МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАМИ)» / УНИВЕРСИТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ /

Выпускная квалификационная работа

Инновационный проект изготовления вала механизма рулевого управления автобуса ЛИАЗ 5226

(название темы)

Направление 222000 «Инноватика»
(код, наименование)

Автор работы _____ «____»_____ 2016 г. К.А.Логинов
(подпись) (инициалы, фамилия)

Группа 8-МИТн-8

Руководитель работы_____ «____»_____2016 г. А.А.Черепахин
(подпись) (инициалы, фамилия)

Нормоконтроль _____ «____»_____2016 г. Л.П.Андреева
(подпись) (инициалы, фамилия)

Работа допущена к защите

Заведующий кафедрой_____ «____»_____ 2016 г. В.Н.Ластовиря
(подпись) (инициалы, фамилия)

Оценка _____ Протокол ГЭК № _____ от «____»_____2016 г.

Председатель ГЭК_____ «____»_____2016 г. В.В.Жидиков
(подпись) (инициалы, фамилия)

Москва 2016г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАМИ)» / УНИВЕРСИТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ /

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой

_____
(подпись)

Задание на выпускную квалификационную работу

Студент (слушатель) Логинов К.А шифр 222000.62 группа 8-МИТн-8
(фамилия, инициалы)

1. Тема «Инновационный проект изготовления вала механизма рулевого управления автобуса ЛИАЗ 5226» утверждена приказом по Университету машиностроения от « 16» февраля 2016 г. № 7
2. Срок представления работы (проекта) к защите «_»____2016 г.
3. Исходные данные: в соответствии с приложением к заданию
4. Содержание пояснительной записки работы (по разделам):
   - Перечень сокращений, условных обозначений и терминов
   - Введение
   - Основная часть (по разделам)
   - Заключение
   - Список использованных источников
5. Перечень графического материала:
   в соответствии с приложением к заданию

Руководитель работы _____ «___»_____2016 г. А.А.Черепахин
(подпись) (инициалы, фамилия)

Задание принял к исполнению_____ «___»_____2016 г. К.А.Логинов
(подпись) (инициалы, фамилия)

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. Кафедрой
В.Н.Ластовиря
(инициалы, фамилия)

ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

СТУДЕНТ Логинов Кирилл Алексеевич группа 8-МИТн-8

ТЕМА «Инновационный проект изготовления вала механизма рулевого управления автобуса ЛИАЗ 5226»

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ:

1. Задание на выпускную квалификационную работу.

2. Целевое назначение проекта – определить, разработать и обосновать решение, обеспечивающее максимальную эффективность принятого варианта нововведения.

3. За критерий эффективности принять минимальное значение технологической себестоимости и сроков окупаемости.

СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ:

ВВЕДЕНИЕ: Обосновать актуальность, цель и задачи проекта.

1. ГЛАВА 1. Резюме проекта. Описание инновационной идеи.

2. ГЛАВА 2. Обоснование выбора, лежащего в основе разрабатываемой инновации.

3. ГЛАВА 3. Анализ инновационного потенциала субъекта инновационной деятельности.

4. ГЛАВА 4. Разработка процесса внедрения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Сформировать заявление о намерениях (проектную декларацию, инвестиционный меморандум) управляющего инновационным проектом с выводами о целесообразности реализации проекта и принятия управленческого решения.

Руководитель проекта _____ «____» _____2016 г. А.А.Черепахин

Задание принял к исполнению _____ «____»_____2016 г. К.А.Логинов

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. Кафедрой
В.Н.Ластовиря
(инициалы, фамилия)

«___»_____2016 г.

ГРАФИК РАБОТЫ НАД ВКР:

Номер раздела	Объем, %	Сроки выполнения		Отметка о выполнении (дата, подпись руководителя)
		Норматив	Календарная дата	
1 раздел	20	4 дня	8.05.2016 г.	
2 раздел	15	7 дней	12.05.2016 г.	
3 раздел	30	10 дней	19.05.2016 г.	
4 раздел	30	10 дней	29.05.2016 г.	
Введение и заключение	2	2 дня	9.06.2016 г.	
Окончательное оформление работы	1	1 день	10.06.2016 г.	
Подготовка доклада, графического материала и презентации	2	4 дня	14.06.2016 г.	

Дата выдачи графика «____»_____2016 г.

Руководитель ВКР _____ А.А.Черепахин
(подпись) (инциалы,фамилия)

График принял к исполнению _____ К.А.Логинов
(подпись) (инциалы,фамилия)

АННОТИРОВАННЫЙ РЕФЕРАТ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Основной тенденцией развития современного машиностроения является повышение рабочих параметров машин: скоростей, давлений, температур и т.д. Это приводит к необходимости создания новых конструкционных и антифрикционных материалов, достаточно прочных и термостойких, а также новых конструктивных решений отдельных элементов, модификации инструментов обработки и многое другое. Эти инновационные разработки, внедренные в производство позволят добиться лучших показателей эффективности по всем параметрам.

В данной выпускной квалификационной работе мы рассмотрим внедрение современных червячных фрез со сложной геометрией. Применительно к современным червячным фрезам на эти критерии влияют: время обработки при зубофрезерование. наружный диаметр червячной фрезы, длина фрезы и длина се режущей части, число заходов фрезы, число стружечных канавок и посадочное место червячной фрезы.

Изменяя некоторые параметры фрезы, увидим как изменились показатели экономической эффективности, что играет ключевую роль в актуальности и востребовательности данной инновации. Мы рассмотрим особенности конструкции современных червячных фрез, инструментальные материалы для их изготовления, субъект на котором будет происходить внедрение проекта, а также проведем анализ рынка, рассмотрим экономическую эффективность, покажем как измениться технологический маршрут обработки вала механизма рулевого управления, в котором уже будут использованы современные червячные фрезы. Затраты на производство сокращаются, а также сокращаются затраты на время обработки и повышается качество изделия.

Данная инновация это взгляд в будущее в мире машиностроения, использование инновационных разработок позволяет идти в ногу со временем и быть активным на рынке производителей, а также поддерживать конкурентоспособность наряду с другими предприятиями. На современном этане это означает, прежде всего, способность занять место в воспроизводящей цепочке и удерживать ею при всех ее модификациях.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…….7
ГЛАВА 1.РЕЗЮМЕ ПРОЕКТА. ОПИСАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ИДЕИ……..10
1.1 Служебное назначение изделия……10
1.2 Особенности конструкции современных червячных фрез……11
1.3 Субъект инновационной деятельности ООО «ЛиАЗ»……..17
ГЛАВА 2. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ ИННННОВАЦИИ. АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СУБЪЕКТА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ООО «ЛиАЗ»……...21
2.1. Анализ рынка……..21
2.2 Экономическая эффективность……...23
2.3 Инструментальные материалы современных червячных фрез……35
ГЛАВА 3. ПЛАН ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИИ……...45
3.1 Обоснование метода получения заготовки……45
3.2 Выбор и обоснование технологических баз……49
3.3 Повышение стойкости червячных фрез со сложной геометрией режущей поверхности……50
3.4 Износостойкое покрытие для червячных фрез……..53
3.5 Методы нанесения износостойкого покрытия для червячных фрез……..57
ГЛАВА 4. ПЛАН ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИИ…….61
Заключение……...68
Список используемой литературы……...69

ВВЕДЕНИЕ

С развитием научно-технического прогресса машиностроение стало ведущей отраслью народного хозяйства, и в ней сосредоточен большой научно- технический и производственный потенциал. Для нее создается благоприятная обстановка для воплощения на практике мероприятий способных каким-либо образом повышать качество и объём выпускаемой продукции с минимальными затратами.

Основными способами повышения производительности и качества в машиностроении являются наиболее широкое использование новейших разработок в области технологии автоматизации и механизации производственных процессов. Правильное решение выбора технологического процесса с учетом достижений научной и технической мысли решает вопрос о продолжительности производственного цикла и точности выпускаемой продукции.

В своей выпускной квалификационной работе, на базе существующего заводского процесса изготовления на ОАО «Ликинский автобус» вала редуктора рулевого управления автобуса ЛиАЗ-5256, разработан усовершенствованный технологический процесс, который позволяет повысить качество изготовления валов, значительно сократить трудоемкость изготовления и себестоимость продукции.

Ликинский автобусный завод в составе Дивизиона « Автобусы» входит в крупнейший отечественный автомобилестроительный холдинг Управляющая *компания Группа* «ГАЗ» и специализируется на производстве городских и пригородных автобусов большого и особо большого класса, отвечающих мировым требованиям по безопасности и экологической чистоте. Автобусы с маркой «ЛиАЗ» обеспечивают пассажирские перевозки в городах и регионах России, странах ближнего и дальнего зарубежья.

Предприятие расположено в восточной части Московской области, Орехово-Зуевском районе, г. Ликино-Дулево. Оно было основано как Лесохимический опытный завод облагораживания древесины (ЛОЗОД). На серийный выпуск прессованной древесины и изделий из ней завод вышел в 1937 году. В годы

войны завод работал на нужды фронта, выпуская специальную древесину для строительства самолетов, шары для помола пороха.

В 1944 году завод был реконструирован в Ликинский машиностроительный завод - ЛиМЗ. Он специализируется на выпуске машин и механизмов для лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности.

В 1958 году началась реконструкция ЛиМЗа на выпуск городских пассажирских автобусов модели ЗИЛ-158. Предприятие получило новое название - Ликинский автобусный завод (ЛиАЗ).

10 января 1959 года из ворот предприятия вышел первый Ликинский автобус. Автобус ЗИЛ-158 выпускался заводом по 1970г. включительно.

В ноябре 1962 года был выпущен первый большой городской автобус модели ЛиАз-677, серийный выпуск, которой был налажен с ноября 1967 года. В1972г автобус ЛиАЗ-677 демонстрировался на Международной ярмарке в г.Лейпциге и получил золотую медаль и Диплом первой степени.

В 1976г за успехи и разработку новых моделей завод награжден орденом Трудового Красного Знамени.

В 1985 г завод начал техническое перевооружение на производство автобусов ЛиАЗ-5256 и одновременно приступил к их мелкосерийному выпуску.

В марте 1991 г с нового конвейера сошел первый автобус ЛиАЗ-5256. В 1994г был прекращен выпуск автобусов ЛиАЗ-677.

С сентября 2005г Ликинский автобусный завод входит в Управляющую компанию Группы «ГАЗ».

Сейчас предприятием освоены и выпускаются городские и пригородные автобусы модели ЛиАЗ-5256, сочлененные ЛиАЗ-6212, низкопольные ЛиАз-5292 с широкой гаммой отечественных (ЯМЗ, КАМАЗ, коробки передач Роп.) и импортных (Катерпиллар, Allison, MAN) силовых агрегатов и применением современных материалов и передовых технологий. Ликинский автобусный завод сегодня производит порядка 50 модификаций

автобусов. Одной из наиболее известных и популярных моделей является большой городской автобус ЛиАЗ- 5256, комплектуемый двигателями, отвечающими международным нормам по экологической безопасности Евро-2 и Евро-3. На базе моделей ЛиАЗ-5256 и ЛиАЗ-5292 ведется создание троллейбусов. На предприятии занято 3200 человек.

ГЛАВА 1.РЕЗЮМЕ ПРОЕКТА. ОПИСАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ИДЕИ

1.1 Служебное назначение изделия

Угловой редуктор одноступенчатый служит для передачи крутящего момента от рулевого колеса через карданную передачу к рулевому механизму. Передаточное отношение углового редуктора 1:1. Механизм редуктора смонтирован в литом корпусе. Шестерни конические с прямыми зубьями. Угловой редуктор соединен с карданным валом, через фланец карданного вала, который установлен на хвостовике ведомой шестерни и закреплён клином.

Ведомая шестерня вращается в конических роликовых подшипниках, установленных в стакане. Регулировку зазора между ведущей и ведомой шестернями производят регулировочными прокладками. Ведущая шестерня своей нижней частью вращается в коническом роликовом подшипнике, который размешен в корпусе углового редуктора и прижат снизу крышкой. Между нижней крышкой и корпусом установлены резиновые уплотнительные кольца. В крышке на прокладке установлена магнитная пробка.

Конический роликовый подшипник прижат гайкой и закрыт крышкой, которая служит для крепления к корпусу редуктора. Во избежание вытекания масла в крышке предусмотрены уплотнительное кольцо и манжет, зафиксированные стопорным кольцом.

Ось шлица Г и шпоночной канавки Е должна лежать в одной диаметральной плоскости с точностью ±30.

Момент вращения вала редуктора рулевого управления, отсоединенный от винта рулевого механизма должен находиться в пределах 29-78 нм, осевой люфт рулевого колеса должен отсутствовать, угловой, свободный ход рулевого колеса не должен превышать 12 , иначе это будет мешать ходу.

Вал редуктора рулевого управления обладает важной соединительной функцией, деталь передает вращение от рулевого колеса на рулевой механизм, который, увеличив усилие, передает его на управление колеса.

Рулевое колесо установлено на конце вала рулевого управления, закреплено на нем шпонкой и гайкой. Вал вращается в коническом роликовом и упорном шариковом подшипниках. Нижним концом вал входит в шлицевое отверстие ведущей шестерни и опирается на нее опорным бортиком.

Проектируемая деталь должна отвечать требованиям прочности и точности изготовления.

1. Цементировать в 1... 1,4 мм после закалки твердость поверхности 58...63 HRC
2. После термообработки зачистить центра и править.

При установке по поверхностям Д1 и Д2 биение не более 0,01 мм.

1.2 Особенности конструкции современных червячных фрез

Основными критериями, определяющими качество любого инструмента, являются:

- производительность обработки, которую этот инструмент может обеспечить, если соблюдены все требования по его применению:
- стойкость инструмента, причем как в части продолжительности периода стойкости (времени резания новым или восстановленным инструментом), так и в части полного периода стойкости (суммы периодов стойкости до достижения предельного состояния), при этом особую важность приобретают вопросы восстановления работоспособности;
- качество обработки, выполненной этим инструментом.

Применительно к современным червячным фрезам на эти критерии влияют:

время обработки при зубофрезеровании. наружный диаметр червячной

фрезы, длина фрезы и длина ее режущей части, число заходов фрезы, число стружечных канавок и посадочное место червячной фрезы.

Время обработки при зубофрезеровании червячной фрезой.

11роизволитслыюсть при зубофрезеровании определяется временем обработки зубчатого венца, которое, в сою очередь, зависит от нескольких конструктивных параметров червячной фрезы и режимов обработки. Чтобы определить время обработки зубчатого венца, нам потребуется число зубьев обрабатываемой детали, наружный диаметр червячной фрезы, расстояние подвода фрезы, ширина обрабатываемого венца, расстояние отвода фрезы, число заходов червячной фрезы, осевая подача фрезы, оборот Детали и скорость резания.

Число зубьев обрабатываемой детали и ширина обрабатываемого венца определены как исходные данные. Па остальные величины, определяющие время обработки, мы можем влиять. Все эти параметры определяются конструкцией червячной фрезы, а некоторые (например, диаметр фрезы и число заходов) просто являются элементами самой конструкции. Основными элементами, полностью определяющими конструкцию червячной фрезы являются:

- наружный диаметр фрезы:
- диаметр посадочного отверстия;
- общая длина фрезы и длина рабочей части фрезы;
- число заходов фрезы:
- число стружечных канавок:
- задний угол головки зуба фрезы:
- исходный профиль.

Рассмотрим сначала влияние различных элементов конструкции современных червячных фрез на производительность и стойкость фрез, а также на качество обработки, а затем выясним, какие значения этих параметров соответствуют современному уровню техники и технологии.

Наружный диаметр червячной фрезы.

Теоретически, наружный диаметр червячной фрезы может быть любым. На практике, кроме ограничений по максимальному и минимальному диаметру со стороны станка, на выбор диаметра фрезы влияют несколько факторов. Диаметр фрезы может быть ограничен размерами фрезерной головки станка, если на детали есть буртик или обрабатывается колесо с несколькими зубчатыми венцами, то на диаметр фрезы также налагаются ограничения. Величина наружного лиамегра фрезы с посадочным отверстием определяется в первую очередь толщиной материала между стенкой отверстия или продольной шпонки и стружечной канавкой. Необходимо обеспечить достаточную жесткость в этом сечении для противостояния силам резания.

Далее минимальный диаметр фрезы ограничен высотой зуба фрезы. При неизменном числе стружечных канавок, чем больше наружный диаметр, тем больше высота зуба и. соответственно, величина переточки фрезы. Уменьшение высоты зуба сокращает полный период стойкости и увеличивает стоимость фрезы, отнесенную на одну деталь. С другой стороны, уменьшение наружного диаметра сокращает время обработки. Сокращение происходит по двум причинам. Если мы вернемся к формуле основного времени. Приведенной выше, то увидим, что сокращение наружного диаметра уменьшает время обработки. При той же скорости резания при уменьшении диаметра фреза начинает' вращаться быстрее. Частота вращения детали напрямую связана с частотой вращения фрезы, поэтому деталь также начинает вращаться быстрее. 11ри заданной скорости подачи фрезы па один оборот детали с увеличением частоты вращения минутная подача также увеличивается. В результате сокращения время обработки.

Второй причиной сокращения времени обработки является уменьшение расстояния подвода и отвода фрезы при уменьшении расстояния ее диаметра. Расстояние подвода пропорционально квадратному корню из диаметра червячной фрезы.

Длина фрезы и длина ее режущей части.

Современная технология зубофрезерования предполагает, что червячные фрезы в работе подвергаются осевому смещению, при котором в работу вступают новые участки фрезы. Такая стратегия обработки существенно увеличивает стойкость червячной фрезы. В то же время, совершенствование технологии изготовления червячных фрез привело к тому, что стоимость фрезы не увеличивается в прямой пропорции от ее длины. Л вот количество деталей, которое фреза может обработан» до переточки, увеличивается быстрее с увеличением длины червячной фрезы. Например, увеличение длины фрезы на 50% приводит к увеличению стоимости фрезы всего на 40%, в то время как число обработанных деталей увеличивается на 80%.

Необходимо также учитывать. Что затраты на замену изношенной фрезы и ее переточку намного выше, чем увеличение стоимости фрезы при увеличении ее длины.

Число заходов фрезы.

С увеличением числа заходов червячной фрезы пропорционально сокращается основное время фрезерования. Действительно, при той же частоте вращения червячной фрезы частота вращения обрабатываемой летали должна быть удвоена для двухзаходной фрезы, утроена для трехзаходной и т.д. Другими словами, за один оборот фрезы деталь переворачивается на угол, соответствующий такому числу зубьев, сколько заходов у фрезы. Т.е. при тех же режимах обработки время резания должно сокращаться вдвое при применении двухзаходной фрезы. На практике, однако, эта зависимость носит непрямой характер. Применение двухзаходных фрез является хорошей альтернативой увеличению подачи однозаходной фрезы. При увеличении подачи в два раза высота следов от подачи на поверхности зуба обрабатываемой детали увеличивается практически в четыре раза. При применении двухзаходной фрезы уменьшается число огибающих, определяющих профиль зуба, и появляется

возможность оставить прежнюю величину подачи, сократив время на обработку. 11а самом деле подача должна быть немного снижена, но выигрыш времени при применении двухзаходной фрезы остается весьма существенным. Проблема, однако, заключается в том. что удвоение числа заходов приводит к тому, что только половина зубьев фрезы формирует профиль зуба обрабатываемого колеса. Профиль зуба детали создастся только половиной огибающих резов и имеет более низкую точность, чем профиль, полученный однозаходной фрезой. Для повышения точности профиля необходимо увеличивать количество огибающих, что можно сделать, только увеличив количество стружечных канавок.

Необходимо также отметить, что если многозаходная червячная фреза имеем погрешности изготовления, то эти погрешности переносятся на деталь, причем размер погрешностей пропорционален числу заходов. Только фрезы, изготовленные на современных станках с ЧПУ. имеют настолько малую ошибку профиля, что она практически не увеличивается при увеличении количества заходов.

Число стружечных канавок

Увеличение числа стружечных канавок сокращает время обработки, уменьшает износ и увеличивает число огибающих, формирующих зуб. При увеличении числа канавок стойкость фрезы существенно возрастает. Это связано с тем, что объем материала, который надо удалить при обработке, делится между большим числом зубьев. При этом уменьшается толщина стружки на головке зуба. Уменьшение толщины стружки приводит к уменьшению усилий резания, нагрузка на кромки уменьшается и уменьшается износ. Однако число стружечных канавок нельзя увеличивать бесконечно. Две причины ограничивают увеличение числа стружечных канавок. Первая заключается в том. что при постоянном наружном диаметре увеличение числа канавок у мены паем полезную длину зуба фрезы и сокращает тем самым количество переточек фрезы.

Если увеличивать наружный диаметр фрезы для компенсации этой

проблемы, то увеличивается время резания. Вторая причина в том, что увеличение числа стружечных канавок уменьшает их объем, т.е. ограничиваем количество стружки. Это может привести к прекращению схода стружки и повреждению зубьев фрезы. До угла подъема спирали около 6 градусов стружечные канавки прямые. Если угол подъема больше 6 градусов, канавки делаются спиральными для компенсации различных передних углов входной и выходной стороны зуба фрезы. Таким образом, выбор количества стружечных канавок зависит от различных критериев и требований заказчика по оптимизации процесса.

Посадочное место червячной фрезы.

Посадочное место червячной фрезы имеет огромное значение с точки зрения качества обрабатываемой детали. Можно сказать. Что качество детали в существенной степени зависит от того, с какой точностью фреза установлена на зубофрезерный станок. По-прежнему самым применяемым является исполнение червячных фрез с отверстием с продольной посадочной шпонкой. Точность посадочного отверстия определяется международными нормами как H5 для фрез класса AA и AAA. Овальность отверстия не должна превышать 50% допуска на диаметр. Кроме указанного посадочного места применяются фрезы с отверстием и торцевыми шпонками. Твердосплавные фрезы изготавливаются практически исключительно в таком исполнении. Как специальные выпускаются фрезы с отверстием, но без шпонок.

Для крупносерийного производства все чаще применяются фрезы с короткими цилиндрическими или коническими хвостовиками с обеих сторон фрезы. Преимущества такого способа крепления заключаются в существенном сокращении времени замены фрезы и в очень высокой точности установки фрезы на станок.

Конструкция современных червячных фрез.

Наружный диаметр современных фрез выбирается при проектировании фрезы с учетом всех указанных выше составляющих - минимального

времени обработки, максимальной высоты зуба для увеличения числа возможных переточек. Стандартная длина фрезы для крупносерийного производства сегодня 200-220 миллиметров, для мелкосерийного производства - 140 миллиметров. Хотя на современные станки можно установить практически любые фрезы, если диаметр не превышает 4. Традиционно до последнего времени число стружечных канавок составляло 12 или 14. Например, в ГОСТ 9324 для фрез среднего модуля степени точности АА и ААА рекомендовалось 14 стружечных канавок. Сейчас эта величина удвоилась или даже утроилась. На рынке преобладают фрезы, носящие неофициальное название «многозубые», с числом стружечных канавок от 20 до 30. Длина зуба в этом случае допускает 10 - 12 переточек. Поскольку сегодня стоимость времени обработки существенно выше стоимости инструмента на одну деталь, целесообразно увеличивать число стружечных канавок до разумного предела, заведомо предполагая сокращение количества переточек. В этом случае время обработки сократится, сокращая тем самым эту составляющую затрат на обработку, а стоимость инструмента на деталь незначительно увеличится. В результате сокращаются полные затраты на обработку детали.)

1.3 Субъект инновационной деятельности ООО «ЛиАЗ»

История возникновения завода уходит в 1933 год. когда было принято решение о строительстве Лесохимического опытного завода облагораживания древесины "ЛОЗОД".

В 1935 завод выпускал: изоляционные плиты, бруски лигностона, прессованную древесину и изделия из нее.

С 1945 года завод стал именоваться Лики неким машиностроительным заводом (ЛиМЗ) и производил: электропилы, шпалорезные станки, мотовозы, лебедки, передвижные электростанции. В 1946 году на заводе работало больше 1100 человек.

С 1959 года завод начинает сборку пассажирских автобусов ЗиЛ 158 и становится Ликинским автобусным заводом (ЛиАЗ). Годовой выпуск составлял в 1959 году- 213 автобусов, в 1963 году- 5419 шт.. 1969 год-7045 штук. Одновременно велась разработка и испытание нового, улучшенного большого городского автобуса. Им стал ЛиАЗ-677, опытная партия которых изготовлена в 1967 году. За 25 лет изготовлено более 200 ООО автобусов ЛиАЗ-677 и его модификации: городской, северный, экскурсионный, пригородный, газобаллонный, передвижная телевизионная станция. Осенью 1972 года автобус ЛиАЗ-677 получил Золотую медаль и Диплом Первой степени на международной ярмарке в Лейпциге. В 1975 году производство было выведено на проектную мощность 10 000 автобусов в год. В 1976 году Указом Президиума Верховного Совета СССР завод был награжден «Орденом Трудового Красного Знамени».

1982 год - начало разработки проекта технического перевооружения завода ЛиАЗ на выпуск автобусов ЛиАЗ-5256. В 1985 году начало техническою перевооружения; одновременно начат выпуск автобусов малыми партиями в цехе мелких серий. Серийное производство больших городских автобусов ЛиАЗ-5256 начато с 1990 года.

С 1991 на 1995 годы характеризуются для завода значительным ухудшением показателей работы, итогом чего стал экономический кризис и остановка производства в 1996 году. Возбуждается дело о банкротстве и в 1997 году вводится внешнее управление, затем конкурсное производство. Однако процедуры проведены таким образом, что территория, имущество автобусного завода, его производственная деятельность сохранены и сегодня. ООО "Ликинский автобусный завод" является современным предприятием, обладающим технологией серийного (массового) производства больших городских автобусов с применением передовых высокоэффективных технологий, обеспечивающих выпуск продукции соответствующей действующим европейским стандартам.

Территория предприятия 630 тыс.кв.м. Производственные площади 172

тыс.кв.м. Парк технологического оборудования более 3000 единиц отечественного и зарубежного производства: "Джейко" (Италия), "Кальтенбах" (Австрия). "Наката" (Япония), "Шлаттер" (Швейцария). "Эсаб" (Швеция), "Хальброн". "Труматик". "Трумабент" (Германия) и др.

С 2000 года разработаны новые модели городских автобусов с учетом спроса потребителей и начато производство городских автобусов особо большой вместимости ЛиАЗ 6212. пригородных ЛиАЗ-5256 R; осуществляется подготовка производства низкопольных юродских автобусов.

В последние годы на ЛиАЗе произошли существенные преобразования, направленные на улучшение качества выпускаемой продукции и условий труда, увеличение производительности: был модернизирован главный конвейер, внедрено новое оборудование и технологии, производственный процесс организован в соответствии с принципами Производственной системы «ГАЗ» - системы непрерывных улучшений и бережливою производства. Инвестиции «Группы ГАЗ» в модернизацию ЛиАЗа с 2007 года составили полмиллиарда рублей.

Ликинский автобусный завод по праву считается флагманом отечественною автобусостроения: завод первым в России разработал и запустил в серийное производство 18-метровый сочлененный автобус, низкопольную гамму автобусов, а также работающие на газовом топливе и гибридные автобусы. В 2011 году начато серийное производство низконольных городских автобусов ЛИАЗ самых высоких экологических стандартов в России «Р.вро-5» и PI-V («Евро-5+»). В 2012 году представлен электробус ЛИАЗ-6274, опытная партия которых планировалась к выпуску в 2013 году. Продукция ликинского предприятия неоднократно удостаивались высоких наград в крупнейших специализированных конкурсах в номинациях «Лучший городской автобус», «Лучший автобус года» и «Приз зрительских симпатий».

Автобусы ЛиАЗ пользуются заслуженным спросом со стороны потребителей. Так. предприятие стало поставщиком автобусной техники нового поколения для крупнейших городов России: Москвы и Санкт-Петербурга. Требования к столичному транспорту по экологичности и комфорту являются самыми высокими в стране и соответствуют требованиям ведущих европейских столиц. В 2011 году завод поставил в Москву 2070 автобусов большого и особо большого класса экологических стандартов «Евро-4». «Евро-5» и EEV («Евро-5 *»). в 2012 году ЛиАЗ продолжил участие в развитии системы пассажироперевозок Москвы, выиграв тендер на поставку 660 машин. В Санкт-Петербург с 2008 но 2012 годы было поставлено 642 автобуса ЛИАЗ, в конце августа этого года ЛиАЗ получил заказ на производство еще 15 автобусов сочлененных низкопольных машин ЛИАЗ-6213.

Модельный ряд ЛиАЗ включает порядка 20 модификаций автобусов, востребованных на рынке общественных перевозок. ЛиАЗ - единственное в России предприятие, которое производит полную линейку юродских автобусов длиной 12 и 18 метров, работающих на различных вилах топлива (дизель, газ, электричество), включая низкопольную гамму.

ГЛАВА 2. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ ИННОВАЦИИ. АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СУБЪЕКТА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ООО «ЛиАЗ»

2.1. Анализ рынка

В сегодняшних экономических условиях любое предприятие старается максимально сократить расходы на производство. Одним из первых направлений сокращения расходов на режущий инструмент за счет приобретения более дешевого инструмента. Такой подход кажется достаточно очевидным. Однако летальные экономические расчеты в большинстве случаев показывают обратный результат - применение более дешевого инструмента не только не приводит к сокращению затрат, но и может привести к их увеличению. Одной из областей обработки резанием, где эффективность применения современного дорогого инструмента относительно дешевого традиционно проявляется достаточно четко, является фрезерование зуба червячными фрезами.

Рассмотрим сначала, что мы понимаем под понятием «современная червячная фреза». Анализ рынка показывает, что абсолютное большинство потребителей применяют червячные фрезы двух конструкций - цельные фрезы из быстрорежущей стали и фрезы с вставными (поворотными) рейками. При этом практически 100% фрез изготавливаются из «обычной» быстрорежущей стали с различным содержанием вольфрама, зачастую без легирования кобальтом. Эти фрезы многие годы выпускаются инструментальными заводами и инструментальными производствами и являются «первым выбором» для любого технолога, работающего в области зубофрезерования. При этом доля червячных фрез с износостойким покрытием на территории стран бывшего СССР не превышает 5%. Червячные фрезы из твердого сплава или с твердосплавными пластинами имеют практически единичное применение.

Аналогичный анализ рынка западных стран (например, материалы IISS Forum январь 2009 г.) показывает абсолютно другую картину. Во-первых, доля червячных фрез с покрытием превышает 95%. т.е. те же самые 5% остаются на долю инструмента без износостойкого покрытия. Во-вторых, доля инструментов из быстрорежущей стали составляет 81%, а оставшиеся 19 приходятся на долю твердосплавных фрез. И. наконец, в третьих доля «обычной» быстрорежущей стали сегодня в производстве червячных фрез не превышает 5%, остальные 95% фрез изготавливаются из порошковой быстрорежущей стали. Если сравнивать конструкцию «традиционной» и «современной» червячных фрез, то сразу можно заметить существенные различия. Современные фрезы более длинные, имеют больше стружечных канавок и минимально возможный с точки зрения прочности наружный диаметр. И, наконец, анализ западного рынка показывает абсолютно отличную от рынка стран бывшего СССР картину в части точности червячных фрез. Если на отечественном рынке преобладают фрезы класса точности А и В. в очень редких случаях – АА, то на западных рынках полностью отсутствуют фрезы класса точности А и В, в очень редких случаях АА, то на западных рынках полностью отсутствуют фрезы класса точности хуже А. В то же время на наших производствах доля фрез класса точности ААА практически нулевая, а на западных рынках превышает 20%.

Резонный вопрос - какое отношение все указанное выше имеет к снижению затрат на фрезерование с применением червячных фрез? Ответ достаточно прост - все указанные изменения в конструкции червячных фрез направлены именно на снижение затрат на обработку. Для подтверждения этого ответа рассмотрим, к чему приводят упомянутые выше изменения в конструкции фрез, инструментальном материале, наличии покрытия с точки зрения технологии обработки и оценим затем их количественно с точки зрения затрат на обработку.

2.2 Экономическая эффективность

Затраты на механическую обработку.

Существует достаточно большое количество статей затрат на механическую обработку. Определяющими являются:

- затраты, связанные с основным временем обработки;
- затраты, связанные со вспомогательным временем обработки;
- затраты, связанные со временем наладки станка;
-затраты, связанные с эксплуатацией режущего инструмента.

Эти составляющие затрат связаны между собой. Например, если идти по пути приобретения наиболее дешевого инструмента, можно рассчитывать на определенное сокращение доли затрат на режущий инструмент, но одновременно может произойти увеличение вспомогательного времени на замену фрезы в случае сокращения её периода стойкости и соответствующее увеличение доли затрат на восстановление инструмента.

Можно с высокой степенью достоверности и сказать, что затраты на механическую обработку всегда определяются производительностью обработки и стой костью инструмента, так как эти показатели влияют на все статьи затрат. Естественно, при условии обеспечения заданной точности обработки.

Каждый станок в определенных производственных условиях имеет четко определенную стоимость эксплуатации. Эта стоимость, приведенная к одному часу работы станка, называется станко-часом. Станко-час не зависит от того, что и как обрабатывается на станке, а определяется затратами на амортизацию оборудования, затратами на возврат кредитов, связанных с покупкой оборудования, затратами на аренду площади под оборудование, затратами на энергоносители, затратами на ремонт и восстановление оборудования и административными затратами. В стоимость станко-часа можно включить затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, относящуюся к данному станку .

Зная стоимость станко-часа. можно связать параметры времени со стоимость. Умножая основное время на стоимость станко-часа. получаем затраты, связанные с основным временем. Расходы, оцениваемые стоимостью станко-часа. присутствуют даже тогда, когда станок не находится в процессе резания, а совершает вспомогательные перемещения или простаивает. Оценивая вспомогательное время (но всем составляющим - закрепление и раскрепление детали, холостой ход, время замены изношенного инструмента, время измерения детали на станке и т.д.) и умножая полученную величину на стоимость станко-часа. получаем затраты, связанные со вспомогательным временем. То же самое относится ко времени наладки и затратам на наладку в той части, которая связана с простоем станка.

Затраты при зубофрезеровании - влияние конструкции червячной фрезы.

Производительность при зубофрезеровании определяется временем обработки зубчатого венца которое, в свою очередь, зависит от нескольких конструктивных параметров червячной фрезы и режимов обработки.

Учитывая сказанное выше, время обработки, умноженное на стоимость станко-часа, определяет затраты в той части, которая связана с основным временем.

С уменьшением диаметра фрезы основное время сокращается. Уменьшать диаметр фрезы можно до определенного предела, поскольку при уменьшении диаметра фрезы уменьшается также полезная длина зуба, что приводит к сокращению полного периода стойкости. Достаточно простые расчеты позволяют: всегда найти оптимальное соотношение между этими двумя показателями. Кроме того, уменьшение диаметра фрезы приводит к увеличению следа от подачи; после фрезерования, что напрямую определяет шероховатость обработанной поверхности. В то же время увеличение диаметра фрезы позволяет увеличить число стружечных канавок. Увеличение числа стружечных канавок позволяет при той же толщине

стружки на головке зуба увеличить подачу на оборот детали, что также сокращает основное время. С другой стороны, увеличение диаметра фрезы приводит к увеличению расстояния подвода и отвода фрезы. В некоторых случаях эти изменения компенсируют друг друга. Например, при увеличении диаметра фрезы с 30 мм до 130 мм расстояние подвода увеличивается с 15 мм до 30 мм т.е. на 100%. Расстояние отвода остается при этом практически неизменным. В результате полное осевое перемещение фрезы увеличивается с 33 мм до 50 мм, т.е, на 50%. Число стружечных канавок при таком увеличении диаметра может быть увеличено с 7 до 26, т.е. на 400 %. Соответственно может быть увеличена осевая подача, что в конечном итоге приводит к существенному сокращению основного времени. Истина, как обычно, лежит посередине. Увеличивая подачу, мы одновременно увеличиваем след от подачи. Поскольку мы всегда имеем определенные ограничения по размеру следа от подачи (в зависимости от технологии обработки), то и увеличивать подачу мы может только до определенного предела. При этом общая тенденция в конструировании червячных фрез остается неизменной - уменьшение наружного диаметра при одновременном увеличении числа стружечных канавок.

Аналогичные рассуждения можно провести применительно к числу заходов. Увеличение числа заходов червячной фрезы сокращает основное время обработки. Однако увеличение числа заходов влияет на отклонение профиля обрабатываемого колеса, определяемое высотой отклонений огибающих резов при обработке.

С увеличением точности изготовления червячных фрез практически исчезла дополнительная погрешность, связанная с отклонением профиля фрезы от захода к заходу, но отклонение огибающих по-прежнему присутствует.

Оно увеличивается пропорционально квадрату числа ходов фрезы и ограничивает возможное число заходов. В конечном итоге отклонение

огибающих влияет на погрешность формы профиля изготавливаемого зубчатого колеса.

Затраты при зубофрезеровании - влияние инструментального материала и покрытия.

Еще одним показателем, влияющим на основное время, является скорость резания. Увеличение скорости резания приводит к пропорциональному сокращению основному времени и к снижению связанных с этим затрат;

В то же время, один из основополагающих принципов обработки резанием, формула Тейлора гласит, что стойкость режущего инструмента обратно пропорциональна скорости резания. Увеличение скорости резания приводит к сокращению основного времени и, соответственно, к снижению связанных с этим затрат. Одновременно с этим увеличение скорости резания приводит к сокращению периода стойкости инструмента. Как следствие, возрастают другие составляющие затрат. Инструмент (в данном случае) червячную фрезу надо чаще менять, что приводит к увеличению доли вспомогательною времени, связанного с временем замены изношенного инструмента - надо снять изношенную фрезу, установить новую, проверить точность её установки по биению и. в ряде случаев, сделать пробный проход. Существует диапазон скоростей резания, в котором затраты на основное время и на вспомогательное время находятся в оптимальном соотношении. Именно в этой области скоростей резания и возможна наиболее эффективная эксплуатация инструмента. Численное значение скорости резания в эффективной области зависит от нескольких факторов.

Как и для любого другою инструмента, выбор скорости резания для червячной фрезы определяется, с одной стороны, инструментальным материалом и ею покрытием. С другой стороны, на выбор скорости резания влияние оказывает обрабатываемый материал и ею твердость. Дополнительным фактором. влияющим на выбор скорости резания, является наличие или отсутствие СОЖ при зубофрезеровании. Сочетание различных

факторов определяет оптимальную с точки зрения стоимости обработки скорость резания. Эксплуатация инструмента на скорости резания ниже или выше оптимальной приводит к увеличению затрат на обработку либо из-за снижения производительности, либо из-за сокращения периода стойкости и связанных с этим затрат на замену инструмента.

Упомянутая в начале статьи ситуация с принципиально другими инструментальными материалами и наличием износостойкого покрытия отражает результаты борьбы за смещение оптимальной зоны эксплуатации червячных фрез в сторону более высоких скоростей резания. За счет чего?

В первую очередь, за счет применения в качестве инструментального материала порошковых быстрорежущих сталей, что обеспечивает существенное повышение скоростей резания и подач по сравнению с обычными порошковыми сталями при одновременном увеличении периода стойкости.

Быстрорежущая сталь была изобретена и применена как инструментальный материал в начале 20 века Фредериком Тейлором. Эта сталь имеет в качестве основы железо (Fe), которое смешано с углеродом (C) и легировано различными металлами, такими как ванадий (V), вольфрам (W). хром (Сг), молибден (Мо). кобальт (Со) и другими. Вступая в реакцию с углеродом, эти легирующие элементы образуют карбиды. Именно карбиды придают быстрорежущей стали твердость, износостойкость и вязкость. Разные легирующие элементы по-разному влияют на свойства стали. Доля легирующих элементов в современных быстрорежущих сталях составляет от 15 % до 30 %.

Одной из основных проблем, связанных с быстрорежущими сталями, полученными традиционным методом, являются не постоянные форма и размеры, и неравномерное распределение карбидов. Управлять размерами и распределением карбидов очень сложно. В результате сталь может обладать целым рядом дефектов, таких как неоднородность металлургических характеристик, избыточная твердость и хрупкость в отдельных зонах, плохая

обрабатываемость, высокий уровень деформаций при термической обработке и т.д. Этих дефектов практически лишены быстрорежущие стали, полученные метолом порошковой металлургии.

Порошковая технология получения быстрорежущей стали отличается от традиционного метода. Основные и легирующие элементы сначала измельчаются в среде инертного газа до состояния порошка с очень мелким зерном. Затем полученная смесь в нагретом состоянии помещается в капсулы (металлические цилиндры), которые запаиваются в вакууме. Далее в цилиндре спрессовываются при высокой температуре и под большим давлением (методом изостатического прессования). В результате получается компактная масса, в которой равномерно распределены карбиды различных легирующих элементов.

В быстрорежущих сталях, полученных порошковым методом, карбиды имеют малые размеры и очень хорошо распределены по всей массе материала. Кроме того, в этих сталях легче контролировать размер и распределение карбидов. Как следствие, можно увеличивать процентное содержание легирующих элементов, улучшая режущие способности стали. Преимущества порошковой быстрорежущей стали также обуславливаются её мелкозернистой структурой, отсутствием примесей (существенно влияет на вязкость) и отсутствием ликвации (сегрегации), т.е. высокой однородностью всей заготовки по химическому составу, структуре и включениям.

Одной из наиболее важных характеристик быстрорежущей стали является её твердость, которая обеспечивается соответствующей термической обработкой. Термическая обработка быстрорежущей стали всегда была достаточно сложным процессом, но появление порошковой стали предъявляет к этому процессу еще более высокие требования. Небольшое отклонение от заданной температуры или времени выдержки стали внутри закалочной печи может существенно изменить результат. Современные порошковые стали закаливаются до твердости 65.. .69 HRC.

Как уже констатировалось выше, в странах бывшего СССР порошковые стали имеют ограниченное применение. Производителей порошковых сталей в наших странах нет.

С 2010 г. Томский инструментальный завод освоил изготовление режущих пластинок их порошковых сталей, но только для токарных резцов и цилиндрических фрез. Для зуборезного инструмента в России пластины не делают.

Возможно приобретение полуфабрикатов у мировых поставщиков, но в этом случае у большинства производителей червячных фрез возникают проблемы с термической обработкой стали - из-за отсутствия современного оборудования не выдерживаются режимы термической обработки и возникают закалочные дефекты. Только в последнее время появляются предприятия, готовые в ограниченном объеме осуществлять термическую обработку порошковых сталей.

Если сравнивать порошковые и обычные быстрорежущие стали но техническим параметрам, но стоимости и по эффективности применения, то порошковые быстрорежущие стали находятся ближе к «идеальному» материалу - они одновременно имеют и более высокую твердость, и более высокую прочность.

Одновременное увеличение твердости и прочности позволяют одновременно увеличивать скорость резания и подачу. В таблице I приведены возможные значения скоростей резания и максимальной толщины стружки на головке зуба фрезы (фактически определяет максимальную величину подачи при обработке). Материал M35 является мировым аналогом отечественной быстрорежущей стали P6M5K5. Остальные материалы в таблице - порошковые быстрорежущие стали с различной долей легирующих элементов. Указанные значения приведены для обработки зубчатых колес модулем 2 мм из стали прочностью около 700 Н/ мм в квадрате. Для толщины стружки приведен диапазон значений. Наиболее часто в настоящее время применяется порошковая быстрорежущая сталь

марки S390, обеспечивающая возможность повышения скорости резания по сравнению с обычной быстрорежущей сталью на 40 % при обработке с СОЖ и в 2 раза при обработке без СОЖ. В этой таблице порошковые быстрорежущие стали расположены в порядке увеличения цены.

Как видно из таблицы 1, применение порошковой быстрорежущей стали обеспечивает существенное увеличение производительности.

Таблица 1 – Возможные значения скоростей резания и максимальной толщины стружки на головке зуба фрезы

Материал фрезы	Возможные скорости резания	Максимальная толщина стружки
M35	90 м/мин (в)	0.00(в)
		0,25(в)
ASP 2030	100 м/мин (в)	0,00(в)
		0,25(в)
S 390	12S м/мин (в)	0.00(в)/0.10(с)
	180 м/мин (с)	0.30(в)/0.25(с)
Rex 76	130 м/мин (в)	0.00(в)/0.10(с)
	165 м/мин (с)	0.30(в)/0.25(с)
Rex 121	135 м/мин (в)	0,00(в)/0,10(с)
	170 м/мин (с)	0.30(в)/0,25(с)
ASP 2080	130 м/мин (в)	0.00(в)/0,10©
	180 м/мин (с)	0,30(в)/0,25(с)
(в) – обработка с СОЖ (с) – обработка без СОЖ		

Завершая рассмотрение вопроса о возможном увеличении производительности, отметим, что возможным ограничивающим фактором может быть состояние зубофрезерного станка. Станки старой конструкции или в плохом техническом состоянии могут ограничивать применение червячных фрез современных конструкций, из современных инструментальных материалов с современными износостойки ми покрытиями. 'Этот фактор нужно учитывать при экономических расчетах.

Затраты при зубофрезеровании - точность червячных фрез.

Точность червячной фрезы может влиять на сокращение затрат двумя основными путями. Первый путь уже был упомянут в начале данной главы более высокая точность изготовления современных червячных фрез позволяет существенно уменьшить искажение контура при применении многозаходных червячных фрез.

Второй путь связан с возможным изменением маршрутной технологии. Определяющим является степень точности готового изделия - обрабатываемого зубчатого венца. В зависимости от этих требований и от возможностей применяемого оборудования и технологии выбирается маршрутный процесс. Применение более точных червячных фрез позволяет в некоторых случаях отказаться от промежуточных чистовых операций. Основным показателем, определяющим точность червячной фрезы, является погрешность зацепления в зоне контакта. Точность обработки зубчатого венца определяется полной погрешностью профиля.

Величина полной погрешности профиля ни при каких условиях не может быть меньше погрешности зацепления червячной фрезы. Иными словами, значение погрешности профиля червячной фрезы определят теоретически возможную точность обработки зубчатого венца без учета всех остальных погрешностей - станка, зажимных приспособлений фрезы и детали и т.д.

Рассмотрим дальнейшее на примере обработки цилиндрических зубчатых венцов. При переходе с фрезы класса точности В на фрезу класса точности А получаем теоретически возможное улучшение точности обработанного колеса с 10 до 8 степени точности. При переходе в тех же условиях на фрезы класса точности АА мы получаем теоретическую возможность обработать зубчатое колесо с параметрами точности профиля, соответствующими 6 степени точности. Практические результаты, естественно, будут отличаться в худшую сторону, но для всех случаев - и для «хороших» и для «плохих» фрез.

В результате в ряде случаев появляется возможность исключить дополнительные проходы при фрезеровании или даже исключить целые операции, что приводит сразу к существенному сокращению затрат.

Назначение червячной фрезы состоит в удалении стружки е заготовки для создания необходимого профиля зуба. Как и к любому другому режущему инструменту, к червячной фрезе предъявляются два основных требования: обеспечение максимального периода стойкости и обеспечение заданною качества обработки.

Период стойкости являются определяющим фактором для доли стоимости обработки, относящейся к режущему инструменту. Чем выше стоимость инструмента, тем больше влияние периода стойкости на стоимость обработки.

Влиять на период стойкости червячной фрезы можно за счет оптимальною выбора скорости резания и подачи. Применительно к червячным фрезам подача определяется максимальной толщиной стружки на головке зуба фрезы.

Конструктивные параметры червячных фрез.

В первой статье данного цикла мы уже рассматривали элементы конструкции червячной фрезы и их влияние на параметры обработки. Рассмотрим эти элементы еще раз и определим стратегию выбора оптимальной конструкции червячной фрезы.

Мы уже определили, что при условии обеспечения заданной точности обработки основным критерием выбора инструмента и технологии обработки является минимальная стоимость обработки, которая в свою очередь определяется производительностью и стойкостью инструмента.

Производительность при зубофрезеровании определяется временем обработки зубчатого венца, которое, в свою очередь, зависит от нескольких конструктивных параметров червячной фрезы и режимов обработки.

С уменьшением диаметра фрезы и с увеличением числа заходов основное время сокращается. Отсюда вполне логичный ответ на вопрос, как увеличить производительность фрезы - уменьшить её наружный диаметр и увеличить число заходов. Однако при подробном рассмотрении этот ответ не всегда самый правильный.

Уменьшать диаметр фрезы можно до определенного предела, поскольку при уменьшении диаметра фрезы уменьшается также полезная высота зуба. Кроме того, как видно из формулы, уменьшение диаметра фрезы приводит к увеличению следа от подачи. В то же время увеличение диаметра фрезы позволяет увеличить число стружечных канавок. Увеличение числа стружечных канавок позволяет при той же толщине стружки на головке зуба увеличить подачу на оборот детали, что также сокращает основное время. С другой стороны, увеличение диаметра фрезы приводит к увеличению расстояния подвода и отвода фрезы. В некоторых случаях эти изменения компенсируют друг друга. Например, при увеличении диаметра фрезы с 30 до 130 мм расстояние подвода увеличивается с 15 до 30 мм т.е. на 100%. Расстояние отвода остается при этом практически неизменным. В результате полное осевое перемещение фрезы увеличивается с 33 до 50 мм т.е. на 50 %. Число стружечных канавок при таком увеличении диаметра может быть увеличено с 7 до 26, т.е. на 400 %. Соответственно может быть увеличена осевая подача, что в конечном итоге приводит к существенному сокращению основного времени.

Здесь кажется очевидным, что ответ на заданный вопрос о самой производительной фрезе снова очевиден - надо получить максимальное число стружечных канавок и, соответственно, увеличить подачу. Эта фреза и будет самой производительной. Однако и этот ответ не всегда самый правильный. Истина, как обычно, лежит посередине. Увеличивая подачу, мы одновременно увеличиваем след от подачи. Поскольку мы всегда имеем определенные ограничения по размеру следа от подачи (в зависимости от технологии обработки), то и увеличивать подачу мы может только до определенного предела. И результате может возникнуть ситуация, когда увеличение подачи уже не может скомпенсировать увеличение диаметра и соответствующее увеличение числа стружечных канавок и фрезы меньшего диаметра становятся более производительными.

Аналогичные рассуждения можно про вести применительно к числу заходов. Увеличение числа заходов червячной фрезы сокращает основное время обработки.

С увеличением точности изготовления червячных фрез практически исчезла дополнительная погрешность, связанная с отклонением профиля фрезы от захода к заходу, но отклонение огибающих по-прежнему присутствует. Оно увеличивается пропорционально квадрату числа заходов фрезы и ограничивает число заходов сверху. В конечном итоге отклонение огибающих влияет на погрешность формы профиля изготавливаемого зубчатого колеса.

Для предотвращения переноса погрешности изготовления червячной фрезы на обрабатываемую деталь необходимо обеспечить, чтобы каждый зуб червячной фрезы обработал каждую впадину зубчатого колеса. Это правило должно соблюдаться при выборе числа заходов и числа стружечных канавок фрезы. В общем виде это правило можно представить математически выражением:

При выполнении этого правила отклонения легко предсказуемы и могут быть заранее теоретически рассчитаны. Как правило, погрешности профиля, вызванные отклонением огибающих резов, существенно меньше, чем погрешности контактной линии, вызванные следом от подачи.

Как видно из изложенного выше, все конструктивные и эксплуатационные особенности червячной фрезы в той или иной степени влияют на результат обработки. Поставщики технологий обработки зубчатых колес, как правило, владеют программами расчета теоретических параметров зубчатого колеса и могут оптимальным образом подобрать режимы обработки и выбрать конструкцию червячной фрезы.

2.3 Инструментальные материалы современных червячных фрез

Любой инструментальный материал должен сочетать вязкость и твердость. В особой степени это относится к материалу червячных фрез. В процессе зубофрезерования зуб фрезы проходит разные участки резания. На этих участках меняется толщина стружки на головке зуба фрезы и луга контакта зуба с обрабатываемой деталью. Например, на входе в деталь при попутном фрезеровании толщина стружки максимальна, что требует высокой вязкости инструментального материала. На выходе зуба из детали (при попутном фрезеровании) и на выходящей стороне профиля зуба фрезы формируется тонкая стружка, приводящая к проскальзыванию зуба и высокому трению, что требует высокой сопротивляемости абразивному износу (твердости). Такая комбинация вязкости и твердости получается за счет вязкого инструментального материала и твердого износостойкого покрытия. В этой статье мы рассмотрим основные инструментальные материалы для червячных фрез, а следующая статья будет посвящена износостойким покрытиям для зубофрезерования.

Существует один из основных законов механики, который гласит, что чем металл тверже, тем он более хрупкий. Инструментальный материал должен разумно комбинировать эти свойства. Идеальным инструментальным материалом является тог. который позволяет реализовать обработку на высокой скорости резания (благодаря высокой износостойкости - и теплопроводности) и высокой подаче (благодаря высокой вязкости и высокой прочности на изгиб и растяжение).

Быстрорежущая сталь

Быстрорежущая сталь была изобретена и применена как инструментальный материал в начале XX века Фредериком У. Тейлором. Эта сталь имеет в качестве основы железо (Fe), которое смешано с углеродом (C) и легировано различными металлами, такими как ванадий (V), вольфрам (W), хром (Сг), молибден (Mo), кобальт (Co) и другими. Вступая в реакцию с углеродом, эти легирующие элементы образуют карбиды. Именно карбиды придают быстрорежущей стали твердость, износостойкость и вязкость.

Разные легирующие элементы по-разному влияют на свойства стали. Хром увеличивает прочность и твердость и уменьшает теплопроводность. Кобальт увеличивает твердость и износостойкость, а также стойкость к окислению и температурную стабильность. Молибден увеличивает твердость и температурную стабильность и предотвращает хрупкость. Вольфрам увеличивает твердость, теплостойкость и износостойкость. Ванадий повышает сопротивляемость к растяжению, трению и теплу, а также снижает хрупкость. Марганец увеличивает предел прочности стали. Доля легирующих элементов в современных быстрорежущих сталях составляет от 15% до 30%.

В последние годы быстрорежущие материалы претерпели значительные изменения, что привело к существенному улучшению их технических характеристик. В результате режимы резания с применением инструментов из быстрорежущей стали существенно возросли при одновременном увеличении периода стойкости инструмента. В основном это определяется переходом на быстрорежущие стали, полученные порошковым метолом.

Порошковая технология получения быстрорежущей стали отличается от традиционного метода. Основные и легирующие элементы сначала измельчаются в среде инертного газа до состояния порошка с очень мелким зерном. Затем полученная смесь в нагретом состоянии помещается в капсулы (металлические цилиндры), которые запаиваются в вакууме. Далее цилиндры спрессовываются при высокой температуре и под большим давлением (методом изостатического прессования). В результате получается компактная масса, в которой равномерно распределены карбиды раз личных легирующих элементов.

Одной из основных проблем, связанных с быстрорежущими сталями, полученными традиционным методом, являются непостоянные форма и размеры, и неравномерное распределение карбидов . Управлять размерами и распределением карбидов очень сложно. В результате сталь может обладать

целым рядом дефектов, таких как неоднородность металлургических характеристик, избыточная твердость и хрупкость в отдельных зонах, плохая обрабатываемость, высокий уровень деформаций при термической обработке и т. д.

В быстрорежущих сталях, полученных порошковым методом, карбиды имеют малые размеры и очень хорошо распре делены по всей массе материала. Кроме того, в этих сталях легче контролировать размер и распределение карбидов. Как следствие, можно увеличивать процентное содержание легирующих элементов, улучшая режущие способности стали. Преимущества порошковой быстрорежущей стали также обусловливаются её мелкозернистой структурой, отсутствием примесей (существенно влияет на вязкость) и отсутствием ликвации (сегрегации), т. е. высокой однородностью всей заготовки по химическому состав), структуре и включениям. Метод получения порошковой стали ограничивает наружный диаметр изделия (в нашем случае червячной фрезы) 250 мм.

В международных стандартах быстро режущая сталь, полученная традиционным способом, обозначается HSS (от High Speed Steel - быстрорежущая сталь). Для стали, полученной порошковым способом, к обозначению добавляется PM (от Powder Metallurgy - порошковая металлургия).

Сталь M2 является традиционной маркой быстрорежущей стали (аналог в России Р6М5), применяемой для изготовления червячных фрез уже несколько десятилетий. В наши дни основные фирмы, изготавливающие червячные фрезы, применяют эту сталь очень редко и только для инструментов, испытывающих не значительные нагрузки, применяемых на старых станках, на низких режимах резания. Это самая дешевая сталь.

Сталь M35 (аналог в России Р6М5К5) находит более широкое применение благодаря высокой доле кобальта и, соответственно, хорошей износостойкости. Это очень прочная сталь, она хорошо подходит для червячных фрез, испытывающих большую нагрузку.

Сталь группы F-PM (к ней относится универсальная сталь ASP2030 фирмы Erasteel) благодаря высокому содержанию кобальта и большой доле легирующих компонентов в целом (27 %) позволяет применять червячные фрезы на очень высоких режимах резания, в первую очередь - на высоких скоростях резания.

Стали группы G-PM (к этой группе принадлежат стали ASP2052 фирмы Erasteel и S390 фирмы Boehler) характеризуются высоким содержанием легирующих элементов (около 30%), особенно вольфрама, что позволяет получить высокую твердость и хорошую температурную стойкость стали. В сочетании с подходящим износостойким покрытием применение этих сталей в качестве инструментального материала позволяет потребителю существенно увеличить скорость резания.

Суперлегированные стали (к ним относятся хорошо известные TI5, M4, M42 и M34) должны применяться с особым вниманием. Применение этих сталей может обеспечить превосходную производительность, но не для всех применений и не на всех зубофрезерных станках. Например, есть опыт эксплуатации червячной фрезы на новом зубофрезерном станке на скорости резания 170 м/мин с подачей 3 мм на оборот детали. Обрабатывалось зубчатое колесо модулем 1,5821 мм, косозубое с углом наклона зуба 33-е, с шириной венца 14,3 мм, из стали 18ХГТ. Фреза была изготовлена из стали CPMREX 76 с покрытием TiAIN, диаметром 80 мм, с четырьмя заходами и 21 стружечной канавкой. Обработка велась без применения СОЖ. Время резания составило 13с на пакет из двух деталей. Был достигнут период стойкости фрезы 6,9 метра на зуб при из носе 0,15 мм . Как видно из приведенного примера, режимы обработки предельно высокие и получены исключительные результаты. Твердосплавная фреза, например, может обеспечить такую производительность только на скорости резания 340 м/мин, так как они изготавливаются, как правило, с двумя заходами. Но при попытке использовать эту фрезу на старом станке или на станке, который не может работать на соответствующих режимах резания, результаты могут

быть удручающими. Необходимо также упомянуть, что червячные фрезы из суперлегированных сталей должны имеет геометрию, отличную от традиционной геометрии в части задних углов на вершине и боковых поверхностях зуба.

Одной из наиболее важных характеристик быстрорежущей стали является её твердость, которая обеспечивается соответствующей термической обработкой. Термическая обработка быстрорежущей стали всегда была достаточно сложным процессом, но появление порошковой стали предъявляет к этому процессу еще более высокие требования. Небольшое отклонение от заданной температуры или времени выдержки стали внутри закалочной печи может существенно изменить результат. Закалка может производиться в соляных или вакуумных печах. Современные порошковые стали закаливаются до твердости 65... 67 HRC. Сначала сталь нагревается до темпера туры 550*С за 10... 20 мин. Затем следует вторая стадия нагрева до 850*С градусов за 10... 20 мин. После этого сталь нагревается до температуры 1050*С и зачем до температуры аустенитизации (для данной стали 1150... 1210*С). Затем следует резкое охлаждение до 500*С градусов с последующим плавным охлаждением до комнатной температуры. На первой стадии отпуска материал нагревается до 550*С градусов примерно за два часа с последующим охлаждением до комнатной температуры. На второй стадии отпуска происходит нагрев примерно до 560*С в зависимости от выбранной твердости. Третья стадия отпуска предназначена для снятия напряжений и осуществляется до температуры 540*С.

В России порошковые стали имеют ограниченное применение. Производителей порошковых сталей в нашей стране нет. Возможно приобретение полуфабрикатов у мировых поставщиков, но в этом случае у большинства производителей червячных фрез возникают проблемы с термической обработкой стали - из-за отсутствия современного оборудования не выдерживаются режимы термической обработки и

возникают закалочные дефекты. В последнее время появляются предприятия, готовые осуществлять термическую обработку порошковых сталей.

Сравним порошковые и обычные быстрорежущие стали по техническим параметрам, но стоимости и но эффективности применения. Как уже упоминалось выше, порошковые быстрорежущие стали находятся ближе к «идеальному» материалу - они одновременно имеют и более высокую твердость, и более высокую прочность.

Одновременное увеличение твердости и прочности позволяет одновременно увеличивать скорость резания и подачу. При применении стали группы G появляется возможность применения «сухой» обработки. Скорость резания для сталей этой группы по сравнению с обычной сталью увеличивается на 40% при сухой обработке и в 2 раза при обработке без СОЖ. Примерно такой же уровень скорости сохраняется для группы H и суперлегированных сталей. Уровень подачи также выше.

В результате, применение порошковых быстрорежущих сталей обеспечивает существенное увеличение производительности. В таблице 3 показан рост производительности при переходе с обычной быстрорежущей стали на порошковую быстрорежущую сталь. В этой таблице порошковые стали (ASP2030, S390, Rex76, ASP2080, Rexl21) приведены в порядке возрастания цены.

Таким образом, применение самой дорогой порошковой стали обеспечивает 50% рост производительности. Отметим при этом, что применение стали группы G (например - S390) обеспечивает примерно такой же рост производительности, но стоимость её всего на несколько процентов выше стоимости обычной быстрорежущей стали.

Сегодня около 75 % червячных фрез в мире изготавливается из порошковой быстрорежущей стали, в основном группы G (S390). При незначительно более высокой стоимости по сравнению с обычной быстрорежущей сталью при этом обеспечивается увеличение производительности на 45... 50 %.

Применение порошковой быстрорежущей стати обеспечивает также существенный рост периода стойкости при зубофрезеровании. Если для стали М35 (Р6М5К5) средний период стойкости зуба фрезы составляет 3 метра, то для порошковых статей типа S390 этот показатель в полтора раза выше - около 4.5 метров.

Подводя итог рассмотрению быстро режущей стали в качестве инструментального материала для червячных фрез, отметим, что наиболее эффективным материалом сегодня являются порошковые быстрорежущие стали средней ценовой категории, обеспечивающие по сравнению с обычными быстрорежущими сталями (даже кобальтовыми) повышение режимов резания (скорости резания и подачи) при одновременном повышении периода стойкости.

Твердый сплав.

Под твердым сплавом понимают материал, полученный методом порошковой металлургии, состоящий, в основном, из твердых металлов и их карбидов и вязкого связующего материала. Основными карбидами являются карбид вольфрама (WC), карбид титана (TiC) и карбид тантала (TaC). В качестве связки применяется кобальт.

По сравнению с быстрорежущей сталью твердый сплав обладает более высокой твердостью при более низкой изгибной прочности.

Обратим внимание, что свойства твердого сплава существенно меняются с изменением размера зерна. С уменьшением размера зерна твердый сплав смещается в направлении «идеального» материала - одновременно увеличивается его изгибная прочность и твердость. Размер зерна твердого сплава разделяется следующим образом: стандартное мелкое зерно (0.8... 1.3 мкм), мельчайшее зерно (0.5... 0.8 мкм), ультрамелкое зерно (0,4... 0,5 мкм) и супермелкое (наномелкое) зерно (0,2... 0,3 мкм).

Твердые сплавы обозначаются в соответствии с классификацией ИСО. Обозначение твердого сплава состоит из буквы, показывающей назначение твердого сплава, и цифры, отражающей уровень вязкости и прочности твердого сплава.

Применяются следующие буквенные обозначения:

Р - твердые сплавы, состоящие из карбидов вольфрама, титана, тантала и ниобия и кобальтовой связки, применяемые для обработки стальных материалов, в том числе в качестве инструментального материала для червячных фрез;

М - твердые сплавы, состоящие из карбидов вольфрама, титана, тантала и ниобия и кобальтовой связки, применяемые для обработки аустенитных нержавеющих стальных материалов;

К - твердые сплавы, состоящие из карбида вольфрама и кобальтовой связки, применяемые для обработки чугунов, а также в качестве инструментального материала для червячных фрез.

Число после буквенного обозначения увеличивается по мере увеличения прочности сплава и снижается по мере увеличения твердости.

Увеличение доли кобальта снижает твердость сплава и увеличивает его вязкость. Соответственно, с увеличением доли кобальта снижается способность противостоять абразивному износу. Увеличение доли карбида титана снижает вязкость сплава и, соответственно, его способность противостоять абразивному износу. Однако увеличение доли карбида титана увеличивает способность сплава противостоять луночному износу. Увеличение доли карбида тантала увеличивает сопротивляемость абразивному износу, не снижая сопротивляемости луночному износу. Кроме того, карбид тантала увеличивает сопротивляемость пластической деформации режущей кромки.

Доля червячных фрез из твердого сплава увеличилась за несколько прошедших лет. В первую очередь, червячные фрезы из твердою сплава применяются для чистовой обработки закаленных колес методом зачистного фрезерования. Однако все чаще твердосплавные фрезы используются для предварительном обработки зуба. По последним данным, доля червячных фрез из твердого сплава в мире составляет около 20 %.

В пользу применения твердого сплава в качестве инструментального материала для червячных фрез можно привести следующие аргументы:

- Сокращение времени резания за счет повышения скорости резания;
- Существенное улучшение качества обработанной поверхности;
- Хорошие возможности для применения сухой обработки благодаря высокой износостойкости при высоких температурах;
- Высокая прочность режущей кромки;
- В то же время существует целый ряд аргументов против применения твердого сплава;
- Существенно более высокая стоимость инструмента;
- Существенно более высокая стоимость восстановления инструмента;
- Большие сроки поставки инструмента (плохая доступность);
- Особые требования при обращении (чувствительность к ударам);
- Иногда низкая технологическая надежность;
- Необходимость обязательного нанесения износостойкого покрытия из-за опасности возникновения диффузионного износа, отсюда высокая стоимость восстановления инструмента, увеличение складского запаса и увеличения связанного капитала:

Различные характеристики различий групп твердого сплава обуславливают их различное применение в качестве инструментального материала для червячных фрез. Твердые сплавы на основ смешанных карбидов группы Р могут применяться для фрез со шлифованной передней поверхностью без нанесенного покрытия. Отсутствие луночного износа для этих сплавов позволяет работать ими только с покрытием, нанесенным на заднюю поверхность. В результате снижаются затраты на восстановление инструмента, уменьшается складской запас. Однако период стойкости инструмента без повторного покрытия, как правило, короче, чем период стойкости нового инструмента. При обработке червячными фрезами из сплавов группы К не происходит налипания стружки на поверхность фрезы.

Фрезы из твердого сплава группы К обязательно должны проходить процедуру покрытия при каждом цикле восстановления. Это удорожает применение фрезы в производстве. В то же время фрезы из сплава группы К обладают более высокой прочностью кромки, более высокой вязкостью и твердостью, что обеспечивает увеличение периода стойкости.

Существует еще одна особенность эксплуатации фрез из твердого сплава. Вследствие реакции инструментального материала с охлаждающим маслом в процессе работы фрезы или при переточке фрезы может произойти «вымывание» кобальта. В результате в твердом сплаве могут образоваться поры, которые впоследствии могут привести к выкрашиваниям. Это является одной из причин почему даже фрезы группы Р проходят процедуру нанесения износостойкого покрытия.

Ограниченное распространение имеют также червячные фрезы из безвольфрамового твердого сплава - кермета. Основу этого сплава составляет карбонитрид титана с добавками молибдена, вольфрама, тантала, ниобия и ванадия. Связка состоит из комбинации никеля и кобальта с добавками других металлов. По сравнению с твердыми сплавами на основе карбида вольфрама, керметы характеризуются немного более высокой твердостью и вязкостью, что обеспечивает более высокую стабильность кромки. Однако возможное незначительное повышение производительности компенсируется более высокими затратами на изготовление инструмента. В результате применение керметов в качестве материала для червячных фрез не является экономически оправданным.

ГЛАВА 3. ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

3.1 Обоснование метода получения заготовки

Деталь вал редуктора рулевого управления относится к классу валов. Заготовку вала редуктора рулевого управления можно получить на горизонтально-ковочной машине, на кривошипных горяче-штамповочных прессах, использовать пруток диаметром близким к максимальному диаметру детали, а также использовать поперечно-клиновой прокат. Для правильного решения выбора оборудования и технологического процесса заготовки необходимо проанализировать, что выгодно: дать ли упрощенную конфигурацию заготовки и излишки металла снять при механической обработке или использовать поковку с более точными размерами.

Штамповка на горизонтально-ковочной машине выполняется в двух плоскостях разъема с точностью Т4 и Т5.

Наряду с этим имеются недостатки:

Высокая стоимость ковочной машины;

большие потери времени на переналадку и смену штампов;

наличие значительного заусенца;

коэффициент использования металла весьма низок Ки=0,4-0,6

Преимущества ГКМ перед штамповочными молотами и прессами реализуется в полной мере только при использовании поковок типа вала, имеющих форму тел вращения.

Исходным материалом на ГКМ является круглый горячекатаный прокат.

Диаметр прутка выбирается по наименьшему диаметру заготовки. Наименьшим диаметром заготовки вала рулевого управления следует считать диаметр по шлицы, т. к. наименьшую степень заготовки целесообразно получить механической обработкой.

Штамповка осуществляется в три этапа:

1. Подкалка,
2. Предварительная штамповка,
3. Окончательная штамповка с последующей нормализацией.

Данный метод является не очень производительным, т.к. не имеет высокой точности, имеет большие припуски на механическую обработку.

Коэффициент использования металла доходит до 0,5. Использование прутка приводит к большим потерям металла при механической обработке. Коэффициент использования металла доходит до 0,3.

В заготовительном цехе прокат в виде прутков подвергается правке (рисунок 1 правка заготовок), обдирке, разрезанию и поперечно-клиновому прокату.

Выбор способа получения заготовки зависит от многих факторов, но главным является себестоимость и качество деталей.

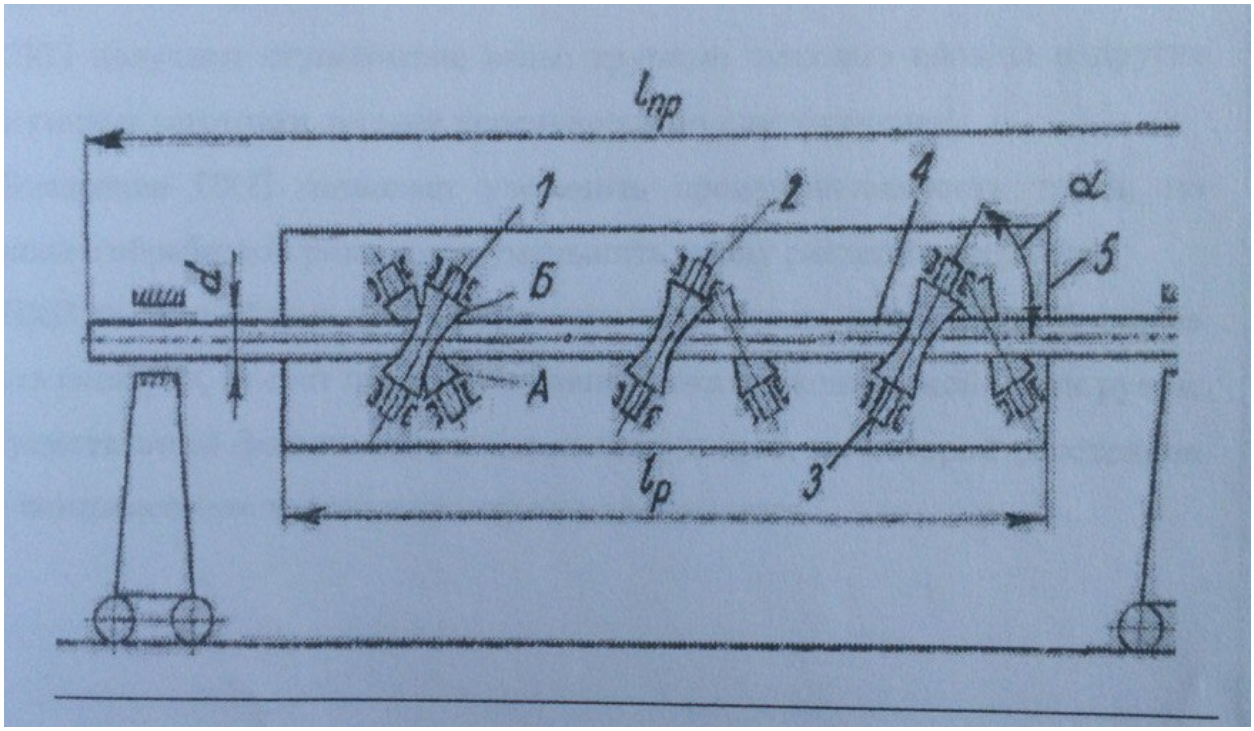


Рисунок 1 – Правка заготовки

Перед началом механической обработки прутковый материал и заготовки для валов с целью устранения искривления осей правят в холодном состоянии.

Прутки и заготовки для валов можно править в прессах - ручных винтовых, эксцентриковых, гидравлических, пневматических и фрикционных. Перед правкой валы проверяют в центрах и при этом

определяют места подлежащие правке, после этого их правят на прессах с помощью приз.

При большом количестве прутки и заготовки для валов большей частью правят на специальных правильных станках. Правка осуществляется тремя парами роликов с вогнутой поверхностью, расположенных в шахматном порядке.

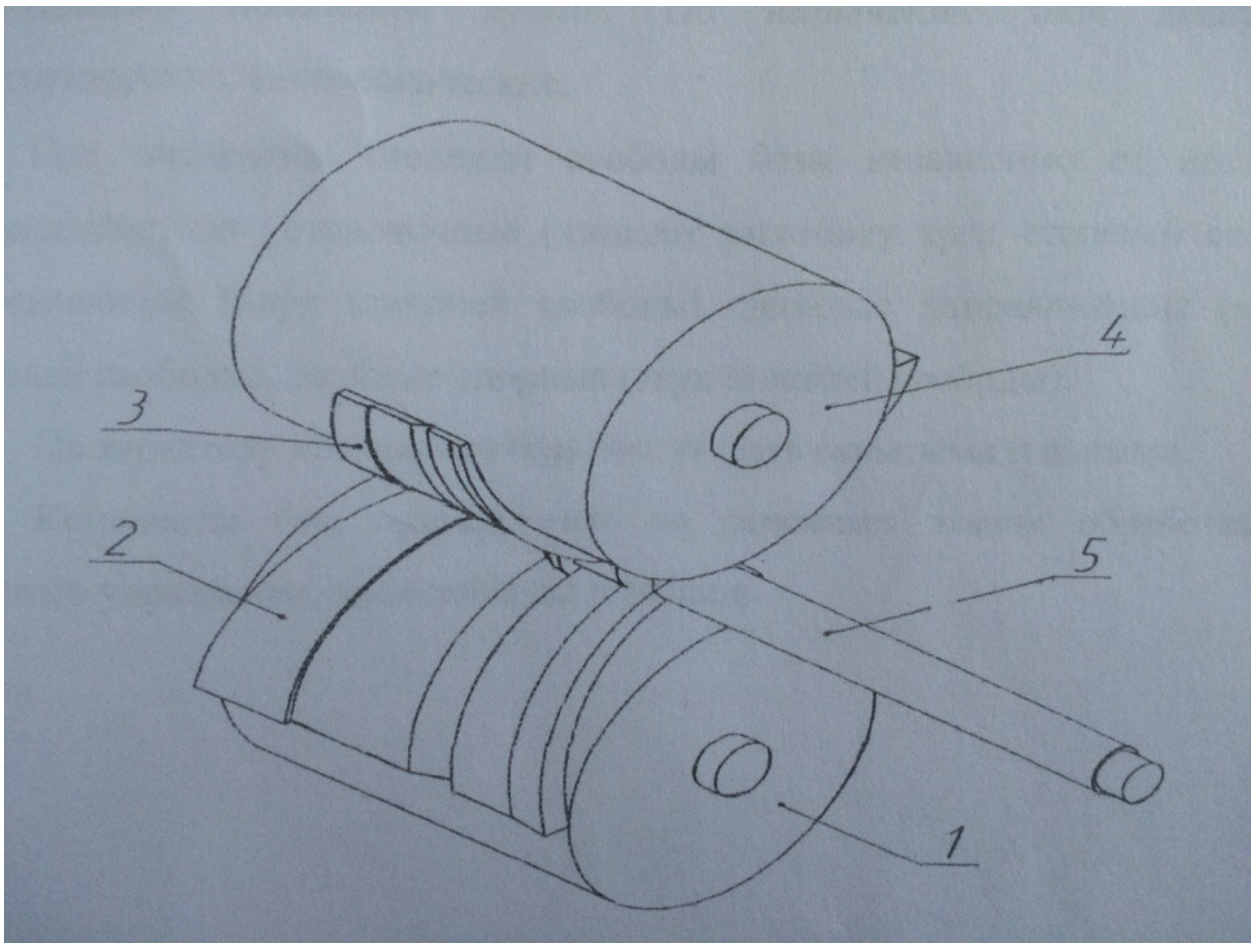
Для обдирки прутков применяют бесцентрово-обдировочные станки на которых можно производить обдирку пруткового материала диаметром от 15 до 80 мм, длиной до 7 м.

Прутки и валы разрезают на приводных ножовках, на пилах. Прутковый материал также можно разрезать на прессах и ножницами. Наиболее оптимальных показателей можно достичь при применении поперечно-клиновой прокатки (ПКП) (рисунок 2).

ПКП получают ступенчатые валы, крупные шаровые пальцы и другие ассиметричные заготовки деталей переменного по длине сечения.

Внедрение ПКП позволяет увеличить производительность труда, по сравнению с обработкой резанием и уменьшить норму расхода материала.

ПКП за один оборот получается готовая заготовка, достигается большая точность размеров, за счет перехода в конце прокатки конической части ручья, где осуществляется формоизменение в калибрующую, на которой расстояние между поверхностями валков и заготовки не изменяется.



1 – Нижний валок

2 – 3 – Клиновые ручья

4 – Верхний валок

5 – Заготовка

Рисунок 2 – схема поперечно – клинового проката

3.2 Выбор и обоснование технологических баз

При работе методом автоматического получения размеров, точность обработки зависит от погрешности базирования, которая обусловлена выбором для данной операции технологических баз, т. е. смены базирования.

Базой называется поверхность, ось или точка, принадлежащая заготовке и используемая при ее базировании.

Под базированием понимают придание заготовке требуемого положения относительно выбранной системы координат, которое базируется комплексом баз.

Под комплексом баз понимают совокупность трех баз, полностью определяемых положение детали. По назначению база делится на конструкторские, технологические.

Под лишаемым степеням свободы базы независимо от назначения подразделяют на установочные (лишают заготовку трех степеней свободы), направляющие (двух степеней свободы), двойные направляющие (четырех степеней свободы), двойные опорные (двух степеней свободы).

По характеру проявления базы могут быть скрытыми и явными.

Комплекты баз, применяемые на основных этапах обработки вала рулевого управления, представлены в таблице.

3.3 Повышение стойкости червячных фрез со сложной геометрией режущей поверхности.

С целью повышения качества изготовления рулевого механизма автобуса ЛИАЗ 5256 при разработке технологического процесса изготовления вала рулевого управления в дипломном проекте принято решение шлифовать прямобочные шлицы после химико-термической обработки (ХТО). Конструкторской базой шлицевого соединения являются боковые поверхности шлиц, которые выполняют центрирующие функции и передают вращающий момент. В связи с этим к размерной точности, погрешности шагов, гарантированному боковому зазору и погрешности направления шлиц предъявляются высокие требования.

Для обеспечения благоприятных условий резания при шлифовании шлиц необходимо произвести канавку на дне впадины с каждой стороны шлица на глубину 0,3 - 0,5 мм. Как правило, прорезку канавок во впадинах шлиц производят до ХТО:

- С помощью дополнительной операции одновременно двумя тонкими дисковыми фрезами. Повышается трудоёмкость технологического процесса и снижается эффективность изготовления шлицевого вала.

- В процессе шлицефрезерования червячной фрезой специальной конструкции, что позволяет повысить производительность и эффективность технологического процесса.

Принцип концентрации операций, используемый в данном случае, соответствует современным требованиям машиностроительной промышленности и поэтому он применён в дипломном проекте.

Для прорезки канавок при шлицефрезеровании зубья червячной фрезы снабжают усиками. Назначение усика - прорезка канавки во впадине шлица для свободного входа и выхода шлифовального крута при резании. Кроме того, в основании зубьев фрезы имеется фланк, который предназначен для снятия фасок с обеих сторон на вершине шлица. Однако такие червячные

фрезы сложны в изготовлении и обычно имеют не высокий период стойкости. Для определения работоспособности червячных фрез со сложной геометрией режущей поверхности были произведены стойкостные испытания на зубофрезерном станке с повышенной статической и динамической жёсткостью основных узлов. Попутное зубофрезерование 10-ти прямобочных шлиц из легированной стали 25ХГМ (НВ 150-200) выполняли с радиально-осевым движением подачи при следующих режимах резания: скорость резания V - 120 м/мин, радиальная подача Sp = 1 мм/об, осевая подача So = 3 мм/об. В качестве СОЖ использовали индустриальное масло.

Червячные фрезы были изготовлены из быстрорежущей кованой и порошковой стали Р6М5К5 (W = 6,0-7,0%; Mo = 4,8-5,8%: Co = 4.8-5,3%) повышенной теплостойкости (620-670°С). Преимуществом порошковых сталей является мелкозернистая структура, равномерное распределение карбидов и отсутствие вредных примесей. В процессе работы червячные фрезы со сложной геометрией изнашивались по задней поверхности, боковой режущей кромке и по передней поверхности. При этом доминирующим являлся износ по задней поверхности в области расположения усика. Износ по передней поверхности в форме лунки и боковой режущей кромки, а также выкрашивание на режущих кромках были незначительными и не имели решающего значения на период стойкости инструмента. В качестве критерия оценки стойкости червячной фрезы был принят износ зубьев по задней поверхности величиной 0,25 мм. Проведённые испытания показали, что стойкость червячных фрез из порошковой стали 2 (18 заготовок до заточки фрезы) значительно выше стойкости фрез из кованной быстрорежущей стали 1(10 заготовок).При этом путь резания до износа у порошковых фрез составлял 8,6 м, а у кованных - 4,8 м. С целью дальнейшего повышения стойкости червячные фрезы из порошковой стали были покрыты нитридом титана алюминия (TiAlN). Износостойкое покрытие TiAlN имеет высокую твёрдость- HV 3000, низкий коэффициент трения по стали -0,35,

максимальную температуру при резании 800°С и с успехом применяются для сложнорежущего инструмента. Нанесение износостойкого покрытия производили методом физического осаждения (PVD), при котором твёрдый исходный материал за счёт тепловой и кинетической энергии осаждается тонким (1- 4 мкм) равномерным слоем на рабочие поверхности инструмента. Покрытия этим методом наносят при температуре не выше 450°С, что гарантирует сохранение твёрдости, физических свойств и структуры порошкового быстрорежущего металла червячной фрезы. Испытания производили червячными фрезами с возобновляемым износостойким покрытием, которое выполняли по следующей схеме:

- Снятие покрытия у изношенной фрезы в кислотной среде с помощью перекиси водорода;

- Струйная очистка стальными шариками размером 50-120 мкм со скоростью 60-120 м/с и давлением 0,5-0,6 МПа.

- Заточка фрезы по передней поверхности;

- Нанесение износостойкого покрытия методом физического осаждения. Червячные фрезы из порошковой быстрорежущей стали с износостойким покрытием TiAlN позволили повысить путь резания 3 фрезы за один постанов до 21,6 м и увеличить число обработанных заготовок до 45 штук.

3.4 Износостойкое покрытие для червячных фрез

На сегодняшний день существует много видов износостойких покрытий на режущий инструмент. Они различаются по структуре, по химическому составу и толщине.

В однослойных покрытиях на материал наносится равномерный слой определенного химического состава. Это самые простые покрытия. Современная технология позволяет наносить более сложные покрытия с более высокими эксплуатационными характеристиками.

Градиентными называются покрытия, в которых химический состав постепенно изменяется от покрываемого материала к внешней поверхности покрытия. Градиентные покрытия могут состоять из одного химического соединения или реализовывать постепенное замещение одного химического соединения другим. Покрытия, в которых слои с разным химическим составом чередуются и имеют четко очерченные границы, называются многослойными. Если слоев много, то они очень тонкие (толщина каждого слоя составляет несколько нанометров – 10-9 м) и такие покрытия называют нанослойными.

В многослойных и нанослойных покрытиях слои выполняют различную функцию одни повышают износостойкость, другие, обладая низкой теплопроводностью, создают температурный барьер между основой и наружной поверхностью покрытия. Важным свойством многослойных покрытий является способность останавливать возникающие трещины, которые распространяются не вглубь покрытия, а вдоль границ отдельных слоев. Одной из особых разновидностей многослойных покрытий является комбинированное покрытие, когда поверх твердого покрытия нанесен слой покрытия с низким коэффициентом трения («самосмазывающееся покрытие»).

От химического состава покрытия во многом зависят его эксплуатационные свойства. Покрытия с разным химическим составом, как

правило, различаются по цвету и опытный пользователь всегда может определить, какое именно покрытие нанесено на инструмент.

Свойства основных износостойких покрытий

Износостойкие покрытия оцениваются по следующим основным характеристикам:

- Твердость слоя покрытия;
- Теплостойкость покрытия (способность покрытия сохранять свои свойства при высоких температурах);
- Коэффициент трения (влияет на сход стружки и выделяемое при этом тепло);
- Теплопроводность покрытия (влияет на распределение выделяемого при резании тепла);
- Вязкость покрытия (способность противостоять изгибающим нагрузкам без разрушения);
- Шероховатость поверхности покрытия (влияет на сход стружки и на возникновение очагов разрушения покрытия).

Рассмотрим более подробно износостойкие покрытия, применяемые для червячных фрез (они представлены в табл. 2).

Таблица 2. Износостойкие покрытия, применяемые для червячных фрез

		Цвет	**Твердость, (HV0,05)**	**Толщина, мкм**	**Коэфф. трения (по стали, сухое)**	**Макс. температура применения, °С**
1	**TiN**	Золотой	2500	1 – 7	0,4	600
2	**TiCN**	Серо-голубой	3300	1 – 4	0,35	450
3	**TiAlN**	Фиолет.-черный	3500	1 - 4	0,45	800
4	**AlCrN**	Серо-голубой	3200	2 – 5	0,45	1100
5	**nACro**	Серо-голубой	4000	1 – 7	0,35	1100

Наиболее распространенным на сегодняшний день износостойким покрытием для инструмента является нитрид титана TiN. Это покрытие начало применяться еще в начале 80-х годов прошлого века и применяется

как покрытие общего назначения для обработки резанием, обработки давлением, литейных форм и для снижения трения в деталях машин.

Покрытие TiN обладает высокой твердостью в сочетании с высокой вязкостью, хорошей износостойкостью, низким коэффициентом трения со сталью, хорошей химической стойкостью, высокой сопротивляемостью окислению на воздухе, хорошей адгезией на изделиях сложной формы. Высокая твердость покрытия обеспечивает сопротивляемость, как абразивному износу, так и луночному износу. В результате становится возможным увеличение режимов обработки, при этом износ инструмента остается на том же уровне, что у инструментов без покрытия. Низкий коэффициент трения позволяет улучшить сход стружки и уменьшить количество выделяемого при этом тепла. Низкая химическая активность покрытия TiN по отношению к большинству материалов снижает вероятность приваривания стружки к инструменту, уменьшая тем самым луночный износ.

В результате нанесения покрытия TiN можно увеличить стойкость червячной фрезы в 2–12 раз.. Поскольку рабочая температура этого покрытия не превышает 600˚C, скорость резания может быть увеличена в определенных пределах. Ограничение по рабочей температуре предопределяет использование инструментов с покрытием TiN только с применением СОЖ.

Традиционное покрытие карбонитридом титана TiCN (более правильное написание Ti(C,N), так как содержание углерода может быть различным) отличается от покрытия TiN более высокой твердостью. Высокая твердость (обусловленная наличием углерода в кристаллической решетке) в сочетании с низким коэффициентом трения определяет широкую область применения данного покрытия как в качестве твердого покрытия на инструмент, так и в качестве снижающего трение покрытия на детали машин. Цвет покрытия – серо-голубой или медно-красный и зависит от соотношения доли углерода и азота. При использовании инструментов с покрытием TiCN

обязательно применяется СОЖ (из-за низкой температурной стойкости покрытия).

Покрытие часто наносится в виде многослойного или градиентного с постепенным увеличением содержания углерода к поверхности.

Доля покрытий (Ti,Al)N в общем объеме износостойких покрытий последние годы постоянно увеличивается. Преимущество этих покрытий в высокой стойкости к окислению при очень высокой твердости и низкой теплопроводности. Покрытие (Ti,Al)N создает тепловой барьер, практически изолирующий инструментальный мате- риал от воздействия тепла, образующегося при резании. Происходит перераспределение тепловых потоков, и большая часть тепла уходит в стружку. Кроме того, в отличие от других видов покрытия, с увеличением температуры резания на поверхности этого покрытия образуется пленка оксида алюминия, обладающая более низким коэффициентом трения. В результате снижаются усилия при обработке. Как следствие, областью трения. В результате снижаются усилия при обработке. (Ti,Al)N является обработка с большими термическими нагрузками на инструмент.

К таким операциям относится высокопроизводительная обработка, когда повышение режимов резания приводит к увеличению температуры в зоне контакта между заготовкой и инструментом, и обработка без применения СОЖ. Именно с появлением и распространением этого покрытия получило промышленное распространение «сухое» резание.

Созданное около трех лет назад не содержащее титана покрытие AlCrN уже нашло широкое распространение, прежде всего именно для червячных фрез. Более высокая износостойкость покрытия обеспечивает увеличение стойкости и сокращение затрат на инструмент. По сравнению с рассмотренными выше видами покрытия, покрытие AlCrN характеризуется стойкостью к окислению при температурах до 1100˚С, сохраняя при этих температурах высокую химическую стабильность. Это покрытие может быть нанесено на червячные фрезы как из порошковой быстрорежущей стали, так

и из твердого сплава. По сравнению с покрытиями TiAlN во этом случае обеспечивается рост стойкости (в некоторых случаях двукратный).

Покрытие nACro по химическому составу совпадает с покрытием AlCrN, но имеет нанокомпозитную структуру. Нанокомпозитная структура представляет собой нанокристаллические зерна материала покрытия, внедренные в аморфную матрицу. Если сравнить обычное покрытие с сухим песком на пляже, то накокомпозитное покрытие обладает свойствами мокрого песка. В результате при более высокой твердости это покрытие одновременно является и более эластичным, хотя обычно эти два параметра являются взаимно исключающими. Увеличение твердости и снижение коэффициента трения благоприятно сказывается на стойкости инструментов с нанокомпозитным покрытием.

3.5 Методы нанесения износостойкого покрытия для червячных фрез

Существуют два основных метода нанесения износостойкого покрытия на режущий инструмент – методом химического осаждения (CVD) и методом физического осаждения (PVD). Для нанесения покрытия методом химического осаждения исходные материалы переводят в газообразное состояние. Рабочие газы попадают в камеру нанесения покрытия, в которой при температуре 900…1100˚С происходит химическая реакция с образование твердого вещества, которое затем осаждается на изделие в виде покрытия. Остаток рабочих газов и прочие продукты реакции постоянно откачиваются насосами. Преимуществом этого метода является достаточно высокое рабочее давление, в результате покрытие распределяется равномерно даже на изделиях сложной формы. Таким методом можно покрывать даже стенки отверстий. То, что процесс нанесения покрытия происходит при высокой температуре, обеспечивает хорошую сцепляемость покрытия с материалом изделия за счет диффузионных процессов.

В то же время высокая температура процесса является и основным недостатком этого метода. Очевидно, что эта температура существенно превышает температуру отпуска быстрорежущей и инструментальной стали. Теоретически можно наносить покрытие на инструмент из быстрорежущей стали методом химического осаждения с последующей повторной закалкой. Однако, при закалке неминуемо возникнут деформации, которые существенно повлияют на точность изделия. Поэтому для точных инструментов из быстрорежущей стали (например, червячных фрез) метод нанесения покрытия химическим осаждением неприменим. Отметим, что температуры свыше 800˚С также неблагоприятно сказываются на свойствах твердого сплава. Он становится более хрупким и, кроме того, исчезают благоприятные сжимающие напряжения, полученные при спекании твердого сплава. Поэтому все более широкое распространение получают новые методы химического осаждения – среднетемпературные и с поддержкой плазмой.

Для метода физического осаждения твердый исходный материал превращается в газовую фазу за счет тепловой или кинетической. Из газовой фазы материал покрытия осаждается тонким слоем на изделие. При подаче в камеру покрытия рабочего газа (азота и углеродосодержащих газов) образуются нитриды и карбиды исходного вещества. Процесс происходит в вакууме с образованием плазмы, т.е. газа, состоящего из ионов, электронов и нейтральных частиц. Плазма электропроводна, диамагнитна и в то же время нейтральна за счет практически равного количества частиц, несущих позитивный и негативный заряды. При этом методе покрытие бомбардируется ионами.

Существует несколько вариантов реализации метода физического осаждения покрытия. Они различаются способом превращения твердого материала в газообразную фазу и способом перенесения плазмы к изделию. Материал изделия может испаряться или распыляться. Применяют следующие основные виды испарения материала мишени: тепловое

испарение, испарение электрической дугой, испарение электронным пучком, испарение лазером. Испарившийся материал мишени переносится к изделию, соединяясь по пути с реакционным газом. Для увеличения скорости (и, соответственно) кинетической энергии переноса к изделию подводится отрицательное напряжение.

Для распыления материала мишени он бомбардируется ионами газа. Освободившиеся ионы мишени вступают в реакцию с газом и осаждаются на изделии. Поскольку при методе физического осаждения используется концентрированный источник материала покрытия, необходимо обеспечить движение изделия таким образом, чтобы плазма попадала равномерно на всю поверхность изделия.

В таблице 3 приведены основные характеристики двух методов нанесения покрытия – химическим и физическим методом. Как уже отмечалось выше, из-за высоких рабочих температур метод химического осаждения не применяется для нанесения покрытий на зуборезные инструменты. Для этой группы продуктов применяется исключительно метод физического осаждения (PVD). Немаловажным фактором является то, что наиболее эффективные для зубообработки покрытия (содержащие алюминий) могут быть нанесены только физическим методом.

Покрытия методом физического осаждения наносятся при температуре не выше 450˚C, что гарантирует сохранение твердости инструментального материала.

Таблица 3 – Основные характеристики нанесения покрытия(физического и химического)

	PVD	CVD
Параметры технологии		
Давление	< 10 Па	> 10 Па
Температура основы	< 500 º C	> 500 º C
Степень осаждения	Высокая	Низкая
Структура	Аморфная, тонкокристаллическая	Кристаллическая с кромками
Сцепляемость	Труднее	Легче
Поры/трещины	Редко	возможны
Условия производства		
Размер партии	Маленький	Большой
Возможность перекрытия	Плохая	Хорошая
Требования к оборудованию	Высокие	Низкие
Стоимость / шт.	Высокая	Низкая

ГЛАВА 4. ПЛАН ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИИ

Для того чтобы данный проект можно было внедрять в производство, представим его бизнес-план. т.е. подробный план действий компании, содержащий сведения о компании, товаре, его производстве, рынках сбыта, маркетинге, а также, показатели, которых должна достичь компания в течение определенного периода [времени.

Содержание бизнес-плана:

1. Общее описание проекта
2. Описание продукции и услуг
3. Маркетинг-план
4. Производственный план
5. Финансовый план

1. Общее описание проекта

Инновационный проект внедрения современных червячных фрез при обработке цилиндрических зубчатых колес с целью с целью повышения качества изделия и технико-экономических показателей производства. Необходимо изменить традиционный технологический процесс получения заготовок для ускорения инновационного развития и конкурентоспособности предприятия.

Назначение червячной фрезы состоит в удалении стружки с заготовки для создания необходимого профиля зуба. Как и к любому другому режущему инструменту', к червячной фрезе предъявляются два основных требования: обеспечение максимального периода стойкости и обеспечение заданного качества обработки.

Сравнивая конструкцию «традиционной» и «современной» червячных фрез." можно заметить существенные различия. Современные фрезы более длинные, имеют больше стружечных канавок и минимально возможный с точки зрения прочности наружный диаметр.

Применение червячных фрез современных конструкций, из современных инструментальных материалов дает определенный экономический эффект даже в случае неоптимальных условий эксплуатации. Сокращение затрат на обработку в этом случае

составит 5-10 %, что, впрочем, в условиях кризиса в экономике представляет определенный интерес.

При эксплуатации современных инструментов в оптимальных условиях работы и восстановления сокращение затрат на обработку составит 50-65 %.

2. Описание продукции и услуг

В данном проекте мы рассматриваем современные червячные фрезы, которыми мы заменим традиционные фрезы в технологическом маршруте при обработке цилиндрических зубчатых колес на заводе ООО «ЛиАЗ». Приобретать их мы будем у Группы Технополис, а затем модернизировать производство на заводе ООО «ЛиАЗ». Современные червячные фрезы более экономически эффективны, чем традиционные. С их помощью мы добьемся сокращения затрат на производство и получим большую прибыль за счет увеличения скорости обработки деталей.

3. Маркетинг-план.

Главной отраслью мировой промышленности является машиностроение. Сегодня управление развитием инновационной сферы промышленного сектора экономики, в первую очередь инновационного машиностроения, приобретает особенное значение с связи с задачами развития национальной экономики в XXI В веке. Машиностроение - это уникальная отрасль промышленного производства, определяющая уровень развития не только всех остальных отраслей промышленности, но и всей экономики в целом. Другими словами, машины (продукция машиностроения) - фундамент экономического развития, на котором возможно развитие всех остальных секторов и отраслей. Уровень развития предприятий в современных условиях высокой конкуренции и глобализации производства и сбыта определяется в первую очередь тремя, одинаково важными показателями их деятельности:

- производительностью труда;
- конкурентоспособностью продукции;
- качеством роста и развития, определяемым степенью инновационности технологической базы и адекватностью систем управления и организационного развития внешней и внутренней ситуации компании.

Повышение и совершенствование этих показателей составляют сегодня ключевую задачу руководителей предприятий, так как именно их совокупность определяет текущую позицию предприятия на рынке и возможности и перспективы его успешного и стабильного развития.

Поскольку данный инновационный проект напрямую затрагивает производство деталей для автомобилей, то потенциальными потребителями данной продукции являются все предприятия, занимающиеся производством, сборкой и ремонтом автомобилей.

Для наиболее полного удовлетворения запросов покупателей с учетом изменения их предпочтений предприятие организует процесс формирования оптимальною ассортимента путем производства ряда новых товаров, отвечающих по тем или иным характеристикам требованиям покупателей. Здесь имеется в виду не просто разработка новых технологий, принципов организации производства, применение новых более высокотехнологичных (высококачественных) материалов, а производство продукции с дополнительными или новыми функциями, необходимых для предприятий-потребителей.

Что же касается рисков проекта, то ими являются:

- Риск недополучения выручки в результате не достижения планового объема продаж иди снижения цены реализации относительно запланированной;
- Низкий первоначальный уровень спроса вследствие новизны услуги;
- Прямая зависимость стоимости услуги от колебаний курса валют;

- Зависимость объемов производства от доступности расходных материалов (импортные расходные материалы);

Не стоит недооценивать возможные риски, так как они играют немаловажную роль в реализации проекта. В системе методов управления рисками предприятия основная роль принадлежит внутренним механизмам их нейтрализации (методам защиты от рисков, методам снижения рисков).

4. Производственный план

Инновационное внедрение затрагивает не весь технологический процесс обработки детали, а только отдельную его часть. Именно поэтому будет вполне достаточно тех производственных помещений, оборудования и персонала, которые уже имеются на предприятии.

Для создания продукции необходима замена инструмента на станке, г.е. замена традиционной червячной фрезы на современную, а также изменение технологического процесса с целью его упрощения.

Таблица 4 - Примерное штатное расписание

Наименование должности	Ставка	Фактическое количество	Планируемое количество	Оклад	Сумма по позиции
Инженер – конструктор детали	20000	1	1	20000	20000
Оператор Контроллер	30000	2	2	30000	60000
Сменный производственный мастер	25000	2	2	25000	50000
Ежемесячный премиальный фонд					-
Средний размер заработной планы в организации (ИП)					30000
Итог	75000	5	5	75000	75000

5. Финансовый план

Необходимость финансовых вложений и поддержание рабочего процесса в первый год оценивается в 1205000 руб.

Таблица 5 – Обобщенная смета затрат по проекту

Код статьи	Наименование статьи затрат	Сумма, руб.(собственные)
1	Сырье и материалы	60000
2	Фонд оплаты труда	85000
3	Коммунальные расходы	1000000
4	Оплата работ и услуг сторонних предприятий	-
5	Затраты на приобретение основных средств	600000
6	Прочие расходы	-
Итог:		1205000

Расшифровка сметы расходов

Таблица 6 – Сырье и материалы

п/п	Наименование, количество с указанием единиц измерения	Стоимость, руб.
		Собственные средства
	Червячные фрезы (20 штук)	60000
Итог:		60000

Таблица 7 – Коммунальные расходы (аренда)

п/п	Вид, адрес, площадь помещения	Стоимость кВ.м/мес.	Количество месяцев	Стоимость, руб.
				Собственные средства
	Площадь 200 кв/м.	83333	12	1000000
Итог:				1000000

Таблица 8 – Затраты на приобретение основных средств

п/п	Наименование	Стоимость единицы	Количество	Стоимость, руб.
				Собственные средства
	Фрезерный станок с ЧПУ	90000	1	90000
	Инструмент	10000	1	10000
Итог:				100000

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное машиностроение - важнейшая отрасль промышленности, разрабатывающая и производящая новейшие средства производства, всевозможные машины, оборудование, приборы и предметы потребления. Проведя исследовательскую деятельность, мы собрали и проанализировали исходные данные для преобразования технологического процесса изготовления продукции. Современные червячные фрезы - инновация в мире машиностроения, которая позволяет добиться лучших экономических показателей и усовершенствовать технологический процесс. Используя их в машиностроительном производстве мы снижаем затраты на производство, повышаем качество продукции и уменьшаем время затраченное на изготовление деталей. Показатели эффективности данной инновации позволят, производителю поддерживать конкурентоспособность на рынке и, возможно даже, выведут его на первые позиции. Целесообразность и возможность продолжения работ по этой тематике возможна при дальнейшем усовершенствовании материалов и инструментов, используемых в производстве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комов М. С. Особенности развития инновационной деятельности в российском машиностроении [Текст] / М. С. Комов // Молодой ученый. — 2011. №8.Т.1. — С. 138-140. '

2. Журнал по металлообработке «СТРУЖКА» март-июнь 2007 №1(16)/2(17).статья Дмитрия Локтева «Рациональная эксплуатация современных червячных фрез».

3. http://liaz.gazgroup.ru/

4. Журнал по металлообработке «СТРУЖКА» сентябрь-декабрь 2008 №3-4(22-23),статья Дмитрия Локтева «Экономическая эффективность применения современных червячных фрез».

5. Журнал по металлообработке «СТРУЖКА» март-июнь 2008 №1.(20)/2(21),статья Дмитрия Локтева «Выбор рациональных конструкционных и эксплуатационных параметров червячных фрез».

6. Журнал по металлообработке «СТРУЖКА» сентябрь2007 №3(18). статья Дмитрия Локтева «Инструментальные материалы современных червячных фрез».

7. Журнал по металлообработке «СТРУЖКА» сентябрь-декабрь 2008 №3-4(22-23),статья Дмитрия Локтева «Экономическая эффективность применения современных червячных фрез».

8. http://studopedia.ru/3_175630 tipovoy-tehnologicheskiy-protsess- izgotovleniya-odnovcntsovih-tsilindricheskih-zubchatih-kolcs.html

9. Фетисов Т.П. Материаловедение и технология металлов

10. А. Г. Ткачев. И. Н. Шубин: Тамбовск. гос.техн. ун-т ISBN 5-8265-0278-9 Метки втулки, диски, зубчатые колёса, изготовление деталей, корпусные детали, технологические процессы, учебные пособия, фланцы.

11. Журнал по металлообработке «СТРУЖКА» март-июнь 2008 №1(20)/2(21),статья Дмитрия Локтева «Выбор рациональных конструкционных и эксплуатационных параметров червячных фрез».

12. http://studopedia.org/4-161087.html

13. http://studopedia.ru/3_ 175630 tipovoy-tehnologichcskiy-protsess-izgotovleniya-odnoventsovih-tsilindricheskih-zubchatih-koles.html

ОТЧЕТ

О ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ НА УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ ПО ТЕМЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦТОННОЙ РАБОТЫ

СТУДЕНТА Логинова Кирилла Алексеевича

ГРУППА 8-МИТн-8

ТЕМА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ«Инновационный проект изготовления вала механизма рулевого управления автобуса ЛИАЗ 5226»

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ Применение червячных фрез со сложной геометрией

ИСТОЧНКИ ИНФОРМАЦИИ – Журналы, статьи, информационные источники.

СТРАНЫ ПОИСКА : РФ

ГЛУБИНА ПОИСКА: с 1986г. по 2016г.

ИНДЕКС МПК^{10}B24B39/04, B24B39/00, B23B1/00

Руководитель работы А.А.Черепахин