# 2. Проектирование технологического процесса ремонта

## 2.1 Анализ ремонтного чертежа детали

Представленная ниже деталь, хвостовик КСЛ 0902604 (см. рис. 2.1), представляет собой вал, предназначенный для передачи крутящего момента от ступицы зубчатого колеса на внешнюю нагрузку, и сделан из материала круг 45 ГОСТ 1050-74.

Этот вал-хвостовик нуждается одновременно в ремонте трех дефектов:

1. ремонт шлицев по толщине;
2. ремонт поверхности под ступицу;
3. ремонт шпоночного паза по ширине – это дефект являющийся основным для выполнения данной курсовой работы.

## 2.2 Выбора рационального способа ремонта

Выбор способа восстановления детали следует осуществлять поэтапно, применяя последовательно технологический, технический и технико-экономический критерий.

Перечень основных способов восстановления изношенных поверхностей:

1. Износ шлицев по толщине
   * Газоплазменное напыление.

Способ основан на нанесении покрытия на детали напылением газовой струей порошка, нагретого пламенем газа до жидкого или вязко-текучего состояния. Порошок подается в зону плавления.

Оборудование: УПТР-178М

* + Ручная наплавка покрытыми электродами.

Процесс дуговой наплавки основан на применении дуговой сварки плавящимся электродом.

Оборудование: выпрямитель ВД-306 УЗ

* + Механизированная наплавка в среде защитного (углекислого) газа.

Отличается от ручной сварки применением защитной среды.

Режим работы: наплавку ведут на постоянном токе обратной полярности, толщина наплавляемого слоя 0,8…1,0 мм, сила тока 85…110 А, напряжение 18…20 В, шаг наплавки 2.8…3.2 мм, расход углекислого газа 6…8 Н/мм.

Оборудование: выпрямитель ВСЖ-303, сварочный трансформатор ТДФ-500, электрод марки Св-ХГ2С

* + Вибродуговая наплавка.

Суть наплавки заключается в том, что электрод вибрирует вдоль своей оси, вызывая короткие замыкания в сварочной цепи и кратковременные периоды действия дуги.

Режим работы: толщина наплавляемого слоя 0,7 мм, диаметр электродной проволоки 1,6 мм, сварочный ток 120…150 А, шаг наплавки 1.6 мм.

Оборудование: источник питания ТДМ-302 – ремдеталь выпрямитель ВД-201УЗ.

* + Наплавка порошковыми проволоками.

Эту наплавку выполняют на постоянном токе обратной полярности.

Режим работы: диаметр проволоки 2.0 мм, сварочных ток 160…190 А, напряжение 18…20 В, проволока ПП-ФН4.

1. Износ поверхности под ступицу.
   * Железнение.

Обладает хорошими технико-экономическими показателями, высокой производительностью и относительной дешевизной, а также высокой поверхностной твердостью и износостойкостью. Для эелезнения данной поверхности применяют электролит №2.

* + Контактная наварка металлической ленты.

Сущность способа заключается в приварке и изношенной поверхности детали стальной ленты мощными импульсами тока.

Режимы работы: частота вращения шпинделя 5…7 мин-1, подача каретки 3.0…3.6 мм/об, сила тока 5…5.5 кА.

Оборудование: установка 011-1-02М «Ремдеталь».

* + Механизированная наплавка в среде защитного газа.

В качестве защитной среды используется углекислый газ или водяной пар.

Оборудование: выпрямитель ВСЭ-303, сварочный трансформатор ТДФ-500.

Режим работы: наплавку ведут на постоянном токе обратной полярности, толщина наплавляемого слоя 0.8…1.0 мм, сила тока 85…110 А, напряжение 18…20 В, шаг наплавки 2.8…3.2 мм.

* + Наварка проволоки.

Сущность способа состоит в привязке к изношенной поверхности металлической проволоки, при пропускании через нее мощного импульса тока.

Режим работы: ток 1.2…2.5 кА, шаг 1…2.5 мм, усилие прижатия 0.6…1.0 кН.

Оборудование: установка УЭМО-2.

* + Плазменная сварка и наплавка.

Наиболее распространенным и простым способом наплавки является наплавка по заранее насыпанному на наплавляемую поверхность порошку.

Условия работы: наплавочный материал ПГ-УС25, толщина наплавляемого слоя 1.5 мм, напряжение 58 В, ток 140 А, скорость наплавки 0.17 м/мм.

Оборудование: установка для плазменной наплавки УПН-303.

Основной дефект: износ шпоночного паза по ширине.

1. Ручная наплавка покрытыми электродами.

Процесс дуговой наплавки основан на применении дуговой сварки плавящимся электродом. Общие потери при наплавке покрытыми электродами с учетом потерь на угар, разбрызгивание и огарки составляют до 30%.

1. Механизированная дуговая наплавка под слоем флюса.

Процесс широко применяется для восстановления плоских и цилиндрических деталей, а также шлицев и шпоночных пазов. Для восстановления деталей сельскохозяйственной техники обычно применяют проволоку диаметром 1.2…3.0 мм. Свойства направляемого слоя сильно зависят от марки флюса.

1. Наплавка в среде защитных газов.

Отличается от наплавки под флюсом тем, что в качестве защитной среды используются инертные газы или углекислый газ. Наплавку ведут короткой дугой, на постоянном токе обратной полярности, с использованием источников питания с жесткой внешней характеристикой.

1. Наплавка в среде водяного пара.

Водяной пар позволяет применять проволоку различного состава, в том числе не содержащую раскисляющих элементов. Это дает возможность восстанавливать детали сельскохозяйственных машин широкой номенклатуры.

1. Вибродуговая наплавка.

Суть наплавки в том, что электрод вибрирует вдоль оси, вызывая короткие замыкания в сварочной цепи и короткие периоды действия дуги. Вследствие вибрации электродной проволоки происходит чередование: «дуговой разряд – короткое замыкание – холостой ход». Такой способ дает возможность получить слой толщиной от десятых долей миллиметра до 3 мм за один проход.

1. Наплавка порошковыми проволоками.

Эту наплавку выполняют на постоянном токе обратной полярности. Диаметр электродной проволоки выбирают в зависимости от диаметра восстанавливаемой детали и требуемой толщины наплавляемого слоя. Шаг наплавки должен быть таким, чтобы перекрытие каждого слоя последующим было 30…50% т.е. 3…12 мм.

Наплавку тел сложной формы следует проводить самозащитной порошколой проволокой на специализированных станках.

1. Газовая сварка и наплавка.

Наплавка проводится при нагреве и расплавлении наплавляемого металла с помощью высокотемпературного пламени. Процесс проводится, как правило, ацетилено-кислородным нейтральным пламенем.

После перечисления основных способов восстановления детали, необходимо выбрать основной способ.

Технологический критерий. Он оценивает каждый способ и определяет принципиальную возможность применимости того или иного способа восстановления.

Отобранные по этому критерию способы восстановления должны удовлетворять двум условиям:

1. по своим технологическим особенностям они должны быть приемлемы к данной детали;
2. устранять имеющиеся дефекты.

**Технический критерий**

Он оценивает каждый способ (выбранный по технологическому критерию) устранения дефектов детали с точки зрения восстановления.

Для каждого выбранного способа дают комплексную оценку по значению коэффициента долговечности , который определяется



, (2.1)



где , , – соответственно коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий;



– поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали. .



Расчет коэффициента по способам:



Рациональным по этому критерию будет способ, у которого , этому условию удовлетворяет второй метод – наплавка под слоем флюса.



Выбрав один из способов окончательное решение, по способу восстановления, принимают по технико-экономическому критерию.

Технико-экономический критерий связывает себестоимость восстановления детали с ее долговечностью.

, (2.2)



где – стоимость восстановления детали, руб;



– стоимость новой детали, руб.



Так как неизвестна стоимость новой детали, критерий оценивают по формуле

,



Эффективным будет тот способ, у которого .



Самым эффективным по этому показателю является второй способ – наплавка под флюсом.

Определение величины наращиваемого слоя.

, (2.3)



где – припуск, зависимый от способа наращивания;



– припуск на механическую обработку;



– величина износа.



.



При восстановлении изношенной шлицевой поверхности наплавкой с заплавлением впадин расчетную толщину наплавляемого слоя можно определить по формуле

, (2.4)



где – площадь поперечного сечения шлицевой впадины и изношенной части вала;



– средний диаметр шлицевой поверхности;



– количество шлицевых впадин.



.



При восстановлении шпоночного паза с его полной заваркой, принимаем толщину наплавляемого слоя .



## 2.3 Составление маршрута технологическ4ого процесса и выбор оборудования

1. Моечная операция: мойку детали проводят на погружной моечной машине тупикового типа, марки ОМ-5287, в 12%-ом растворе каустической соды.
2. Дефектовочная, промеряют размеры и определяют износы. Стол дефектовщика ОРГ-1468.
3. Токарная. Обработка поверхности 2, до выведения следов износа, станок токарно-винторезный 1К62.
4. Наплавочная, восстановление шлицевой поверхности, сварка под слоем флюса. Выпрямитель ВД-201У3. Станок ПДГ-312УЗ. Поверхность 1.
5. Наплавочная. Восстановление поверхности под ступицу, наплавка под флюсом, поверхность 2. Станок тот же (см. п. 4).
6. Наплавочная, восстановление шпоночного паза под слоем флюса, поверхность 3. Станок тот же (см. п. 4).
7. Токарная, обтачивание поверхности 1. Станок токарно-винторезный 1К62.
8. Токарная, обтачивание поверхности 2. Станок токарно-винторезный 1К62.
9. Фрезерная, фрезерование шлицевых пазов, поверхность 1. Станок горизонтально-фрезерный 6М12ПБ.
10. Фрезеровальная, фрезеровать шпоночный поз, поверхность 3. Станок горизонтально-фрезерный 6М12ПБ.
11. Шлифовальная, шлифовать поверхность 2. Станок шлифовальный 3М151.
12. Контрольная, стол дефектовщика ОРГ.

## 2.4 Разработка операций по восстановлению основного дефекта.

1. Наплавочная, наплавлять поверхность 3. Станок – сварочный полуавтомат НДГ-312УЗ. Патрон трехкулачковый 7100-0009 ГОСТ 2675-80 центр вращающийся, ГОСТ 8742-75, штангенциркуль ШЦ-II-160-0,02 ГОСТ 166-80, наплавочная проволока Св-08А, флюс 7И-348-В.
2. Токарная, точить поверхность 2. Станок токарно-винторезный 1Л62, патрон трехкулачновый 7100-0009 ГОСТ 2675-80, центр вращающийся, ГОСТ 8742-75, штангенциркуль ШЦ-II-160-002 ГОСТ 166-80.
3. Фрезеровальная, фрезеровать шпоночный паз, поверхность 3. Станок вертикально фрезерный 6Б12ПБ, патрон цапговый, 6151-0003 ГОСТ 3025-75, тиски 7827-0259 ГОСТ 4045-75, фреза концевая 2252-0152 Р18 ГОСТ 7063-75. Штангенциркуль ШЦ-II-160-002 ГОСТ 166-80.
4. Шлифовальная, шлифовать поверхность 2. Станок шлифовальный ЗМ151, хомутик 7107-0031 ГОСТ 2578-70, центр упорный ГОСТ 13214-79, центр вращающийся А-1-5-И ГОСТ 8742-75 ПП350х40х125.
5. Контрольная, стол дефектовщика ОРГ-1468. Штангенциркуль ШЦ-II-160-002-1 ГОСТ 166-80.

## 2.5 Нормирование операций

Техническое нормирование заключается в определении штучного времени и подготовително-заключительного.

,



где – основное время;



– вспомогательное время;



– дополнительное время.



Оперативное время

,



Основное время подсчитывается так

,



где – длина зоны наплавки, мм;



– ширина зоны наплавки, мм;



– толщина зоны наплавки, мм;



– диаметр электродной проволоки, мм;



– подача электродной проволоки.



.



Вспомогательное время при наплавке

,



где – число проходов.



При точении



где – диаметр детали, мм;



– длина обрабатываемой поверхности, мм;



При фрезеровании



При шлифовании

,



где – коэффициент зачистных ходов.



.



## 2.6 Расчет режимов

1. Наплавки

Скорость подачи

,



где – коэффициент наплавки, г/А ч;



– величина тока, А;



– диаметр проволоки, мм;



– плотность материала проволоки, г/см3.



Скорость наплавки

,



где – толщина слоя наплавки, мм;



– величина продольной подачи, мм/об.



2. Расчет режима при точении.

Глубина резания

,



где – диаметр после наплавки, мм;



– номинальный диаметр, мм.



Подача резца по шероховатости поверхности

,



где – коэффициент, характеризующий условия обработки;



– максимальная высота микронеровностей, мм;



– радиус при вершине резца, мм;



– главный и вспомогательный углы в плане;



– показатели степени.



Скорость резания



3. Расчет режима фрезерования

Скорость резания

,



где – коэффициент, характеризующий условия обработки;



– стойкость;



– глубина резания, мм.



Число зубьев



Частота вращения фрезы



4. Расчет режима при шлифовании

Скорость резания



Скорость вращения изделия



где – стойкость круга;



– коэффициент условий обработки.



Частота вращения изделия



# Список используемой литературы

1. Курчаткин В.В. Надежность и ремонт машин. – М., Колов, 2000.
2. Методические указания. – Куйбышев, 1988.
3. Прейсман В.И. Основы надежности сельскохозяйственной техники. – Днепропетровск, 1972.