



**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технические системы в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу**

Студенту Габдрахманову Б.М.

Тема ВКР «Проектирование технологического процесса восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин с разработкой конструкции поворотного стола для сварочных работ»

утверждена приказом по вузу от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г. № \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР \_\_\_\_\_

3. Исходные данные: нормативно справочная литература, технологические карты, результаты замеров износов деталей.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

4.1 Анализ существующих технологий восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин.

4.2 Проектирование технологического процесса восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин.

4.3 Конструкторская разработка, разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности и технико-экономическое обоснование конструкции

## 5. Перечень графических материалов

1. Анализ технологий восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин.
2. Ремонтный чертеж.
3. Технологические карты на восстановление.
4. Сборочный чертеж поворотного стола.
5. Рабочие чертежи деталей.

## 6. Консультанты по ВКР

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выполнения ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ технологий и приспособлений		
2	Технологическая часть		
3	Конструктивная часть		

Студент-дипломник \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

## АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Габдрахманова Б.М., выполненную на тему «Проектирование технологического процесса восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин с разработкой конструкции поворотного стола для сварочных работ».

Выпускная квалификационная работа включает в себя пояснительную записку из \_\_\_ листов печатного текста и графических материалов на \_\_\_ листах формата А1, содержит \_\_\_ рисунков, \_\_\_ таблиц, список использованной литературы содержит \_\_\_ наименований.

Текстовые документы работы содержат пояснительную записку, состоящую из введения, \_ разделов, заключения и списка использованной литературы; приложения и спецификацию.

В первом разделе проводится анализ условий работы рабочих органов почвообрабатывающих машин. Приведены причины потери работоспособности и основные дефекты рабочих органов машин для обработки почвы. Проведен анализ существующих конструкций вспомогательного оборудования для выполнения сварочно-наплавочных работ. Во втором разделе приводится разработка технологического процесса восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин. Выбран рациональный способ восстановления, выполнен ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление. В третьем разделе приведены мероприятия по разработке конструкции поворотного стола для выполнения сварочно-наплавочных работ. Описана работа приспособления, выполнены инженерные расчеты конструкции. Разработаны мероприятия по безопасной эксплуатации конструкции. Разработана инструкция по безопасной работе при выполнении сварочно-наплавочных работ на поворотном столе. Дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения поворотного стола.

## Abstract

Gabdrakhmanov BM, graduated qualification work, performed on the theme "Designing the technological process of restoration of working organs of soil-cultivating machines with the development of the design of the turntable for welding works".

The final qualifying work includes an explanatory note from \_\_ sheets of printed text and graphic materials on \_\_ sheets of A1 format, contains \_\_ drawings, \_\_ tables, the list of references contains \_\_ names.

The text documents of the work contain an explanatory note consisting of an introduction, \_ sections, conclusion and list of used literature; application and specification.

The first section analyzes the working conditions of the working organs of tillers. The reasons for the loss of efficiency and the main defects in the working organs of machines for tillage are given. The analysis of existing designs of auxiliary equipment for welding and surfacing is carried out. The second section provides the development of a technological process for restoring the working organs of tillage machines. A rational method of restoration is chosen, a repair drawing and a technological map for restoration are made. In the third section, steps are taken to develop the design of a turntable for welding and surfacing. The work of the device is described, engineering calculations of the design are performed. Measures have been developed for the safe operation of the structure. The instruction on safe work at performance of welding-surfacing works on a turntable is developed. A feasibility study on the feasibility of using a turntable is given.

## СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	—
1	АНАЛИЗ УСТРОЙСТВА, ПРИЧИН ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ, МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН .....	—
1.1	Анализ условий работы и описание причин потери работоспособности рабочих органов почвообрабатывающих машин.....	—
1.2	Анализ существующих технологий восстановления и упрочнения лемехов. ....	—
1.3	Анализ существующих технологий восстановления и упрочнения стрельчатых лап.....	—
2	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТРЕЛЬЧАТОЙ ЛАПЫ.....	—
2.1	Описание устройства сборочной единицы, анализ условий работы сопряжений и характер износа сопряжений.....	—
2.2	Разработка структурной схемы разборки .....	—
2.3	Разработка карты технологического процесса дефектации и выбор контрольно-измерительных средств .....	—
2.4	Расчёт и выбор параметров и режимов нанесения покрытия на лапу.....	—
2.5	Определение норм времени выполнения операций.....	—
3	РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПОВОРОТНОГО СТОЛА ДЛЯ СВАРОЧНО - НАПЛАВОЧНЫХ РАБОТ .....	—
3.1	Описание конструкции .....	—
3.2	Расчет конструктивных элементов.....	—
3.2.1	Расчет направляющей и кронштейна приспособления для срезания .....	—
3.2.2	Расчет подшипника.....	—

3.3	Обеспечение безопасности и благоприятных условий труда в технологическом процессе по восстановлению рабочих органов почвообрабатывающих машин.....	—
3.3.1	Расчет местного вентиляционного устройства с газоприемником .....	—
3.3.2	Инструкция по безопасности труда при эксплуатации.....	—
3.4	Физическая культура на производстве.....	—
3.5	Экономическое обоснование конструкции .....	—
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	—
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	—
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	—
	СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	—

БИБЛИОТЕКА ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## ВВЕДЕНИЕ

Около 75% деталей, выбраковываемых при первом капитальном ремонте, являются ремонтпригодными, либо могут быть использованы вообще без восстановления. Поэтому вместо приобретения новых запасных частей следует вторично использовать изношенные детали машин, восстанавливаемых в процессе ремонта.

Из ремонтной практики известно, что большинство выбракованных по износу деталей теряют в весе не более 1-2% исходной массы. При этом прочность деталей практически сохраняется. Например, 95% деталей двигателей внутреннего сгорания выбраковывают при износах, не превышающих 0,3 мм. и большинство из них могут быть вторично использованы после восстановления.

Экономическая целесообразность ремонта обусловлена возможностью повторного использования большинства деталей как годных, так и предельно изношенных после восстановления. Это позволяет осуществлять ремонт в более короткие сроки с меньшими затратами металла и других материалов по сравнению с затратами при изготовлении новых машин.

Себестоимость восстановления для большинства восстанавливаемых деталей не превышает 50% стоимости новых, расход материалов в 15-20 раз ниже, чем на их изготовление. Высокая экономическая эффективность ремонта изношенных деталей восстановлением в конечном итоге снижает затраты и тем самым обеспечивает конкурентоспособность в условиях рыночного производства.

# 1 АНАЛИЗ УСТРОЙСТВА, ПРИЧИН ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ, МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

## 1.1 Анализ условий работы и описание причин потери работоспособности рабочих органов почвообрабатывающих машин

Рабочие органы почвообрабатывающих машин подвержены сильному абразивному износу.

Для группирования почв существует критерий абразивного износа по содержанию в них «физического песка» (частицы размером более 0,01 мм). Существует три группы почв.

В первую группу входят почвы с малой изнашивающей способностью, содержащие до 80 % «физического» песка; во вторую – супесчаные и песчаные почвы со средним абразивным износом, содержащие от 80 до 95 % «физического» песка и незначительное количество каменистых включений; в третью включены почвы, содержащие от 95 до 100 % «физического» песка с большим количеством камней и обладающие большим абразивным износом.

Максимальный абразивный износ лемехов для первой группы почв колеблется в пределах от 2 до 30 г/га, второй – около 100 г/га, третьей – до 260 г/га (граммов металла на 1 га пашни с 1 лемеха) [ ]

Лемех плуга. Лемех предназначен для отрезания (отрывания) пласта почвы от дна борозды и направления его на отвал. Установка лемехов по отношению к дну борозды и к оси движения в большой степени предопределяет характер изнашивания, а также является причиной повышенной нагрузки приходящейся на носовую часть лемеха.

При вспашке почвы контур лемеха значительно изменяется. Наиболее сильно изнашивается носовая часть лемеха, в результате чего исчезает долотообразный выступ. Острый угол заднего конца лемеха по мере изнашивания скругляется, что объясняется повышенной скоростью движения частиц почвы, обтекающих этот угол.

В процессе работы лемеха приобретают следующие дефекты: износ по ширине (первая стадия такого износа – затупление); износ по толщине – абразивный износ рабочей поверхности, особенно на песчаных почвах; изгиб (при столкновении лемеха с препятствием); коррозия; трещины; обломы. Эскиз лемеха и основные дефекты представлены на рисунке 1.1.

МАТЕРИАЛ: СТАЛЬ Л 56 ГОСТ 380-57 ТВЕРДОСТЬ: НРС 38...63  
 МАССА: 4,5 кг

Рисунок 1.1 - Эскиз лемеха ПНЧС 01.702

Основные дефекты, встречающиеся у лемехов ПНЧС 01.702 плуга ПЛП-6-35, приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Основные дефекты лемехов ПНЧС 01.702

Возможный дефект	Размеры мм.	
	номинальный	допустимый
1. Износ по ширине	122	92
2. Износ носка	50	--
3. Износ фасок крепежных отверстий	$\varnothing$ 24	--

Лемех ПНЧС 01.702 является рабочим органом плуга ПЛП-6-35, который предназначен для вспашки почв с удельным сопротивлением до 0,09 МПа на глубину до 30 см под зерновые культуры. Агрегатируется с тракторами Т-150, ДТ-75М. Лемех изготавливается из стали Л56, химический состав, механические, физические свойства которой представлены ниже в таблицах 2, 3, 4 соответственно.

Таблица 1.2 - Химический состав стали Л 56 ГОСТ 380-57

Материал	C, %	S, %	Mn, %	S, %	P, %
Лемешная сталь Л 56 ГОСТ 380-57	0,54...0,64	0,15...0,47	0,5...0,8	≤ 0,05	

Таблица 1.3 - Механические свойства стали Л 56 ГОСТ 380-57

Нормализация t=860-880 Отпуск t=610-630	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta$ , %	KCV кДж/м <sup>2</sup>
	569	334	11	245

Таблица 1.4 - Физические свойства стали Л 56 ГОСТ 380-57

НВ	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$ , Вт/м <sup>0</sup> С	$\alpha \cdot 10^6, 1/^\circ\text{C}$
300	7280	68	11

### Лапа культиватора

Рыхлительные лапы изготавливают из стали Ст. 5 и Ст. 6 толщиной 5...7 мм с твердостью 42...52 НRC на ширине лезвия 25...30 мм, стрелчатые лапы различных типов и окучки — из стали 70Г.

Основными дефектами лап культиваторов являются: 1 - затупление кромки лезвия, 2 - износ носка лапы, 3 - износ отверстий под болты, 4 - трещины. На рисунке 2 - представлен ремонтный чертеж лапы культиватора, с указанием основных дефектов.

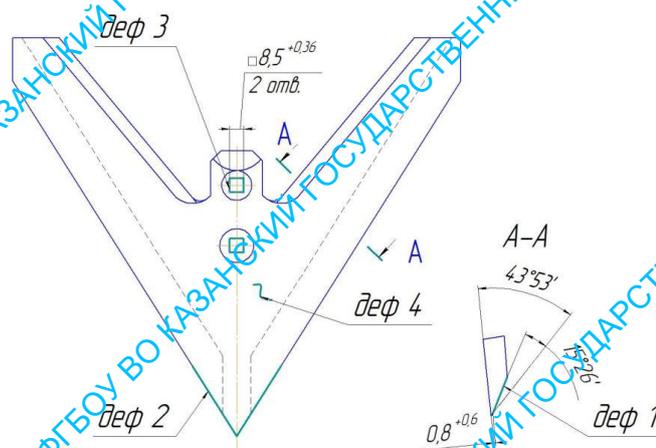


Рисунок 1.2 - Лапа культиватора

Таблица 1.5 - Основные дефекты лап культиваторов

Возможный дефект	Размеры мм.	
	номинальный	допустимый
1. Затупление кромки лезвия	0,8 <sup>+0,6</sup>	1,8
2. Износ носка лапы	-	-
3. Износ отверстий под болты	8,5	9,4
4. Трещины	-	-

## Дисковые рабочие органы

К дисковым орудиям относятся дисковые плуги, дисковые луцильники, дисковые бороны.

Дисковые рабочие органы изготавливают из сталей марки 65Г и 70Г. Твердость рабочей зоны дисков после термической обработки составляет HRC 35-45.

К основным дефектам дисковых рабочих органов относятся:

1 - затупление кромки лезвия, 2 - износ отверстия для крепления, 3 - износ отверстий под болты.

На рисунке 1.3 представлен ремонтный чертеж рабочего органа дискового луцильника.

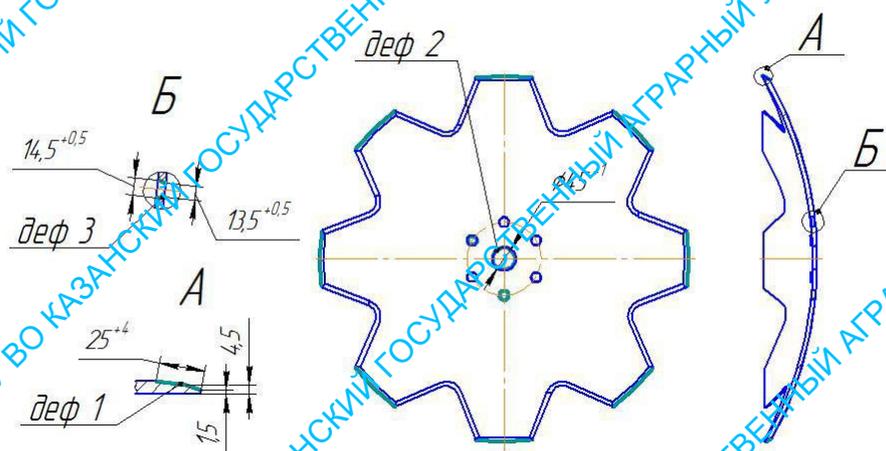


Рисунок 1.3 – Рабочий орган дискового луцильника

Таблица 1.6 - Основные дефекты дисковых рабочих органов

Возможный дефект	Размеры мм.	
	номинальный	допустимый
1. Затупление кромки лезвия	1,5 <sup>+0,6</sup>	2,5
2. Износ отверстия для крепления	45 <sup>+1</sup>	48
3. Износ отверстий под болты	13,5-14,5	14,5-15,5

Рабочие органы почвообрабатывающих машин имеют низкий ресурс: работа без заточки лемехов 8...10 га, лапы культиваторов – ежегодно. Такие

частые заточки и работа в абразивной среде быстро приводят к полному их износу и замене новыми деталями.

Так же следует учесть, что износ рабочих органов влияет на технико-экономические показатели почвообрабатывающих агрегатов.

По данным исследований [ ] при износе лезвия плужного лемеха до 5-7 мм ( по толщине ) неравномерность глубины хода достигает 6268%, тяговое сопротивление увеличивается до 153-156%, расход горючего возрастает до 125-138%, а производительность пахотных агрегатов снижается до 52-59%

Разработка новых эффективных и экономически целесообразных технологий для восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих является актуальной задачей на сегодняшний день.

## 1.2 Анализ существующих технологий восстановления и упрочнения лемехов.

На сегодняшний день существует большое количество новых методов восстановления рабочих органов почвообрабатывающих машин. На основе анализа современных разработок были выявлены наиболее перспективные.

Существует способ восстановления и упрочнения лемехов плугов, включающий удаление изношенной режущей части лемеха, изготовление новой режущей части из листовой рессорной стали, упрочнение режущей части путем наплавки износостойкого материала с тыльной стороны по всей длине и приваривание упрочненной режущей части к восстанавливаемому лемеху. Этот способ отличается тем, что в качестве износостойкого материала используют нанометаллокерамический композиционный материал в виде пасты, состоящей из порошка типа ПР - Н70Х17СЗР4, карбида бора, двуокиси кремния, азотнокислого натрия и связующего, которую наносят на тыльную сторону режущей части по всей ее ширине, а наплавку осуществляют вибродуговым способом с использованием графитового электрода после затвердевания пасты, при этом сила тока составляет 70...75 А, а напряжение - 55...60 В.

Следующий перспективный способ восстановления лемехов плугов, включающий предварительную подготовку лемеха, заполнение паза припоем, установку металлокерамической пластинки, нанесение дополнительного слоя припоя и флюса и нагрев пластинки с лемехом до расплавления припоя, отличающийся тем, что металлокерамические пластины устанавливают сплошным способом, при этом нагрев пластин осуществляют водородным электролизером, а расстояние от среза сопла горелки до восстанавливаемой поверхности составляет 50 мм, при давлении газовой смеси 0,5 МПа, после пайки лемех с пластинами помещают в термоизоляционный сборник, вместе с которым он охлаждается до комнатной температуры, причем скорость охлаждения составляет 4°С/мин, при этом в качестве припоя используют припой марки Л63, в качестве флюса - флюс марки ФК-250.

При следующем рассматриваемом способе осуществляют вырезку стального накладного элемента и его приварку на изношенную рабочую поверхность передней части плужного лемеха с последующей наплавкой армирующих валиков в ожидаемой области образования лучевидного износа. В качестве стального накладного элемента используют предварительно заточенную пластину толщиной, соответствующей толщине восстанавливаемой детали, но не более 6 мм, копирующую геометрическую форму долотообразного лемеха и вырезанную из упрочненной полосы вторичного сырья с повышенной твердостью, при этом ширина выступающей нижней части пластины соответствует ширине долота лемеха, приваривание осуществляют при размещении нижнего края пластины параллельно лезвию лемеха, а передний край пластины при этом совмещают с контуром полевого обреза. Изобретение позволяет упростить технологию восстановления и уменьшить вероятность появления деформаций и изломов плужных лемехов с толщиной 5... 6 мм.

Положительной характеристикой метода является упрощение технологии восстановления, уменьшение вероятности появления деформаций

и изломов, возможность восстановления лемехов с толщиной 5... 6 мм и повышение их ресурса.

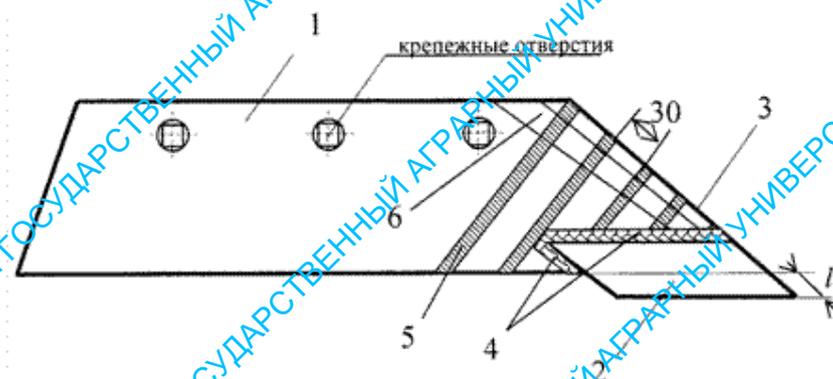
Результат достигается тем, что осуществляют вырезку стального накладного элемента и его приварку на изношенную рабочую поверхность передней части плужного лемеха с последующей наплавкой армирующих валиков в ожидаемой области образования лучевидного износа, при этом в качестве стального накладного элемента используют предварительно заточенную пластину толщиной, соответствующей толщине восстанавливаемой детали, но не более 6 мм, копирующую геометрическую форму долотообразного лемеха и вырезанную из упрочненной полосы вторичного сырья с повышенной твердостью, при этом ширина выступающей нижней части пластины соответствует ширине долота лемеха, приваривание осуществляют при размещении нижнего края пластины параллельно лезвию лемеха, а передний край пластины при этом совмещают с контуром полевого обреза.

Вырезка пластин производится из вторичного сырья, например из выбракованных деталей в форме полосы, прошедших упрочняющую обработку. Тогда толщина пластины соответствует толщине этой детали, но не более 6 мм. Технологический процесс сводится к четырем операциям: вырезка накладных элементов, заточка, приваривание, наплавочное армирование. Применение данного метода приводит к увеличению жесткости носка, что, в свою очередь, снижает вероятность деформации носовой части лемеха в процессе работы и дает возможность восстанавливать детали с толщиной 5... 6 мм. Использование наплавочного армирования обеспечивает увеличение стойкости к образованию лучевидного износа, повышая тем самым ресурс детали. Это позволяет сделать вывод о том, что данный метод соответствует критерию «новизна».

Предлагаемый способ дает возможность исключить операции отрезки лезвийной и носовой частей, горячей формовки накладного элемента,

наплавки твердого сплава, последующей механической обработки. Кроме того, способ исключает строгое соблюдение размерного фактора при приваривании дополнительного элемента и предполагает проведение наплавочного армирования в зоне ожидаемого износа. Таким образом, заявленный способ соответствует критерию изобретения «существенные отличия».

На рисунке 1.4 представлен лемех, восстановленный по описанной выше новой методике.



- 1 - рабочая поверхность лемеха; 2 - приваренная стальная пластина;  
3 - полевой обрез; 4 - сварные швы; 5 - армирующие валики,  
6 - область лучевидного износа.

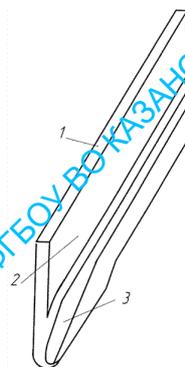
Рисунок 1.4 - Лемех П-702

Осуществление заявленного способа поясняется на примере восстановления работоспособности изношенных плужных лемехов марки П-702. К рабочей поверхности (1) передней части плужного лемеха сварочными электродами диаметром 4 мм марки Э46-МГ-ЭПС-4,4-УО с силой тока 140-160А приваривается стальная пластина (2) таким образом, чтобы ее передний край был совмещен с контуром полевого обреза (3). Вырезка пластины осуществляется из вторичного сырья - рессор автомобилей и телег, утративших упругие свойства, однако сохранивших значительную твердость, которая способствует повышению абразивной износостойкости. Сварные швы (4) накладываются в местах стыка и вдоль полевого обреза. Ширина выступающей нижней части (1) должна соответствовать ширине долота стандартного лемеха. Общая ширина дополнительного элемента определяется величиной износа либо шириной применяемой рессоры. Из

практического опыта известно, что меньшая общая ширина обеспечивает сравнительно лучшее заглубление лемеха и снижает тяговое сопротивление агрегата. Длина пластины лимитируется величиной и формой износа носка лемеха. Наплавочное армирование (5) в области лучевидного износа (6) производится той же маркой электрода и с теми же параметрами режима. Расстояние между армирующими валиками составляет 30 мм.

Полевые испытания показали обеспечение ресурса у восстановленных лемехов не менее 100% от деталей в заводском исполнении. Деформации и изломы составили не более 10% от общего количества опытных изделий

Следующий способ так же может быть использован для восстановления деталей почвообрабатывающих машин, а именно лемехов плугов. С тыльной стороны лемеха в области носка и по длине лезвия формируют запас металла путем наплавки малоуглеродистым электродом ручным, так и механизированным электродуговым способом. Объем наплавленного металла должен обеспечивать восстановление нормированных размеров лемеха. Осуществляют оттяжку горячим деформированием с использованием кондуктора, копирующего форму носка и лезвия лемеха. Проводят упрочнение. Техническим результатом изобретения является возобновление ресурса плужного лемеха за счет восстановления его геометрических параметров. На рисунке 1.5 показан схематический рисунок метода.



1-Изношенный лемех, 2-тыльная поверхность, 3-наплавленный слой металла.

Рисунок 1.5 – Способ восстановления лемехов методом образования запаса металла.

Известен способ восстановления геометрических параметров рабочей части лемеха (носка и полевого обреза) оттяжкой запаса металла, расположенного с тыльной стороны («магазина») и предусмотренного заводом изготовителем.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является способ, который предусматривает обрубку изношенных лезвия и носка и последующую приварку новых вставок вместо удаленных. Прототип имеет несколько технологических вариантов, в том числе и методы, сочетающие восстановление и упрочнение.

Способ, заключающийся в оттягивании запаса металла с целью восстановления нужной геометрии изделия, потерянной при его эксплуатации, не может быть применим более двух раз вследствие полного расхода металла «магазина». Используя «магазин», восстанавливается только носовая часть. Кроме того, на практике часто используются лемеха без запаса металла. После оттяжки для увеличения износостойкости требуется дополнительное упрочнение, как правило, закалка с отпуском.

Недостатками прототипа являются: необходимость в специальном прокате; высокая технологическая сложность; трудности в проведении термической обработки из-за наличия сварных соединений; низкое качество сварных соединений ввиду содержания в металле лемеха значительного количества углерода (до 0,55%), что требует применения специальных электродов. Дальнейшее восстановление лемеха после его изнашивания методами горячего пластического деформирования не представляется возможным из-за отсутствия запаса металла.

Техническим результатом способа является возобновление ресурса плужного лемеха за счет восстановления его геометрических параметров путем формирования нового объема металла наплавкой и последующего проведения оттяжки. Наплавленный на тыльную сторону электродный материал позволит компенсировать утраченный в процессе предыдущего восстановления либо образовать новый «магазин» и проводить

восстановительные мероприятия. После восстановления необходимы операции по упрочнению для увеличения износостойкости.

Указанный технический результат метода достигается при наплавке области утраченного или создании нового запаса металла как в зоне носка, так и на поверхности лезвия. Наплавка производится электродуговым способом вручную или сварочным полуавтоматом малоуглеродистым электродом в среде  $\text{CO}_2$ . Наваренный материал должен иметь объем металла, способный компенсировать потери материала от изнашивания. После наплавки производят оттяжку лемеха до соответствующих размеров и последующее упрочнение.

Заявленный способ осуществляется за счет ряда факторов. Производится наплавка с тыльной стороны лемеха запаса металла в области носка и по длине лезвия (чертеж). Последующее горячее деформирование, проводимое для восстановления нормированных размеров лемеха, должно осуществляться с использованием кондуктора. Кондуктор копирует форму носка и лезвия лемеха. Применение кондуктора обуславливается высокой пластичностью деформированной зоны по причине отжига, происходящего при наплавке. Поэтому при ковке возникают трудности в придании лемеху нужной геометрической конфигурации.

Сопоставительный анализ заявленного решения с прототипом показывает, что заявленный способ отличается от известного тем, что восстановление обеспечивается за счет наваривания необходимого объема металла на изношенные части с тыльной стороны и последующей оттяжкой с помощью кондуктора специальной формы, повторяющей форму лемеха. Таким образом, предлагаемый способ соответствует критерию «новизна».

Известные технические решения подразумевают: оттяжку носка лемеха до исчерпания материала в «магазине», если такой запас металла предусмотрен заводом-изготовителем, или приварку дополнительных элементов к лемеху после удаления изношенных выше предельного

состояния частей, что отсутствует в предлагаемом способе и позволяет сделать вывод о его соответствии критерию «существенные отличия».

Осуществление заданного способа поясняется на примере серийного лемеха плуга. Наваривание запаса металла осуществляется малоуглеродистым электродом марки УОНИ диаметром 3 мм, сила сварочного тока  $I=130 \dots 140\text{A}$ , напряжение на дуге  $U=20\text{ В}$ . Наплавка производится таким образом, чтобы скопировать установленный профиль. Оттяжка носка и лемеха производится на кузнечном молоте при температуре началаковки около  $1300^\circ\text{C}$  и заканчивается при  $850\text{-}870^\circ\text{C}$ . Охлаждение следует проводить от температуры  $830\text{-}850^\circ\text{C}$  в воде, обеспечивающей закалку.

Сущность следующего способа заключается в том что на поверхности лезвия лемеха и в его носовой части выполняют пазы и заполняют их припоем. Устанавливают на припой металлокерамические пластины и наносят дополнительный слой припоя и флюса в место стыка пластин с вертикальной гранью паза. Проводят нагрев пластин токами высокой частоты до расплавления припоя и охлаждение лемеха с пластинами в камерной печи. Ширина пазов составляет  $0,7 \dots 1,0$  ширины металлокерамической пластины, а глубина -  $0,6 \dots 0,9$  толщины металлокерамической пластины. В паз носовой части лемеха металлокерамические пластины устанавливают вплотную друг к другу, а в паз на поверхности лезвия лемеха - прерывисто на расстоянии, равном  $0,7 \dots 0,8$  ширины металлокерамической пластины. Используют припой марки ПрМНКМц и флюс марки АН-348. Способ позволяет увеличить прочность сцепления металлокерамических пластин с лемехом плуга и его износостойкость.

Лемеха плугов, принимаемые на восстановление, должны отвечать следующим требованиям: их следует очистить от загрязнений до состояния, обеспечивающего возможность осмотра и выявления дефектов; толщина основы изношенного лемеха в зоне расположения отверстий под болты - не

менее 8 мм; ширина изношенного лемеха, определяемая с тыльной (нерабочей) стороны как расстояние от спинки до затылочной фаски - не менее 100 мм.

Вначале на поверхности лезвия лемеха и в его носовой части выполняют пазы. Ширина пазов составляет  $0,7...1,0$  ширины металлокерамической пластины, глубина пазов -  $0,6...0,9$  толщины металлокерамической пластины. Данную операцию выполняют на вертикально-фрезерном станке типа 6М12П. Затем в подготовленные пазы укладывают припой марки ПрМНКМц и наносят флюс марки АН-348. Припой ПрМНКМц содержит  $62\%...68\%$  меди,  $4...5\%$  никеля,  $1,5...2,0\%$  марганца,  $28...31\%$  цинка и около  $0,3\%$  кремния. Температура плавления припоя составляет  $910...930^{\circ}\text{C}$ .

Использование данного припоя и флюса позволяет существенно увеличить прочность сцепления металлокерамических пластин с лемехом плуга. После этого производят установку металлокерамических пластин марки ТН-20 или Т15К6. При этом в паз в носовой части лемеха металлокерамические пластины устанавливают вплотную друг к другу, а в паз на поверхности лезвия лемеха металлокерамические пластины устанавливают прерывисто на расстоянии, равном  $0,7...0,8$  ширины пластины.

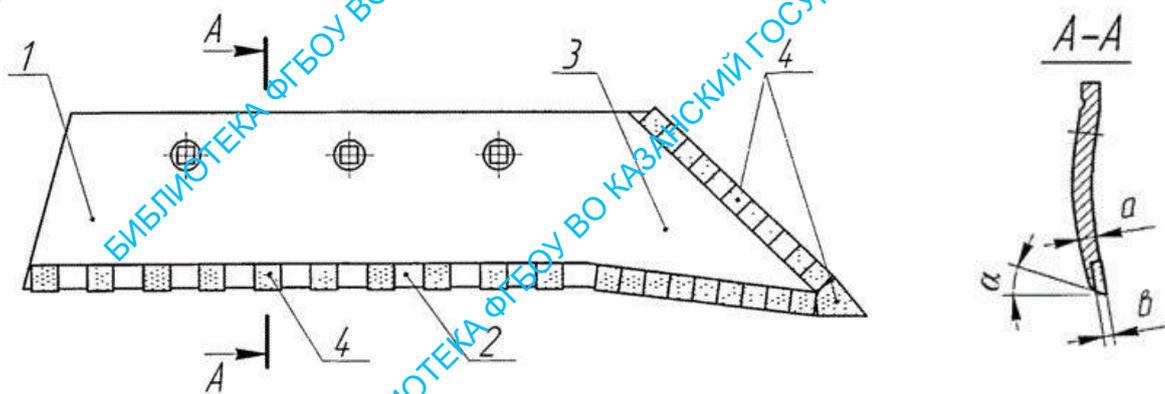


Рисунок 1.6 - Метод восстановления лемеха

Прерывистое расположение металлокерамических пластин на лезвии лемеха позволяет снизить склонность поверхности лезвия к залипанию

почвой. Затем в место стыка каждой пластины с вертикальной гранью паза наносят дополнительный слой припоя и флюса.

Далее осуществляют нагрев пластин и восстанавливаемого лемеха плуга индукционным способом с использованием токов высокой частоты. При этом лемех вначале подогревают до температуры 650...670°C с выдержкой в течение 5...7 мин, а затем нагревают до температуры 950...970°C. При данной температуре лемех выдерживают до тех пор, пока не произойдет полного расплавления припоя. Использование индукционного нагрева позволяет уменьшить время, затрачиваемое на восстановление лемеха, и, как следствие, повысить производительность способа.

Затем производят охлаждение восстанавливаемого лемеха с металлокерамическими пластинами в камерной печи. Окалину и остатки флюса удаляют пескоструйной очисткой. После этого производят заточку лемеха и металлокерамических пластин с тыльной стороны на угол  $\alpha=20..35^\circ$ .

Техническим результатом следующего способа является повышение ресурса лемехов плугов за счет двух факторов: повышения прочностных характеристик и увеличения степени проскальзывания абразивных частиц по поверхности, что снижает коэффициент трения и уменьшает износ. Электродный материал наносят на наиболее изнашиваемую зону рабочей поверхности подковообразными валиками или валиками, имеющими форму полуэллипса. Наплавка валиков производится непрерывно с последующим быстрым охлаждением носка в воде с целью образования закалочных структур.

Изобретение относится к области сельскохозяйственного машиностроения и ремонта машин, в частности к изготовлению, восстановлению и упрочнению плужных лемехов, работающих в условиях абразивного износа.

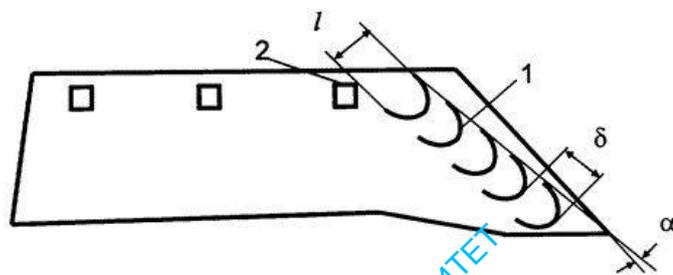


Рисунок 1.7

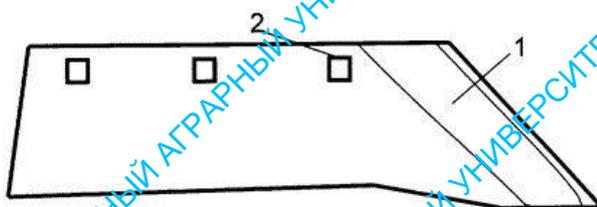


Рисунок 1.8

Известен способ упрочнения плужных лемехов сварочным армированием, в котором наплавку на всю рабочую поверхность детали осуществляют в виде параллельных друг другу валиков, каждый из которых наносят со скоростью, обеспечивающей образование закалочных структур, после остывания предыдущих [1].

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является способ, в котором лемех, имеющий основу с носком, на которых выполнено ребро жесткости, образованное в виде размещенной вдоль оси симметрии выпуклой в сторону рабочей поверхности выштамповки и наплавляется со стороны полевого обреза и с обеих сторон носка (на рабочей стороне - параллельно оси симметрии, а остальных случаях - параллельно полевому обреза) [2].

Недостатками этого способа являются: усложнение технологического процесса из-за формирования ребра жесткости и наплавки различно расположенных валиков с обеих сторон носка и на полевым обреза; термическое воздействие на деталь, способное вызвать ее коробление; создание дополнительных остаточных напряжений и закаленных структур во всем теле лемеха, снижающих стойкость к разрушению.

Техническим результатом изобретения является повышение ресурса плужного лемеха за счет улучшения прочностных характеристик материала, а следовательно, повышения износостойкости к абразивному изнашиванию. Электродный материал, нанесенный на «лодку» износа, позволит компенсировать потери металла в одной из наиболее изнашиваемых зон рабочей поверхности (Рис 1.7), размеры которой зависят от гранулометрического состава почв.

Указанный технический результат изобретения достигается при сварочном армировании непрерывной наплавкой области наиболее вероятного максимального износа (будущей «лодки» износа) подковообразными валиками, имеющими форму полуэллипса, с последующим быстрым охлаждением носка лемеха в воде.

Заявленный способ осуществляется за счет ряда факторов. Вследствие термического воздействия на материал детали в нем происходят фазовые превращения, позволяющие при быстром охлаждении в воде получить в зоне носка закалочные структуры, что значительно увеличивает твердость, а следовательно, и сопротивление абразивному изнашиванию. Наличие наплавленных валиков подковообразных или валиков, имеющих форму полуэллипса, увеличивает степень проскальзывания абразивных частиц по поверхности, приводящую к снижению коэффициента трения и снижающую путь их контакта с лемехом при работе, что также способствует повышению износостойкости.

Сопоставительный анализ заявленного решения с прототипом показывает, что заявленный способ отличается от известного тем, что подковообразные валики или валики, имеющие форму полуэллипса, наносятся непрерывно в области наибольшего износа лемеха, а последующее быстрое охлаждение в воде позволяет получить равномерное упрочнение всего носка лемеха и нанесенного электродного материала. Валики (подковообразные или в форме полуэллипса) шириной около 43 мм наваривают, начиная с носка лемеха вдоль его передней кромки под углом к

обрезу носка  $\alpha=10^\circ$  согласно схеме (рис 1.9). Величина  $l$  обусловлена поперечным размером «лодки» износа. Расстояние между вершинами наплавленных валиков ( $\delta$ ) составляет около 30 мм, что соответствует величине зоны термического влияния. В качестве электродного материала может быть использован электродный материал любого состава, пригодный для сварки стали. Таким образом, предлагаемый способ соответствует критерию «новизна».

Известные технические решения подразумевают: упрочнение лемеха путем формирования ребра жесткости и наплавки различно расположенных валиков с обеих сторон носка и на полевом обрезе или нанесение параллельных валиков под углом к режущей кромке по всей поверхности лемеха, что отсутствует в предлагаемом способе и позволяет сделать вывод о его соответствии критерию «существенные отличия».

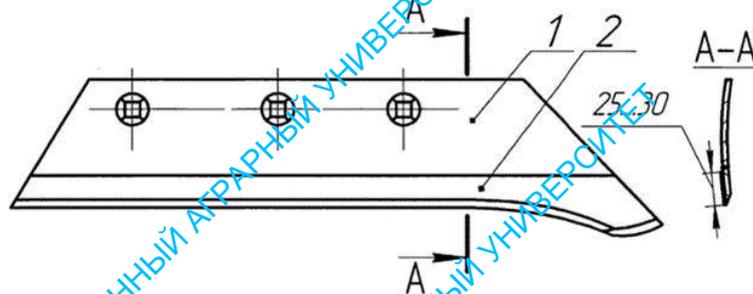
На рис. 1.7 представлен лемех до наплавки, где 1 - область вероятного максимального износа («лодка» износа); 2 - крепежные отверстия.

На рис 1.8 представлен лемех после наплавки, где 1 - наплавленный валик; 2 - крепежные отверстия.

Осуществление заданного способа поясняется на примере упрочнения серийных лемехов плуга. Поверхность упрочняется сварочным армированием путем нанесения подковообразных валиков в области наибольшего износа носка лемеха («лодка») при ширине наплавочного валика 3...4 мм с расстояниями между ними 30 мм. Наплавка выполняется электродом Э46А-УОНИ-13/45-4,0-У0 ГОСТ 9466-75 с силой сварочного тока 130 А, постоянным током обратной полярности.

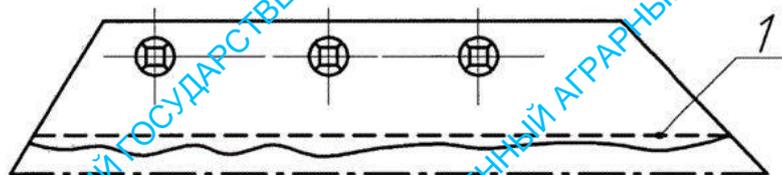
Одним из эффективных методов является следующий метод. Удаляют изношенную рабочую часть плужного лемеха. Изготавливают новую рабочую часть из среднеуглеродистой стали в виде сменной пластины. Пластины затачивают и упрочняют путем нанесения износостойкого покрытия. Закрепление сменной пластины производят сваркой. Нанесение износостойкого покрытия осуществляют электроискровым методом в смеси

защитных газов, содержащей аргон и 17-25% углекислого газа. После нанесения износостойкого покрытия на пластину выполняют закалку ТВЧ ее неупрочненной стороны. Техническим результатом изобретения является повышение качества упрочняемой поверхности плужного лемеха



1- восстановленный лемех, 2 – приваренное лезвие.

Рисунок 1.9 – Восстановленный лемех



1- Линия среза изношенной части лемеха

Рисунок 1.10 – Схема срезания изношенной части лемеха

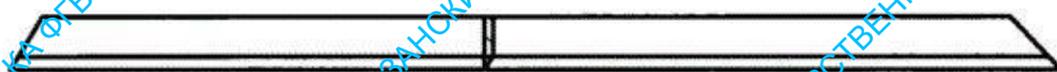


Рисунок 1.11 - Заготовка для лезвия из полосовой среднеуглеродистой стали

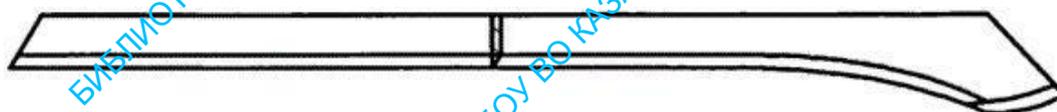


Рисунок 1.12 - Заготовка в соответствии с формой долотообразного лемеха

Предлагаемый способ относится к способам восстановления и упрочнения изношенных деталей и может быть использовано главным

образом для восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин, преимущественно плужных лемехов.

Известен способ восстановления изношенных поверхностей лемеха (Патент № 2125507, МПК В23Р 6/00, опубликовано 27.01.1999 // Изобретения. - 1999. - № 3. - С. 439), в котором выполняют отсекание изношенной носовой части лемеха и его прямолинейного участка на ширину 25 мм перед приваркой накладных элементов носка и лезвия, осуществляют горячую формовку накладного элемента изношенной носовой части, копируялицевую часть изношенной заготовки, накладные элементы носовой части и лезвия приваривают с двух сторон, наплавку накладного элемента износостойкими сплавами С-27, УСЧ-35, УС-25 носовой части производят сверху по вогнутой поверхности на ширине 60-80 мм толщиной 2,0-2,5 мм, а лезвия - снизу шириной 20 мм толщиной 1,5-2,0 мм.

Недостатком данного способа является то, что накладные элементы (носок и лезвие) являются отдельными деталями и привариваются по отдельности, что увеличивает трудоемкость при восстановлении.

Известен способ восстановления плужных лемехов (Ачкасов К.А. «Прогрессивные способы ремонта сельскохозяйственной техники» - М.: «Колос», 1975 г., стр. 281), в котором выбракованные лемехи подвергают отжигу, правке и отрезают изношенные части (лезвие, носок). Изготавливают специальные клиновидные полосы для новых лезвий и носков. Приваренные к лемеху лезвия и носок наплавляют сормайтом на установке в ТВЧ. Затем лезвие выравнивают на заточном станке до обнажения сормайта по всей длине и затачивают с лицевой стороны по техническим условиям новых лемехов. В случае, когда не требуется отрезка изношенных частей, лезвия лемеха оттягивают обычным (кузнечным) способом.

Известен способ восстановления плужных лемехов (Пучин Е.А., Новиков В.С., Очковский Н.А. и др. Технология ремонта машин. Под ред. профессора Е.А. Пучина. - М.: «КолосС». - 2007, стр. 407), который предусматривает обрубку изношенных частей и последующую приварку

новых вставок, осуществляемую по трем вариантам в зависимости от значения износа. После приварки вставок лемех упрочняют с тыльной стороны предлагаемыми в способе износостойкими материалами.

Недостатками данного способа являются: необходимость в специальном прокате; высокая технологическая сложность.

Общим недостатком указанных выше способов является то, что используемые при упрочнении материалы не обеспечивают высокой износостойкости.

Известен способ восстановления лап культиваторов (прототип - патент РФ 2467857, МПК В23Р 6/00, В23Н 9/00, опубликовано 27.11.2012, Бюл. № 33), при котором удаляют изношенную рабочую часть стрелчатой лапы культиватора шлифовальным отрезным кругом при помощи угловой шлифовальной машины. Изготавливают новую рабочую часть из среднеуглеродистой стали в виде сменной угловой пластины, на которой выполняют сквозные продолговатые отверстия и затачивают с образованием лезвия. Затем угловую сменную пластину упрочняют с тыльной стороны. Для этого на тыльную сторону сменной пластины наносят износостойкое покрытие в три слоя, причем первый и третий слои наносят электроискровым способом сплавом ферробор ФБ-20 ГОСТ 14848-69, а второй способом электродуговой металлизации стальной проволокой Св-08 ГОСТ 14848-69.

Недостатком данного способа является то, что монтаж новой режущей части в плужных лемехах посредством винтового соединения не обеспечит необходимую прочность и может привести к разрушению конструкции при эксплуатации, покрытие наносится в три слоя, что повышает трудоемкость технологического процесса восстановления, электроискровое нанесение проводят в воздушной атмосфере, что приводит к окислению составляющих элементов материала электрода, это, в свою очередь, приводит к снижению сплошности и величины покрытия, а также физико-механических свойств.

Технической задачей предлагаемого способа является повышение качества упрочняемой поверхности плужных лемехов.

Поставленная задача достигается в способе восстановления плужных лемехов, включающем удаление изношенной рабочей части плужного лемеха, изготовление новой рабочей части из среднеуглеродистой стали в виде сменной пластины, которую затачивают и упрочняют путем нанесения износостойкого покрытия, отличающемся тем, что крепление сменной пластины производят сваркой, нанесение износостойкого покрытия - электроискровым способом в среде смеси защитных газов (аргон + углекислый газ (17-25%)), а после нанесения износостойкого покрытия выполняется закалка ТВЧ неупрочненной стороны пластины.

Отличием предлагаемого изобретения от прототипа является то, что нанесение износостойкого покрытия электроискровым способом проводят в среде смеси защитных газов (аргон+CO<sub>2</sub>(18-24%)), заменяемый элемент крепится сварочным способом, а после нанесения износостойкого покрытия выполняется закалка ТВЧ неупрочненной стороны пластины.

На рисунке 2.6 показан восстановленный лемех 1 по предлагаемой технологии с приваренным лезвием 2, которое упрочнено с тыльной стороны.

Способ осуществляется следующим способом:

Производится подготовка восстанавливаемого лемеха 1, заключающаяся в отрезании изношенной части с помощью отрезного шлифовального круга. Изготавливается заготовка для лезвия 2 из полосовой среднеуглеродистой стали. Для долотообразных лемехов изготавливается заготовка в соответствии с формой долотообразного лемеха.

Затем заготовку затачивают с лицевой стороны по техническим условиям новых лемехов.

Восстанавливаемый лемех 1 сваривается с новым полученным лезвием 2 встык с тыльной стороны лемеха электродуговой или газопламенной сваркой.

После приварки лезвие упрочняется на ширину 25... 30 мм.

С целью достижения эффекта самозатачивания, сторону для упрочнения выбирают в зависимости от условий эксплуатации: при вспашке

плотных глинистых и суглинистых почв, упрочняется задняя сторона лезвия, при вспашке песчаных почв, достаточно увлажненных, и небольшим удельным сопротивлением, упрочнение производится по верхней стороне лезвия.

Упрочнение производится нанесением покрытия электроискровым способом. Электродным материалом при проведении электроискровой обработки служит ферробор марки ФБ20 ГОСТ 14848-69, что обеспечит высокую стойкость в абразивной среде. Электроискровая обработка производится в среде смеси защитных газов состоящей из 83... 75% аргона и 17... 25% углекислого газа соответственно.

Поток защитной смеси обтекает электроискровой разряд, предохраняет расплавленный электродный материал и обрабатываемую поверхность от воздействия атмосферного воздуха.

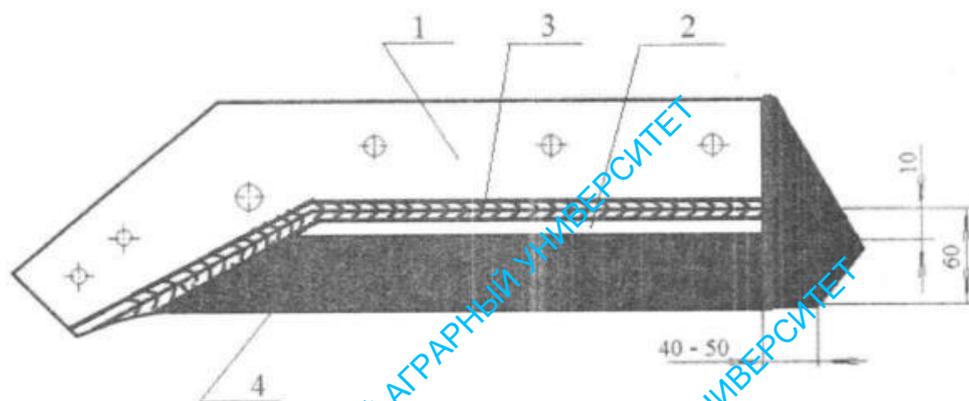
Углекислый газ способствует измельчению капель электродного материала, снижает их разбрызгивание, обеспечивает стабильность процесса обработки в широком диапазоне режимов.

В результате выше указанных свойств предлагаемой защитной смеси при электроискровой обработке повышается величина и сплошность получаемого покрытия.

Закалка проводится с применением ТВЧ, при которой нагреву подвергается только сторона лезвия, не покрытая износостойким сплавом. С целью повышения прочности и улучшения вязкости без значительного снижения твердости после закалки выполняется низкотемпературный отпуск.

Еще один перспективный метод восстановления лемеха осуществляется за счет приваривания термоупрочненной до 50HRC компенсирующей пластины взамен изношенной режущее-лезвийной части лемеха, который представлен на рисунке. Компенсирующую пластину приваривают с двух сторон без разделки кромок. Затем на тыльную поверхность пластины на всю длину и по всей ширине режущее-лезвийной части с отступлением от сварного шва на 10 мм наплавляют абразивно-

стойкий сплав, с обеспечением твердости полученной поверхности в пределах 58-62HRC.



1 - спинка лемеха (часть, пригодная к восстановлению); 2 - компенсирующая пластина (режущее-лезвийная часть); 3 - сварочный шов; 4 - упрочненная тыльная сторона (область наплавки абразивно-стойким сплавом).

Рисунок 1.13 – Восстановленный лемех методом приваривания термоупрочненной до 50HRC компенсирующей пластины.

На область пятки лемеха наплавляют абразивно-стойкий сплав по всей ширине лемеха на длину 40-50 мм. Каждый валик износостойкой наплавки наносят после остывания предыдущего. Изобретение позволяет увеличить стойкость к абразивному изнашиванию лемеха, повысить долговечность, обеспечить простоту технологии при ее реализации, высокую степень ремонтпригодности и возможность неоднократного восстановления.

Существует способ восстановления и упрочнения лемеха, заключающийся в приваривании накладного элемента на рабочую поверхность заглубляющей части в виде стальной пластины с увеличенной твердостью, копирующей геометрию износа, при соблюдении нормированных размеров детали.

Недостатками такого способа являются: первое - отсутствие дополнительного упрочнения накладного элемента, что не способствует существенному повышению ресурса; второе - увеличение тягового сопротивления пахотного агрегата, укомплектованного восстановленными

подобным способом лемехами; третье - способ не предусматривает проведения восстановительных и упрочняющих воздействий в отношении режущо-лезвийной части детали, обеспечивая тем самым ускоренный ее износ в сравнении с реставрированной областью.

Наиболее близким к заявленному способу (прототип) является способ, состоящий в формировании запаса металла с тыльной стороны в области носка и по длине лезвия за счет наплавки малоуглеродистым электродом такого объема, который обеспечит возобновление нормированных размеров детали путем его горячего деформирования (оттяжки). После оттяжки, когда температура детали составляет не менее 850°C, рекомендуется проводить закалку в воде для получения упрочняющего эффекта [ патент 21

Такой способ предполагает проведение трех операций, различных по своим технологическим принципам и преследующих разные цели. Наплавочная - относится к области сварки и связана с наращиванием объема металла и наплавкой. Оттяжка - соответствует обработке металлов давлением, обеспечивая нужные геометрические параметры восстанавливаемого изделия. Упрочняющая термообработка базируется на материаловедении и теории термической обработки. Наличие столь разнообразных факторов, входящих в технологию, значительно усложняет ее, а реализация требует специального оборудования и исполнителей различных специальностей и квалификации. Применение для наплавки электродов с малоуглеродистым стержнем позволяет получить сформированный запас металла с невысоким содержанием углерода ( $\leq 0,10\%$ ), что не будет способствовать достижению термоупрочняющего эффекта. В свою очередь это не обеспечит существенного приращения износостойкости вследствие невозможности создания твердых структур при термообработке и, соответственно, увеличения долговечности. Кроме того, изменения в строении и структуре области лемеха, подвергаемой технологическим воздействиям, не будут способствовать неоднократному восстановлению детали, опять же снижая ее долговечность.

Технической задачей представляемого изобретения является: увеличение стойкости к абразивному изнашиванию лемеха; повышение долговечности, простота процесса восстановления, обеспечение высокой степени ремонтпригодности и возможности неоднократного возобновления ресурса.

Поставленная задача достигается тем, что восстановление производится путем приваривания новой режуще-лезвийной части взамен предельно изношенной к оставшейся области (спинке лемеха), пригодной для проведения операций сваривания и дальнейшей эксплуатации. Новая режуще-лезвийная часть представляет собой компенсирующую пластину (пластина, компенсатор), в полной мере копирующую ее размеры и форму, и изготовленную из сталей рессорно-пружинного класса (например: 65Г или 60С2). Пластина предварительно термообрабатывается на твердость около 50HRC. Перед соединением остова и компенсатора у лемеха удаляется та часть, которая не пригодна для проведения операций по восстановлению - остатки предельно изношенной режуще-лезвийной области. Компенсирующая пластина по своей конфигурации и геометрическим размерам должна соответствовать таким же параметрам заменяемой области. Ее приваривание производится с двух сторон наложением швов по всей длине. В разделке нет необходимости, т.к. такая техника сварки обеспечивает необходимую прочность сварного соединения. Сваривание может производиться как ручным, так и полуавтоматическим способом. В качестве электродного материала используются электроды или проволока для сварки углеродистых легированных сталей. Хотя твердость вставки высока, однако, при использовании восстановленной детали на почвах с высокой абразивностью (супеси) она не достаточна для обеспечения необходимой долговечности, поэтому тыльная часть пластины подвергается наплавке износостойким сплавом, обеспечивающим твердость полученной поверхности не менее 58-62HRC. Наплавка производится по всей длине режуще-лезвийной части. Причем наплавленный металл не должен достигать

сварного шва на 10 мм, что позволит снизить влияние температуры от наплавки на прочность соединения. Процесс производится с остыванием каждого валика перед нанесением следующего во избежание перегрева основного металла, снижения тепловложений и максимального сохранения механических свойств, прежде всего твердости, наплавленного и основного металла. Производительность в этом случае обеспечивается одновременной наплавкой нескольких деталей. Перекрытия валиков не требуется.

Другой особенностью наплавки износостойкого слоя является его нанесение по всей ширине области пятки, включая пластину и остов, на длину 40-50 мм, т.к. в этой области износ происходит более интенсивно, чем на других участках. В результате таких мероприятий удастся в значительной мере повысить износостойкость восстановленной детали и, как следствие, долговечность.

Эксплуатация отремонтированного лемеха ведется фактически до полного истирания режуще-лезвийной части вместе со сварным швом. (Ширина этой области у лемехов различных марок и фирм-производителей может быть разной.) При этом остов остается пригодным для проведения восстановительных работ. Это дает возможность проведения неоднократного восстановления, значительно увеличивая долговечность детали. Кроме того, имеет место повышение степени ремонтпригодности.

Заявленный способ осуществляется за счет присутствия следующих факторов:

первый - использование в качестве режуще-лезвийной части компенсирующей пластины из термоупрочненной на твердость 50HRC, изготовленной из сталей рессорно-пружинного класса;

второй - крепление этой пластины к остову осуществляется путем приваривания ее наложением швов с двух сторон без разделки кромок;

третий - производится наплавка тыльной стороны компенсирующей пластины сплавом, стойким к абразивному изнашиванию, на всю ее длину и

по всей ширине с отступлением от сварного шва на 10 мм, без перекрытия валиков;

четвертый - наплавка тыльной стороны пятки таким же сплавом осуществляется по всей ширине лемеха, включая остов и режуще-лезвийную часть на длину 40-50 мм;

пятый - каждый последующий валик износостойкой наплавки следует наносить после остывания предыдущего.

Предлагаемый способ позволяет увеличить стойкость к абразивному изнашиванию восстановленного лемеха за счет применения термоупрочненной пластины и применения износостойкой наплавки с тыльной стороны.

В свою очередь повышение долговечности лемеха достигается путем увеличения износостойкости и неоднократного восстановления.

Простота восстановления обусловлена несложностью технологических операций, сводящихся к одному процессу, связанному со сваркой, не требующих сложного оборудования и высокой квалификации исполнителей.

Сохранение остова детали в состоянии, когда его возможно периодически использовать для восстановления после систематической эксплуатации, обеспечивает высокую степень ремонтпригодности и создает возможность неоднократного восстановления.

Сопоставительный анализ заявляемого решения с прототипом показывает, что заявленный способ отличается от известного тем, что при восстановлении режуще-лезвийная часть представляет собой компенсирующую пластину, изготовленную из стали рессорно-пружинного класса, которая термообработана на твердость 50HRC и приваривается к пригодной для реставрации части (спинке лемеха) наложением швов с двух сторон без разделки. Для повышения износостойкости производится упрочняющая наплавка тыльной стороны приваренной пластины и области пятки лемеха на всю ширину.

Таким образом, заявленный способ соответствует критерию изобретения «новизна».

Известные технические решения подразумевают устранение износа только заглубляющей области лемеха путем приваривания накладного элемента без его дополнительного упрочнения и восстановление режуще-лезвийной части путем горячего пластического деформирования, предварительно сформированного наплавкой запаса металла с проведением закалки как операции, следующей непосредственно после деформирования, что отсутствует в заявляемом способе, позволяет сделать вывод о его соответствии критерию «существенные отличия».

Реализация заявленного способа демонстрируется на примере составного лемеха компании «Квернеланд Груп». К остову 1 с заранее удаленными остатками предельно изношенной режуще-лезвийной части приваривается термоупрочненная компенсирующая пластина шириной 60 мм 2, соответствующая профилю удаленной области электродом для сварки углеродистых сталей (например, УОНИИ 13/45) наложением швов 3 с двух сторон. Пластику можно изготовить из листов рессоры, которые утратили свои служебные свойства (упругость и жесткость), однако сохранили высокую твердость, что значительно снижает себестоимость восстановленного лемеха. Диаметр электрода 4 мм, сила сварочного тока 160-180А. После этого производится наплавка тыльной части электродным материалом 4, обеспечивающим износостойкий слой твердостью 58-62HRC. (Применяются электроды Т-590 или проволока ПП-АН170.) При наплавке следует обязательно избегать чрезмерного перегрева детали, т.е. перед наложением последующего валика предыдущий должен остыть до температуры примерно 60°C (температура, которую «терпит» тыльная часть ладони).

Испытания, проведенные в реальных полевых условиях, показали, что ресурс восстановленных таким способом лемехов превышает подобный показатель деталей фирменного изготовления на 20-30%.

Проведя анализ многочисленных методов восстановления наиболее рациональным способом является способ приварки заготовки в виде лезвия упрочненного методом наплавки упрочняющего слоя металла.

Этот метод наиболее подходит по технологическому критерию, не требует применения сложного дорогостоящего оборудования, специальной квалификации рабочего. В данной выпускной квалификационной работе принято решение разработать комплект оснастки для восстановления и упрочнения лемехов.

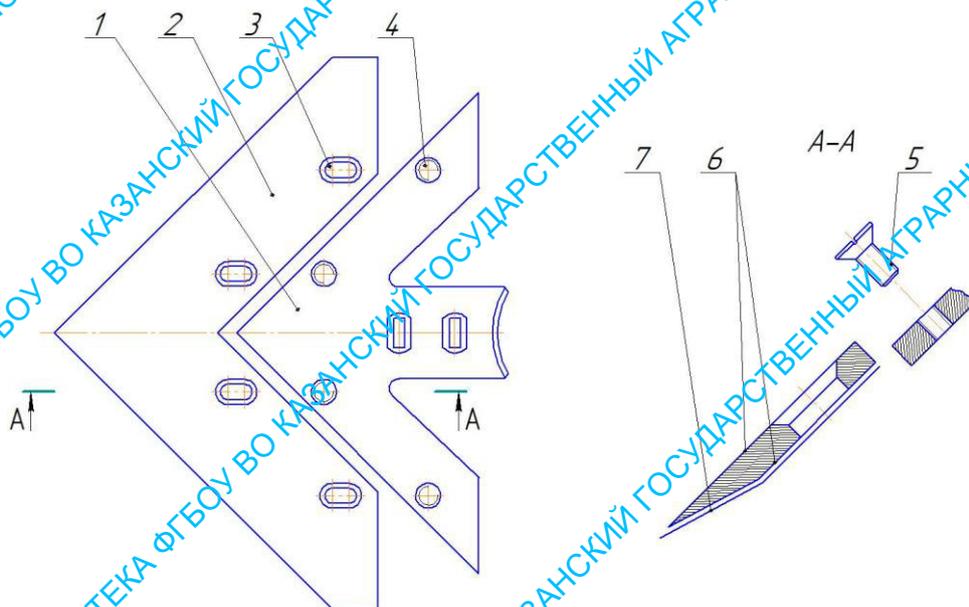
### 1.3 Анализ существующих технологий восстановления и упрочнения стрельчатых лап.

На сегодняшний день существует достаточно большое количество способов восстановления и упрочнения стрельчатых лап. Рассмотрим некоторые из них. Так например существует способ при котором поставленная задача достигается в способе восстановления лап культиваторов почвообрабатывающих машин, включающем удаление изношенной рабочей части лапы шлифовальным отрезным кругом, изготовление новой рабочей части из среднеуглеродистой стали в виде угловой пластины, которую затачивают с образованием лезвия и упрочняют с тыльной стороны, причем перед упрочнением в ней выполняют сквозные продолговатые отверстия для ее перемещения по мере износа, а на восстанавливаемой лапе выполняют резьбовые отверстия для крепления угловой пластины посредством винтов, в котором согласно изобретению угловую пластину упрочняют нанесением с тыльной стороны покрытия электроискровым способом в два слоя твердыми сплавами с высокой износостойкостью, причем первый слой наносят сплавом, имеющим твердость, меньшую твердости сплава, наносимого вторым слоем, кроме того, с верхней стороны на поверхность угловой пластины наносят один слой тем же сплавом, что и первый слой с тыльной стороны.

Отличием предлагаемого изобретения от прототипа является то, что угловую пластину упрочняют нанесением с тыльной стороны покрытия электроискровым способом в два слоя твердыми сплавами с высокой износостойкостью, причем первый слой наносят сплавом, имеющим твердость, меньшую твердости сплава, наносимого вторым слоем, кроме того, с верхней стороны на поверхность угловой пластины наносят один слой тем же сплавом, что и первый слой с тыльной стороны.

На чертеже представлена угловая пластина со сквозными продолговатыми отверстиями, изогнутая по форме детали подготовленной лапы, содержащей резьбовые отверстия.

Способ осуществляют следующим образом и представлен на рисунке 1.14. Удаляют изношенную рабочую часть лапы шлифовальным отрезным кругом при помощи угловой шлифовальной машины.



1 - восстанавливаемая лапа, 2 - угловая пластина, 3 - отверстия,  
4 - резьбовые отверстия, 5 - винты, 6, 7 - наплавленные слои

Рисунок 1.14 – Способ восстановления стрельчатых лап № 2392102

Изготавливают новую рабочую часть из среднеуглеродистой стали в виде угловой пластины 2, на которой выполняют сквозные продолговатые отверстия 3. Угловую пластину затачивают с образованием лезвия. После чего поверхность угловой пластины при необходимости шлифуют и

обезжиривают. Затем угловую пластину упрочняют с тыльной стороны и, кроме того, согласно изобретению упрочняют с верхней стороны. Для этого с тыльной стороны наносят покрытие электроискровым способом в два слоя твердыми сплавами с высокой износостойкостью, причем первый слой 6 наносят сплавом, имеющим твердость, меньшую твердости сплава, наносимого вторым слоем 7. Первый слой служит смягчающим подслоем между материалом, основой и вторым слоем, в результате чего, во-первых, уменьшаются растягивающие остаточные напряжения, а во-вторых, плавный переход по твердости обеспечивает высокопрочное сцепление твердых сплавов с поверхностью материала основы, что обеспечивает высокую стойкость к воздействию ударных нагрузок. При этом коэффициент теплопроводности должен выдерживать условие  $\lambda_{\text{покр}} \geq \lambda_{\text{дет}}$ . После нанесения первого слоя 6 на него наносят второй слой 7 твердым сплавом. С верхней стороны на поверхность угловой пластины наносят только один слой тем же сплавом, что и первый слой 6, который нанесли на тыльную сторону.

В качестве первого слоя могут служить сплавы сормайт и стеллит (предпочтительнее Пр-ВЗК), а для второго слоя твердые сплавы ВК-3М и ВК-8, так как данные сплавы имеют более высокую износостойкость в абразивной среде, чем остальные сплавы из вольфрамовой и титановольфрамовой групп. На восстанавливаемой лапе 1 изготавливают резьбовые отверстия 4, место расположения которых должно соответствовать месторасположению сквозных продолговатых отверстий 3, выполненных на угловой пластине. После осуществления упрочнения продолговатые отверстия 3 угловой пластины 2 совмещают с резьбовыми отверстиями 4 восстанавливаемой лапы посредством винтов 5. В процессе эксплуатации, по мере износа рабочей части лапы, винты 5 ослабляют и компенсируют износ за счет перемещения угловой пластины вдоль продолговатых отверстий 3.

Эксплуатационные испытания показали, что за счет упрочнения верхней поверхности пластины эффект самозатачивания снижается, но износостойкость лап культиваторов повышается в 3-4 раза.

Таким образом, применение предлагаемого способа дает возможность повысить качество упрочняемой поверхности, а именно позволяет получить высокую износостойкость и стойкость к ударным воздействиям деталей почвообрабатывающих машин, работающих в абразивной среде.

При следующем рассматриваемом способе поставленная задача достигается в способе восстановления лап культиваторов почвообрабатывающих машин, включающем удаление изношенной рабочей части, изготовление новой рабочей части в виде угловой пластины и сварку с восстанавливаемой деталью, где согласно изобретению перед сваркой угловую пластину затачивают, изношенную часть детали удаляют шлифовальным отрезным кругом, угловую пластину изготавливают из низкоуглеродистой стали, а перед свариванием с восстанавливаемой деталью проводят упрочнение угловой пластины электролизным борированием.

В отличие от прототипа в предлагаемом способе удаление изношенной рабочей части детали осуществляется шлифовальным отрезным кругом. При этом не допускается перегрев, деформация детали, не происходит изменение структуры стали, что в последующем обеспечивает высокое качество сварного шва при соединении угловой пластины с деталью.

Наличие в предлагаемом способе “новизны” доказывается тем, что существующие способы ремонта являются трудоемкими и нетехнологичными и предназначены лишь для восстановления первоначальных технических и служебных характеристик. Предлагаемый способ восстановления технологичен, благодаря применению недефицитной, дешевой, с хорошей свариваемостью низкоуглеродистой стали, а благодаря операции электролизного борирования позволяет повысить служебные характеристики (технические) за счет упрочнения рабочей поверхности, увеличения ее износостойкости, ресурса и долговечности.

На фиг.1 представлена угловая пластина, изогнутая по форме детали подготовленной лапы; на фиг.2 - угловая пластина после сварки с деталью.

Способ осуществляется следующим образом. У выбракованных лап изношенную часть лезвия срезают шлифовальным отрезным кругом при помощи угловой шлифовальной машины. Для восстановления лап культиваторов используют угловые пластины 2, изготовленные из низкоуглеродистой стали. После предварительной изоляции приварочной кромки пластину 2 подвергают электролизному борированию. После химико-термического упрочнения угловую пластину приваривают к восстанавливаемой лапе 1 ручной электродуговой сваркой.

Пример. Изношенную часть лезвия лапы культиватора КП-4 удаляют шлифовальным отрезным кругом А24SBF по ГОСТ 23182-78 при помощи угловой шлифовальной машины МШУ-2 230.

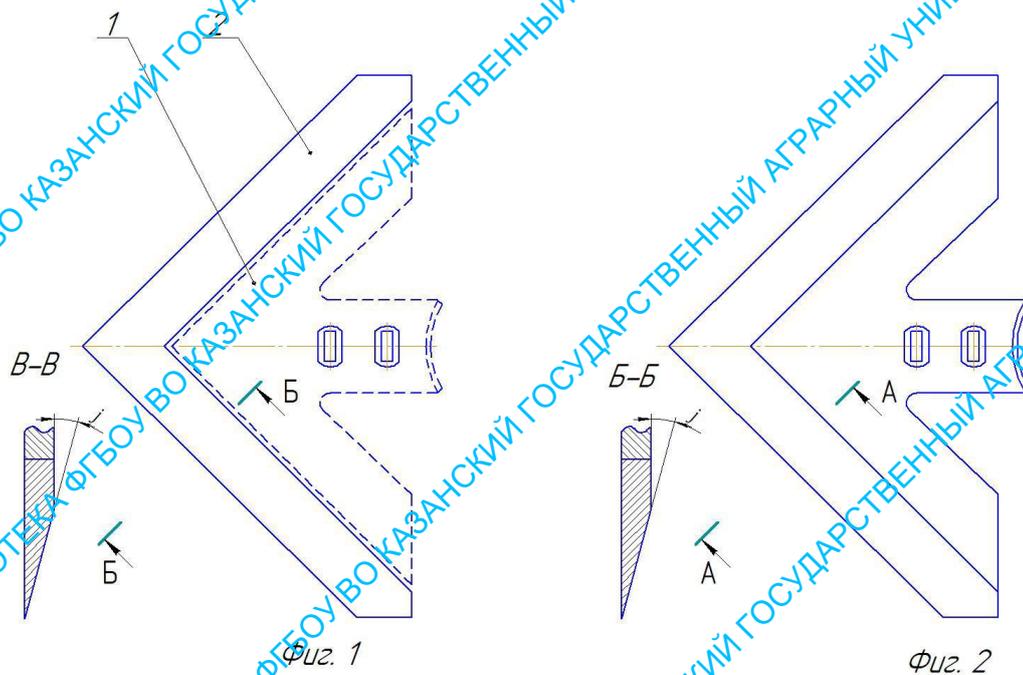


Рисунок 1.15 – Способ восстановления стрелчатых лап № 2241586

Угловую пластину изготавливают путем изгиба под углом  $65^\circ$  полосовой стали марки Ст 3 шириной 20 мм и толщиной 5 мм при помощи кривошипно-механического прессы КД 2128 К. Режущую кромку пластины затачивают под углом  $i=12^\circ$  на универсально-заточном станке 3Д642Е. После предварительной изоляции приварочной кромки путем покрытия гальванической медью угловую пластину подвергают электролизному борированию. В качестве борсодержащего расплава используют шлак,

содержащий следующие компоненты, мас.‰: Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>-56; B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-16; K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-16; Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>-7; K<sub>2</sub>ZrF<sub>6</sub>-5.

Режимы борирования:

Температура расплава, °C 850-950

Плотность тока, A/см<sup>2</sup> 0,2-0,3

Время выдержки, ч 2-2,5

Глубина слоя, мм 0,3-0,35

Твердость HRC 58-62

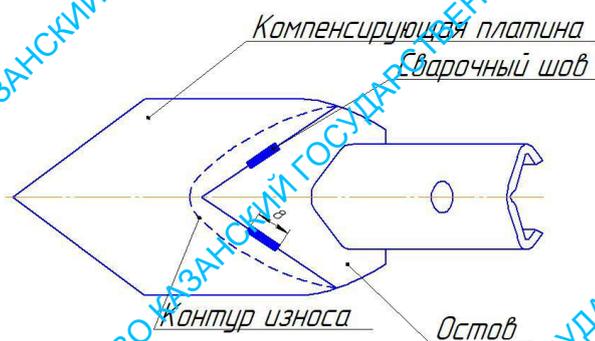
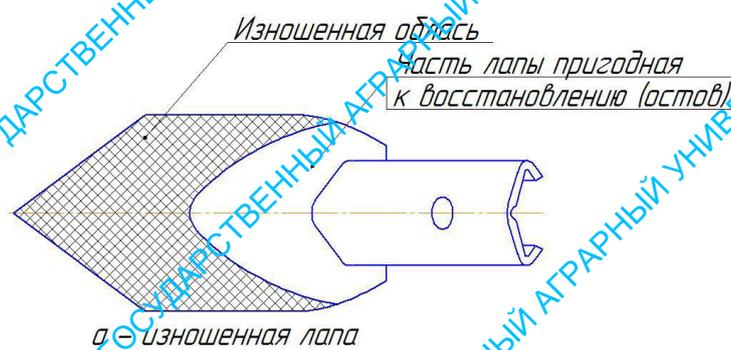
После завершения борирования поверхность пластины покрыта слоем застывшего шлака, для его отделения угловую пластину опускают в ванну с водой. Упрочненную заготовку приваривают к восстанавливаемой детали сплошным швом ручной электродуговой сваркой электродами марки Э - 42А ø 4 мм при силе сварочного тока 180 А.

Эксплуатационные испытания восстановленных и одновременно упрочненных лап культиваторов показали, что их износостойкость возросла в 2-3 раза по сравнению с серийными деталями, подвергающимся закалке и отпуску.

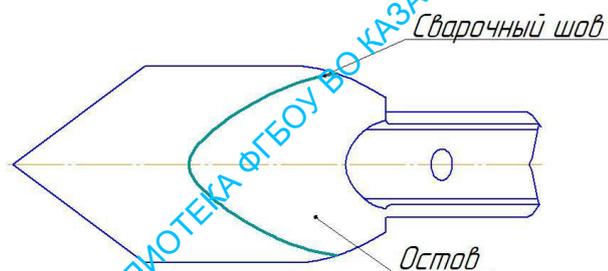
Таким образом, применение способа восстановления позволяет не только восстановить форму и размеры изношенной детали, но и упрочнить рабочую поверхность за счет введения в технологический процесс операции электролизного борирования, а так же значительно снизить себестоимость ремонта детали, благодаря использованию более дешевой, недефицитной, не склонной к трещинообразованию и с хорошей свариваемостью низкоуглеродистой стали. Кроме того, удаление изношенной части лапы шлифовальным отрезным кругом позволяет создать более благоприятные условия при сварке угловой пластины с восстанавливаемой деталью, что повышает технологичность процесса восстановления.

Еще при одном способе представленном на рисунке 1.16. Поставленная задача в способе упрочняющего восстановления стрелчатых лап культиваторов различного назначения достигается путем приваривания

компенсирующей пластины (компенсатора), копирующей изношенную часть по форме и по геометрическим размерам (как правило, это режущезелзвийная часть детали) к рабочей поверхности не изношенной части детали, которая выполняет роль остова. Компенсирующие пластины изготавливают из рессорно-пружинной стали, например 65Г. Следует использовать стали, соответствующие по своему составу материалу, используемому при изготовлении лап культиваторов, а размер компенсаторов в сечении, параллельном движению лапы, должен превышать износ детали на 8-10 мм для проведения приваривания.



б - восстановленная лапа - вид со стороны рабочей поверхности



в - восстановленная лапа - вид с тыльной стороны

Рисунок 1.16 – Способ восстановления стрелчатых лап № 2527578

Превышение толщины пластин в сравнении с толщиной остова не допускается. Они подвергаются сквозной закалке с последующим отпуском по всему объему в отличие от прототипа, где упрочнение производится электролизным борированием и только поверхности лезвийной области. Упрочняющая термообработка состоит в закалке и последующем отпуске, обеспечивающем твердость не менее 50 HRC. Наряду с достижением высокой твердости подобная термообработка способствует росту упругих свойств и сопротивлению ударным нагрузкам.

Сквозное упрочнение всего объема изделия увеличит стойкость к абразивному изнашиванию лапы в сравнении с заводской и создаст условия равноизнашиваемости, что позволяет сохранить заточку лезвия (если таковая имеется) в течение всего периода эксплуатации вплоть до наступления предельного состояния. Нужно сказать, что лапы серийного производства подвергаются поверхностной закалке токами высокой частоты на твердость 38-50 HRC. Поверхностное упрочнение подобного рода приводит к росту износостойкости, однако после истирания твердого слоя (его глубина 1,3-2,4 мм) происходит резкий рост интенсивности изнашивания детали, что отсутствует в предлагаемом изобретении. Пластина приваривается сверху к частично изношенной области утратившей работоспособное состояние лапы, но пригодной выполнять функцию крепежа к стойке культиватора и способной к проведению восстановления сварочными методами, т.е. данная часть используется как остов. Приваривание осуществляется с тыльной стороны сплошным швом на всю длину крыльев и со стороны рабочей поверхности короткими швами (6-8 мм) для каждого крыла. В процессе эксплуатации происходит истирание режущелезвийной области вместе со швом, расположенным на тыльной стороне, что обеспечивает беспрепятственное удаление приваренной пластины и приваривание новой без каких-либо технологических сложностей, создавая тем самым условия для повышения степени ремонтпригодности и максимально упрощает восстановление. Крепление пластины сверху остова создает условия

образования «мертвой зоны» непосредственно у крепежной части (участок детали, заполняемый почвой), снижая интенсивность ее изнашивания и способствуя сохранению размеров по толщине, что обеспечивает условия к неоднократному его использованию. Заявленный способ осуществляется за счет следующего:

- изготовление компенсирующей пластины из рессорно-пружинной стали, соответствующей составу стали лапы, копирующей форму изношенной части с увеличением размера на 8-10 мм в сечении, параллельном ее перемещению;

- термообработка пластины сквозной закалкой и отпуском по всему объему на твердость 50 HRC (температура термообработки определяется маркой стали);

- приваривание компенсирующей пластины к пригодной для восстановления области детали сверху ее рабочей поверхности с соблюдением нормированных размеров лапы, которое производится: с нижней стороны сплошным швом вдоль лезвия на обе стороны по всей длине; со стороны рабочей поверхности короткими участками в двух местах для каждого крыла (посередине крыльев).

Предлагаемый способ позволяет увеличить долговечность детали за счет неоднократного восстановления и использования термоупрочненной компенсирующей пластины с увеличенной износостойкостью.

Возобновление служебных свойств лапы, соответствующих агротехническим условиям, производится путем соблюдения нормированных размеров и формы восстановленной детали. Повышение ремонтпригодности и упрощение технологического процесса восстановления обеспечивается рациональным подходом к использованию условий эксплуатации, приводящих к истиранию пластины и сварочного шва, наваренного с тыльной стороны, и с сохранением целостности остова, а наличие коротких швов на рабочей поверхности способствует удалению остатков пластины после истирания без технологических трудностей. Сохранение цельности

изношенной детали (остова) позволяет проводить ее неоднократное восстановление.

Сопоставительный анализ заявляемого решения с прототипом показывает, что заявленный способ отличается от известного тем, что компенсирующая пластина изготавливается из рессорно-пружинистой стали примерно того же состава, что и сама деталь с закалкой на всю глубину и по всему объему на твердость не менее 50 HRC, которая приваривается сверху к не до конца изношенной, но пригодной для восстановления части лапы, служащей остовом, путем наложения швов с тыльной стороны на всю длину лезвия, а на рабочей поверхности короткими участками 6-8 мм в двух местах. Наличие высокой твердости металла пластины создает условия для повышения износостойкости и наряду с неоднократной периодической заменой пластины обеспечит увеличение долговечности, а специфика приваривания способствует повышению ремонтной пригодности и простоте восстановления, соблюдение же при восстановлении нормативных размеров позволит возобновить служебные свойства лапы в соответствии с агротехническими требованиями.

## 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТРЕЛЬЧАТОЙ ЛАПЫ

2.1 Описание устройства сборочной единицы, анализ условий работы сопряжений и характер износа сопряжений

Универсальные культиваторы и культиваторы-растениепитатели предназначены для ухода за пропашными культурами во время роста растений. Наиболее распространен навесной культиватор-растениепитатель с шириной захвата 4,2 м КРН-4,2 (рисунок 2.1). Он может подрезать сорняки, рыхлить междурядья на глубину 10—16 см, вносить минеральные удобрения на глубину до 16 см, окучивать растения, нарезать полевые борозды и окучивать рядки. На культиваторе установлены туковысевающие аппараты, тукопроводы, подкормочные ножи для внесения удобрений в междурядья и полольные лапы для подрезки сорняков.

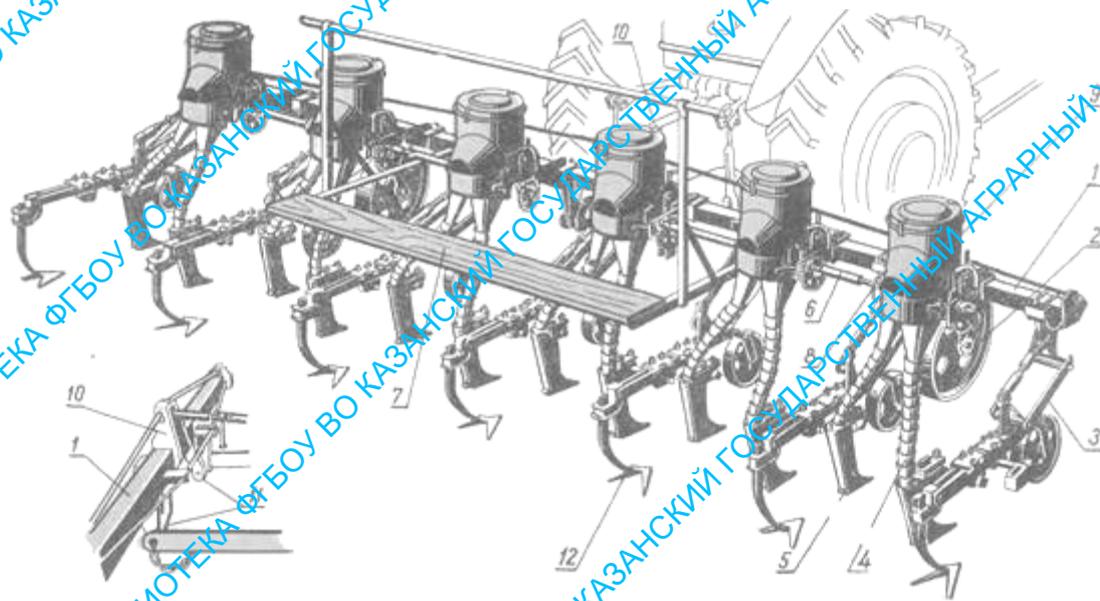


Рисунок 2.1 – Культиватор-растениепитатель КРН-4,2:

- 1 – поперечный брус; 2 – опорное колесо; 3 – секция рабочих органов;
- 4 – тукопровод; 5 – подкормочный нож; 6 – соединительный валик;
- 7 – подножная доска; 8 – цепная передача; 9 – туковысевающий аппарат; 10 – верхняя стойка подвески; 11 – нижняя стойка подвески с кольцами; 12 – стрелчатая полольная лапа

Рама культиватора состоит из бруса, имеющего форму квадратной трубы. В средней части бруса есть три лапы, ими культиватор навешивают на трактор. Вдоль бруса расположены кронштейны семи шарнирных секций, на них установлены подкормочные ножи и полольные лапы.

Каждая секция (рисунок 2.2) с набором рабочих органов шарнирно связана с брусом культиватора и может перемещаться в вертикальной плоскости независимо от других секций. Опорное копирующее колесо каждой секции позволяет ей приспосабливаться к неровностям почвы и сохранять постоянную глубину обработки. Поперечный брус культиватора в работе опирается на два ходовых колеса, которые в зависимости от ширины обрабатываемых междурядий вместе с секциями можно переставлять по бусу.

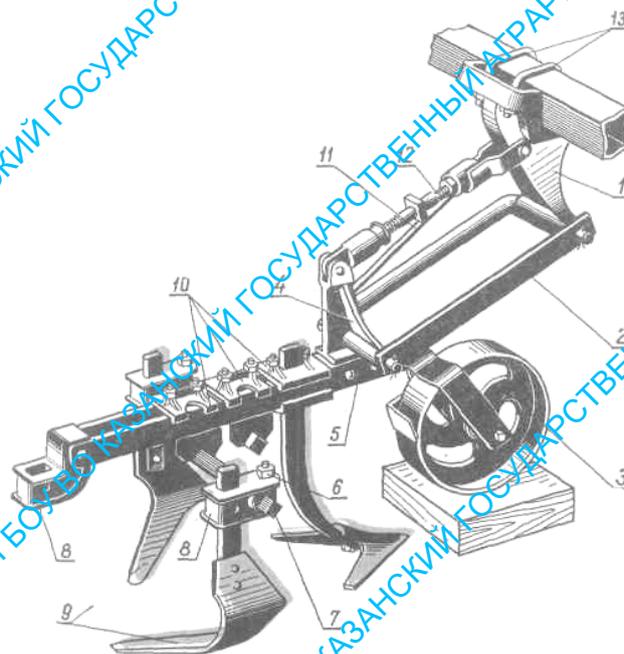


Рисунок 2.2 – Секция рабочих органов культиватора КРН-4,2:

1 – передний кронштейн; 2 – нижнее звено параллелограммного механизма; 3 – колесо секции; 4 – задний кронштейн; 5 – грядиль; 6 – стяжной болт; 7 – брусок держателя; 8 – держатель; 9 – полольные лапы односторонние (правая и левая); 10 – хомуты; 11 – транспортная тяга; 12 – верхнее звено параллелограммного механизма; 13 – хомуты крепления секции

Каждый рабочий орган культиватора имеет свое назначение. Стрельчатые и односторонние (правые и левые) полольные лапы подрезают сорняки. Долотообразная лапа рыхлит междурядья на глубину до 16 см. Лапа-отвальчик (левая и правая) в защитной (не обрабатываемой культиватором) зоне присыпает землей сорняки. Прополочные боронки, имеющие девять пружинных зубьев, рыхлят почву и вычесывают сорняки в защитных зонах и междурядьях. Ротационные игольчатые диски обрабатывают защитные зоны на плотных почвах [6]. Чтобы почва не застирала возделываемые растения при работе культиватора на повышенных скоростях, применяют щиток-домик.

Основными дефектами культиваторов являются: износ и затупление рабочих органов (стрельчатых, рыхлительных и окучников); износ втулок, осей колес, сальников, резьб на деталях; перекос и скручивание деталей рамы; перекос грядилей; износ механизмов подъема рабочих органов и управления колесами, деталей соединительного шарнира и др.

Рыхлительные лапы изготавливают из стали Ст. 5 и Ст. 6 толщиной 5...7 мм с твердостью 42...52 HRC на ширине лезвия 25...30 мм, стрельчатые лапы различных типов и окучники — из стали 70Г.

Большинство рабочих органов культиваторов (кроме рыхлительных лап) изготавливается самозатачивающимися, наплавленными с тыльной стороны сплавом сормайт № 1, и поэтому их не восстанавливают кузнечным способом. Только рыхлительные лапы восстанавливают заточкой сверху до толщины режущих кромок не более 1 мм. При наличии значительного износа, затупления, трещин и сколов металла на лезвии стрельчатые лапы могут восстанавливаться постановкой сменных лезвий на потайных заклепках (5 шт. 05 мм) или приваркой. После закрепления сменную лапу закаливают в воде, нагревая до 820°C. Лапы из стали 70Г калят в масле.

Наплавленные стрельчатые лапы при износе носка восстанавливают приваркой накладки, изготовленной из выбракованных сегментов жаток и

косилок или из дисков сошников сеялок. После приварки на выступающую часть накладки с тыльной стороны наплавляют газовой сваркой слой сормайта № 1 толщиной 0,7... 1,0 мм, затем зачищают наплавы и затачивают лезвие. При определении перекося рам культиваторов измеряют их диагонали. Разница в длине диагоналей допускается до 10 мм, а прогиб отдельных брусьев — не более 8 мм. На контрольной плите проверяют перпендикулярность угольников лапы прицепа и осей грядилей прицепных культиваторов к бурсу рамы. Отклонение не более 3 мм в крайних точках.

Радиальное и осевое биение опорных колес допускается не более 6 мм.

Для установки колес и рабочих органов на требуемую глубину обработки под колеса культиватора ставят деревянные прокладки, толщина которых на 20...30 мм (величина погружения колес в почву) меньше требуемой глубины обработки почвы. При этом раму культиватора ставят параллельно плоскости контрольной плиты, а задние концы держателей рабочих органов и грядилей располагают на одинаковой высоте от плиты. Затем регулируют положение рабочих органов культиватора. Зазор между плитой и носками лап нерегулируемых в вертикальном направлении рабочих органов для стрельчатых лап не должен превышать 7 мм, для рыхлительных — 20 мм. Сжатие пружин на всех штангах культиватора должно быть одинаковым. Отклонение носков лап от номинального положения по ходу культиватора допускается до 30 мм, а в поперечном направлении — не более 15 мм в обе стороны.

Изогнутые и скрученные стойки лап подвергают правке в нагретом виде. Стойки лап и окучников прочно закрепляют в кронштейнах грядилей и держателей. Потайные головки крепления лап к стойкам должны утопать до 1,0 мм. Стойки закрепляют так, чтобы носки лап при проверке на плите не имели зазора более 1 мм, а кромки лезвия — 3 мм. Носок стрельчатой лапы может смещаться от вертикальной оси симметрии грядиля в пределах  $\pm 3$  мм

## 2.2 Разработка структурной схемы разборки

Разборка – один из ответственных этапов технологического процесс. Качество выполнения разборочных работ оказывает влияние на продолжительность и стоимость ремонта.

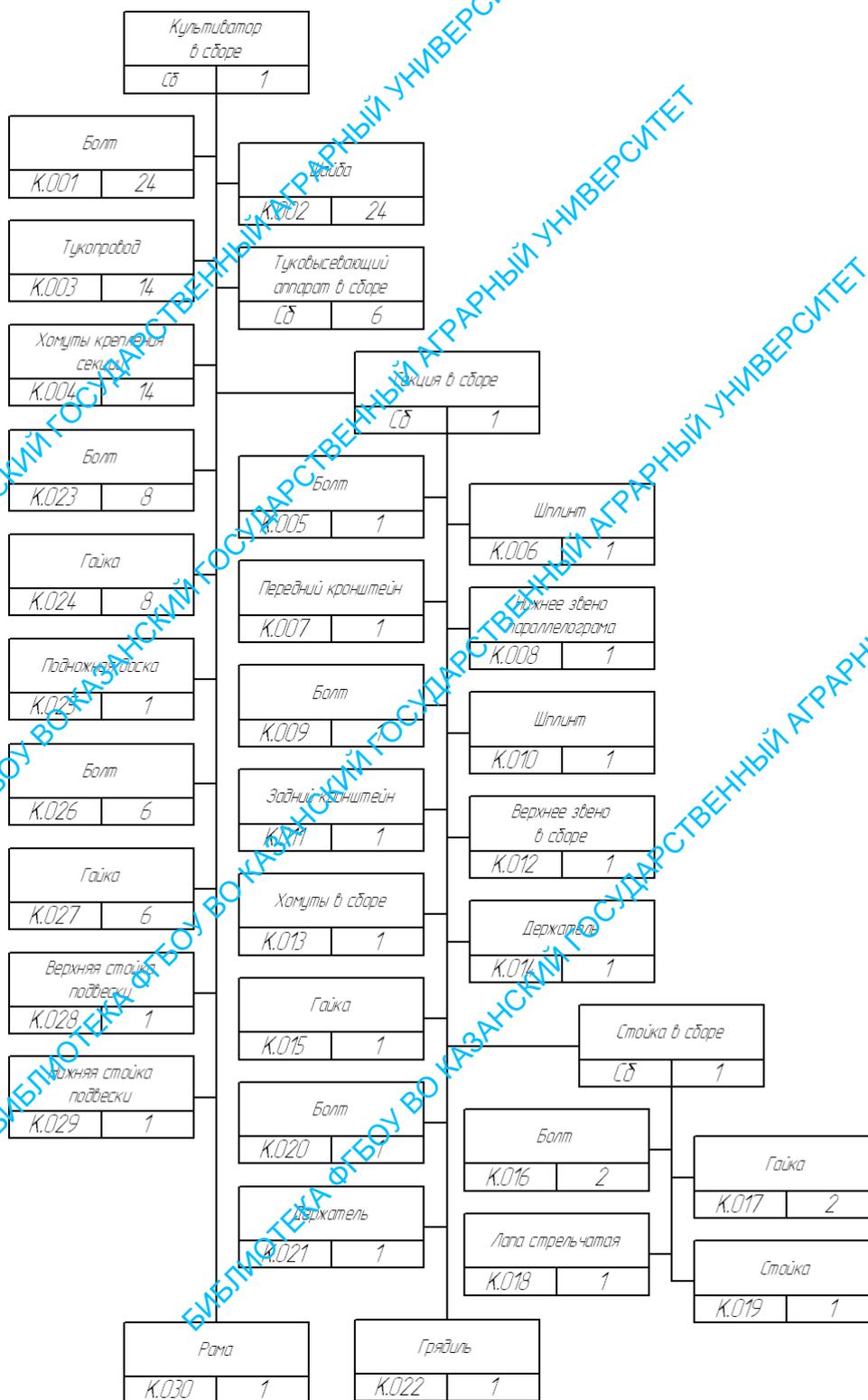


Рисунок 2.3 – Структурная схема разборки культиватора КРН-4,2

### 2.3 Разработка карты технологического процесса дефектации и выбор контрольно-измерительных средств

В качестве оборудования для дефектации принимаем стол для дефектации ОРГ-14-68-01-090 А ГОСНИТИ.

Для контроля размеров при дефектации выбирают средства измерения (СИ). При выборе СИ должно выполняться следующие условия.

- точность С.И. должна быть достаточно высокой по сравнению с заданной точностью
- трудоемкость измерений и их стоимость должны быть по возможности наиболее низкими

Выбор СИ выполняется в следующей последовательности образом:

1. По номинальному размеру и величине допуска в размера детали по ГОСТ 8051-81 вычисляют допускаемую предельную погрешность измерения;
2. Пользуясь технической литературой выбирают СИ для измерения размера.

Во время подбора СИ должно соблюдаться следующее условие: предельная погрешность СИ  $\Delta_{lim}$  меньше допустимой погрешности измерения, то есть

$$\Delta_{lim} \leq \delta, \quad (2.1)$$

где  $\delta$  – допускаемая погрешность измерения;

$\Delta_{lim}$  – предельная погрешность измерительного средства.

На основании номинального размера  $0,8^{+0,6}$  для контроля деф. 1 узнаем предельную погрешность измерения согласно лит. [2],  $\delta = 120$  мкм. Выбираем СИ с учетом выполнения условия (1) – штангенциркуль (ГОСТ 166-89), предельная погрешность которого  $\Delta_{lim} = \pm 100$  мкм.

На основании номинального размера  $\square 8,5^{+0,36}$  для контроля дефекта 3 учитываем предельную погрешность измерения согласно литературе [2],  $\delta =$

104 мкм. Выбираем СИ с учетом выполнения условия (1) – штангенциркуль (ГОСТ 166-89), предельная погрешность которого  $\Delta_{lim} = \pm 100$  мкм.

Трещины выявляются либо визуально, либо визуально с помощью лупы.

Результаты выбора СИ приведены в таблице 2.1.

Таблица 2. 1 – Результаты выбора средств измерения

Наименование размера, его значение	Величина допуска изделия, мм.	Допустимая погрешность измерения, мм.	Предельная погрешность измерительно го средства, мм.	Наименование, обозначение измерительного средства, ГОСТ.
Толщина кромки лезвия 0,8	0,6	0,12	$\pm 0,1$	ШЦ 1-125-0,05 ГОСТ 166-89
Отверстие $\square 8,5$	0,36	0,105	$\pm 0,1$	ШЦ 1-125-0,05 ГОСТ 166-89

### 2.3 Выбор рационального способа восстановления дефектов лапы

Рациональный способ восстановления деталей выбирают, на основании следующих критерий : технологическим (или критерием применимости), техническим (долговечности) и технико-экономическим (обобщающим).

Далее дают оценку по значению КД (коэфф – т долговечности ) которое находят по формуле:

$$K_D = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{II}, \quad (2.2)$$

где  $K_i, K_B, K_C$  – коэфф-ты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий соответственно;

$K_{II}$  – поправочный коэфф-нт, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации,  $K_{II} = 0,8 \dots 0,9$ .

Рациональным по этому критерию будет способ, в случае  $K_D \rightarrow \max$ .

Технико-экономический критерий связывает сумму восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. Условие технико-

экономической характеристики эффективности способа восстановления детали предложено проф. Казарцевым В. И.:

$$C_B \leq K_D \times C_H, \quad (2.3)$$

где  $C_B$  – стоимость восстановления детали, руб.;

$C_H$  – стоимость новой детали, руб.

Если известна стоимость новой детали, критерий оценивают по формуле проф. В. А. Шадричева:

$$K_T = C_B / K_D, \quad (2.4)$$

где  $K_T$  – коэффициент технико-экономической эффективности;

$C_B$  – стоимость восстановления 1 м<sup>2</sup> изношенной поверхности детали, руб/м<sup>2</sup>.

Эффективным будет способ, у которого  $K_T \rightarrow \min$ . Если  $K_T$  будет больше стоимости 1 м<sup>2</sup> новой детали, необходимо решить вопрос о целесообразности восстановления детали. [2]

Примем для дефекта 1 в качестве возможных способов восстановления детали электродуговую наплавку и газовую сварку рассчитаем для каждого из способов технический и технико-экономический критерии. Значения коэффициентов при расчете определяем из таблицы 1 литературы [2], значение коэффициента  $K_D$  примем равным 0,8.

1. Электродуговая наплавка

$$K_i = 0,7; K_B = 0,6; K_C = 1;$$

$$K_D = 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,34.$$

2. Газовая сварка

$$K_i = 0,7; K_B = 0,7; K_C = 1;$$

$$K_D = 0,7 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,39.$$

Рассмотрим технико-экономические критерии способов восстановления, используя формулу (4). Значения  $C_B$  также принимаем из таблицы 1 литературы [2].

1. Электродуговая наплавка

$$C_B = 1950 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = \frac{1950}{0,34} = 5735,29.$$

2. Газовая сварка

$$C_B = 2340 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = \frac{2340}{0,39} = 6000.$$

Исходя из условия  $K_T \rightarrow \min$ , наиболее эффективным способом является электродуговая наплавка.

Исходя из условия  $K_D \rightarrow \max$ , наиболее эффективным способом является газовая сварка.

При выборе способа восстановления за наиболее существенный фактор принимаем экономическую эффективность восстановления детали. Поэтому в качестве основного способа восстановления принимаем электродуговую наплавку, в качестве допустимого – газовую сварку.

Износ носка устраняется приваркой металла на место носка с последующей наплавкой сплава сормайт №1 с последующей зачисткой и затачиванием.

Износ отверстия под болты устраняют постановкой дополнительной детали с новыми отверстиями, либо заваркой отверстий и сверлением новых отверстий на прежнем месте.

Трещины устраняют сваркой ручной электродуговой, либо полуавтоматической в среде углекислого газа.

#### 2.4 Расчёт и выбор параметров и режимов нанесения покрытия на лапу

При ручной дуговой сварке (наплавке) к параметрам режима сварки относятся сила сварочного тока, напряжение, скорость перемещения электрода вдоль шва (скорость сварки), род тока, полярность и др.

Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла, типа сварного соединения и положения шва в пространстве.

При выборе диаметра электрода для сварки можно использовать следующие ориентировочные данные (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Зависимость диаметра электрода от толщины детали

Толщина, мм	1...2	3	4...5	6...10	10...15	15 и более
Диаметр, мм	1,6...2	2...3	3...4	4...5	5	5 и более

В многослойных стыковых швах первый слой выполняют электродом 3–4 мм, последующие слои выполняют электродами большего диаметра.

Сварку в вертикальном положении проводят с применением электродов диаметром не более 5 мм. Потолочные швы выполняют электродами диаметром до 4 мм.

При наплавке изношенной поверхности должна быть компенсирована толщина изношенного слоя плюс 1–1,5 мм на обработку поверхности после наплавки.

Сила сварочного тока, А, рассчитывается по формуле:

$$I'_{св} = K \cdot d_э, \quad (2.5)$$

где  $K$  – коэффициент, равный 25–60 А/мм;

$d_э$  – диаметр электрода, мм.

Коэффициент  $K$  в зависимости от диаметра электрода  $d_э$  принимается равным по следующей таблице:

Таблица 2.4 – Зависимость коэффициента  $K$  от диаметра электрода

Диаметр, мм	1...2	3...4	5...6
$K$ , А/мм	25...30	30...45	45...60

$$I'_{св} = 45 \cdot 5 = 225 \text{ А}$$

Силу сварочного тока, рассчитанную по этой формуле, следует откорректировать с учетом толщины свариваемых элементов, типа соединения и положения шва в пространстве. Если толщина металла  $S \geq 3 d_э$ , то значение  $I_{св}$  следует увеличить на 10–15%. Если же  $S \leq 1,5 d_э$ , то сварочный ток уменьшают на 10–15%. При сварке угловых швов и наплавке, значение тока должно быть повышено на 10–15%. При сварке в вертикальном или потолочном положении значение сварочного тока должно быть уменьшено на 10–15%.

Принимая во внимание поправки назначим силу тока:

$$I_{св} = 225 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 272,5 \text{ А}$$

Для большинства марок электродов, используемых при сварке углеродистых и легированных конструкционных сталей, напряжение дуги  $U = 22 \dots 28 \text{ В}$ .

Расчет скорости сварки, м/ч, производится по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_H \cdot I_{св}}{100 \cdot F \cdot \rho} \quad (2.6)$$

где  $\alpha_H$  – коэффициент наплавки,  $\alpha_H = 10 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$ ;

$F$  – площадь поперечного сечения шва при однопроводной сварке (или одного слоя валика при многослойном шве),  $\text{см}^2$ ,  $F = 0,22 \text{ см}^2$ ;

$\rho$  – плотность металла электрода,  $\text{г/см}^3$  (для электрода 29/9  $\rho = 8,5 \text{ г/см}^3$ ).

$$V_{св} = \frac{10 \cdot 272,5}{100 \cdot 0,22 \cdot 8,5} = 14,57 \text{ м/ч}$$

Расчет массы наплавленного металла, г, при ручной дуговой наплавке производится по формуле:

$$G_i = F_{НП} \cdot h_i \cdot \rho, \quad (2.7)$$

где  $F_{НП}$  – площадь наплаваемой поверхности,  $\text{см}^2$ ,  $F = 28 \text{ см}^2$ ;

$h_H$  – требуемая высота наплаваемого слоя, см;

$$G_i = 22 \cdot 2 \cdot 8,5 = 374 \text{ г}$$

Время горения дуги, ч, (основное время) определяется по формуле:

$$t_0 = \frac{G_H}{I_{св} \cdot \alpha_H} \quad (2.8)$$

$$t_0 = \frac{374}{272,5 \cdot 10} = 0,14 \text{ ч.}$$

Полное время сварки (наплавки), ч, приближенно определяется по формуле:

$$T = \frac{t_0}{K_{II}} \quad (2.9)$$

где  $t_0$  – время горения дуги (основное время), ч;

$K_{II}$  – коэффициент использования сварочного поста, который принимается для ручной сварки 0,5; 0,55.

$$T = \frac{0,14}{0,5} = 0,28 \text{ ч} = 16,8 \text{ мин}$$

Расход электродов, г, для ручной дуговой сварки (наплавки) определяется по формуле:

$$G_M = G_H \cdot K_3 \quad (2.10)$$

где  $K_3$  – коэффициент, учитывающий расход электродов на 1 г наплавленного металла,  $K_3=1,6$ .

$$G_M = 374 \cdot 1,6 = 598 \text{ г}$$

## 2.5 Определение норм времени выполнения операций

Нормируемое время – время полезной работы, связанной с выполнением производственного задания. Разделяется на основное, вспомогательное, дополнительное и подготовительно-заключительное время. Все названные категории включают в состав технической нормы времени, которая выражается следующей формулой [1]:

$$T_n = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп} + \frac{T_{ПЗ}}{n}, \quad (2.11)$$

где  $T_n$  – норма вр. (штучно – калькуляционное время);

$T_{осн}$  – осн. вр , т. е. время, в течение которой происходит изменение размеров, формы, свойств, внешнего вида детали, в результате какого-либо вида обработки,  $T_{осн} = 63$  мин (из карт технологических процессов);

$T_{всп}$  – вспомогательное время, т. е. время, затрачиваемое на действия, обеспечивающие выполнение основной работы  $T_{всп} = 12$  мин;

$T_{доп}$  – дополнительное время, затрачиваемое на организацию и обслуживание рабочего места, перерывы на отдых и естественные надобности исполнителя, мин  $T_{доп} = 10$  мин;

$T_{ПЗ}$  – подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на получение задания, ознакомление с работой, подготовку рабочего места, наладку оборудования, сдачу изготовленного изделия (дается на партию деталей), мин  $T_{ПЗ} = 20$  мин;

$n$  – количество обрабатываемых деталей в партии,  $n = 5$ .

$$T_k = 63 + 12 + 10 \cdot n \text{ мин.}$$

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время:

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{всп}. \quad (2.12)$$

В технологических картах обычно проставляется штучное время  $T_{шт}$  и подготовительно-заключительное время  $T_{ПЗ}$ .

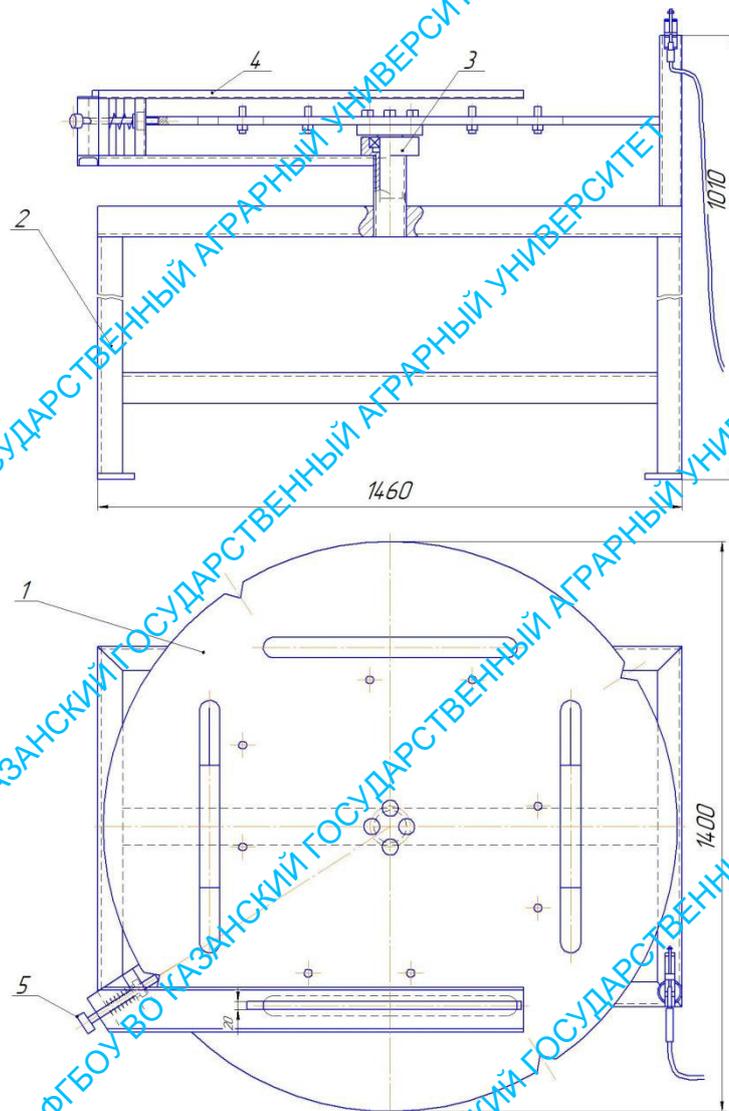
$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп}. \quad (2.13)$$

$$T_{шт} = 63 + 12 + 10 = 85 \text{ мин.}$$

### 3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПОВОРОТНОГО СТОЛА ДЛЯ СВАРОЧНО - НАПЛАВОЧНЫХ РАБОТ

#### 3.1 Описание конструкции

На рисунке 3.1 представлен общий вид стола для сварочных работ.



- 1 - стол, 2 - основание, 3 - поворотный механизм, 4 - направляющая планка,  
5 - фиксатор

Рисунок 3.1 – Общий вид поворотного стола для сварочных работ

					<b>БКР 35.03.06.201.18.ССР.00.00.00</b>			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	<b>Поворотный сварочный стол</b>	Литера	Лист	Листов
Разраб.		Габдрахманов				у	1	
Проверил		Гималтдинов				<b>Казанский ГАУ Каф. Э и РМ</b>		
Н. контр.		Гималтдинов						
Утв.		Адигамов Н Р						

Конструкция поворотного стола для сварочных работ состоит из следующих основных элементов: стола, основания, поворотного механизма, направляющей планки, фиксатора.

На основании установлен стол, вращение осуществляется за счет поворотного механизма, в состав которого входит роликовый сферический подшипник. В состав поворотного стола так же входит подставка для газовой горелки или электрододержателя.

Восстанавливаемый или упрочняемый рабочий орган почвообрабатывающих машин устанавливается на рабочий стол 1 и фиксируется при помощи штифтов через технологические отверстия. Фиксацию в наиболее подходящем положении поворотного стола осуществляют при помощи фиксатора 5. В тех случаях, когда необходимо соблюдать строго определенное расстояние от горелки либо от электрододержателя до поверхности рабочего органа необходимо воспользоваться направляющей 4.

Положительной характеристикой разрабатываемого поворотного стола является то, что сварочно-наплавочные работы можно проводить как непосредственно на сварочно-наплавочных участках, так и за пределами, к примеру, на открытом воздухе. Такое применение снижает пагубность вредных газов при выполнении сварочно-наплавочных работ.

### 3.2 Расчет конструктивных элементов

#### 3.2.1 Расчет направляющей и кронштейна приспособления для срезания

Направляющую примем в виде балки на которую действует сила резака равная  $F_1 = 100$  Н при длине 1 м.

В данном элементе зарождаются следующие реакции на опорах: крутящий момент  $M_A$  и сила  $Y_A$

Реакцию  $Y_A$  найдем составив уравнение действующих сил на плоскости  $OY$ .

$$\sum Y_i = 0: Y_A - F = 0, \quad (3.1)$$

$$Y_A = F = 100 \text{ Н.}$$

Далее составляем уравнение для моментов относительно А.

									Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.201.18.ССР.00.00.00				



$$M_B = M + F \cdot 0,9, \quad M_B = 100 + 203 \cdot 0,9 = 283 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Балка выполнена из швеллера № 10, следовательно  $[W] = 34,8 \text{ см}^3$ .  
Выполним прочностную проверку.

$$W = M_{\max} / [\sigma], \quad (3.7)$$

$$W = 283000 / 140 = 2021 \text{ мм}^3 = 2,021 \text{ см}^3,$$

$$[W] = 34,8 \text{ см}^3 > W,$$

Данное выражение свидетельствует о соответствии.

### 3.2.2 Расчет подшипника

Исходные данные:

$F_R = 1000 \text{ Н}$  – радиальная нагрузка,

$F_A = 1 \text{ Н}$  – осевая нагрузка,

$d = 60 \text{ мм}$  – диаметр посадочного места,

$W = 1 \text{ рад/с}$  – угловая скорость вала,

Пользуясь справочной литературой предварительно выберем подшипник серии № 212 по ГОСТ 8338-80. Для данного подшипника  $C_0 = 30900 \text{ Н}$ ,  $C = 40200 \text{ Н}$ .

Возьмем коэф-нт вращения равный  $X = 1$ ; коэф-нт безопасности равный  $K_B = 1$ ; температурный коэф-т равный  $K_T = 1$ .

Далее рассчитывается эквивалентная динамическая нагрузка подшипника из выражения

$$P = (XV F_R + Y F_A) K_B \cdot K_T = (1 \cdot 1 \cdot 1000 + 0,1) \cdot 1 \cdot 1 = 1000 \text{ Н} \quad (3.8)$$

Частота вращения кольца подшипника рассчитывается из выражения

$$N = 30W / \pi = 30 \cdot 1 / 3,14 = 9,5 \text{ мин}^{-1} \quad (3.9)$$

При  $L_h = 20000 \text{ ч}$  и  $n = 9,5 \text{ мин}^{-1}$  отношение  $C/P = 4,93$ . Соответственно, необходимая динамическая грузоподъемность подшипника:

$$C = 4,93 \cdot P = 4,93 \cdot 1000 = 4930 \text{ Н}$$

Таким образом, выбранный подшипник удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям.

### 3.3 Обеспечение безопасности и благоприятных условий труда в технологическом процессе по восстановлению рабочих органов почвообрабатывающих машин

Во время проведения сварочно-наплавочных работ существует повышенная опасность увеличения травматизма.

Для снижения травматизма на производстве при проведении сварочно-наплавочных работ необходимо строгое соблюдение правил техники безопасности, пожарной безопасности, электробезопасности и производственной санитарии.

Каждый специалист, работающий на сварочно-наплавочных работах в обязательном порядке должен проходить обучение и обладать профессиональными навыками.

При проведении ремонтно-восстановительных работ широко применяют такие виды сварки как электродуговая сварка покрытыми электродами, сварка в среде защитных газов, сварка неплавящимися электродами.

В качестве защитных газов применяют углекислый газ, гелий, азот, аргон.

Вредными факторами при проведении сварочно-наплавочных работ является: мощное световое излучение от сварочной дуги, разбрызгивание расплавленного металла, выделение огромного количества вредных газов и пыли.

Важным условием обеспечения безопасных условий работы сварщиков является наличие приточно-вытяжной вентиляции.

Забор воздуха должен производиться как при помощи зондов над зоной проведения сварочно-наплавочных работ так и с нижней части оборудования через отверстия в крышке сварочного стола, в виду того что углекислый газ в 1,5 раза тяжелее воздуха, и в зоне сварки может присутствовать марганцевые и кремниевые окислы.

Лицо и глаза сварщика должны быть закрыты сварочной маской или щитком со светофильтрами.

Сварщик должен быть одет в спецодежду, обработанную огнестойкой пропиткой для защиты от ожогов.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

*ВКР 35.03.06.201.18.ССР.00.00.00*

Лист

Опасность поражения человека током возникает при касании им незащищенных токоведущих частей сварочных трансформаторов, выпрямителей, преобразователей, электропроводов и другого оборудования под напряжением. Возникает опасность и при касании частей этого оборудования, “не” находящегося под напряжением, но случайно оказавшегося под напряжением в результате нарушения или повреждения изоляции.

Для защиты людей от поражения током при касании корпусов электросварочного и наплавочного оборудования в случае замыкания питающей электросети на это оборудование создают защитное заземление. Правильно выполненное и исправное защитное заземление обеспечивает прохождение тока замыкания из питающей электросети через место замыкания, заземляющее устройство, заземлители и далее в землю.

### 3.3.1 Расчет местного вентиляционного устройства с газоприемником

В связи с тем, что при наплавке происходит образование большого количества вредных газов, возникает необходимость установки местного вентиляционного устройства (рисунок 3.2).

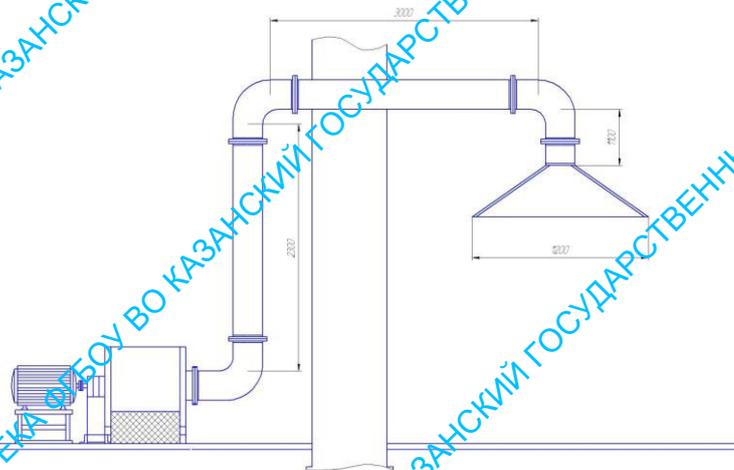


Рисунок 3.2 - Схема местной вентиляции на участке наплавки

Рассчитывается производительность вентилятора

$$W_B = K_3 \cdot W, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.10)$$

где  $K_3$  – коэффициент запаса учитывающий подсосы воздуха в воздухопроводе,  $K_3 = 1,3 \dots 2,0$ .

$W$  – воздухообмен,  $\text{м}^3/\text{ч}$

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

*ВКР 35.03.06.201.18.ССР.00.00.00*

Лист



$$l_3 = 2,3 \text{ м}$$

$$H_{з\ddot{u}} = \frac{0,02 \cdot 2,3 \cdot 1,2 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,25} = 7,07 \text{ Па};$$

Рассчитываются местные потери напора в переходах

$$H_M = 0,5\varphi_M \cdot V_{CP}^2 \rho_B, \quad (3.14)$$

где  $\varphi_M$  - коэффициент местных потерь при  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\varphi_M = 1,1$

$$H_{1M} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42,2 \text{ Па}$$

$$H_{1M} = H_{2M} = 42,2 \cdot 2 = 84,4 \text{ Па}$$

Определяются суммарные потери напора на участке ( $H_{yч}$ ) и в целом на линии ( $H_{л}$ ) по формуле

$$H_{yч} = H_{III} + H_M, \quad (3.15)$$

$$H_{л} = \sum H_{yч} = H_B \quad (3.16)$$

где  $H_B$  – напор вентилятора, Па

$$H_{л} = 3,38 + 9,22 + 7,07 + 84,4 = 104,7 \text{ Па}$$

По номограмме выбирается номер вентилятора  $N_B = 2,5$ ;

$$\eta_B = 0,56; A = 2500; Ц4 - 70$$

Вычисляется частота вращения вала вентилятора

$$n_B = \frac{A}{N}, \text{ об/мин} \quad (3.17)$$

$$n_B = \frac{2500}{2,5} = 1000 \text{ об/мин}$$

Рассчитывается мощность электродвигателя для вентилятора

$$P_{э.д} = \frac{H_B \cdot W_B}{3,6 \cdot 10^6 \eta_B \eta_{II}}, \text{ кВт} \quad (3.18)$$

где  $H_B$  – полное давление вентилятора, Па;

$W_B$  – производительность вентилятора, м<sup>3</sup>/ч

$\eta_{II}$  - коэффициент полезного действия вентилятора,  $\eta_{II} = 0,56$

$\eta_{II}$  - коэффициент полезного действия передачи,  $\eta_{II} = 0,90 \dots 0,95$ .

Принимаем  $\eta_{II} = 0,90$

$$P_{э.д} = \frac{104,7 \cdot 275}{3,6 \cdot 10^6 \cdot 0,56 \cdot 0,90} = 0,2 \text{ кВт}$$

									Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.201.18.ССР.00.00.00				



## Требования безопасности перед началом работы

1. Подключение сварочной установки к сети разрешается только электротехническому персоналу.
2. Проверить исправность принудительной приточно-вытяжной вентиляции в сварочной кабине.
3. Проверить герметичность аппаратуры и шлангов подводящих газ к горелке.
4. Проверить надежность крепления сварочных столов.
5. Проверить заземление стола и свариваемой детали.
6. Детали должны быть сухими, очищены от ржавчины и краски.

## Требование безопасности во время работы

1. Запрещается работать без специальных защитных щитков.
2. Не допускать нагрев ацетиленового баллона свыше 30<sup>0</sup>С.
3. Располагать баллон с газом на расстоянии не ближе 5 метров от открытого огня.

## Требования в аварийных ситуациях

1. При возникновении аварийной ситуации немедленно отключить оборудование и покинуть рабочее место;
2. При травмировании, отравлении, внезапном заболевании оказать первую медицинскую помощь пострадавшему;
3. Сообщить о случившемся работодателю.

## Требования безопасности после работы

1. Произвести уборку рабочего места и прилегающую к нему территорию.
2. Освободит приспособление от детали осмотреть механизмы, сообщить бригадиру или сменщику о неисправностях, или устранить неисправности, провести ежемесячное техническое обслуживание комплекта оснастки.
3. Убрать рабочее место, приспособления и инструменты уложить их в отведенные места на стеллажи, в шкаф.

					<i>ВКР 35.03.06.201.18.ССР.00.00.00</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



мышечных групп, приседания, прыжки, бег, переходящий в ходьбу, маховые движения ногами, позволяющие расслабить мышцы голени и стопы, упражнения в расслаблении наиболее активно работавших мышечных групп с динамическими усилиями для других, упражнения на точность и координацию движений.

### 3.5 Экономическое обоснование конструкции

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяются по формуле стр.115 [16]:

$$C_{ц.констр.} = C_k + C_{о.д} + C_{п.д} \cdot K_{нац} + C_{сб.п} + C_{оп} + C_{накл}, \quad (3.19)$$

где  $C_k$  – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

$C_{о.д}$  – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{п.д}$  – цена покупных деталей, изделий, агрегатов по прейскуранту;

$C_{сб.п}$  – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

$C_{оп}$  – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, руб.;

$C_{накл}$  – накладные расходы, руб.;

$K_{нац}$  – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью конструкции ( $K_{нац}=1,4\dots 1,5$ ).

Стоимость изготовления корпусных деталей определяется по формуле стр.115 [16]

$$C_k = Q_{п} \cdot Ц_{к.д}, \quad (3.20)$$

где  $Q_{п}$  – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг.;

$Ц_{к.д}$  – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

$$C_k = 35 \cdot 65 = 2275 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяются по формуле стр.116 [16]

$$C_{о.д} = C_{зп} + C_m, \quad (3.21)$$

где  $C_{зп}$  – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_m$  – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Зарботная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей определяется по формуле стр.116 [16]

$$C_{зп} = C_{пр} + C_{доп} + C_{соц}, \quad (3.22)$$

где  $C_{пр}$  – основная заработная плата, руб.;

$C_d$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{соц}$  – начисления по социальному страхованию, руб.

Основная заработная плата определяется по формуле стр.117 [16]

$$C_{пр} = Z_{ч} \cdot T_{ср} \cdot K_t, \quad (3.23)$$

где  $T_{ср}$  – средняя трудоемкость на изготовление оригинальных деталей, чел.·час;

$Z_{ч}$  – часовая ставка рабочих, руб.;

$K_t$  – коэффициент учитывающий доплаты к основной зарплате, ( $K_t=1,025...1,03$ ).

$$C_{пр} = 90 \cdot 9 \cdot 1,03 = 843 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле стр.117 [16]

$$C_{доп} = \frac{(5,12) \cdot C_{пр}}{100}. \quad (3.24)$$

$$C_{доп} = \frac{10 \cdot 843}{100} = 84,3 \text{ руб}$$

Начисления по социальному страхованию определяются по формуле стр.117 [16]

$$C_{соц} = \frac{4,4 \cdot (C_{пр} + C_d)}{100}. \quad (3.25)$$

$$C_{соц} = \frac{4,4 \cdot (843 + 84,3)}{100} = 40,4 \text{ руб}$$

$$C_{зп} = 843 + 84,3 + 40,4 = 968 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяется по формуле стр.117 [16]

$$C_m = Ц \cdot Q_3, \quad (3.26)$$

					<i>ВКР 35.03.06.201.18.ССР.00.00.00</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

где Ц – цена 1 кг материала заготовок, руб.;

$Q_3$  – масса заготовки, кг.

Масса заготовки определяется из выражения стр.117 [16]

$$Q_3 = \frac{Q_d}{K_3}, \quad (3.27)$$

где  $Q_d$  – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{30}{0,8} = 37,5 \text{ кг.}$$

$$C_m = 25 \cdot 30 = 750 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 986 + 750 = 1736 \text{ руб.}$$

$K_3$  – коэффициент использования массы заготовки ( $K_3 = 0,29 \dots 0,99$ ).

Зарботная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяется по формуле стр.117 [16]

$$C_{\text{зп.сб.п}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{соц.сб}}, \quad (3.28)$$

где  $C_{\text{сб}}$ ,  $C_{\text{д.сб}}$ ,  $C_{\text{соц.сб}}$  – соответственно, основная и дополнительная зарплата, начисления по социальному страхованию, руб.

Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке определяется по формуле стр.118 [16]

$$C_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot Z_{\text{ч}} \cdot K_t, \quad (3.29)$$

где  $T_{\text{сб}}$  – трудоемкость на сборку конструкции, чел. час.

$$C_{\text{сб}} = 3 \cdot 90 \cdot 1,03 = 185,4 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле стр.118 [16]

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{(5 \dots 12) C_{\text{сб}}}{100} \quad (3.30)$$

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{10 \cdot 185,4}{100} = 18,4 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяются по формуле стр.118 [16]

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4(C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}})}{100} \quad (3.31)$$

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4(185,4 + 18,4)}{100} = 8,94 \text{ руб.}$$

									Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.201.18.ССР.00.00.00				

$$C_{зп.сб.п} = 185,4 + 18,4 + 8,94 = 212,7 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции определяются по формуле стр.118: [16]

$$C_{оп} = \frac{C_{пр}^1 \cdot P_{оп}}{100}, \quad (3.32)$$

где  $C_{пр}^1$  – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении конструкции, руб.;

$P_{оп}$  – процент общепроизводственных расходов, ( $P_{оп} = 69,5$ ).

$$C_{оп} = \frac{968 \cdot 69,5}{100} = 672,7 \text{ руб.}$$

$$C_{констр} = 2275 + 300 + 3700 \cdot 1,5 + 185,4 + 672,7 = 8983 \text{ руб.}$$

Таблица 3.1 Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции

№п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса конструкции	кг	80	50
2	Балансовая стоимость	руб	12300	8983
3	Потребляемая мощность	кВт	2,2	2,2
4	Количество обслуживающего персонала	чел	1	1
5	Разряд работы	разряд	4	4
6	Тарифная ставка	руб./чел.ч	100	100
7	Норма амортизации	%	13	13
8	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
9	Годовая загрузка конструкции	ч	50	50
10	Время 1 цикла	ч	1,1	0,6

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как  $X_0$ , а проектируемого как  $X_1$ .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводится в такой последовательности:

на стационарных работах периодического действия [8]

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (3.33)$$

где  $T_{\text{ц}}$  – время одного рабочего цикла, мин.

$\tau$  – коэффициент использования рабочего времени смены

( $\tau = 0,60 \dots 0,95$ ).

$$W_{\text{ч0}} = \frac{60 \cdot 0,6}{66} = 4,36 \text{ шт/час}$$

$$W_{\text{ч1}} = \frac{60 \cdot 0,6}{37} = 7,78 \text{ шт/час}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле [7]:

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (3.34)$$

где  $G$  – масса конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$  – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{\text{сл}}$  – срок службы конструкции, лет.

$$M_{\text{е0}} = \frac{80}{4,36 \cdot 50 \cdot 5} = 0,073 \text{ кг/шт}$$

$$M_{\text{е1}} = \frac{50}{7,68 \cdot 50 \cdot 5} = 0,026 \text{ кг/шт}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле [7]:

$$F_{\text{е}} = \frac{C_{\text{б}}}{W_z \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.35)$$

где  $C_{\text{б}}$  – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{\text{е0}} = \frac{12300}{4,36 \cdot 50} = 56,42 \text{ руб./шт}$$

$$F_{\text{е1}} = \frac{8983}{7,68 \cdot 50} = 23,39 \text{ руб./шт}$$

Трудоемкость процесса находится из выражения [8]:

$$T_{\text{с}} = \frac{n_{\text{р}}}{W_z}, \quad (3.36)$$

					<i>ВКР 35.03.06.201.18.ССР.00.00.00</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

где  $n_p$  – количество рабочих, чел.

$$T_{e1} = \frac{1}{4,36} = 0,22 \text{ чел. ч/шт}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{7,68} = 0,13 \text{ чел. ч/шт}$$

Себестоимость работы определяется по формуле [8]:

$$S = C_{зп} + C_э + C_{рто} + A. \quad (3.37)$$

Затраты на заработную плату определяются по формуле [8]:

$$C_{зп} = Z \cdot T_e, \quad (3.38)$$

$$C_{зп0} = 100 \cdot 0,22 = 22 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{зп1} = 100 \cdot 0,13 = 13 \text{ тыс. руб./шт}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле [8]:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_э, \quad (3.39)$$

где  $Ц_э$  – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

$Э_э$  – энергоёмкость процесса, кВт/шт

Энергоёмкость процесса определяется из выражения [8]:

$$Э_э = \frac{N_e}{W_z}, \quad (3.40)$$

где  $N_e$  – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

$W_z$  – часовая производительность конструкции; ед./ч.

$$Э_{э0} = \frac{2,2}{4,36} = 0,50 \text{ кВт/шт}$$

$$Э_{э1} = \frac{2,2}{7,68} = 0,28 \text{ кВт/шт}$$

$$C_{э0} = 2,81 \cdot 0,5 = 1,4 \text{ руб/кВт}$$

$$C_{э1} = 2,81 \cdot 0,28 = 0,78 \text{ руб/кВт},$$

Затраты на ремонт и ТО определяются по формуле [8]:

$$C_{рто} = \frac{C_б \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}}, \quad (3.41)$$

где  $H_{рто}$  – суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.201.18.ССР.00.00.00

Лист



$$T_{ок} = \frac{C_{б1}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.45)$$

где  $C_{б1}$  – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{ок} = \frac{8983}{6362} = 1,41 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле [8]:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_б}. \quad (3.46)$$

$$E_{эф} = \frac{6362}{8983} = 0,7$$

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	Часовая производительность, ед/ч	4,36	7,68	176
2	Фондоемкость процесса, руб./ед	56	23	41
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед	0,5	0,28	56
4	Металлоемкость процесса, кг/ед	0,073	0,0026	3,56
5	Трудоемкость процесса, чел*ч/ед	0,22	0,13	59
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед	7,33	3	40
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед	43,7	17,1	
8	Годовая экономия, руб.	-	6370	-
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	6362	-
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	1,41	-
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,7	-

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день в виду новой ситуации на международном рынке и переход на мероприятия по замещению импортной продукции, возрастает нагрузка на сельскохозяйственную технику в частности на почвообрабатывающие машины. Поддержание почвообрабатывающих машин в постоянном работоспособном состоянии является актуальной задачей на сегодняшний день, а это возможно при наличии современных способов восстановления изношенных рабочих органов и эффективного оборудования.

Предлагаемая технология восстановления и упрочнения стрелчатых лап позволяет снизить себестоимость продукции, так затраты на восстановление значительно ниже новой детали.

Предлагаемая конструкция комплекта оснастки позволяет существенно сократить время на восстановление одного из важнейших элементов почвообрабатывающих машин – стрелчатых лап. Срок окупаемости капитальных вложений, от внедрения комплекта оснастки составляет 1,5 года, экономический эффект 6362 тыс. рублей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н. Р., Кочедамов А. В., Гималтдинов И. Х. Методическое пособие к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин»/под общ. ред. Адигамова Н. Р. – Казань: Издательство КГАУ, 2007, – 77с.
2. Агеев В.А. Методика расчета геометрии камер сгорания и охлаждения высокоскоростного газопламенного напыления // Сварочное производство, 1993. – №3.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.: Т. 2. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 912с.: ил.
4. Анухин В.И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. И доп. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 219 с.
5. Бабенко Э.Г. Расчет режимов резания при механической обработке металлов и сплавов: Методическое пособие к курсовому и дипломному проектированию. – Хабаровск, Изд-во ДГАПС, 1997. – 65 с.
6. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтных предприятий. – М.: Агропромиздат, 1990.
7. Бахтин П.У. Физико-механические и технологические свойства почв. М.: «Знание», 1971. 64 с.
8. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Казань: Изд-во КГАУ, 2008. – 61 с.
9. Газотермическое напыление: Учеб. пособие / кол. авторов; под общей ред. Л.Х. Балдаева. – М.: Маркет ДС, 2007. – 344 с.: ил.
10. Галиев И. Г. Методические указания к выполнению курсовой работы по «Организации технического сервиса». – Казань: КазГАУ, 2007, – 42 с.

11. Голованов Н.Ф., Гинзбург Е. Г., Фирун Н. Б. Зубчатые и червячные передачи. – Л.: Машиностроение, 1967.

12. Ермаков Ф.Х. Методические указания по разработке разделов «Безопасность жизнедеятельности на производстве» и «Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях» в дипломных проектах факультетов технического сервиса и механизации сельского хозяйства. Казань: Изд-во КГСХА, 2005. – 11с.

13. Молчанов Б.С. Проектирование промышленной вентиляции. Стройиздат, 1970. – 239 с.

14. Пучин Е.А., Новиков В.С., Очковский Н.А. и др. Технология ремонта машин. Под ред. профессора Е.А.Пучина. - М.: «Колос». - 2007

15. Рабинович А.Ш. Повышение работоспособности и сроков службы режущих рабочих органов машин путем обеспечения их самозатачивания. Повышение надежности и долговечности сельскохозяйственных машин. Материалы Всесоюзной научно-технической конференции под редакцией Клецкина М.И. - М.: - ВИСХОМ. - 1964.

16. Серый И. С., Смелов А. П., Черкун В. Е. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. – М.: Агропромиздат, 1991, – 184 с.

17. Справочник по вентиляторам. М.: Гос. изд. лит. по строительству и архитектуре, 1994. – 248 с.: ил.

18. Теплотехника: Учеб. для вузов. Под ред. А.П. Баскакова. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.

19. Технология ремонта машин /Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.: ил.

20. Усков В.П. Справочник по ремонту базовых деталей двигателей. Брянск, 1998. – 589 с., ил.

21. Федеральный закон от 23 июня 1999 года «Об основах охраны труда в Российской Федерации»

22. Хасуи А., Мorigаки О. Наплавка и напыление / Пер. с яп. В.Н. Попова; Под. ред. В.С. Степина, Н.Г. Шестеркина. – М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.: ил.

23. Черноиванов В.И., Бледных В.В., Северный А.Э. и др. «Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве»: Москва - Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003.- 992 с

24. Шариков Л. П. Охрана труда в малом бизнесе. Сервисное обслуживание автомобилей. Практическое пособие. – М.: изд-во Альфа-пресс, 2009. – 216 с.

БИБЛИОТЕКА ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# ПРИЛОЖЕНИЕ

БИБЛИОТЕКА ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



БИБЛИОТЕКА ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИБЛИОТЕКА ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИБЛИОТЕКА ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИБЛИОТЕКА ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# СПЕЦИФИКАЦИИ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			ССР 00.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
<u>Сборочные единицы</u>						
		1	ССР 01.00.00 СБ	Рама	1	
		2	ССР 02.00.00 СБ	Направляющая планка	1	
<u>Детали</u>						
		3	ССР 00.00.01	Корпус подшипника	1	
		4	ССР 00.00.02	Ось	1	
		5	ССР 00.00.03	Фиксатор	1	
		6	ССР 00.00.04	Пружина	1	
		7	ССР 00.00.05	Диск	1	
		8	ССР 00.00.06	Палец	1	
		9	ССР 00.00.07	Упорная шайба	1	
		10	ССР 00.00.08	Втулка	1	
		11	ССР 00.00.09	Рукоятка	2	
		12	ССР 00.00.10	Кольцо	1	
<u>Стандартные изделия</u>						
		13		Гайка М10 ГОСТ 5916-90	8	
		14		Болт М14 ГОСТ 7796-90	4	
		15		Подшипник 212 ГОСТ 8338-87	1	
		16		Шайба А12, ГОСТ 3391-87	2	
<b>ВКР 35.03.06.201.18.ССР.00.00.00.СБ</b>						
<b>Стол для сварочных работ</b>						
Спецификация						
Копировал						
Формат А4						

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Габдрахманов		06.18
Проб.		Гималтдинов		06.18
Н.контр.		Гималтдинов		06.18
Утв.		Адигамов Н.Р.		06.18

Лит.	Лист	Листов
Д П	1	1

Казанский ГАУ  
каф. Э и РМ