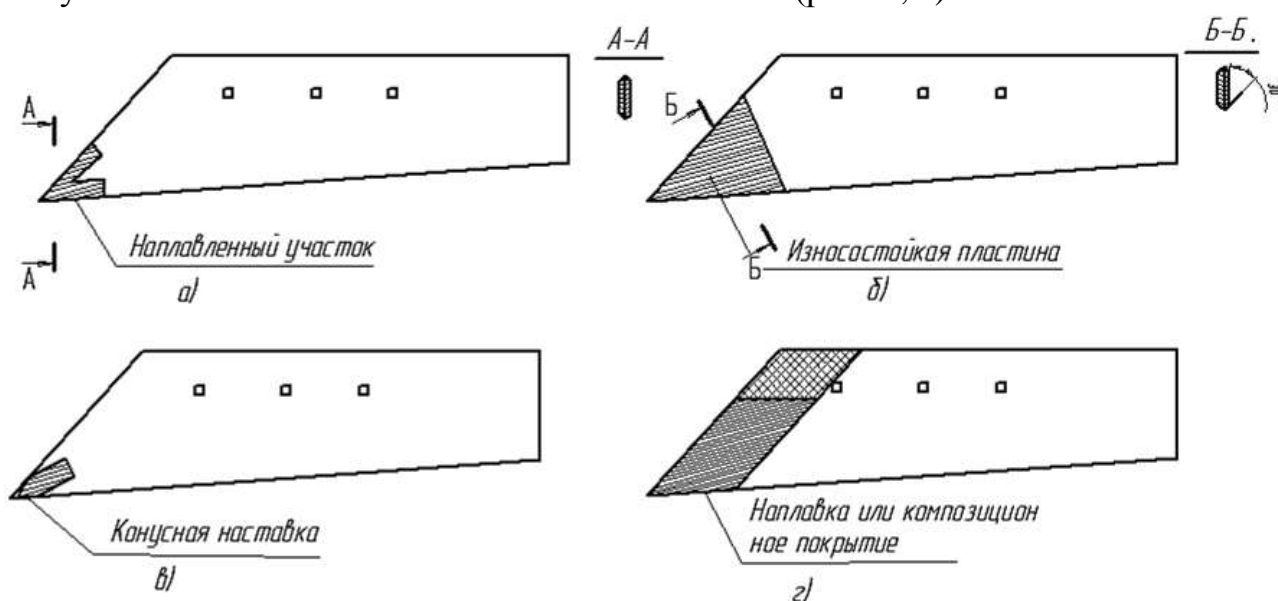


Рис. 3.1. Виды упрочнения носка лемеха:

- а – наплавка ручная или механизированная износостойкого слоя с тыльной стороны носка;
- б – крепление (сварочное, резьбовое, паяное, клеевое) износостойкой пластины с тыльной стороны носка; в – крепление (сварочное, резьбовое, паяное) конусной наставки;
- з – нанесение наплавленного или композиционного покрытия с лицевой стороны носка

Повысить долговечность отвала плужного корпуса можно путем упрочнения зоны 1 (см. рис. 1.4, раздел 1), полевой доски – зоны 2 (см. рис. 1.5), стрелчатой лапы культиватора – носовой части (см. рис. 1.6), диска дисковой бороны – лезвийной части зубьев (см. рис. 1.7).

Раздел 4. Характеристика материалов по износостойкости

Износостойкость сталей определяется содержанием в ней углерода и легирующих элементов. В табл. 4.1 представлены результаты испытаний некоторых марок сталей на износостойкость.

Наибольшее влияние на повышение износостойкости сталей оказывает твердость. Далее по степени влияния на этот показатель стоят углерод, хром,

молибден, вольфрам, ванадий. Заметное влияние на износостойкость сталей оказывает так же незначительные добавки бора.

Учитывая, что содержание в стали вольфрама, молибдена, ванадия и титана в значительной степени повышает их стоимость, не пропорционально повышению износостойкости, применение таких сталей для изготовления и упрочнения рабочих органов очевидно экономически не целесообразно.

Таблица 4.1 – Зависимость относительной износостойкости сталей от химического состава и твердости (абразив – кварцевые зерна размером 0,16–0,32 мм; давление – 0,1 МПа)

| № п/п | Марка стали | Химический состав, % | | | | | Твердость, HRC | Относительная износостойкость, ε |
|-------|-------------|----------------------|------|------|------|----------------------------|----------------|----------------------------------|
| | | C | Si | Mn | Cr | Прочие | | |
| 1 | 45 | 0,45 | 0,25 | 0,67 | 0,14 | | 45 | 1,0 |
| 2 | Л53 | 0,47 | 0,25 | 0,67 | 0,14 | | 47 | 1,2 |
| 3 | 65Г | 0,65 | 0,25 | 1,0 | 0,14 | Ni-0,20 Cu-0,18 | 52 | 1,35 |
| 4 | 40X | 0,40 | 0,27 | 0,65 | 1,0 | Ni-0,21 | 45 | 1,5 |
| 5 | 30ХГСА | 0,30 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | | 55 | 1,8 |
| 6 | X12 | 2,12 | 0,38 | 0,37 | 11,8 | W-0,04 | 60 | 3,3 |
| 7 | X12МФ | 1,5 | 0,25 | 0,3 | 12,0 | Mo-0,5 V-0,2 Cu-0,25 | 56 | 2,3 |
| 8 | XГ | 1,51 | 0,27 | 0,53 | 1,45 | | 52 | 1,9 |
| 9 | XВГ | 1,06 | 0,28 | 0,85 | 1,02 | W-1,3 | 51 | 2,14 |

Таким образом, основное влияние на износостойкость легированных сталей в условиях абразивного изнашивания оказывает содержание в них углерода, хрома, а также их твердость.

Для указанных параметров получено корреляционное уравнение зависимости относительной износостойкости сталей при давлении абразива $p = 0,33$ МПа, которое имеет вид:

$$\varepsilon = 0,24 X_1 + 0,07 X_2 + 0,11 X_3 - 3,54, \quad (4.1)$$

где ε – относительная износостойкость стали;

X_1, X_2 – содержание соответственно углерода и хрома, %;

X_3 – твердость, в единицах HRC.

Для локального поверхностного упрочнения наиболее изнашиваемых участков деталей рабочих органов применяются различные наплавочные материалы: электроды, порошковые смеси типа ПГ, ФБХ.

Аналитическое выражение корреляционной зависимости относительной износостойкости наплавочных материалов от содержания отдельных элементов и твердости имеет вид:

$$\varepsilon = 0,018X_1 + 0,0023X_2 + 0,15X_4 + 0,076X_5 + 0,3X_6 + 0,4X_7 + 0,21X_3 - 7,47, \quad (4.2)$$

где ε – относительная износостойкость;

$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_7$ – содержание углерода, хрома, бора, молибдена, вольфрама и титана соответственно, %;

X_3 – твердость в единицах HRC.

Раздел 5. Определение толщины упрочненного слоя рабочего органа

При упрочнении отдельных видов рабочих органов (лемех, диск, культиваторная лапа) важно определить оптимальную толщину упрочняющего слоя. При взаимодействии двухслойного лезвия с почвой интенсивность износа каждого слоя зависит от его толщины и износостойкости материала.

В связи с этим при упрочнении режущих рабочих органов износостойкими материалами необходимо обеспечить строго определенное соотношение толщины несущего и износостойкого упрочняющего слоев. Для определения такого соотношения толщин слоев исходят из следующего.

Имея стабилизированный профиль однородного лезвия (рис. 5.1), проведем через крайнюю точку профиля C , лежащую в плоскости резания, прямую, параллельную тыльной стороне лезвия. Эта линия разделяет однородное лезвие на два слоя – верхний h_{20} и нижний h_{10} , которые изнашиваются по ширине с одной и той же скоростью.

Перейдем от спрямленного однородного стабилизированного лезвия к двухслойному тоже стабилизированному лезвию. Заменяем толстый нижний слой однородного лезвия тонким слоем другого материала более высокой износостойкости (рис. 5.2). Толщина слоя h_1 износостойкого материала должна быть такой, чтобы скорость его изнашивания была равна скорости изнашивания верхнего слоя h_{20} .

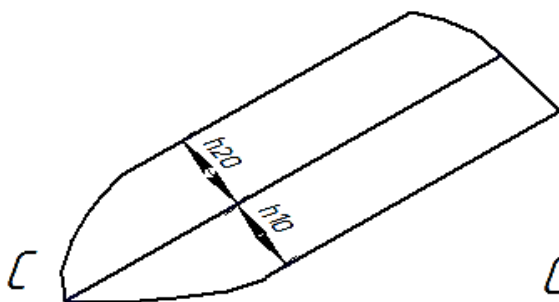


Рис. 5.1. Параметры слоев однородного стабилизированного лезвия

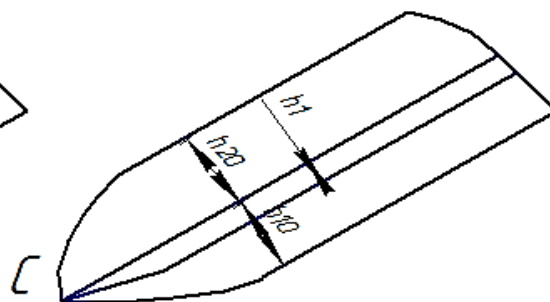


Рис. 5.2. Переход от однородного стабилизированного лезвия к двухслойному равноустойкому

Указанное положение можно выразить в виде:

$$h_1 \varepsilon_1 = h_{20} \varepsilon_2, \quad (5.1)$$

где ε_1 , ε_2 – относительная износостойкость соответственно упрочняющего и основного материалов рабочего органа;

h_1 , h_{20} – толщина слоя упрочняющего и несущего материала.

Приняв $h_1 + h_{20} = a$, получим

$$h_{20} = a - h_1, \quad (5.2)$$

где a – суммарная допустимая толщина лезвия носка.

Подставив значения h_{20} в выражение (5.1), и сделав соответствующие преобразования, получим:

$$h_1 = \frac{a\varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}, \quad (5.3)$$

С определенной точностью зависимость допустимой толщины лезвия лемеха плуга a от влажности почвы (с удельным весом плуга, приходящимся на один плужной корпус в пределах 200 кг) описывается эмпирическим выражением:

$$a = 0,466x - 0,06, \quad (5.4)$$

где x – абсолютная влажность почвы, %.

Для других орудий (культиватор, дисковая борона, луцильник) суммарную допустимую толщину рабочего органа a' можно принять из условия:

$$a' = \frac{m'}{200} \cdot a, \text{ мм}, \quad (5.5)$$

где m' – масса орудия, приходящаяся на один рабочий орган, кг.

Например, суммарная допустимая толщина лемеха плуга ПЛН-4 для почвы влажностью 12 % составляет $a = 5,5$ мм.

Для лапы культиватора КПС-4, масса которого составляет 773 кг, а количество лап – 24, суммарная толщина упрочненного лезвия не должна превышать

$$a' = \frac{773}{24 \cdot 200} \cdot 5,5 = 0,9 \text{ мм}.$$

Раздел 6. Аналитическое определение долговечности рабочих органов

6.1 Аналитическое определение долговечности лемеха

Долговечность лемеха определяется по четырем параметрам. При этом, учитывая различный характер изнашивания его на разных почвах, для каждого типа почв предпочтение отдается тем или другим параметрам.

Так, на песчаных, супесчаных и суглинистых почвах долговечность лемеха определяется преимущественно по допустимому износу по высоте носка $W_1 = H - H_{np}$ или по ширине лезвийной части $W_2 = h - h_{np}$; на глинистых и твердых почвах – по предельной толщине лезвия a (см. рис. 1.3, раздел 1).

Долговечность лемеха по первым двум параметрам определяется по формуле:

$$T = \frac{W \cdot \varepsilon_{эм} \cdot \eta_2 \cdot \chi \cdot A}{0,016 \cdot m_{эм} \cdot \eta_1 \cdot p \cdot v_n}, \text{ с}, \quad (6.1)$$

где W – предельный износ W_1 или W_2 .

Долговечность лемеха по предельной толщине лезвия определяется по формуле:

$$T = \frac{(a-b) \cdot \varepsilon_{эТ} \cdot \eta_2 \cdot \chi \cdot A}{0,016 \cdot m \cdot \eta_1 \cdot p \cdot v_n \cdot tg\alpha}, \text{ га}, \quad (6.2)$$

где a – предельная толщина лезвия лемеха для данных условий вспашки, см;

b – начальная толщина лезвия нового лемеха, см;

$\varepsilon_{эм}$ – относительная износостойкость материала при эталонном давлении абразива (принимается равной $\varepsilon_{эм} = 0,1$ МПа);

η_2 – коэффициент, учитывающий изменение относительной износостойкости материала в зависимости от давления абразива;

χ – отношение поступательной скорости плуга к скорости перемещения пласта почвы (для лицевой поверхности лемеха и отвала $\chi = 0,643$, для затылочной фаски лемеха и полевой доски $\chi = 1$;

A – производительность плужного корпуса, га/ч;

0,016 – коэффициент пропорциональности изнашивания эталонного образца в эталонных условиях см/МПа·км;

$m_{эм}$ – относительная изнашивающая способность почвы при эталонных условиях;

α – угол заточки лемеха;

η_1 – коэффициент, учитывающий изменение изнашивающей способности почвы в зависимости от давления абразива;

p – давление почвы (абразива) в точке наибольшего изнашивания, МПа;

V_n – поступательная скорость плуга, км/ч.

Коэффициент η_1 определяется по эмпирическому уравнению:

$$\eta_1 = 9,5p + 0,04. \quad (6.3)$$

Коэффициент η_2 определяется по эмпирическому уравнению:

$$H_2 = 1,75p + 0,825, \quad (6.4)$$

где p – давление почвы на рабочий орган, МПа.

При двухслойном лезвии относительную износостойкость его можно определить по формуле:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{\varepsilon_1 \vartheta_1 + \varepsilon_2 \vartheta_2}{\vartheta_1 + \vartheta_2}, \quad (6.5)$$

где ε_{Σ} – относительная износостойкость двухслойного лезвия;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – относительная износостойкость материала соответственно первого и второго слоя;

ϑ_1, ϑ_2 – толщина соответственно первого и второго слоя.

Производительность плужного корпуса определяется по формуле:

$$A = \frac{v_n \cdot l}{10}, \text{ га/ч}, \quad (6.6)$$

где l – ширина захвата плужного корпуса, м.

Давление почвы на рабочую поверхность лемеха зависит от твердости почвы B , угла наклона лемеха к дну борозды β и поступательной скорости плуга V_n .

Максимальные суммарные давления, действующие на лезвие и носок лемеха, определяются по следующим эмпирическим зависимостям:

$$p_n = (0,012...0,016) \cdot (1 + 0,028v_n) \cdot (1 + 0,01\beta) \cdot (3,5 + B^{1,3}), \quad (6.7)$$

$$p_n = (0,06...0,065) \cdot (1 + 0,028v_n) \cdot (1 + 0,01\beta) \cdot (3,5 + B^{1,3}), \quad (6.8)$$

где p_n – давление на лезвийной части лемеха, МПа;

p_n – давление на носовой части лемеха, МПа;
 V_n – поступательная скорость плуга, км/ч;
 β – угол наклона лемеха к дну борозды, град;
 B – твердость почвы, МПа.

При твердости почвы в пределах 1–5 МПа, скорости 7–10 км/ч и угле наклона $\beta = 30^\circ$ давление составляет:

- на лезвийной части $p_l = 0,12–0,31$ МПа;
- на носовой части $p_n = 0,48–1,24$ МПа.

6.2 Аналитическое определение долговечности плужного отвала

Изнашивание плужных отвалов происходит в результате воздействия движущегося по поверхности отвала пласта почвы. Вследствие различия скоростей скольжения и давления пласта интенсивность изнашивания отвала на разных участках рабочей поверхности существенно различается, однако, при постоянстве внешних условий, скорость изнашивания в каждой точке поверхности постоянна и динамика изнашивания описывается линейным уравнением. При слоистом строении отвала скорость изнашивания скачкообразно изменяется при переходе от одного слоя к другому. Расчет долговечности отвала производится по участку с максимальной скоростью изнашивания до образования сквозного отверстия на рабочей поверхности, либо в результате износа полевого обреза до обнажения башмака.

На песчаных, супесчаных и легких суглинистых почвах расчет долговечности проводится по первому критерию, то есть до образования сквозного отверстия.

Уравнение долговечности отвала при износе в пределах одного слоя:

$$T = \frac{\varepsilon_{эм} \cdot \eta_2 \cdot \chi \cdot h \cdot A}{0,016 \cdot m_{эм} \cdot \eta_1 \cdot p \cdot v_n}, \text{ га}, \quad (6.9)$$

где h – толщина однородного слоя отвала, см.

Уравнение долговечности отвала в пределах нескольких слоев:

$$T = \frac{\chi A}{0,016 \cdot m_{эм} \cdot \eta_1 \cdot p \cdot v_n} \cdot \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot \eta_2 \cdot h_i, \text{ га}, \quad (6.10)$$

где ε_i – относительная износостойкость i -го слоя; h_i – толщина i -го слоя, см;
 η_i – коэффициент, учитывающий изменение относительной износостойкости материала i -го слоя в зависимости от давления абразива; n – количество слоев.

На глинистых и тяжелых суглинистых почвах долговечность отвала определяется по износу полевого обреза.

Уравнение долговечности отвала по полемому обреза:

$$T = \frac{\varepsilon_{эм} \cdot \eta_2 \cdot \chi \cdot \left(\frac{a}{2} + d\right) \cdot A}{0,016 \cdot m_{эм} \cdot \eta_1 \cdot p \cdot v_n}, \text{ га}, \quad (6.11)$$

где a – толщина отвала, см;

d – расстояние от нижней грани заточки полевого обреза до башмака плужного корпуса, см.;

$\varepsilon_{эм}$ – относительная износостойкость материала при эталонном давлении абразива (принимается равной $\varepsilon_{эм} = 0,1$ МПа);
 η_2 – коэффициент, учитывающий изменение относительной износостойкости материала в зависимости от давления абразива;
 A – производительность плужного корпуса, га/ч;
 $0,016$ – коэффициент пропорциональности изнашивания эталонного образца в эталонных условиях, см/МПа·км;
 p – давление почвы (абразива) в точке наибольшего изнашивания, МПа;
 $m_{эм}$ – относительная изнашивающая способность почвы при эталонных условиях;
 η_1 – коэффициент, учитывающий изменение изнашивающей способности почвы в зависимости от давления абразива;
 V_n – поступательная скорость плуга, км/ч;
 α – угол заточки лемеха.

Значение χ при расчете долговечности отвала принимается $\chi = 0,643$.

Давление абразива на наиболее изнашиваемом участке рабочей поверхности может быть определено по эмпирической формуле:

$$p = 0,0125 \cdot (1 + 0,015\beta) \cdot (1 + 0,028v_n) \cdot (0,8 + B), \text{ МПа}, \quad (6.12)$$

где β – угол наклона отвала к дну борозды;

V_n – поступательная скорость плуга, км/ч,

B – твердость почвы, МПа.

6.3 Аналитическое определение долговечности полевой доски

Уравнение долговечности доски:

$$T = \frac{h_d \cdot \varepsilon_{эм} \cdot \eta_2 \cdot \chi \cdot A}{0,016 \cdot m_{эм} \cdot \eta_1 \cdot p \cdot v_n}, \text{ га}, \quad (6.13)$$

где h_d – предельно допустимый износ по ширине по заднему обрезу доски, см.

Значения h_d для стандартной полевой доски марки ПМ-502 принимаются следующими:

- при работе на тяжелой суглинистой и глинистой почвах $h_d = 32$ мм;
- при работе на средне - и легкосуглинистой почвах $h_d = 40$ мм;
- при работе на супесчаной и песчаной почвах $h_d = 52$ мм.

Суммарное давление от всех действующих сил в наиболее изнашиваемой части полевой доски определяется по эмпирической формуле:

$$p = 0,033 \cdot (1 + 0,028v_n) \cdot (0,8 + B), \text{ МПа}, \quad (6.14)$$

где V_n – скорость пахоты, км/ч;

B – твердость почвы, МПа.

6.4 Аналитическое определение долговечности стрельчатой лапы культиватора

Долговечность стрелчатой лапы, как уже было сказано, определяется двумя параметрами. При этом на песчаных, супесчаных и суглинистых почвах долговечность определяется преимущественно по предельному износу носовой части, на глинистых и твердых почвах – по предельной толщине лезвия.

Долговечность лапы определяется по формулам, аналогичным формулам для определения долговечности лемеха плуга.

Долговечность по износу носовой части определяется по формуле:

$$T = \frac{W_{np} \cdot \varepsilon_{эм} \cdot \eta_2 \cdot \chi \cdot A}{0,016 \cdot m_{эм} \cdot \eta_1 \cdot p_n \cdot v_k}, \text{г а.} \quad (6.15)$$

Долговечность лапы по предельной толщине лезвия крыла лапы определяется по формуле:

$$T = \frac{(a - c) \cdot \varepsilon_{эм} \cdot \eta_2 \cdot \chi \cdot A}{0,016 \cdot m_{эм} \cdot \eta_1 \cdot p_l \cdot v_k \cdot \text{tg } \alpha}, \text{г а.} \quad (6.16)$$

где W_{np} – предельный износ носовой части лапы, см, $W_{np} = l - l'$ (см. рис. 1.6);
 χ – отношение поступательной скорости культиватора к скорости перемещения пласта почвы;

α – угол заточки крыла лапы;

v_k – поступательная скорость культиватора, км/ч

$$\chi = \frac{v_k}{\cos \gamma \cdot \cos \beta} \quad (6.17)$$

где γ – половина угла раствора лапы;

β – угол крошения лапы;

A – производительность лапы, га/ч;

α – угол заточки лезвия;

a – предельная толщина лезвия лапы, см;

c – начальная толщина лезвия лапы, см;

Производительность лапы определяется по формуле:

$$A = \frac{6 \cdot v_k}{10}, \text{г а/ч.} \quad (6.18)$$

6.5 Аналитическое определение долговечности дискового рабочего органа

Долговечность дискового рабочего органа определяется по двум параметрам в зависимости от типа обрабатываемых почв. Так, на песчаных, супесчаных и суглинистых почвах – по предельному значению радиального износа диска ($\Delta D = D_n - D_{np}$), на глинистых и твердых почвах – по предельной толщине лезвия.

Так как в процессе работы в каждый момент времени диск изнашивается не по всему периметру, а лишь в той части, которая в данный момент находится в почве, поэтому долговечность его будет увеличена по сравнению с режущими рабочими органами плуга или культиваторной лапы на величину, равную

отношению общей длины окружности диска к длине дуги лезвия диска, погруженной в почву.

Запишем общие выражения для определения долговечности диска:

– по радиальному износу на песчаных, супесчаных и суглинистых почвах

$$T = \frac{\Delta D \cdot \varepsilon_{\text{эт}} \cdot \eta_2 \cdot A_{\text{д}}}{0,016 \cdot m_{\text{эт}} \cdot \eta_1 \cdot p \cdot v_{\text{м}} \cdot q}, \text{ га}; \quad (6.19)$$

– по предельной толщине лезвия на глинистых и твердых почвах

$$T = \frac{(a-c) \cdot \varepsilon_{\text{эт}} \cdot \eta_2 \cdot A_{\text{д}}}{0,016 \cdot m_{\text{эт}} \cdot \eta_1 \cdot p \cdot v_{\text{м}} \cdot q}, \text{ га}, \quad (6.20)$$

где $A_{\text{д}}$ – производительность одного диска, га/ч;

$v_{\text{м}}$ – поступательная скорость дисковой бороны (луцильника), км/ч;

q – отношение длины дуги лезвия диска, погруженной в почву, к общей длине окружности диска;

ΔD – предельный износ диска, см

$$\Delta D = D_{\text{н}} - D_{\text{пр}},$$

где $D_{\text{н}}$ – начальный диаметр диска, см;

$D_{\text{пр}}$ – предельный диаметр диска, см;

a – предельная толщина лезвия диска, см;

$\varepsilon_{\text{эт}}$ – относительная износостойкость материала диска при эталонном давлении абразива (принимается равной $\varepsilon_{\text{эт}} = 0,1$ МПа);

c – начальная толщина лезвия диска, см;

η_2 – коэффициент, учитывающий изменение относительной износостойкости материала в зависимости от давления абразива;

0,016 – коэффициент пропорциональности изнашивания эталонного образца в эталонных условиях, см/МПа·км;

$m_{\text{эт}}$ – относительная изнашивающая способность почвы при эталонных условиях;

η_1 – коэффициент, учитывающий изменение изнашивающей способности почвы в зависимости от давления абразива;

p – давление почвы (абразива) в точке наибольшего изнашивания, МПа.

Длина дуги AFB лезвия диска, погруженной в почву, определяется по формуле:

$$AFB = \frac{\pi R \cdot \beta}{180}, \quad (6.21)$$

где R – радиус диска, см;

β – центральный угол, характеризующий длину дуги диска, погруженной в почву, град.

В табл. 6.1 представлены расчеты значения q для различной глубины обработки при дисках диаметрами 450, 500 и 600 мм.

Таблица 6.1 – Изменение значений q в зависимости от диаметра диска и глубины обработки

| Диаметр диска, мм | Глубина обработки a , см | Угол β | Длина дуги AFB , см | Значение q |
|-------------------|----------------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| 450 | 6 | 84 | 32,47 | 0,23 |

| | | | | |
|-----|----|-----|-------|------|
| | 10 | 112 | 43,96 | 0,31 |
| | 15 | 140 | 54,9 | 0,38 |
| 500 | 6 | 82 | 35,76 | 0,23 |
| | 10 | 106 | 46,2 | 0,29 |
| | 15 | 132 | 57,5 | 0,37 |
| 600 | 6 | 74 | 38,7 | 0,20 |
| | 10 | 96 | 50,2 | 0,27 |
| | 15 | 120 | 62,8 | 0,33 |

Производительность A_d вертикального сферического диска, плоскость вращения которого образует угол α с направлением поступательного движения машины, рассчитывается из выражения:

$$A_d = (l \cdot \sin \alpha v_m) / 10, \text{ га/ч}, \quad (6.22)$$

где l – расстояние между дисками, см.

Давление почвы, действующее на лезвие диска, определяется по формуле:

$$p = (0,060 - 0,10) (1 + 0,01\varepsilon_0) (1 + 0,028v_m) (1 + 0,02\alpha) (1,3 + B^{1,5}), \quad (6.23)$$

где B – твердость почвы, МПа,

ε_0 – угол установки дисков к вертикали, град. ($\varepsilon_0 = 15 - 25^\circ$).

α – угол установки дисков к направлению движения трактора, град (принимается $\alpha = 12 - 21^\circ$ – для дисковой бороны, $\alpha = 15 - 35^\circ$ – для луцильника).

Раздел 7. Выбор марок сталей для изготовления рабочих органов

К основным требованиям, предъявляемым к рабочим органам, относятся высокая износостойкость и ударная вязкость, а также относительно низкая стоимость. Углеродистые и низколегированные стали, содержащие сравнительно недорогие легирующие элементы (кремний, марганец), по стоимости близки к углеродистым сталям. При этом более высокую стоимость имеют стали, содержащие никель, хром, ванадий.

В связи с тем, что в настоящее время цены на материалы не стабильны и зависят от многих факторов, в т.ч. от завода-изготовителя, коммерческой организации, объема поставки и др., целесообразно оперировать их не конкретными, а относительными величинами. В качестве эталона, также как при характеристике износостойкости, можно принять листовой прокат стали 45 толщиной 8–12 мм. Относительная цена этой стали принимается за единицу.

Критерием выбора оптимальной марки стали может являться

$$C_u = (OC / \varepsilon) \rightarrow \min, \quad (7.1)$$

где C_u – стоимостная оценка износостойкости;

OC – относительная цена стали;

ε – относительная износостойкость стали.

Относительная цена стали определяется по формуле:

$$OC = \frac{C}{C_{эм}}, \quad (7.2)$$

где C – цена той или иной марки стали, руб.;

$C_{эт}$ – цена эталонной стали, руб. (за эталон принимается Ст. 45).

Применительно к лемеху плужного корпуса к этому критерию следует добавить следующее требование: ударная вязкость стали должна быть $KCU \geq 30 \text{ Дж/см}^2$.

Важнейшие механические параметры сталей, определяющие их износостойкость и прочность (твердость, ударная вязкость и временное сопротивление на разрыв) зависят от режимов термообработки.

В табл. 7.1 представлены минимальная температура отпуска стали после закалки, которая обеспечивает максимальные для данной стали значения твердости при ударной вязкости KCU не менее 30 Дж/см^2 , а также их технико-экономические оценки. Анализ табл. 6 показывает, что наиболее приемлемыми марками сталей для изготовления лемеха являются 40ХС, 40Х, 65Г и 30ХГСА.

Таблица 7.1 – Относительные характеристики сталей

| Марка стали | Минимальная температура отпуска, °С | Временное сопротивление, σ_b , МПа | Ударная вязкость, KCU , Дж/см ² | Твердость, HRC | Относительная износостойкость, ϵ | Относительная цена, ОЦ | Стоимостная оценка износостойкости, $ОЦ/\epsilon$ |
|-------------|-------------------------------------|---|--|----------------|---|------------------------|---|
| 65Г | 400 | 1600 | 30 | 48 | 1,33 | 1,4 | 1,05 |
| 40Х | 370 | 1400 | 30 | 48 | 1,33 | 1,35 | 1,01 |
| 40ХС | 200 | 1900 | 60 | 58 | 2,1 | 2,10 | 1,00 |
| 30ХГСА | 200 | 1700 | 90 | 50 | 1,47 | 1,90 | 1,29 |

Раздел 8. Оценка эффективности почвообрабатывающего агрегата

Критерием технико-экономической оценки эффективности рабочих органов сельскохозяйственных машин принимаются затраты на 1 га обработки почвы, которые определяются по формуле:

$$C = \frac{1}{T} (Ц + Ф), \text{ руб.}, \quad (8.1)$$

где T , $Ц$ – соответственно ресурс и отпускная цена рабочего органа, га;
 $Ф$ – затраты на замену рабочего органа, руб.

За базовый вариант для сравнения принимается показатель эффективности применения серийных рабочих органов (без упрочнения).

Технико-экономическую оценку применения опытных рабочих органов, изготовленных из новых марок сталей и (или) упрочненных по различным вариантам в сравнении с серийными рассматриваются применительно к определенным типам почв по гранулометрическому составу и твердости.

Иногда очень важно определить эффективность не только одного рабочего органа, а в целом всего агрегата. В этом случае эффективность агрегата определяется, исходя из удельных затрат на обработку почвы за срок службы агрегата, которую рассчитывают по формуле:

$$C_{п} = \frac{1}{TW} \cdot \left[C_{п} + \sum_1^n \left(\frac{TW}{P_i} - K \right) \cdot (C_{дi} + C_p \cdot T_{pi}) \right] + \frac{C_p}{A \cdot K}, \quad (8.2)$$

где $C_{\text{п}}$ – затраты на 1 га обработки почвы, руб./га;
 $\text{Ц}_{\text{п}}$ – стоимость машины (плуга, культиватора и др.), руб.;
 T – срок службы (амортизации) машины, лет;
 W – среднегодовая наработка машины, га;
 P_i – ресурс i -й детали рабочего органа, га;
 $\text{Ц}_{\text{д}i}$ – стоимость i -й детали рабочего органа, руб.;
 $T_{\text{р}i}$ – трудоемкость замены i -й детали рабочего органа, чел.-ч;
 $C_{\text{р}}$ – часовая заработная плата рабочего при обработке почвы и замене рабочего органа, руб./ч;
 n – количество деталей, входящих в рабочий орган, шт.;
 K – количество рабочих органов в машине, шт.;
 A – производительность рабочего органа, га/ч.

4.4.3 Разработка заключения

Основное назначение заключения – резюмировать содержание курсового проекта, подвести итоги проведенных расчетов и разработанных технологических процессов упрочнения рабочих органов, соотнеся их с целью и задачами исследования, сформулированными во введении.

4.4.4 Оформление библиографического списка

В библиографический список включаются источники, на которые есть ссылки в тексте курсового проекта (не менее 10–12 источников). Обязательно присутствие источников, опубликованных в течение последних 5-ти лет. При использовании информационных ресурсов сети Internet необходимо приводить ссылки на источники с полным указанием названия работы и ее электронного адреса.

4.4.5 Оформление Приложения

Приложения являются самостоятельной частью работы. В приложениях курсового проекта помещают следующую технологическую документацию (Приложения В, Г):

- конструктивную схему упрочнения рабочего органа;
- рабочий чертеж упрочненного рабочего органа (см. Приложение В);
- карту технологического процесса упрочнения рабочего органа или маршрутную карту и операционные карты (см. Приложение Г).

Кроме этого в приложение может быть включены материалы, необходимые для защиты курсового проекта:

- графики, диаграммы;
- таблицы большого формата;
- статистические данные;
- фотографии, технические документы и/или их фрагменты, а также тексты, которые по разным причинам не могут быть помещены в основной работе и т.д.

5. Требования к оформлению курсовых проектов

5.1. Оформление текстового материала (ГОСТ 7.0.11–2011)

1. Курсовой проект должен быть выполнен печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне белой бумаги формата А4 (210×297 мм).
2. Поля: с левой стороны – 25 мм; с правой – 10 мм; в верхней части – 20 мм; в нижней – 20 мм.
3. Тип шрифта: *Times New Roman Cyr*. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов (глав): полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Цвет шрифта должен быть черным. Межсимвольный интервал – обычный. Межстрочный интервал – полуторный. Абзацный отступ – 1,25 см.
4. Страницы должны быть пронумерованы. Порядковый номер ставится в **середине верхнего поля**. Первой страницей считается титульный лист, но номер страницы на нем не проставляется. Рецензия – страница 2, затем 3 и т.д.
5. Главы имеют **сквозную нумерацию** в пределах работы и обозначаются арабскими цифрами. **В конце заголовка точка не ставится**. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. **Переносы слов в заголовках не допускаются**.
6. Номер подраздела (параграфа) включает номер раздела (главы) и порядковый номер подраздела (параграфа), разделенные точкой. Пример – 1.1, 1.2 и т.д.
7. Главы работы по объему должны быть пропорциональными. Каждая глава начинается с новой страницы.
8. В работе необходимо четко и логично излагать свои мысли, следует избегать повторений и отступлений от основной темы. Не следует загромождать текст длинными описательными материалами.
9. На последней странице курсового проекта ставятся дата окончания работы и подпись автора.
10. Законченную работу следует переплести в папку.
Написанный и оформленный в соответствии с требованиями курсовой проект обучающийся регистрирует на кафедре. Срок рецензирования – не более 7 дней. Форма рецензии приведена в Приложении Д.

5.2. Оформление ссылок (ГОСТР 7.0.5)

При написании курсового проекта необходимо давать краткие внутритекстовые библиографические ссылки. Если делается ссылка на источник в целом, то необходимо после упоминания автора или авторского коллектива, а также после приведенной цитаты работы, указать в квадратных скобках номер этого источника в библиографическом списке. Например: По мнению Ван Штраалена, существуют по крайней мере три случая, когда биоиндикация становится незаменимой [7].

Допускается внутритекстовую библиографическую ссылку заключать в круглые скобки, с указанием авторов и года издания объекта ссылки. Например, (Черников, Соколов, 2018).

Если ссылку приводят на конкретный фрагмент текста документа, в ней указывают порядковый номер и страницы, на которых помещен объект ссылки. Сведения разделяют запятой, заключая в квадратные скобки. Например, [5, с. 132]. Допускается оправданное сокращение цитаты. В данном случае пропущенные слова заменяются многоточием.

5.3. Оформление иллюстраций (ГОСТ 2.105-95)

На все рисунки в тексте курсовой работы должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае, номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой (*например*: Рисунок 1.1).

Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Слово «Рисунок» пишется полностью. В этом случае подпись должна выглядеть так: Рисунок 2 – Конструктивная схема упрочнения рабочего органа

Точка в конце названия не ставится.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рис. 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рис. 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Независимо от того, какая представлена иллюстрация – в виде схемы, графика, диаграммы – подпись всегда должна быть «Рисунок». Подписи типа «Схема 1.2», «Диагр. 1.5» не допускаются.

Схемы, графики, диаграммы (если они не внесены в приложения) должны размещаться сразу после ссылки на них в тексте курсового проекта. Допускается размещение иллюстраций через определенный промежуток текста в том случае, если размещение иллюстрации непосредственно после ссылки на нее приведет к разрыву и переносу ее на следующую страницу.

Если в тексте документа имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электро- и радиоэлементов – позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия.

Исключение составляют электро- и радиоэлементы, являющиеся органами регулировки или настройки, для которых (кроме номера позиции) дополнительно указывают в подрисуночном тексте назначение каждой регулировки и настройки, позиционное обозначение и надписи на соответствующей планке или панели.

Допускается, при необходимости, номер, присвоенный составной части изделия на иллюстрации, сохранять в пределах документа.

Для схем расположения элементов конструкций и архитектурно-строительных чертежей зданий (сооружений) указывают марки элементов. При ссылке в тексте на отдельные элементы деталей (отверстия, пазы, канавки, буртики и др.) их обозначают прописными буквами русского алфавита.

5.4. Общие правила представления формул (ГОСТ 2.105-95)

Формулы должны быть оформлены в редакторе формул *Equation Editor* и вставлены в документ как объект.

Большие, длинные и громоздкие формулы, которые имеют в составе знаки суммы, произведения, дифференцирования, интегрирования, размещают на отдельных строках. Это касается также и всех нумеруемых формул.

Для экономии места несколько коротких однотипных формул, отделенных от текста, можно подать в одной строке, а не одну под одну. Небольшие и несложные формулы, которые не имеют самостоятельного значения, вписывают внутри строк текста.

Объяснение значений символов и числовых коэффициентов нужно подавать непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента нужно подавать с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия.

Уравнения и формулы нужно выделять из текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы нужно оставить не меньше одной свободной строки. Если уравнение не вмещается в одну строку, его следует перенести после знака равенства (=), или после знаков плюс (+), минус (-), умножение.

Нумеровать следует лишь те формулы, на которые есть ссылка в следующем тексте.

Порядковые номера помечают арабскими цифрами в круглых скобках около правого поля страницы без точек от формулы к ее номеру. Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой (Например, 4.2). Номер, который не вмещается в строке с формулой, переносят ниже формулы. Если формула взята в рамку, то номер такой формулы записывают снаружи рамки с правой стороны напротив основной строки формулы. Номер формулы-дроби подают на уровне основной горизонтальной черточки формулы.

Номер группы формул, размещенных на отдельных строках и объединенных фигурной скобкой, помещается справа от острия парантеза, которое находится в середине группы формул и направлено в сторону номера.

Общее правило пунктуации в тексте с формулами такое: формула входит в предложение как его равноправный элемент. Поэтому в конце формул и в

тексте перед ними знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации.

Двоеточие перед формулой ставят лишь в случаях, предусмотренных правилами пунктуации: а) в тексте перед формулой обобщающее слово; б) этого требует построение текста, который предшествует формуле.

Знаками препинания между формулами, которые идут одна под одной и не отделены текстом, могут быть запятая или точка с запятой непосредственно за формулой к ее номеру.

Пример: Влажность почвы W в % вычисляется по формуле:

$$W = \frac{(m_1 - m_0) \times 100}{(m_0 - m)}, \quad (1.1)$$

где m_1 – масса влажной почвы со стаканчиком, г;

m_0 – масса высушенной почвы со стаканчиком, г;

m – масса стаканчика, г.

При ссылке на формулу в тексте ее номер ставят в круглых скобках.

Например: Из формулы (1.1) следует...

5.5. Оформление таблиц (ГОСТ 2.105-95)

На все таблицы в тексте курсового проекта должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела – в последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой (*например:* Таблица 1.2)). Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением обозначения приложения (*например:* Приложение 2, табл. 2).

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире (*например:* Таблица 3 – Режимы механической обработки).

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью. Над другими частями также слева пишут слово «Продолжение» или «Окончание» и указывают номер таблицы (*например:* Продолжение таблицы 3).

Таблицы, занимающие страницу и более, обычно помещают в приложение. Таблицу с большим количеством столбцов допускается размещать в альбомной ориентации. В таблице допускается применять размер шрифта 12, интервал 1,0.

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят.

Разделять заголовки и подзаголовки боковых столбцов диагональными линиями не допускается. Заголовки столбцов, как правило, записывают

параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

При заимствовании таблиц из какого-либо источника после нее оформляется сноска на источник в соответствии с требованиями к оформлению сносок.

5.6. Оформление библиографического списка (ГОСТ 7.1)

Оформление книг

с 1 автором

Орлов, Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 376 с.

с 2-3 авторами

Новиков, В.С. Упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин: учебное пособие / В.С. Новиков, Д.И. Петровский, И.Н. Кравченко. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. – 132 с.

с 4 и более авторами

Коробкин, М.В. Современная экономика / М.В. Коробкин [и др.] – СПб.: Питер, 2014. – 325 с.

Оформление учебников и учебных пособий

Наумов, В.Д. География почв. Почвы тропиков и субтропиков: учебник / В.Д. Наумов – М.: «ИНФРА-М», 2014. – 282 с.

Оформление учебников и учебных пособий под редакцией

Надежность и ремонт машин: учебник / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.]; под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.

Для многотомных книг

Боков, А.Н. Экономика Т. 2. Микроэкономика / А.Н. Боков. – М.: Норма, 2014. – 532 с.

Словари и энциклопедии

Ожегов, С.И. Толковый словарь русского языка / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова. – М.: Азбуковник, 2000. – 940 с.

Экономическая энциклопедия / Е.И. Александрова [и др.]. – М.: Экономика, 1999. – 1055 с.

Оформление статей из журналов и периодических сборников

1. Исследование физико-механических свойств паяного соединения (металл лемеха-металлокерамика) / В.В. Гончаренко, Ю.А. Кузнецов, И.Н. Кравченко // Технология металлов. – 2020. – № 7. – С. 18–22.

2. Kolomeichenko, A.V. Elemental Composition and Microhardness of the Coatings Prepared on Faced Aluminum Alloys by Plasma Electrolytic Oxidation in a Silicate–Alkaline Electrolyte / A.V. Kolomeichenko, I.N. Kravchenko // Russian metallurgy (Metally), 2019. – Vol. 2019. – №13. – P. 1410–1413.

3. Карцев, С.В. Инженерные рекомендации по восстановлению быстроизнашивающихся деталей технологического оборудования

свеклосахарного производства плазменным напылением с последующим оплавлением / С.В. Карцев, И.Н. Кравченко, И.С. Карцев // Трибология – машиностроению: Труды XIII Международной научно-технической конференции. – Москва, 2020. – С. 117–121.

4. Kravchenko, I.N. Conception of CAE system support for protective coating deposition process design in agroindustrial complex / I.N. Kravchenko, M.A. Glinskiy, Yu.A. Kuznetsov, T.A. Cheha // Engineering for rural development: materials of the 18th International Scientific Conference. Vol. 18. – Jelgava, 2019. – P. 1761–1771.

Диссертация

Коломейченко, А.В. Технологии повышения долговечности деталей машин восстановлением и упрочнением рабочих поверхностей комбинированными методами // А.В. Коломейченко. – Дисс. ... д-ра техн. наук. Москва, 2011. – 365 с.

Автореферат диссертации

Новиков, В.С. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин: Автореф. дис. д-ра. техн. наук: 05.20.03 – М.: 2011. – 38 с.

Описание нормативно-технических и технических документов

1. ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» – Введ. 2009-01-01. – М.: Стандартинформ, 2008. – 23 с.

2. Пат. 2750191, Российская Федерация, МПК В28С 5/16, В28С 7/14, В02С 2/00. Установка для измельчения и активации сыпучих материалов / Кравченко И.Н., Ерофеев М.Н., Тростин В.П., Кондращенко В.И., Федоров А.О.; заявитель и патентообладатель Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН. – № 2020137046; заявл. 11.11.2020; опубл. 23.06.2021, Бюл. № 18. –

Описание официальных изданий

Конституция Российской Федерации : принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года. – М.: Эксмо, 2013. – 63 с.

Депонированные научные работы

1. Крылов, А.В. Гетерофазная кристаллизация бромида серебра / А.В. Крылов, В.В. Бабкин; Редкол. «Журн. прикладной химии». – Л., 1982. – 11 с. – Деп. в ВИНТИ 24.03.82; № 1286-82.

2. Кузнецов, Ю.С. Изменение скорости звука в холодильных расплавах / Ю.С. Кузнецов; Моск. хим.-технол. ун-т. – М., 1982. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 27.05.82; № 2641.

Электронные ресурсы

1. Суров, В.В. Продуктивность звена полевого севооборота / В.В. Суров, О.В. Чухина // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – №4(8) [Электронный журнал]. – С.18–23. – Режим доступа: URL molochnoe.ru/journal.

2. Защита персональных данных пользователей и сотрудников библиотеки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nbrkomi.ru>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 14.04.2014).

5.7. Оформление графических материалов

Графическая часть выполняется на одной стороне белой чертёжной бумаги в соответствии с требованиями ГОСТ 2.301-68 формата А1 (594×841). В обоснованных случаях для отдельных листов допускается применение других форматов.

Требования к оформлению графической части изложены в стандартах ЕСКД: ГОСТ 2.302-68* «Масштабы»; ГОСТ 2.303-68* «Линии»; ГОСТ 2.304-81* «Шрифты», ГОСТ 2.305-68** «Изображения – виды, разрезы, сечения» и т. д. Основная надпись на чертежах выполняется по ГОСТ 2.104-68*. Оформление основной надписи графической части выполняется в соответствии с ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС.

Чертежи должны быть оформлены в полном соответствии с государственными стандартами: «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД); «Системы проектной документации для строительства» (СПДС (ГОСТ 21)) и других нормативных документов. На каждом листе тонкими линиями отмечается внешняя рамка по размеру формата листа, причем вдоль короткой стороны слева оставляется поле шириной 25 мм для подшивки листа. В правом нижнем углу располагается основная подпись установленной формы (Приложение Е).

5.8. Оформление приложений (ГОСТ 2.105-95)

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. Допускается использование для обозначения приложений арабских цифр. После слова "Приложение" следует буква (или цифра), обозначающая его последовательность.

Приложения, как правило, оформляют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А2, А1 по ГОСТ 2.301.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

5.9 Требования к лингвистическому оформлению курсового проекта

Курсовой проект должен быть написан логически последовательно, литературным языком. Повторное употребление одного и того же слова, если это возможно, допустимо через 50–100 слов. Не должны употребляться как излишне пространные и сложно построенные предложения, так и чрезмерно

краткие лаконичные фразы, слабо между собой связанные, допускающие двойные толкования и т.д.

При написании курсового проекта не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: «я наблюдал», «я считаю», «по моему мнению» и т.д. Корректнее использовать местоимение «мы». Допускаются обороты с сохранением первого лица множественного числа, в которых исключается местоимение «мы», то есть фразы строятся с употреблением слов «наблюдаем», «устанавливаем», «имеем». Можно использовать выражения «на наш взгляд», «по нашему мнению», однако предпочтительнее выражать ту же мысль в безличной форме, например:

- *изучение педагогического опыта свидетельствует о том, что ...*,
- *на основе выполненного анализа можно утверждать ...*,
- *проведенные исследования подтвердили...;*
- *представляется целесообразным отметить;*
- *установлено, что;*
- *делается вывод о...;*
- *следует подчеркнуть, выделить;*
- *можно сделать вывод о том, что;*
- *необходимо рассмотреть, изучить, дополнить;*
- *в работе рассматриваются, анализируются...*

При написании курсового проекта необходимо пользоваться языком научного изложения. Здесь могут быть использованы следующие слова и выражения:

- для указания на последовательность развития мысли и временную соотнесенность:
 - *прежде всего, сначала, в первую очередь;*
 - *во-первых, во-вторых и т. д.;*
 - *затем, далее, в заключение, итак, наконец;*
 - *до сих пор, ранее, в предыдущих исследованиях, до настоящего времени;*
 - *в последние годы, десятилетия;*
- для сопоставления и противопоставления:
 - *однако, в то время как, тем не менее, но, вместе с тем;*
 - *как..., так и...;*
 - *с одной стороны..., с другой стороны, не только..., но и;*
 - *по сравнению, в отличие, в противоположность;*
- для указания на следствие, причинность:
 - *таким образом, следовательно, итак, в связи с этим;*
 - *отсюда следует, понятно, ясно;*
 - *это позволяет сделать вывод, заключение;*
 - *свидетельствует, говорит, дает возможность;*
 - *в результате;*
- для дополнения и уточнения:
 - *помимо этого, кроме того, также и, наряду с..., в частности;*

- *главным образом, особенно, именно;*
- для иллюстрации сказанного:
 - *например, так;*
 - *проиллюстрируем сказанное следующим примером, приведем пример;*
 - *подтверждением выше сказанного является;*
- для ссылки на предыдущие высказывания, мнения, исследования и т.д.:
 - *было установлено, рассмотрено, выявлено, проанализировано;*
 - *как говорилось, отмечалось, подчеркивалось;*
 - *аналогичный, подобный, идентичный анализ, результат;*
 - *по мнению X, как отмечает X, согласно теории X;*
- для введения новой информации:
 - *рассмотрим следующие случаи, дополнительные примеры;*
 - *перейдем к рассмотрению, анализу, описанию;*
 - *остановимся более детально на...;*
 - *следующим вопросом является...;*
 - *еще одним важнейшим аспектом изучаемой проблемы является...;*
- для выражения логических связей между частями высказывания:
 - *как показал анализ, как было сказано выше;*
 - *на основании полученных данных;*
 - *проведенное исследование позволяет сделать вывод;*
 - *резюмируя сказанное;*
 - *дальнейшие перспективы исследования связаны с...*

Письменная речь требует использования в тексте большого числа развернутых предложений, включающих придаточные предложения, причастные и деепричастные обороты. В связи с этим часто употребляются составные подчинительные союзы и клише:

- *поскольку, благодаря тому что, в соответствии с...;*
- *в связи, в результате;*
- *при условии, что, несмотря на...;*
- *наряду с..., в течение, в ходе, по мере.*

Необходимо определить основные понятия по теме исследования, чтобы использование их в тексте курсового проекта было однозначным. Это означает: то или иное понятие, которое разными учеными может трактоваться по-разному, должно во всем тексте данной работы от начала до конца иметь лишь одно, четко определенное автором курсового проекта значение.

В курсовом проекте должно быть соблюдено единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая и стилистическая грамотность в соответствии с нормами современного русского языка.

6. Порядок защиты курсового проекта

Прием защиты курсового проекта проводится комиссией, назначенной письменным распоряжением заведующего кафедрой. Комиссия состоит из трех преподавателей кафедры: лектора по данной дисциплине (председатель

комиссии), руководителя работы, преподавателя данной дисциплины или смежной дисциплины.

На защиту представляется пояснительная записка с подписями студента и руководителя работы, а также иная проектная документация. Могут быть представлены также образцы созданной в ходе проектирования продукции (изделия, оборудование, макеты, программы для ПЭВМ и т.п.).

Защита курсовых проектов проводится до начала экзаменационной сессии. Защита состоит из доклада продолжительностью 8–10 минут и ответов студента на вопросы членов комиссии и присутствующих.

По результатам защиты курсового проекта выставляется зачет с дифференцированной оценкой по четырехбальной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

При определении окончательной оценки по защите курсового проекта учитываются доклад студента, его ответы на вопросы членов комиссии, отзыв руководителя. Оценка определяется по результатам голосования членов комиссии.

Если комиссия устанавливает, что материалы работы содержат недопустимые прямые заимствования, то процедура защиты не проводится, а по результатам курсового проекта выставляется оценка «неудовлетворительно».

Положительные оценки по результатам защиты проставляются членами комиссии в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента (обязательны подписи всех членов комиссии). Неудовлетворительные оценки проставляются только в экзаменационную ведомость. В течение трех дней после защиты курсового проекта экзаменационная ведомость должна быть сдана в деканат.

Студентам, получившим неудовлетворительную оценку по курсовому проекту, определяется новый срок для его выполнения и защиты.

В случае неявки студента на защиту в определенное графиком время в экзаменационную ведомость проставляется запись «не явился» и заверяется подписями всех членов комиссии.

Повторная защита курсового проекта по одной и той же теме допускается не более двух раз. График повторных защит утверждается заведующим кафедрой. Последняя защита принимается комиссией, в состав которой кроме утвержденных ранее членов в обязательном порядке входит заведующий кафедрой, который выполняет функции председателя комиссии. Повторный прием защиты курсовых проектов осуществляется по индивидуальным экзаменационным листам студентов.

Основными критериями оценки качества курсового проекта являются:

- качество содержания работы (достижение сформулированной цели и решение задач исследования, полнота раскрытия темы, системность подхода, отражение знаний литературы и различных точек зрения по теме, нормативно-правовых актов, аргументированное обоснование выводов и предложений);
- соблюдение графика выполнения курсового проекта;
- актуальность выбранной темы;

- соответствие содержания выбранной теме;
- соответствие содержания глав и параграфов их названию;
- логика, грамотность и стиль изложения;
- наличие практических рекомендаций;
- внешний вид работы и ее оформление, аккуратность;
- соблюдение заданного объема работы;
- наличие хорошо структурированного плана, раскрывающего содержание темы курсового проекта;
- наличие сносок и правильность цитирования;
- качество оформления рисунков, схем, таблиц;
- правильность оформления списка использованной литературы;
- достаточность и новизна изученной литературы;
- ответы на вопросы при публичной защите проекта.

Критерии оценивания курсового проекта приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Критерии оценивания курсового проекта

| Оценка | Критерии оценки |
|----------------------------|---|
| «отлично» | Курсовой проект выполнен в соответствии с утвержденным планом-графиком; расчеты, чертежи выполнены точно и верно. Студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме курсового проекта. Студент владеет специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки отсутствуют. Оформление курсового проекта соответствует предъявляемым требованиям. При написании и защите курсового проекта студентом продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков. Чертежи выполнены в соответствии с ГОСТ. При защите курсового проекта студент уверенно ответил на все вопросы. |
| «хорошо» | Курсовой проект выполнен в соответствии с утвержденным планом-графиком; расчеты, чертежи выполнены с неточностями. Имеются замечания к оформлению курсового проекта. Студент владеет специальной терминологией. При написании и защите курсового проекта студентом продемонстрирован средний уровень развития профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков. Чертежи выполнены в соответствии с ГОСТ. При защите курсового проекта студент владеет материалом, но ответил не на все поставленные вопросы. |
| «удовлетворительно» | Курсовой проект выполнен в соответствии с утвержденным планом-графиком; расчеты и чертежи выполнены с ошибками. Студентом не сделаны собственные выводы по теме курсового проекта. Присутствуют существенные недочеты в оформлении курсового проекта, стилистические и грамматические ошибки; продемонстрировано слабое владение специальной терминологией. При защите курсового проекта студент испытывал затруднения при ответах на вопросы. |

| Оценка | Критерии оценки |
|------------------------------|---|
| «неудовлетворительно» | Курсовой проект выполнен в соответствии с утвержденным планом-графиком; не раскрыто содержание каждого вопроса; допустил грубые ошибки в расчетах, чертежах. Студентом не сделаны выводы по теме курсового проекта. Присутствуют грубые недочеты в оформлении курсового проекта. На защите курсового проекта студент показал поверхностные знания по теме, не смог правильно ответить на вопросы. |

Если защита курсового проекта по заключению руководителя и комиссии является неудовлетворительной и работа подлежит переработке, то после исправления она предоставляется на повторную проверку руководителю и защиту комиссии.

По итогам защиты за курсовой проект выставляется оценка на титульный лист работы, в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение курсового проекта

7.1 Основная литература

1. Новиков, В.С. Упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин: учебное пособие / В.С. Новиков, Д.И. Петровский, И.Н. Кравченко. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018. – 132 с. Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo162.pdf/en/info>

2. Кравченко, И.Н. Ресурсосберегающие технологии ремонта сельскохозяйственной техники: учебное пособие / И.Н. Кравченко, В.М. Корнеев, Д.И. Петровский. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 184 с. Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/t0147.pdf/info>

3. Корнеев, В.М. Технология ремонта машин: учебник для вузов / В.М. Корнеев, И.Н. Кравченко, В.С. Новиков, Д.И. Петровский, Ю.В. Катаев. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2019. – 328 с. Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo154.pdf/info>

7.2 Дополнительная литература

1. Курчаткин, В.В. Надежность и ремонт машин: учебник для вузов / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов [и др.]; под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с. Экз. 121.

2. Пучин, Е.А. Практикум по ремонту машин: учебное пособие / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очковский [и др.]. – М.: КолосС, 2009. – 327 с.

3. Кравченко, И.Н. Технологическая подготовка предприятий технического сервиса: учебное пособие / И.Н. Кравченко, В.М. Корнеев, Д.И. Петровский, Ю.В. Катаев. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 188 с. Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/t0148.pdf/en/info>

8. Методическое, программное обеспечение курсового проекта

8.1 Методические указания и методические материалы к курсовым проектам

1. Пучин, Е.А. Экспресс-методы ремонта машин: методические рекомендации по выполнению лабораторной работы / Е.А. Пучин, В.М. Корнеев, Д. И. Петровский, Е. А. Петровская. – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2012. – 29 с.

2. Новиков, В.С. Написание курсового проекта по дисциплине «Технология ремонта машин»: методические указания / В.С. Новиков, Н.А. Очковский, Д.И. Петровский. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – 48 с. Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/3343.pdf>

3. Новиков, В.С. Написание курсовой работы по дисциплине «Упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин»: методические указания / В.С. Новиков, Е.В. Валежникова. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – 46 с.

8.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем для выполнения курсового проекта

1. Научная электронная библиотека «ELIBRARY» <http://elibrary.ru>.

2. Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИКА» <http://cyberlenika.ru> (открытый доступ).

3. Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова <http://library.timacad.ru> (открытый доступ).

4. Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» <http://www.agrobase.ru> (открытый доступ).

5. Национальный цифровой ресурс Руконт – межотраслевая электронная библиотека на базе технологии Контекстум <http://www.rucont.ru>.

6. База данных «Агропром зарубежом» <http://polpred.com>.

7. Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» <http://www.agrobase.ru> (открытый доступ).

8. Электронно-библиотечная система – ресурс, включающий в себя электронные версии книг ведущих издательств учебной литературы: <http://e.lanbook.com>, http://www.ckbib.ru/izdatelstvo_bibkom, <http://www.infra-m.ru>, <https://www.knorus.ru> и др.

9. Каталог электронных образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru>.

10. Электронный каталог «Публикации ЦНСХБ» <http://www.cnsnb.ru>.

Перечень программного обеспечения, необходимого при оформлении курсового проекта, представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование части курсового проекта | Наименование программы | Тип программы | Автор |
|-------|--------------------------------------|------------------------|---------------|-------|
|-------|--------------------------------------|------------------------|---------------|-------|

Перечень программного обеспечения, необходимого при оформлении курсового проекта, представлен в таблице 6.

Таблица 6 –Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование части курсового проекта | Наименование программы | Тип программы | Автор |
|-------|--------------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------|
| 1. | Расчетно-пояснительная записка | Microsoft Word Microsoft Excel | Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм | Microsoft Microsoft |
| 2. | Графическая часть | КОМПАС-3D AutoCAD | Система автоматизированного проектирования (САПР) Система автоматизированного проектирования (САПР) | Аскон Autodesk |

Методические указания разработал:

Корнеев В.М., к. т.н. доцент



(подпись)

Приложение А

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра технического сервиса машин и оборудования

Учебная дисциплина

«Современные технологии технического сервиса машин и оборудования»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

на тему: «Разработка технологии упрочнения _____
(наименование рабочего органа)
в условиях обработки _____»
(вид почвы)

Выполнил
обучающийся _____ курса _____ группы

ФИО
Дата регистрации КП на кафедре
« _____ » _____ 20__
Допущен к защите

Руководитель:

ученая степень, ученое звание, ФИО

Члены комиссии:

| | |
|---|------------------|
| _____ ученая степень, ученое звание, ФИО | _____ подпись |
| _____ ученая степень, ученое звание, ФИО | _____ подпись |
| _____ ученая степень, ученое звание, ФИО | _____ подпись |

Оценка _____

Дата защиты _____

Москва, 20 _____

Приложение Б

ПРИМЕРНАЯ ФОРМА ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
– МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
 Кафедра технического сервиса машин и оборудования

| Задание на курсовой проект по дисциплине «Современные технологии технического сервиса машин и оборудования» | КП | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------------------------|-----------------|-----------------|--|--|-----------|--|--|------------|--|---|---|---|-----------------|-----------------|-----|-----|-----|----|----|
| <p>1. Разработать технологию упрочнения долотообразного лемеха к отечественному плугу в условиях обработки песчаных почв.</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">Ст. Л53, S = 10 мм, HRC = 40</p> </div> <p>2. Основные геометрические характеристики долотообразного лемеха.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Размеры рабочего органа, мм</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Чертежные</th> <th colspan="2">Предельные</th> </tr> <tr> <th>H</th> <th>h</th> <th>B</th> <th>H_{пр}</th> <th>h_{пр}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>150</td> <td>130</td> <td>530</td> <td>90</td> <td>90</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. Содержание расчетно-пояснительной записки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Характер и интенсивность изнашивания заданного рабочего органа. 3.2. Определение коэффициента равностойкости рабочего органа. 3.3. Определение толщины упрочняющего слоя при различных вариантах упрочнения. 3.4. Определение долговечности заданного и упрочненного по различным вариантам рабочего органа. 3.5. Определение цены заданного и упрочненного по принятому варианту упрочнения рабочего органа. 3.6. Оценка эффективности почвообрабатывающего агрегата с заданными и упрочненными рабочими органами. <p>4. Разработать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Конструктивную схему упрочнения рабочего органа. 4.2. Рабочий чертеж упрочненного рабочего органа. 4.3. Карту технологического процесса (КТП) упрочнения рабочего органа. | | Размеры рабочего органа, мм | | | | | Чертежные | | | Предельные | | H | h | B | H _{пр} | h _{пр} | 150 | 130 | 530 | 90 | 90 |
| Размеры рабочего органа, мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Чертежные | | | Предельные | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H | h | B | H _{пр} | h _{пр} | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 150 | 130 | 530 | 90 | 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

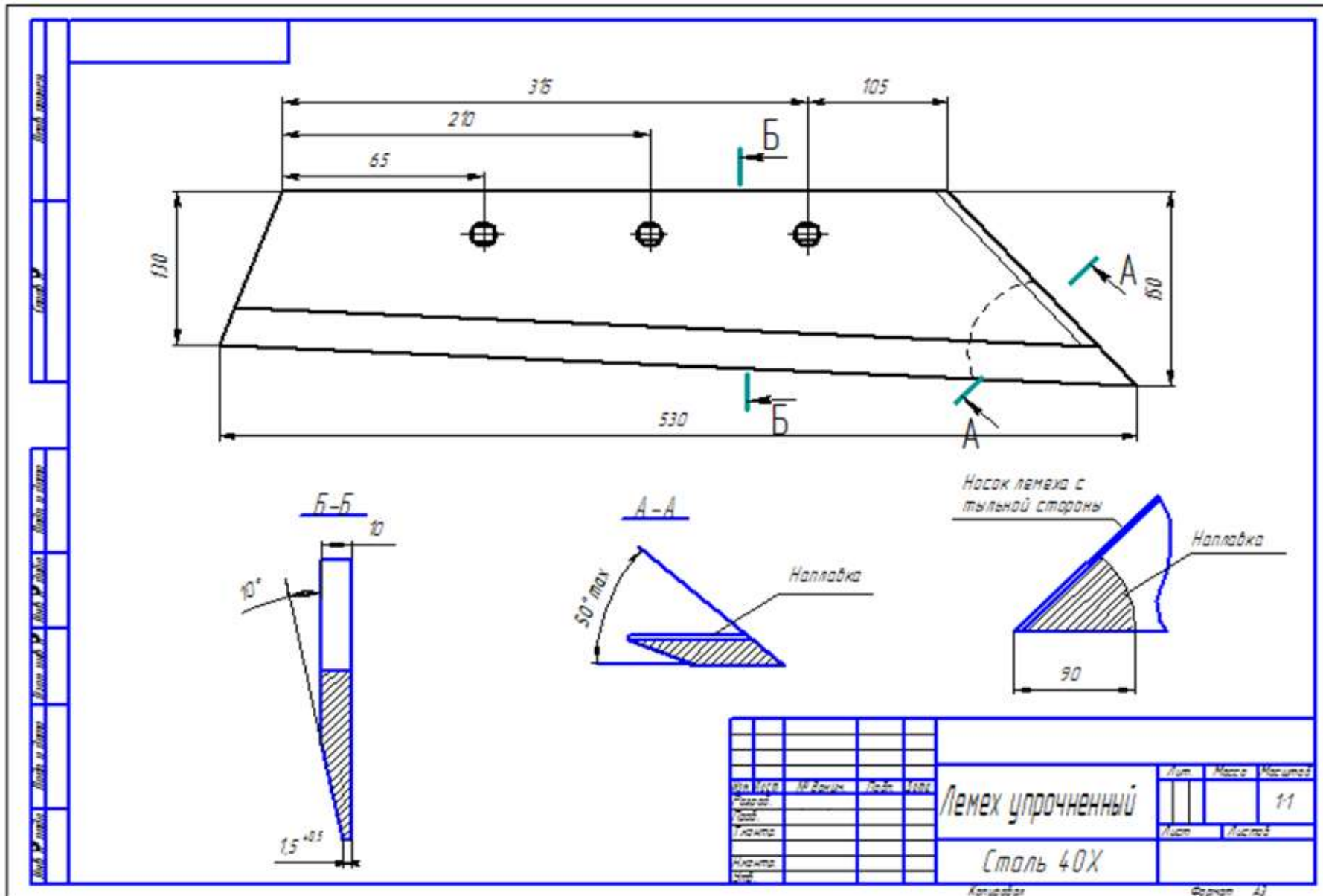
Дата выдачи задания «__» _____ 201__ г.

Руководитель (подпись, ФИО) _____

Задание принял к исполнению (подпись обучающегося) _____

«_____» _____ 201__ г..

Приложение В
РАБОЧИЙ ЧЕРТЕЖ УПРОЧНЕННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА



Приложение Г

КАРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---|--|----|-------|----------------------------|--------------------|--|--|--|--|---|----|-------|---|------------------|----|------|----|----|-----|-----|-----|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взаим. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подп. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разработал | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Проверил | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н.контроль | | | | | | <i>Лемех П-702</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А | Цех | Уч | РМ | Опер. | Код, наименование операции | | | | | | | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт | Тгр | Тшт |
| Б | Код, наименование оборудования | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| КМ | Наименование детали, сборочной единицы, материала | | | | | | | | | | | | | | Обозначение, код | | | | | | | |
| М01 | Сталь 40Х ГОСТ 8479-79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А02 | | | | | 010 | Наплавочная | | | | | М | | 3 | Н | | 1 | | | | | | 2 |
| Б03 | Источник сварочного тока ВДГ - 302 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б04 | Печь камерная | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М05 | Электрод наплавочный ОЗИ – 6, d=4 мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О06 | 1. Прокалить электроды перед наплавкой, T=340°C, t=1ч | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О07 | 2. Наплавить на носовую часть с обратной стороны лемеха | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О08 | износостойкий слой на длине 90 мм, толщиной 2 мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Р09 | I \neq 120...160А, U=18...20 В | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| КТП | | <i>Карта технологического процесса упрочнения лемеха</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Приложение Д
ПРИМЕРНАЯ ФОРМА РЕЦЕНЗИИ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

РЕЦЕНЗИЯ

на курсовой проект обучающегося
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Российский государственный аграрный университет
– МСХА имени К.А. Тимирязева»

Обучающийся _____

Учебная дисциплина _____

Тема курсового проекта

Полнота раскрытия темы:

Оформление: _____

Замечания: _____

Курсовой проект отвечает предъявляемым к нему требованиям и заслуживает _____ оценки.

(отличной, хорошей, удовлетворительной, не удовлетворительной)

Рецензент _____

(фамилия, имя, отчество, уч. степень, уч. звание, должность, место работы)

Дата: « ____ » _____ 20 ____ г.

Подпись: _____

Приложение Е

ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ (ШТАМПА) НА ЧЕРТЕЖАХ

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|-----------|---------|---------|------|-------------|------------|----------------|-------------|--------------|-----|-----|
| 185 | | | | | | | | | | | | |
| 10 10 10 10 15 10 120 | | | | | | | | | | | | |
| (1) | | | | | | (2) | | | | 15 15 20 | | |
| (3) | | | | | | Стадия | Лист | Листов | | (5) | (6) | (7) |
| (4) | | | | | | (8) | | | | | | |
| 115=65 | 5 | Должность | Фамилия | Подпись | Дата | Разработчик | Руководит. | Зав. вып. каф. | Норм. конт. | (5) | (6) | (7) |

В графах основной надписи и дополнительных графах к ней (номера граф указаны в скобках) приводят:

- в графе 1 – обозначение шифра документа, в том числе: код кафедры, номер учебной группы, год оформления графического документа, номер графического документа. Например - шифр документа – 27-471-15-01, где, 27 – кода кафедры, 471 – номера учебной группы, 15 – год оформления графического документа, 01 – номер графического документа;

- в графе 2 – наименование работы;

- в графе 3 – наименование раздела работы;

- в графе 4 – наименование изображений, помещенных на данном листе, в соответствии с их наименованием на чертеже. Если на листе помещено одно изображение, допускается его наименование приводить только в графе 4.

- в графе 5 – условное обозначение вида документации: ДП – для дипломных проектов, КП – для курсовых проектов, БР – бакалаврская работа, МД – для магистерских диссертаций.

- в графе 6 – порядковый номер листа документа;

- в графе 7 – общее количество листов документа;

- в графе 8 – наименование учебного заведения и его подразделения, разработавшей документ.

Пример заполнения штампа.

| | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------------|---------|------|--------|------|---|--|-----|-----|-----|--|
| | | | | | | 27-471-15-07 | | | | | |
| | | | | | | Благоустройство производственной зоны с использованием строительных отходов на примере промышленного предприятия в Нижегородской области | | | | | |
| | | | | | | Экономическая часть | | | | | |
| | | | | | | Основные показатели проекта | | | | | |
| Должность | Фамилия | Подпись | Дата | Стадия | Лист | Листов | | (5) | (6) | (7) | |
| Разработчик | Вабишев И.А. | | | БР | 7 | 7 | | | | | |
| Руководит. | Соломин И.А. | | | | | | | | | | |
| Зав. вып. каф. | Снетанин В.И. | | | | | | | | | | |
| Норм. конт. | Шибалова Г.В. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева кафедра ОТСОП | | | | | |