# УДК 621.9.65.015.№п/п

## Аннотация

ФИО. Технологический процесс изготовления шпинделя 4-х шпиндельной комбинированной головки. Дипломный проект. Тольятти.: ТГУ, 2005 г.

Расчетно-пояснительная записка – стр.

Графическая часть ( 10,5 л. формата А1) – чертеж детали, листы исследовательской части: аналитические и патентные исследования, план изготовления, технологические наладки, чертежи станочного и контрольного приспособлений чертеж размерного анализа в продольном направлении, режущий инструмент, планировка участка.

В дипломной работе приведен технологический маршрут и план изготовления шпинделя 4-хшпиндельной комбинированной головки. Проведен размерный анализ технологического процесса в продольном направлении. Составлены размерные цепи и их уравнения. Проведена проверка условий точности изготовления детали. Произведены научные литературные исследования процесса шлицешлифования. Выполнен патентный поиск. Выбрана и спроектирована заготовка. Разработаны схемы базирования на каждой спроектированной технологической операции. Произведен расчет режимов резания. Выполнена оптимизация режимов резания на шлицешлифовальной операции. Спроектировано станочное и контрольное приспособление для усовершенствованной операции. Спроектирован участок обработки шпинделя 4-хшпиндельной комбинированной головки. Произведен экономический расчет проекта. Рассмотрены вопросы безопасности и экологичности проекта. Составлены маршрутная карта, операционные карты, спецификации к чертежам.

Содержание

Введение

1. Анализ исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.2 Обоснование выбора материала

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

1.4 Определение типа производства

1.5 Задачи проекта

1.6 Проблемы и возможные пути их устранения

2. Аналитические исследования процесса шлицеобработки

3. Патентные исследования червячной фрезы

3.1 Исследование уровня вида техники

3.2 Патентный поиск

3.2.1 Отбор документации, имеющей отношение к ИТР

3.2.2 Анализ сущности отобранных ТР

3.3 Описание усовершенствованного объекта

3.4. Исследование патентной чистоты усовершенствованного объекта

3.5 Исследование патентоспособности технического решения

4. Выбор и проектирование заготовки

4.1 Получение заготовки методом поката

4.2 Получение заготовки методом штамповки

4.3 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

5. Разработка схем базирования. Технологический маршрут и план изготовления шпинделя

5.1 Разработка схем базирования

5.2 Технологический маршрут и план изготовления

6. Выбор СТО

6.1 Проектирование технологических операций

6.2 Расчет режимов резания

7. Проектирование станочного приспособления

8. Проектирование контрольного приспособления

9. Расчет режущего инструмента

10. Размерный анализ технологического процесса в продольном направлении

10.1 Размерные цепи и их уравнения

10.2 Проверка условий точности изготовления детали

10.3 Расчет припусков продольных размеров

10.4 Расчет операционных размеров

11. Проектирование участка механической обработки

12. Безопасность и экологичность проекта

13. Экономическое обоснование проекта

Заключение

Литература

# Введение

Основная задача рациональной эксплуатации машиностроительного оборудования состоит в обеспечении длительной и безотказной обработки на них деталей с заданной производительность, точностью, чистотой обработки и изготовления при минимальных затратах на ремонт.

Длительное сохранение точности и безотказная работа любого оборудования возможна лишь при соблюдении правил, предусматривающих защиту от вредных воздействий, как естественно возникающих в процессе его работы, так и зависящих от работы окружающего оборудования и действий обслуживающего персонала.

Правила работы на станках имеют целью предотвратить ускоренный износ их отдельных узлов, приводящих к потере точности, и не допустить случайные поломки.

Но все-таки не исключены случаи поломок деталей и узлов машиностроительного оборудования. Чтобы максимально исключить вероятность возникновения поломок необходимо анализировать и предвидеть “тонкие места” в конструкции деталей. И, используя современные высокотехничные методы и виды обработки, пытаться достигнуть высокого коэффициента надежности и долговечности с минимальными затратами по себестоимости.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения

Деталь “Шпиндель” – ответственная нагруженная деталь, являющаяся “стержнем” в сборочном узле, она воспринимает и передает движение смежным деталям, что требует от шпинделя высокой прочности и твердости.

Деталь в работе испытывает однонаправленные циклические нагрузки, поэтому наиболее вероятными видами разрушения могут стать истирание внутренних поверхностей глухого отверстия и боковых поверхностей шлицев или же при превышении нагрузок возможен скол фрагмента шлица или ряда зубьев.

Эскиз детали представлен на рисунке 1.1.



Рис. 1.1 Эскиз детали «Шпиндель»

Шпиндель передает вращательное движение. На отдельном листе (рис.1.2) представлена нумерация поверхностей детали и кодировка размеров.

Нумерация поверхностей шпинделя и кодировка размеров детали «Шпиндель»



Рис. 1.2

1.2 Обоснование выбора материала

Одним из способов избежать поломок является верный выбор материала заготовки и изменения состояния структуры путем термических и химико-термических обработок, которые придадут материалу особенные и необходимые свойства.

Остановим свой выбор на цементируемой (низкоуглеродистой) легированной стали 19ХГН, которая применяется для нагруженных деталей, в которых необходимо иметь высокую твердость поверхностного слоя и достаточно прочную сердцевину. Деталях из легированных сталях сердцевина после термообработки прочная в связи с образованием в ней бейнита или низкоуглеродистого мартенсита (HRC 30…45).

Состав стали представим в таблице 1.1 .

## Таблица 1.1

Состав стали 19ХГН

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| С | Si | Mg | Cr | Ni | Mo | Al | Ti | V | P | S |
| не более | |
| 0,16-0,21 | 0,17-0,37 | 0,70-1,10 | 0,80-1,10 | 0,80-1,10 | - | - | - | - | 0,035 | 0,035 |

В состоянии поставки материал имеет следующие механические свойства, представленные в таблице 1.2.

## Таблица 1.2

Механические свойства стали 19ХГН (в состоянии поставки)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Термообработка | | | | Предел текучести σТ, Н/мм2 | Временное сопротивление σВ, Н/мм2 | Относительное удлинение δ5, % | Ударная вязкостьт КСU, Дж/см2 |
| Закалка | | Отпуск | |
| Тем-ра, t°C | Среда охлаждения | Тем-ра, t°C | Среда охлаждения |
| 870°С | масло | 150-180°С | воздух | 930 | 1180-  1520 | 7 | 69 |

Легирующие элементы, присутствующие в стали оказывают различное влияние на карбидную фазу и фазовые превращения.

Mg и Ni – являются элементами, образующими открытую область γ-фазы, Cr – замкнутую область γ-фазы.

Сr – элемент способный образовывать карбиды, Ni не образует карбиды и находится в стали в твердом растворе в феррите или в аустените. Карбидообразующие элементы тоже способны частично растворяться в аус-тените и феррите. Все легирующие элементы замедляют распад аустенита.

Ni увеличивает устойчивость аустенита, не влияют на характер изотер-мической кривой,

Cr – как карбидообразующий элемент стремится изменить характер кривой, образовать две зоны минимальной устойчивости аустенита, а также Cr препятствует росту зерна аустенита при нагреве.

При изготовлении детали после черновой токарной обработки, на кото-рой были сняты большие припуски и напуски металла деталь подвергают высокому отпуску для снятия внутренних напряжений, учитывая особенность конструкции термообработку следует проводить в подвешенном состоянии в вертикальном положении.

Для получения высокой твердости и износостойкости поверхностного слоя металла, деталь подвергают цементации.

После цементируемые детали подвергают термообработке наиболее часто закалке с температурой 820-850°С и низкому отпуску.

После термической обработки структура поверхностного слоя пред-ставляет собой мартенсит с небольшим количеством карбидов хрома, твер-дость стали находится в пределах HRC 58-63. Структура сердцевины легированной стали – низкоуглеродистый мартенсит и троостит, твердость – HRC 30…40.

Проведенный анализ обоснования материала заготовки подтвердил правильность нашего выбора. Сталь 19ХГН после проведенных термических и химико-термических обработок получила необходимые механические свойства, которые позволят избежать различных поломок детали и увеличат срок ее службы.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Качественные показатели технологичности:

а) все поверхности шпинделя доступны для обработки;

б) все поверхности спроектированы с достижимыми требованиями;

в) заготовку можно получить прогрессивным методом – поковки на прессе с выталкивателем;

г) используется универсальный режущий инструмент при обработке можно получить все поверхности с заданными конструктором параметрами, их точностью и техническими требованиями.

д) возможно применение широкоуниверсального оборудования.

Нетехнологичные элементы:

* наиболее нетехнологичным элементом является глухое отверстие.

Учитывая, что при обработке резанием можно применить различный инструмент для обработки поверхностей и можно изменить виды обработки, делаем вывод, что деталь «шпиндель» достаточно технологична.

1.4 Определение типа производства

В соответствии с заданной программой выпуска 2000 деталей в год и массой детали 2,5 кг рассчитаем относительный объем выпуска изделия N0 по формуле:



где N – годовой объем выпуска изделия;

m – масса детали;

КТ – коэффициент трудоемкости, при средней степени сложности изготовления детали он равен 1,35, тогда

N0 = 2000 ⋅ 2,50.7 ⋅ 1,35 = 5128

2300<5128<10000, а значит, при данном годовом выпуске шпинделя 4-хшпиндельной головки производство считается среднесерийным, что также подтверждается по таблице серийности [1], следовательно, принимаем среднесерийный тип машиностроительного производства.

1.5 Задачи проекта

Основной задачей проекта является получение годового экономического эффекта от модернизации технологического процесса изготовления детали.

1. Спроектировать заготовку с максимальным коэффициентом использования материала и с минимальной себестоимостью.
2. Разработать технологический процесс обработки шпинделя с использованием новейших достижений науки и техники, отвечающий требованиям технологичности (экономичности, точности, качества и т.д.) и в условиях среднесерийного производства.
3. Составить оптимальную схему обработки.

При решении этих задач необходимо, прежде всего, руководствоваться целесообразностью вводимых изменений с экономической точки зрения.

1.6 Проблемы и возможные пути их устранения

Шпиндель – деталь, испытывающая постоянно действующую одно-направленную циклическую нагрузку, которая разрушительно действует на боковые поверхности шлицев, а также истирают поверхности глухого отверстия.

Избежать эти нагрузки невозможно, поскольку рабочее состояние исследуемой детали определено движением смежных деталей, которые должны работать с определенным тактом перемещения. Постоянно действующие и однонаправленные усилия разрушают конструкцию детали.

Поэтому необходимо рассмотреть следующие вопросы:

1. основных причин поломок зубьев;
2. выявление рамок и границ допустимых нагрузок;
3. поиск возможных методов упрочнения концентраторов напряжений и при этом сохранив максимальную пластичность;

Наиболее часто происходящие поломки:

1. разрушение зубьев шлица;
2. истирание шеек шпинделя.

Эти две основные проблемы наводят на ряд обширных вопросов:

1. выборка оптимальных режимов обработки маложестких деталей;
2. разработка поддерживающих приспособлений для предотвращения изгиба во время изготовления;
3. снятие внутренних напряжений после этапной обработки;
4. регламентирование допустимых нагрузок;
5. разработка возможных методов профилактики.

2. Аналитические исследования процесса шлицеобработки

2.1 Анализ процесса нарезания зубьев фрезами с различными схемами резания

Червячные фрезы с вершинонагруженной и прогрессивными схемами резания имеют высокую стойкость по сравнению со стойкостью стандартной фрезы. Но нельзя считать основным условием целесообразности применения фрез с той или иной схемой только повышенную стойкость или скорость резания. Нужно учитывать совокупность факторов, влияющих на производительность. Машинное время и производительность при зубофрезеровнаии зависят как от скорости резания, так и от подачи. Но выбор подачи ограничивается требуемой шероховатостью поверхности профиля зубьев, а при нарезании под дальнейшую обработку: чистовое фрезерование или шлифование также и жесткостью системы СПИД.

Если при работе червячных фрез с новыми схемами резания возникают большие усилия, чем силы у стандартных фрез, то при одинаково допустимой нагрузке на станок придется работать со значительно меньшими подачами, и может оказаться нецелесообразным применение таких фрез. Если же наблюдается обратная картина, то применение фрез с новыми схемами резания оправдано не только высокой стойкостью, но и возможностью работать с повышенными подачами. Таким образом, для того чтобы оценить эффективность применения червячных фрез с той или иной схемой, необходимо, кроме стойкостных зависимостей знать силы резания.

Силовые закономерности нужны и для оценки влияния схемы резания на точность обрабатываемых зубьев, ибо такой параметр нормы плавности зацепления, как погрешность профиля зависит в значительной мере от величины колебания силы резания за один оборот фрезы. Кроме того, под действие силы резания происходит изгиб оправки, на которой крепится деталь, и опрокидывание всего стола, что вызывает погрешность направления зуба.

Червячные фрезы с прогрессивной схемой резания предназначены для зубофрезерования под дальнейшую обработку и не могут служить финишной операцией. Точность зубьев после чистовой обработки зависит от точности, достигнутой на предварительной операции. Погрешность зубьев, нарезанных на зубофрезерных станках, зависит от ряда факторов: погрешности заготовки и ее базирования относительно оси стола станка, погрешности червячной фрезы, станка и жесткости системы СПИД. Последняя оказывает значительное влияние на точность профиля зуба.

Проведённые исследования [4] показывают, что при зубодолблении колес на станке 514 до 75% погрешность колебания профиля на одном зубе колеса образуется только за счет отжатия заготовки от долбяка под действие переменной силы резания. То же происходит и при зубофрезеровании. Под действием переменной силы за оборот фрезы изменяется “межосевое расстояние” фреза – заготовка, происходит рассогласование вращения фрезы и заготовки, что вызывает радиальное биение нарезаемого колеса и погрешность профиля зуба. Чем больше колебание силы, тем больше погрешность.

При работе фрез с прогрессивной схемой резания колебание силы резания меньше, чем при фрезеровании стандартными фрезами, что должно благоприятно сказываться на точности профиля нарезаемых зубьев. Но это было бы так, если бы в оформлении профиля зуба участвовало такое же число режущих кромок, как и при работе стандартной фрезы. В действительности же число профилирующих резцов при обработке фрезой с прогрессивной схемой уменьшается в 2 раза, что приводит к большей величине огранки.

В связи с выше указанными причинами, требуется установить, какой из двух факторов окажет превалирующее влияние на погрешность профиля зубьев. Необходимо также установить, не вызовет ли применение фрез с прогрессивной схемой увеличение припуска на последующую обработку.

При зубофрезеровании на поверхности зубьев возникают неровности: волнистость hв – в результате перемещения фрезы вдоль оси заготовки на величину подачи; огранка hог – в связи с прерывистостью огибания эвольвентного профиля зуба детали режущими кромка фрезы: риски и надрывы hш – как следствие работы нароста и деформации поверхностного слоя. Общая высота неровностей:

hоб = hв + hог + hш (2.1)

Часть припуска на толщину зуба, оставляемого под последующую обработку составляет 2hоб. В связи с применением червячных фрез с вершинонагруженной и прогрессивной схемами резания невольно возникает вопрос о величине hоб, не будет ли она боль, чем при зубофрезеровании стандартными фрезами, и не повлечет ли применение фрез с новыми схемами к увеличению припуска на дальнейшую обработку.

Рассмотрим влияние схемы резания на каждое слагаемое выражения (2.1).

Огранка вызывает погрешность профиля. Влияние схемы резания на погрешность профиля рассмотрено в [5] и установлено, что, несмотря на увеличение значения огранки при работе фрез с прогрессивной схемой, суммарная погрешность профиля меньше, чем при работе стандартными фрезами. Волнистость в основном зависит от диаметра фрезы и подачи, и схема резания не влияет на ее величину.

Влияние на микрогеометрию обработанной поверхности происходит за счет резания фрезами, зубья которой чередуются через один, срезают слои удвоенной толщины. Увеличение толщины среза, особенно в зоне низких скоростей резания, обычных для процесса зубофрезерования, вызывает образование нароста и, следовательно ухудшает микрогеометрию обработанной поверхности. Микронеровности возникают также и в результате надрывов, вызванных растягивающими напряжениями в поверхностном слое детали. Пластическая деформация при работе фрез с прогрессивной схемой резания должна быть значительно меньше, и это благополучно скажется на шероховатости поверхности. При зубофрезерова-нии в результате переменности силы резания возникают вибрации, которые оказывают вредное влияние на параметры шероховатости. Применение фрез с прогрессивной схемой резания, где колебание сил меньше, чем при работе стандартных, также должно привести к снижению высоты микронеров-ностей.

После проведения экспериментальных исследований [5] по изучению влияния схемы резания на величину шероховатости обработанных поверхностей при черновом зубофрезеровании. Из анализа экспериментальных данных можно сделать следующие выводы.

1. Высота неровностей профиля зубьев, нарезанных червячными фрезами со всеми схемами резания, значительна и колеблется в пределах 10…30мкм, что соответствует 11–13 квалитету.
2. С увеличением высоты зуба шлица высота микронеровностей быстро растет. Такая закономерность наблюдается при работе фрезами со всеми схемами резания как со встречной, так и при попутной подачами. Объясняется это тем, что с увеличением высоты зуба профилирующие зубья фрез срезают более толстые слои. Толщина возрастает пропорционально модулю. Рост толщины приводит к увеличению нароста и увеличению микронеровностей.

Большое влияние на шероховатость поверхности оказывают вибрации, возникающие при резании. Увеличение модуля нарезаемого колеса приводит к значительному повышению силы резания и амплитуды её колебания. Последняя вызывает большую вибрацию и высоту микронеровностей.

1. Подача незначительно влияет на высоту микронеровностей, т.к подача не влияет на толщину слоев, срезаемых боковыми кромками профилирующих зубьев. Поэтому условия образования нароста будут почти одинаковыми как при работе с малыми подачами, так и со сравнительно большими, и только повышенная вибрация, вызванная изменением силы резания, несколько увеличивает высоту микронеровностей.
2. Высота микронеровностей почти не зависит от схемы резания. Величина микронеровностей поверхности зубьев, нарезанных фрезами с прогрессивной схемой, не больше, чем стандартными, что объясняется во-первых лучшими условиями стружкообразования, во-вторых, меньшим значением амплитуды колебания силы резания и, следовательно, меньшими вибрациями, возникающими при работе фрез с прогрессивной схемой резания.
3. Величина микронеровностей при попутном фрезеровании значительно меньше, чем при встречном. Это действительно для всех схем резания. При работе фрез с прогрессивной схемой уменьшение высоты шероховатости с изменением направления подачи не так велико. Эти закономерности можно объяснить следующими причинами:

а) при попутном фрезеровании зубья фрез со всеми схемами резания срезают более тонкие слои, чем при встречном; следовательно, нарост будет меньше и шероховатость поверхности ниже;

б) при работе со встречной подачей большая часть зубьев стандартных фрез срезает П-образные стружки, а с попутной – Г-образные; при резании двух боковых и вершинной кромок резца срезаемые слои деформируются значительно сильнее, чем при работе только боковой и вершинной кромкой (рис. 2.1, 2.2) в связи с меньшей степенью пластической деформации слоев, срезаемых при попутном фрезеровании, нарост должен быть меньше; при работе фрез с прогрессивной схемой резания как со встречной, так и при попутной подачами резание сходно со свободным, и направление подачи не оказывает такого влияния на деформацию срезаемых слоев, как при зубонарезании стандартными фрезами; поэтому направление подачи больше влияет на высоту микронеровностей при резании стандартными фрезами, чем фрезами с прогрессивной схемой.

в) рост ширины срезаемого слоя по-разному влияет на интенсивность их деформации при образовании Г- и П-образных стружек; при образовании Г-образных с ростом ширины слоя, срезаемого боковой кромкой, деформация слоя снижается (рис. 2.1), при образовании О-образных стружек деформация слоев, срезаемых боковыми кромками, наоборот повышается (рис.2.2); поэтому с увеличение высоты обрабатываемого зуба детали, нарезанных стандартными фрезами, направление подачи оказывает более сильное влияние на высоту микронеровностей; такая закономерность отсутствует при работе фрез с прогрессивной схемой резания, т.к. кромки их зубьев как при встречной, так и при попутной подаче работают в одинаковых условиях, близких к свободному резанию.



Рис.2.1 Зависимость высоты неровностей профиля Rz от подачи и высоты нарезаемого шлица при черновом фрезеровании



Рис.2.2. Кривые распределения интенсивность деформации слоев, срезаемых боковой и вершинной кромками режущего инструмента

6. Для снижения припуска на последующую обработку черновое фрезерование следует вести с попутной подачей. Последнее особенно целесообразно при нарезании зубьев со значительной высотой стандартными фрезами.

7. Применение фрез с вершинонагруженной и прогрессивной схемами резания вместо стандартных не вызовет увеличения припуска на дальнейшую обработку.

2.2 Анализ схемы резания процесса шлицешлифования

Для удовлетворения всё повышающихся требований к качеству и производительности при изготовлении шлицев необходимы поиск и реализация новых технологических решений для операций черновой и чистовой обработки базовых поверхностей и самих шлицев.

Не менее важны вопросы повышения производительности и точности обработки шлицев. Цель новых прогрессивных решений при шлицешлифова-нии – повышение стойкости абразивного инструмента и производительности процесса обработки.

Рассмотрим специальные наладки станков с тарельчатыми кругами, позволяющие повысить производительность обработки, уменьшить возникающие погрешности профиля зуба, а при использовании безобкатного способа шлифования даже расширить технологические возможности оборудования.

Отечественные зубошлифовальные станки с тарельчатыми кругами моделей 5851, 5А851,5853, а также аналогичные станки швейцарской фирмы Maag относятся к станкам класса А, т. е. к особо высокоточным. По точности они уступают лишь станкам с плоским кругом моделей МШ-350, 5А893 и аналогичным им станкам фирмы "Хурт" (ФРГ).

Однако в станках с плоским кругом отсутствует возможность продольного перемещения обрабатываемого изделия относительно шлифовального круга, из-за чего область применения таких станков ограничена изделиями с небольшой шириной венца (b ≤ 50 мм). Кроме того, станки с тарельчатыми кругами имеют заметно большие возможности для шлифования шлицев с модифицированной поверхностью (срез головки или ножки, продольная бочкообразность заданной формы и т. п.). Поэтому, по мнению автора, прекращение выпуска таких станков — временное явление, в ближайшем будущем это оборудование будет востребовано теми отраслями машиностроения, где необходима высокоточная обработка закаленных зубчатых передач с шириной венца более 50…60 мм (авиационная промышленность, судостроение, прецизионное станкостроение и т. д.).

Существующая техническая документация к названным станкам подробно описывает стандартные наладки, при которых плоскости режущих кромок тарельчатых кругов располагают вертикально и параллельно друг другу на расстоянии длины общей нормали (угол шлифования αш = 0) или наклоняют вместе с суппортами на угол αш, равный углу исходного контура обрабатываемого изделия.

В статье рассмотрены специальные наладки станков с тарельчатыми кругами, которые позволяют в одних случаях повысить производительность обработки, в других — уменьшить возникающие погрешности профиля зуба, а иногда, используя сравнительно новый безобкатный способ шлифования [1] косых зубьев, даже расширить технологические возможности оборудования, о чем подробно сказано ниже.

В технической литературе этот вопрос освещен явно недостаточно. В работе [2] введено понятие производственной окружности, которая при специальных наладках не совпадает с делительной окружностью шлифуемого изделия, вследствие чего утлы шлифования и исходного контура не равны друг другу (αш ≠ α). Однако это важное теоретическое положение автор работы [2] не довел до практической реализации: в ней отсутствуют формулы настройки станка при αш ≠ α. В работе [3] ничего не говорится о наладке станков с тарельчатыми кругами, а в работе [4] даже неправильно изображено взаимное расположение кругов при 20-градусном шлифовании (при наклоне суппортов).

На станках старых конструкций (модели 5851, Maag HSS 30, Maag HSS 60/80) зубчатые колеса можно шлифовать как при наклонном расположении осей шлифовальных кругов ("угловой" метод шлифования), так и при горизонтальном (0-градусный метод шлифования). На станках последних моделей (5А851, Maag HSS 80 и др.) возможно только более перспективное 0-градусное шлифование.

Сначала рассмотрим расположение кругов при наклонном положении суппортов, т. е. при "угловом" методе шлифования. Обычно в этом случае круги располагают в одной впадине, суппорты с кругами наклоняют на угол аш, равный углу исходного контура а шлифуемого изделия (αш = α), а колонку и линейку в механизме спиралеобразования поворачивают на угол βш, равный углу наклона β косого зуба (βш = β). Если круги расположить в одной впадине не удается (например, при шлифовании мелкомодульных зубчатых колес или колес среднего модуля, но с большим положительным коэффициентом смещения), их располагают в соседних впадинах, сохраняя и угол наклона суппортов, и угол поворота колонки. Диаметр обкатного ролика (сектора) dp в этом случае должен быть равен диаметру делительной окружности шлифуемого зубчатого колеса за вычетом толщины обкатных лент. Таким образом, при стандартной наладке для каждого обрабатываемого изделия нужен свой обкатный ролик.

Однако, используя нестандартные приемы наладки станка, иногда удается не изготовлять новый обкатный ролик (сектор), а использовать ранее изготовленный. Заметим, что в случае шлифования косых зубьев не только угол наклона суппортов должен отличаться от угла исходного контура обрабатываемого изделия, но и угол поворота колонки с кругами, а также угол βш поворота линейки в механизме спиралеобразования должен отличаться от угла β наклона зуба, т. е. βш ≠ β. В этом случае, исходя из равенства хода винтовой поверхности на цилиндре любого диаметра, по одной из формул получим:



Или

(2.1)



где dр – диаметр имеющегося обкатного ролика, мм;

δ – толщина обкатных лент, мм

β – угол наклона зуба на делительной окружности, мм ;

m и z – модуль (мм) и число зубьев шлифуемого изделия соответственно.

При шлифовании прямозубых зубьев нужно определять только один элемент специальной наладки — угол наклона суппортов. Формула для вычисления αш значительно упрощается

αШ = arcos (cos α sin β / sin βШ), (2.2)

На Московском заводе шлифовальных станков, когда это предприятие нормально функционировало, при выполнении разовых заказов неоднократно успешно применяли описанный прием наладки станка, причем диаметр установленного на станок ролика обычно отличался от традиционного на 1…6 мм.

Теперь рассмотрим вопрос наладки станка, когда приемлемых роликов в наличии нет и нужно изготовить оптимальный ролик, обеспечивающий одновременную обработку обеих сторон прямого зуба в течение всего хода обката и, как следствие, максимально возможную производительность обработки конкретного изделия при наклонном положении суппортов.

Сначала проанализируем последовательность шлифования различных участков обеих сторон прямого зуба при традиционной наладке (αш = α) и расположении кругов в одной впадине. В крайнем правом положении каретки, т. е. наиболее близком к оператору, правый круг обычно шлифует точку α1 с радиусом кривизны на головке левой стороны зуба, а левый круг в этот момент не шлифует другой участок (при наличии выкружки он ничего не шлифует). При шлифовании участка a1b1 левой стороны (рис. 2.1, а) правая сторона соседнего зуба не шлифуется. В момент обработки точки b1 начинается шлифование правой стороны другого зуба в начальной точке контура с2 с радиусом кривизны ρр. При дальнейшем движении каретки влево и соответствующем повороте изделия в центрах по часовой стрелке одновременно обрабатываются обе стороны: левая сторона зуба — от головки к ножке (участок a2b2) и правая сторона другого зуба — от ножки к головке (участок c2b2). В момент шлифования точки b2 правый круг прекращает свою работу, поскольку участок левой стороны зуба к этому времени полностью спрофилирован. В дальнейшем только левый круг шлифует участок b2a2 правый круг в работе не участвует. В крайнем левом положении каретки (наиболее удаленном от оператора) шлифуется точка a2 головки правого зуба с радиусом кривизны ра.

При обратном движении каретки участки зуба шлифуются в обратном порядке: сначала только a2b2 затем одновременно b2с2 и c1b1 и, наконец, только участок головки b1a1 левой стороны зуба. Ясно, что при такой наладке одновременная обработка двух сторон разных зубьев осуществляется только часть времени.

Чтобы оптимизировать обработку впадины, а значит, и всего колеса, нужно наклонить суппорты на оптимальный угол αш опт ≠ α, при котором одновременно шлифуются точка a1 на головке левой стороны зуба с радиусом кривизны ρa и точка с2 на ножке правой стороны другого зуба с радиусом кривизны рр. В этом случае по мере движения каретки справа налево левая сторона зуба будет шлифоваться от головки к ножке (от точки α1 к с1) и одновременно с ней правая сторона — от ножки к головке, т. е. от точки с2 к а2 (рис. 2.3, б).

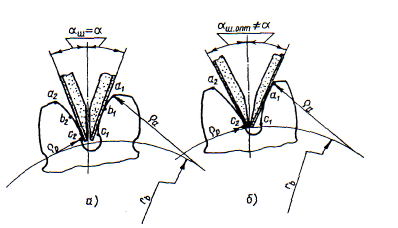


Рис.2.3 Контакт тарельчатых шлифовальных кругов с обрабатываемой впадиной при традиционной (а) и оптимальной (б) наладке в наклонном положении суппортов

Для получения необходимого профиля в этом случае диаметр обкатного ролика

dp = (mzcos α/cosαш oпт) - δ,

где αш опт — оптимальный угол наклона суппортов, при котором обеспечена 100 %-ная одновременная обработка обеих сторон впадины.

Определение угла αш опт (в радианах) автор подробно рассмотрел в работе [5] применительно к зубошлифовальным станкам с коническим кругом. Поэтому приведем только конечную зависимость (бет вывода):

(2.3)



где х – коэффициент смещения исходного контура;

a — угол исходного контура;

z — число зубьев шлифуемого изделия;

ра и рр — соответственно радиусы кривизны контура на диаметре вершин и в начальной точке, мм;

invα = tgα - α;

db = m z cos α — диаметр основной окружности, мм.

Зависимость (3) получена из условия расположения кругов в одной впадине, если же круги расположены в соседних впадинах значение аш опт увеличивается на половину углового шага, т. е. на величину π/z.

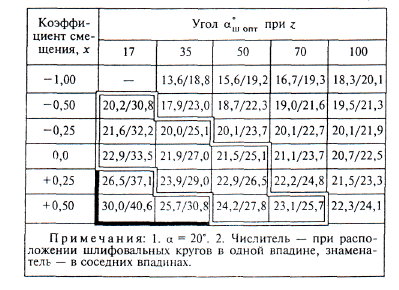
В таблице 1 приведены значения оптимальных углов наклона суппортов для прямозубых колес со стандартным исходным контуром (α = 20°), вычисленные из условия их зацепления с рейкой при разных числах зубьев и коэффициентах смещения.

Максимальный угол наклона суппортов на станках фирмы Maag около 25°. Поэтому реализовать оптимальную наладку невозможно для всех рассмотренных зубчатых колес. Ввиду этого в таблице 1 показаны три области.

Первая область расположена в левом нижнем углу таблицы. Это –наименьшая область, ограниченная малозубыми колесами (z = 17 и 35) с положительными коэффициентами смещения (х = +0,5 и +0,25) (выделена полужирными линиями). В этой области (она составляет 10 %) невозможно осуществить оптимальный наклон суппортов ни при расположении кругов в одной впадине, ни (тем более) при расположении их в соседних впадинах.

Таблица 1

Значения оптимальных углов наклона суппортов для прямозубых колес



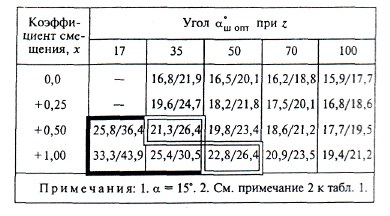
Вторая область (выделена двойными линиями) расположена в центре таблицы и составляет 33,3%. В этой области можно осуществить оптимальный наклон шлифовальных кругов только при их расположении в одной впадине, при расположении в соседних впадинах оптимальный наклон кругов невозможен.

Третья область — самая большая (более 53%) относится к зубчатым колесам с большим числом зубьев (z > 35) и преимущественно с нулевым или отрицательным смещением. В этой области возможен оптимальный наклон кругов при их расположении как в одной впадине, так и в соседних впадинах.

В таблице 2 приведены вычисленные значения оптимальных углов наклона суппортов для зубчатых колес с углом исходного контура α = 15°, которые до сих пор широко распространены в полиграфическом машиностроении. Проявляется та же закономерность, что и для зубчатых колес со стандартным исходным контуром: значение αш опт увеличивается с увеличением коэффициента смещения и уменьшением числа зубьев. Однако область практической реализации оптимальной наладки в этом случае больше, чем у изделий с α = 20°.

Таблица 2

Вычисленные значения оптимальных углов наклона суппортов



Шлифование с оптимальным наклоном суппортов позволит в 1,1…1,3 раза уменьшить ход обката по сравнению с традиционной наладкой, сократить за счет этого время обработки на 5…15 % и уменьшить погрешности профиля на черновых проходах, как это наблюдалось при шлифовании на станках с коническим кругом [5].

Аналогичную оптимальную наладку станков с тарельчатыми кругами можно осуществить и при 0-градусном методе шлифования, что подробно описано в работе [6]. В этом случае оси шлифовальных кругов располагают не горизонтально, как при традиционной наладке, а наклоняют на небольшой угол α\*ш = - (2…4°), обеспечивая этим одновременную обработку крайних точек головки и ножки зуба на противоположных сторонах (с радиусами кривизны ра и рр соответственно) без какого-либо перебега (рис. 2.4, а, б). Существующие модели станков, как ранних, так и последних конструкций, позволяют осуществить показанный на рис. 2.4, б небольшой наклон суппортов.

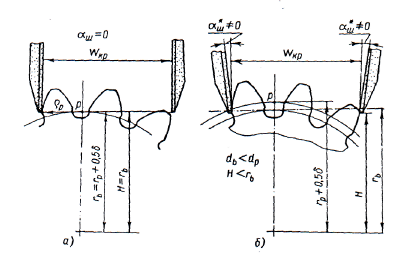


Рис. 2.4. Контакт тарельчатых шлифовальных кругов с обрабатываемыми зубьями при традиционной (а) и оптимальной (б) наладке и 0-градусном методе шлифования

При шлифовании прямых зубьев угол α\*Ш (в градусах) наклона суппортов определяют по формуле

α\*Ш = 57,3ρα + ρр - ωкр / d b

где ра и рр — радиусы кривизны профиля шлифуемого изделия на диаметре вершин зубьев и в начальной точке соответственно, мм;

ωкр — длина общей нормали в охвате шлифовальными кругами, мм; db — диаметр основной окружности шлифуемого изделия, мм.

Диаметр обкатного ролика определяют по формуле:

dp= db /соs аш -δ (2.4)

Высота H установки нижних точек шлифовальных кругов над осью центров тоже отличается в этом случае от аналогичной высоты установки при традиционном 0-градусном методе шлифования:

Н ≤ r b cos α\*Ш - ра sin α\*Ш (2.5)

В работе [6] отмечено, что на заводе "Красный пролетарий" таким способом было успешно прошлифовано прямозубое зубчатое колесо с модулем т = 3 мм, числом зубьев i = 24 и коэффициентом смещения исходного контура х = 0,671.

Профиль прошлифованного изделия проверяли и погрешности четырех измеренных зубьев не превысили 5…8 мкм.

Наклон шлифовальных кругов от горизонтального расположения их осей необходим для расширения технологических возможностей станка при обработке изделий небольшого диаметра, когда не удается установить плоскости кругов на расстоянии друг от друга, равном длине общей нормали. В частности, на заводе им. И. Румянцева при шлифовании прямозубого зубчатого колеса насоса с модулем т = 2,5 мм, числом зубьев г = 12, нестандартным утлом исходного контура α = 26° пришлось использовать, во-первых, "принцип двойного обката", при котором диаметр обкатного ролика вдвое больше, чем при стандартной наладке (в данном случае dp = 53,7 мм), во-вторых, наклонить суппорты на угол α\*Ш = -2,5° и, в-третьих, выбрать увеличенное число зубьев в охвате шлифовальных кругов гкр = 3. Только после этого удалось прошлифовать с требуемой точностью названное зубчатое колесо.

Описанный выше "модифицированный" 0-градусный метод шлифования тоже позволяет, хотя и реже, чем при угловом методе, использовать ранее изготовленный обкатный ролик для обработки заданного зубчатого колеса. Например, для шлифования прямозубого изделия с модулем т = 7 мм, числом зубьев z = 38 (b = 35 мм, х = 0) при традиционной наладке нужно иметь обкатный ролик диаметром dp = 249,6мм (с учетом толщины обкатных лент δ = 0.3 мм и предусмотренного рекомендациями занижения диаметра ролика на 0,05…0,07 мм для удобной поднажал). Однако можно использовать имеющийся ролик диаметрам 250 мм. В этом случае потребуется согласно расчетам по формулам (4) и (5) поворот горизонтально расположенных осей шлифовальных кругов (правого — по часовой, а левого — против часовой стрелки) на угол α\*Ш = 3° и дополнительное (по сравнению с традиционной наладкой) заглубление кругов на 3,5 мм, т. е. установка нижних точек шлифовальных кругов на высоте Н = 121,2…121,3 мм над осью центров станка.

Таким приемом можно осуществить подналадку станка с целью устранения положительного отклонения шага зацепления (положительного отклонения профиля зуба при его измерении от ножки к головке) после шлифования пробного колеса. Отрицательный угол поворота суппортов вычисляется по формуле:

(2.6)



Например, если при шлифовании ранее упомянутого прямозубого колеса т = 1 мм, г = 38, х = 0 получим среднее отклонение шага зацепления +10 мкм, то для устранения этой погрешности нужно либо шлифованием уменьшить диаметр обкатного ролика на величину:

Δ dp= z fpbr / 1000π = 0.12мм, либо согласно расчетам по формуле (2.6) повернуть горизонтально расположенные оси шлифовальных кругов на отрицательный угол = α\*Ш и согласно формуле (2.5) дополнительно опустить нижние точки шлифовальных кругов на 2 мм.

Нужно заметить, что осуществлять подналадку станка поворотом кругов при 0-градусном шлифование: можно лишь в случае положительного отклонения шага зацепления (положительного равномерно нарастающего отклонения профиля зуба при проверке от ножки к головке зуба), при отрицательном отклонении — используют подкладные ленты. Подчеркнем, что формулу (2.6) экспериментально не проверяли.

В то же время эта работа показала трудности такого шлифования: не удалось шлифовать обе стороны зуба одновременно. Если при выбранном ролике погрешность направления зуба (винтовой линии) зависит только от угла поворота направляющих линейки в механизме спиралеобразования, то погрешность профиля помимо этого фактора зависит также от углов рн поворота колонки с кругами и аш наклона суппортов, от формы круга (нужно обеспечивать при правке идеальную плоскостность) и его ориентации в вертикальной и горизонтальной плоскостях относительно оси центров станка.

Неправильная ориентация шлифовального круга в пространстве приводит к характерной для этого способа обработки погрешности профиля. Причем для устранения "местного" утолщения на головке зуба круг нужно отодвинуть от обрабатываемой поверхности во впадину; если же получено утолщение на ножке, круг следует переместить в противоположном направлении, т. е. в направлении обрабатываемой поверхности. Проведенные эксперименты, показали, что при шлифовании упомянутого выше изделия смещение плоскости правого шлифовального круга во впадину на 2 мм и соответствующий этому смещению поворот изделия, в центрах против часовой стрелки устранили "местное" утолщение на головке зуба глубиной 60 мкм и высотой, равной 0,4 высоты.

Однако правильно сориентировать положение кругов при угловом мето-де шлифования значительно трудней, чем при 0-градусном. Поэтому шлифовать следует безобкатным способом главным образом при горизонтальном расположении осей шлифовальных кругов.

Выводы

1. При шлифовании тарельчатыми кругами угловым методом возможно использование обкатного ролика, диаметр которого отличается от диаметра делительной окружности шлифуемого изделия на несколько миллиметров: на l…3 мм при d < 100 мм, на 3…6 мм при 100 < d < 200 мм и на 6-8 мм при 200 < d < 300 мм. Причем, если диаметр используемого ролика больше диаметра делительной окружности, то угол наклона суппортов, угол поворота колонки и угол поворота линейки в механизме спиралеобразования должны бытьсоответственно больше угла исходного контура (αш > α) и угла наклона зуба (βш > β) шлифуемого изделия. Если же dp + δ < d, то, наоборот, αш < α и βш < β.
2. Учитывая возможность шлифования зубьев с углами, не равными углу исходного контура обрабатываемого изделия, рекомендуется проектировать ролики, позволяющие выполнять оптимальную обработку, при которой обе стороны зуба шлифуются в течение всего хода обката одновременно. Это позволит обеспечить минимальный ход обката и, как следствие, уменьшить время шлифования на 5…15 %.
3. При "модифицированном" 0-градусном методе шлифования (повороте кругов на отрицательный угол αШ ≤ 4°) возможно использование обкатного ролика с диаметром, на 0,1…0,5мм большим расчетного, а также шлифование с минимальным ходом обката (без перебега на головке и ножке зуба), что уменьшает погрешности профиля зуба.

3. Патентные исследования

Задача раздела – на базе патентного поиска предложить прогрессивное техническое решение (ТР) в целях усовершенствования технологической операции шлицефрезерования, для черновой обработки шлицев детали «Шпиндель» и сделать вывод о возможности его использования.

3.1 Обоснование необходимости патентных исследований

В качестве объекта усовершенствования процесса шлицеобработки как технологической системы примем применяемый в базовом техпроцессе режущий инструмент – фреза шлицевая.

Усовершенствовать фрезу шлицевую можно путём использования прогрессивных технических решений (ТР) созданных в последнее время. Выявить прогрессивные технические решения, которые могут лечь в основу конструкции усовершенствованной фрезы шлицевой, можно в результате патентного исследования уровня техники «общей конструкции фрезы шлицевой». Использовать усовершенствованный режущий инструмент можно только в том случае, если он обладает патентной чистотой в странах, где предполагается его использование. Установить, обладает ли усовершенствованный объект патентной чистотой можно в результате его патентной экспертизы.

Описание базового инструмента

Фреза шлицевая (рис.3.1) предназначена для обработки резанием шлицевых пазов вала из стали 19ХГН ГОСТ4543-71.

Фреза шлицевая содержит рабочую режущую часть 1 из быстрорежущей стали. Режущие зубья 2 заточены по трем граням, которые образуют фрезу трех стороннего действия в процессе резания.

Режущая часть содержит переднюю поверхность 3 и заднюю поверхность 4, которые пересекаясь образуют главную режущую кромку 5. Задняя поверхность 4 переходит в спинку зуба 6.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 7 |  | 2 |

Рис. 3.1 Фреза шлицевая

Преимуществом данной фрезы является более высокая производительность обработки по сравнению с прорезными (шлицевыми фрезами, за счет трехстороннего резания).

Последовательность работы фрезы: инструменту сообщается вращение вокруг своей оси и продольную подачу в направлении заготовки, или чаще всего, продольную подачу заготовке, закрепленной на столе станка. Главная режущая кромка 5 и вспомогательные режущие кромки 7,8 снимают слой материала, образуя стружку.

Недостатками данной конструкции фрезы шлицевой являются:

1. низкая стойкость зубьев, что влечет за собой узкие технологические возможности;
2. конструкция, не гасящая сильные вибрации в процессе резания;
3. из-за предыдущего недостатка низкое качество обработки, что влечет требование дополнительных операций в техпроцессе для достижения необходимой шероховатости и точности шлицев.

Устранение этих недостатков возможно только при проведении патентных исследований.

3.2 Исследование достигнутого уровня вида техники конструкции режущего инструмента

Недостатком инструмента является стойкость зубьев, что влечет за собой узкие технологические возможности.

Целью исследования является повышение стойкости и жесткости инструмента путём изменения конструкции фрезы шлицевой.

3.2.1 Составление регламента поиска №1 (1,2)

Регламент поиска определяет перечень исследуемых технических решений (ИТР), их рубрику по Международной классификации изобретений и индекс универсальной десятичной классификации УДК, страны поиска, его ретроспективность (глубину), перечень источников информации, по которым предполагается провести поиск.

Совершенствуемый объект фреза шлицевая относится к устройству. В зависимости от объекта усовершенствования выявляем используемые в нем ТР.

Фреза шлицевая содержит следующие ТР:

а) фреза шлицевая, общая компоновка;

б) форма заточки зубьев;

в) расположение зубьев;

г) материал режущей части;

д) профиль зубьев.

Для достижения цели исследования - повышения стойкости зубьев фрезы шлицевой путём изменения конструкции, будем исследовать режущую часть и общую компоновку режущего инструмента.

Для определения рубрики международной классификации изобретений (МКИ) ИТР определяем ключевое слово "Фреза". По алфавитно-предметному указателю, т. 2, определяем предполагаемый раздел. По разделу В 23 С 5/00 – “Фрезы” окончательно определяем рубрику.

В 23 – металлорежущие станки

В 23 С 5 – фрезерование

В 23 С 5/08 – .. фрезы, отличающие формой режущей части

Индекс универсальной десятичной классификации (УДК) определяем по указателю к УДК:

621.91 - обработка материала резанием или снятие стружки;

621.914 – фрезерование. Способы (технология), инструменты, станки, вспомогательное оборудование;

621.914.28 – цилиндрические, дисковые фрезы.

Исследования проводим в отношении ведущих стран в области машиностроения – Россию, Великобритании, Германии, США, Франции и Японии.

Предполагая, что прогрессивные ТР созданы в последние десятилетия, установим глубину поиска 10 лет.

В качестве источников информации принимаем следующую патентную документацию: описания изобретений к авторским свидетельствам и патентам; бюллетень изобретений РФ; реферативный сборник ВНИИПИ «Изобретения стран мира», а также следующую техническую литературу: реферативный журнал ВНИИПИ 14А «Резание металлов. Станки и инструменты» (14 «Технология машиностроения); журналы «Вестник машиностроения», «Машиностроитель», «Станки и инструменты», «Изобретатель и рационализатор»; книги и работы в области обработки резанием, рекламные проспекты зарубежных фирм.

Данные заносим в таблицу 3.1. «Регламент поиска».

Таблица 3.1 Регламент поиска

| Предмет поиска (ИТР) | Индексы МКИ (НКИ) и УДК | Страны поиска | Глубина поиска, лет | Источники информации |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1) Фреза | МКИ:  В23С 5/08  УДК:  621.9  621.914.28 | РФ (СССР)  Великобритания  Германия  США  Франция  Япония | 20  (1985-2005) | Патентные описания  Патентные бюллетени РФ и СССР  Реф. Сб. ВНИИПИ «Изобретения стран мира»  Реф. Журн. ВИНИТИ 14А «Резание металлов. Станки и инструмент» (14 «Технология машиностроения»)  ЭИ ВИНИТИ «Режущие инструменты»  Журналы: «Вестник машиностроения»; «Станки и инструменты»; «Машиностроитель»; «Изобретатель и рационализатор» |
| 2) «» | «» | РФ  Япония  США | 20  15+5  17 |

3.2.2 Патентный поиск

Будем проводить тематический поиск, поскольку изобретения в области обработки резанием делаются многими фирмами во всех ведущих странах.

Просматриваем источники информации в соответствии с регламентом поиска. В просмотренных источниках выбираем такие документы, по названиям которых можно предположить, что они имеют отношение к ИТР «фреза, общая компоновка». По этим документам знакомимся с рефератами, формулами изобретений, чертежами.

Сведения о ТР, имеющие отношение к вышеуказанному ИТР заносим в таблицу 3.2, графы 1-4.

Таблица 3.2

Патентная документация, отобранная для анализа

| Предмет поиска (ИТР) | Страна выдачи вид и номер охранного документа, рубрика МКИ(УДК) | Автор,  заявитель, страна, дата публикации, название | Сущность технического решения и цель его создания | Подлежит  (не подлежит) детальному анализу при исследовании | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Уровня | Чистота |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1)Фреза, общая копановка | РФ (СССР)  №3720113/25-08  В23С5/05  05.04.84.  07.02.86 | Жаринов А.В. Баранчиков В.И.  и др.  Всесоюзный научно-исследовательский инструментальный институт  «Режущий инструмент» | Фреза, содержащая чередующиеся право- и леворежущие зубья, имеющие ломанную режущую кромку с центральным участком параллельным оси фрезы и боковым участка, наклонным к оси фрезы, один из которых примыкает к боковой вспомогательной кромке, отличается тем, что с целью повышения стойкости инструмента путем обеспечения оптимальной схемы дробления стружки применена специальная заточка и конструкция зубьев, описанная математически. (Рис.3.2а) | да | да |
| 2) Сборный режущий инструмент | РФ (СССР)  А.с. №1238907  В23С5/08  26.10.84 | В.Г. Дичтенко  М.В. Заика и др.  «РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ» | 1. Сборный режущий инструмент, содержащий корпус и установленное на его периферийной поверхности своей внутренней поверхности режущее кольцо, отличающаяся тем, что с целью повышения надежности и стойкости на периферийной поверхности корпуса выполнены продольные прорези, наклоненные относительно осевой плоскости корпуса в сторону направления вращения инструмента.  2. Инструмент по п.1 отличающаяся тем, что корпус выполнен из двух жестко соединенных между собой усеченных конусов, образующих на периферийной поверхности клиновый паз, а внутренняя поверхность режущего кольца выполнена с клиновым выступом, входящим в указанный клиновый паз (без эскиза). |  |  |
| 3) Фреза | РФ (СССР)  А.с.  №1692676  В23С5/08  03.05.89 | Л.С. Гончаренко  Е.Н. Станика,  Херсонский индустриальный институт  «ФРЕЗА» | Фреза с механическим креплением режущих пластин. Цель изобретения – является расширение технических возможностей путем изменения геометрии резания. Наличие сферических поверхностей на опоре под режущую пластину и на режущей пластине, центры которых совпадают, позволяет бесступенчато восстанавливать и закреплять режущую пластину с требуемыми геометрическими параметрами при обработке различных материалов (рис. 3.2б). | да | да |
| 4) Двухсторонняя фреза с зигзагообразными режущими кромками | Япония, заявка  №63-49686  В23С5/08  18.09.86  30.07.91 | Идзуму Сангё К.К.  «Двухсторонняя фреза с зигзагообразными режущими кромками» | Фреза содержит корпус, в котором через равные угловые интервалы вдоль окружности со стороны наружной цилиндрической поверхности расположено несколько режущих кромок на одной торцовой поверхности и на другой торцовой поверхности. Кромки с одной стороны имеют одинаковый положительный осевой угол Θ1 наклона, а кромки с другой стороны – одинаковый отрицательный угол Θ2 наклона. Абсолютные значения углов Θ1 и Θ2 не равны друг другу. Цель изобретения – повышение качества обработки (шероховатости) за счет уменьшения вибраций | да | да |
| 5) Фреза, общая копановка | РФ  №1194600  В23С5/08  21.10.83  30.11.85 | Нагайцев В.Ф.  Кузовенко Е.Г.  «Фреза  трех сторонняя» | Фреза трехсторонняя, в пазах корпуса которой расположены режущие пластины, установленные на вставках, каждая из которых имеет поперечный паз, в который входит поворот винта, размещенного в продольном отверстии корпуса, отличающаяся тем, что с целью повышения стойкости инструмента путем уменьшения биения зубьев, поводок винта выполнен в виде гайки, установленной с возможностью фиксации от поворота и имеющий для регулирования радиального биения зубьев эксцентричную наружную поверхность, а в продольном отверстии корпуса образован выступ, входящий в выполненную на вилке кольцевую канавку (рис. 3.2.в). | да | да |
| 6) Фреза | Япония,  Заявка  №60-13763  В23С5/08  09.04.85 | Дайдземо когё К.К.  «ФРЕЗА» | На внешней окружной поверхности корпуса фрезы установлены вставные режущие пластинки 3а-3д, имеющие наружные 31а-31д и боковые 32а-32д режущие кромки наружные режущие кромки 31а-31д выступают относительно поверхности II, а боковые 32а-32д кромки попеременно выступают за боковые поверхности 12,13. Пластины 3а-3д установлены в шахматном порядке так, что передний угол α наружных режущих кромок 31а-31д равен от -10 до -30°, а передний угол β боковых режущих кромок 32а-32д равен от 0 до 10° (рис. 3.2г). |  |  |

Изучив сущность аналогов, занесенных в таблицу 3.2; сведения, содержащиеся в графе 4, путем просмотра текстов, описаний, статей и т.п. Делаем вывод, что все аналоги, внесенные в таблицу 3.2, решают задачи конструкция инструмента фрезы шлицевой, т.е. они решают те же задачи, что и ИТР. Все документы, занесенные в таблицу 3.2, включаем в перечень для детального анализа. Запись об этом делаем в графах 5 и 6 таблицы 3.2. Эскизы аналогов приведены на рисунке 3.2.

|  |
| --- |
|  |
| а) Режущий инструмент  РФ (СССР), патент В23С5/05, №3720113/25-08 |
|  |
| б) Фреза, РФ (СССР), а.с. В23С5/08, №1692676 |

Рис.3.2 Эскизы аналогов

3.2.3 Анализ результатов поиска

Устанавливаем, какие показатели положительного эффекта желательно получить в идеальном усовершенствованном объекте. К таким показателям будем относить:

а)показатели, обеспечивающие достижения цели усовершенствования объекта;

б)показатели, улучшающие полезные свойства объекта;

в)показатели, ослабляющие вредные свойства объекта.

Показатели положительного эффекта заносим в табл. 3.3. Оцениваем обеспечение каждого показателя положительного эффекта каждым аналогом в баллах по группе а) – от 0 до 10 баллов, по группам б) и в) - от -2 до 2 баллов. ИТР по каждому показателю выставляем оценку 0. Оценки заносим в графу, затем суммируем оценки по каждому аналогу и заносим данные в графу «Суммарный положительный эффект» таблицы 3.3.

Определяем, какие показатели положительного эффекта желательно получить в идеальном усовершенствованном объекте. Группируем показатели и заносим в графы 1-3 табл. 3.3.

Таблица 3.3

Оценка преимуществ и недостатков аналогов

| Группа показателей | Номер показателей | Показатели | И  Т  Р | Аналоги | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| РФ (СССР)  №3720113/25-08 | РФ (СССР)  А.с. №1238907 | РФ (СССР)  А.с. №1692676 | Япония, заявка  №63-49686 | РФ  №1194600 | Япония, заявка  №60-13763 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| а | 1 | Обеспечивающие достижение цели предполагаемым путем  Оптимальная схема дробления стружки за счет применения спецификационной заточки и конструкции зубьев | 0 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| б | 1 | Обеспечивающие достижение цели другими путями  Гашение вибраций | 0 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| в | 1  2 | Улучшающие др. полезные свойства объекта  - повышение производительности обработки  - повышение качества обработки | 0  0 | 1  2 | 1  0 | 1  0 | 2  1 | 1  0 | 1  0 |
| г | 1 | Ослабляющие вредные свойства объекта  Уменьшение резонансных колебаний | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  |  | Итого: |  | 8 | 6 | 4 | 11 | 4 | 4 |

Наибольшую сумму балов имеет аналог: Япония, заявка №63-49686

Данное ТР является наиболее прогрессивным. Принимаем этот аналог для использования усовершенствованного режущего инструмента – фрезы с зигзагообразными режущими кромками, остальные аналоги исключаем из дальнейшего рассмотрения.

3.2.4 Описание усовершенствованного объекта

Двухсторонняя дисковая фреза с зигзагообразными режущими кромками

Фреза содержит корпус 11, в котором через равные угловые интервалы вдоль окружности со стороны наружной цилиндрической поверхности расположено несколько режущих кромок 12 (на одной торцовой поверхности) и 13 (на другой торцовой поверхности). Кромки 12 имеют одинаковый положительный осевой угол Θ1 наклона, а кромки 13 – одинаковый отрицательный угол Θ2 наклона. Абсолютные значения углов Θ1 и Θ2 не равны друг другу. Цель изобретения – повышение качества обработки (шероховатости) за счет уменьшения вибраций.

Устройство работает следующим образом:

инструменту сообщается вращение вокруг своей оси и продольную подачу в направлении заготовки, или чаще всего, продольную подачу заготовке, закрепленной на столе станка. Главная режущая кромка и вспомогательные режущие кромки снимают слой материала, образуя стружку.

3.3 Исследование патентной чистоты усовершенствованного режущего инструмента

Цель исследования патентной чистоты - установить, не попадает ли предложенный способ и устройство для его осуществления под действия действующих патентов и установить правомерность использования предложенных объектов.

3.3.1 Составление регламента поиска №2

Из выявленных при составлении регламента поиска (см. п. 3.1) ТР выбираем ИТР в зависимости от объема выпуска объекта, его стоимости и значимости ТР для объекта в целом, сроков известности ТР.

В качестве страны поиска принимаем РФ, Японии и США, где будет изготовляться, и использоваться объект. Ретроспективность (глубину) поиска устанавливаем в 20 лет – срок действия патентов в РФ.

Рубрики МКИ и УДК, перечень источников информации остаются теми же, что и в регламенте № 1. Данные занесены в таблицу 3.1.

3.3.2 Патентный поиск

Просматриваем источники информации в соответствии о регламенте №2, таблица 3.1. Сведения о ТР, имеющие отношения к ИТР, содержатся в графах таблицы 3.2.

Запись об отобранных аналогах ИТР для детального анализа. содержится в графе 6 таблицы 3.2.

В исследуемом объекте, - усовершенствованном ролике выявляем ИТР:

а) в зависимости от объема выпуска или экспорта.

Фреза шлицевая является объектом массового производства. Поэтому для экспертизы на патентную чистоту оставляем все ТР.

б) в зависимости от сроков известности.

ТР «Материал режущей части», «Технологический процесс положенный в основу работы», «Способ изготовления» известны давно. Срок действия патентов, защищающих эти ТР, истек, значит исключаем их из перечня для исследования.

ТР «Конструкция» фрезы шлицевой, защищено действующими патентами. Оставляем его для исследования патентной чистоты.

Из источников, использованных в работе (см.п.3.2, табл. 3.1), оставляем только патентную документацию, а именно:

патентные описания; бюллетень изобретений; реферативный сборник «Изобретения стран мира»; реферативный журнал ВИНИТИ 14А «Резание металлов. Станки и инструменты» (14 «Технология машиностроения»).

3.3.3 Анализ результатов поиска

Выявляем существенные признаки усовершенствованного объекта и группируем их.

Заносим признаки группы а) Элементы в таблицу 3.4.

Проверяем наличия каждого из признаков ИТР в каждом аналоге. Наличие признака отмечаем законом «+», отсутствие «-». Дополнительные признаки аналогов также заносим в таблицу, отсутствие их у ИТР отмечен знаком «-».

Выявляем аналоги, которые содержат признаки, не использованные в ИТР.

Группируем существенные признаки предложенной конструкции ролика и заносим их в графы таблицы 3.3. в таблицу 3.4 так же заносим существенные признаки аналогов. Видим, что ни по одному из существенных признаков предложенные ИТР не попадают под действия патентов.

Выявляем существенные признаки ИТР «Конструкция», группируем их и заносим в графы 1 –3 табл. 3.4. Отмечаем наличие этих признаков у ИТР в графе 3.4 знаком «+».

Таблица 3.4

Существенные признаки ИТР “Конструкция” упрочняющего ролика и его аналогов

| Группа | № | Признаки ИТР | Япония, заявка  №63-49686 | Аналоги | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| РФ (СССР)  №3720113/25-08 | РФ (СССР)  А.с. №1238907 | РФ (СССР)  А.с. №1692676 | РФ  №1194600 | Япония, заявка  №60-13763 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| А |  | Элементы |  | | | | | |
|  | 1 | Корпус | + | + | + | + | + | + |
|  | 2 | Режущие пластины | - | - | - | + | + | + |
|  | 3 | Клинья | - | - | - | + | + | + |
|  | 4 | Крепежные винты | - | - | + | + | + | + |
|  | 5 | Сферические элементы | - | - | - | + | - | - |
|  | 6 | Режущее кольцо | - | - | + | - | - | - |
|  | 7 | Усеченные конусы | - | - | + | - | - | - |
|  | 8 | Клиновой паз | - | - | + | + | + | + |
|  | 9 | Клиновой выступ | - | - | + | - | - | - |
|  | 10 | Зубья | + | + | + | + | + | + |
|  | 11 | Стопорящие гайки | - | - | - | - | + | - |
| Б |  | Форма элементов |  | | | | | |
|  | 1 | Дисковая – форма корпуса | + | + | + | + | + | + |
|  | 2 | Усеченный конус | - | + | - | - | - | - |
|  | 3 | Кольцо– режущее кольцо | - | + | - | - | - | - |
|  | 4 | Клиновая – форма зажимных элементов твердосплавных пластин | - | + | + | + | + | + |
|  | 5 | Сферическая - опорная поверхность | - | - | - | + | - | - |
|  | 6 | Квадратная – форма режущей пластины | - | - | - | + | + | + |
|  | 7 | Профильная – форма заточки зубьев | + | + | - | - | - | - |
|  | 8 | Кольцевая канавка – на поверхности крепежного элемента – винта | - | - | - | - | + | - |
|  | 9 | Зигзагообразные режущие кромки | + | - | - | - | - | - |
| В |  | Взаимное расположение элементов |  | | | | | |
|  | 1 | Шахматный порядок расположения зубьев | + | + | - | - | - | + |
|  | 2 | Скрещивающееся расположение зубьев | + | - | - | + | - | - |
|  | 3 | Эксцентричная наружная поверхность поводка винта, выполненного в виде гайки | - | - | - | - | + | - |
|  | 4 | Осевые углы расположения зубьев неравны | + | - | - | - | - | + |
|  | 5 | Трехстороннее резание – трехсторонняя заточка зубьев | + | + | + | + | + | + |
|  | 6 | Двухстороннее резание –двухсторонняя заточка зубьев | - | + | - | + | - | + |
| Г |  | Взаимодействие между элементами |  |  |  |  |  |  |
|  | 1 | Цельная конструкция | + | + | - | - | - | - |
|  | 2 | Сборная конструкция – механическое крепление режущих элементов | - | - | + | + | + | + |

Сопоставительный анализ признаков ИТР и аналогов

Предложенное техническое решение промышленно применимо, т.к. может быть изготовлено промышленным способом, работоспособно, осуществимо и воспроизводимо, следовательно, соответствует условию патентоспособности «промышленная применимость».

Сопоставляя совокупности признаков групп а), б), в), д) представленные в таблице 3.4 аналогов и ИТР, видим, что ИТР не использованы совокупности признаков в патентах: РФ (СССР) №3720113/25-08, РФ (СССР) А.с. №1238907 , РФ (СССР) А.с. №1692676, РФ №1194600. Перечисленные патенты исключаем из дальнейшего рассмотрения.

Вывод

Таким образом, в результате сопоставительного анализа выявляем, что ИТР «Конструкция» по патенту Япония, заявка №60-13763 не попадает под действие патентов РФ, США и Японии.

Следовательно, усовершенствованная фреза шлицевая обладает патентной чистотой в отношении РФ, США и Японии.

Для организации производства усовершенствованной фрезы шлицевой в РФ нужно приобрести лицензию у владельцев патента Япония, заявка №60-13763. Продавать такой инструмент – фрезу шлицевую в США и Японии можно беспрепятственно.

4. Выбор и проектирование заготовки

4.1 Выбор вида и методов получения заготовки [3]

4.1.1 Заготовку в базовом варианте техпроцесса получали из пруткового проката ∅40 мм.

Размеры заготовки d x L : ∅40 х 530

Масса заготовки из пруткового проката

M 3 = ρ ⋅ V (4.1)

где ρ - плотность материала;

V – объем прутка;



(4.2)



где R – радиус прутка;

L – длина заготовки;

mз = 7.85 ⋅ 10-6 ⋅ 3.14 ⋅ 202 ⋅ 530= 5.18 кг

коэффициент полезного использования материала:

(4.3)



где - масса детали;



- масса заготовки;



4.1.2 Заготовку в проектном варианте техпроцесса предложено изготовить методом пластического деформирования – штамповка на прессе с выталкивателем.

Для обоснования проведем ряд расчетов.

а) параметры облойной канавки:

* толщина полека для облоя:

(4.4)



где - коэффициент равный 0,016;



- площадь поковки в плане.



= 36⋅210+24⋅320=15120 мм



* другие значения облойной канавки



б) припуски на обработку , действительные размеры на заготовку с назначенными допусками по ГОСТ 75.05-89



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номинальный размер детали | Припуск | Размер заготовки |
| ∅32 | 2,0 | ∅36,0 |
| ∅20 | 2,0 | ∅24,0 |
| 205 | 2,5 | 205 |
| 520 | 5,0 | 530 |

в) Определение размеров исходной заготовки.

Объем исходной заготовки

(4.5)



где - объем поковки, рассчитываемый по номинальным, горизонтальным и вертикальным размерам чертежа поковки плюс половина положительного допуска;



- объем удара равный 0,5% ;



- объем облоя при штамповке;



= 3,14 ⋅ (362 ⋅ 210 + 242 ⋅ 320)/4=356076мм3



= 0,005 ⋅ 356076 = 1780,38мм3



(4.6)



где - коэффициент, учитывающий изменение фактической площади сечения получаемого облоя по сравнению с площадью сечения мостика ;



- площадь сечения мостика;



- периметр поковки.



= 1,2 ⋅ 1,6 ⋅ 5 (210 ⋅ 2+36+2 ⋅ 320+24) =10771,2 мм3



Vзаг = 356076+1780,38+10771,2 = 368627,58 мм3

Диаметр заготовки:

(4.7)



где - отношение высоты заготовки к диаметру , принятое равным 2.



;



принимаем ∅32

Длина заготовки

(4.8)



где - длина поковки



;



д) Масса исходной заготовки и коэффициент использования материала.

mз = 7.85 ⋅ 10-6 ⋅ 368627,58 = 2,88 кг



4.2 Экономическое обоснование выбора заготовки

Годовая программа выпуска деталей – 2500 шт.

Отрасль – машиностроение.

4.2.1 Затраты на 1 кг стружки:

* текущие



* капитальные



4.2.2 Затраты на механическую обработку, отнесенные на 1 кг стружки.

(4.9)



где - нормативный коэффициент капитальных вложений, равный 0,1.



2.2.3. технологическая себестоимость изготовления заготовки.

а) полученной из проката:

(4.10)



где - масса заготовки, кг;



- цена 1 кг материала (3 руб.);



- масса готовой детали, кг;



- цена 1 кг отходов, руб.;



СТ1 = 5,18 ⋅ 3 – (5,18–2,5) ⋅ 0,3 = 14,73руб.

б) полученной штамповкой:

(4.11)



где - масса готовой детали;



- стоимость 1 кг заготовки;



- стоимость 1 кг отходов;



(4.12)



где - базовая стоимость 1 кг штампованных заготовок, = 4,15 руб.;



- коэффициент точности =1;



- коэффициент сложности = 0,88;



- коэффициент массы = 1;



- коэффициент материала = 1,27;



- коэффициент серийности, = 1;



Технологическая себестоимость изготовления детали методом штамповки оказалась ниже.

4.2.4 Экономический эффект при сопоставлении двух способов получения заготовки.

(4.13)



где - программа выпуска деталей



Ээ = (14,73-13,43) ⋅ 2500 = 3233 руб.

Вывод: Принимаем метод получения заготовки из штамповки на прессе с выталкивателем, при этом эффект составляет 3233 руб.

5. Разработка схем базирования. Технологический маршрут и план изготовления коленчатого вала

* 1. Анализ влияния точности установки на повышение точности формы путем распределения припуска

Известно, что погрешность исходной заготовки копируется на обработанной поверхности в виде одноименной погрешности меньшей величины. Во всей технологической цепи операций действует закон затухающего копирования макроотклонений. Причиной копирования является наличие упругих деформаций технологической системы (ТС), которые порождаются нестабильностью сил резания и являются одной из причин погрешностей формы обработанной детали.

Тот же эффект нестабильности сил резания проявляется при неправильной установке заготовки перед обработкой. Если даже заготовка имеет цилиндрическую поверхность идеальной формы, то при смещении оси вращения цилиндра при обработке возникает определенная нестабильность сил резания и соответствующие отклонения формы поверхности детали. Особенно сложна установка заготовки перед первой операцией. Часто одной из важнейших задач, решаемых при выполнении первой операции, является обеспечение равномерного распределения припуска, так как считается, что это уменьшает рассеяние размеров, связанное с колебаниями упругих деформаций ТС.

Таким образом, одним из факторов, определяющих форму поверхности детали, являются упругие деформации ТС, порождаемые нестабильностью сил резания, которые определяются режимами резания. Например, составляющие силы резания при продольном и поперечном точении пропорциональны глубине t, подаче s и скорости v резания и могут быть оценены следующей эмпирической зависимостью:

Pz, y, x = CptbsmvnKP, (5.1)

где Рг — тангенциальная, Ру — радиальная, Рх — осевая составляющие силы резания Р. Значения постоянного коэффициента СP и показателей степени b, т и п для конкретных условий обработки и для каждой из составляющих силы резания табулированы в справочниках. С учетом фактических условий резания составлены также таблицы и для коэффициентов, произведением которых определяется поправочный коэффициент Кр.

Приняв, что в рабочем диапазоне сил резания отношение упругого смещения у(Р) элементов ТС станка по нормали к обработанной поверхности к силе Ру постоянно, можно утверждать, что соответствующие упругие деформации пропорциональны значению Рy, а следовательно, и произведению CptbsmvnKp из формулы (5.1). При фиксированных значениях s и v смещение у(Р) в рабочем диапазоне сил резания пропорционально глубине резания, взятой в степени b, а именно:

y(P)=Ctb, (5.2)

где С — коэффициент пропорциональности.

Колебания припуска на обработку детали, связанные с погрешностью заготовки и распределением припуска при наладке станка, изменяют глубину резания. Отметим также, что при черновой обработке глубину резания, как правило, назначают максимальной. С другой стороны, припуск не может быть постоянным даже в пределах одной заготовки, так как толщина слоя металла, удаляемого с поверхности, непостоянна.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод о том, что распределение припуска по обрабатываемой поверхности при фиксированных значениях подачи и скорости резания определяет смещение у(Р). В свою очередь, на распределение припуска в значительной степени влияет положение заготовки на рабочей позиции, зависящее от выбора технологических баз, процессов базирования и закрепления заготовки. Учитывая это, поставим задачу путем выбора технологических баз и последующего базирования уменьшить упругие деформации элементов ТС станка и тем самым повысить точность формы обработанной детали.

* 1. Выбор технологических баз

Теоретическая схема базирования представлена на плане обработки и представляет собой схему расположения на технологических базах заготовки "идеальных" точек, символизирующих позиционные связи заготовки с принятой схемой координат станочного приспособления.

Поскольку шпиндель представляет собой симметричную деталь относительно главной оси, то при его изготовлении наиболее часто применяется схема двойной направляющей базы, точки упора и точки зажима.

На расточной, сверлильной операциях заготовку необходимо установить на примы, а это также базирование по двойной направляющей, для закрепления заготовки необходимо осуществить два зажима.

* 1. Технологический маршрут и план изготовления детали

Разработаем технологический маршрут на базе типового техпроцесса, что обеспечит его более высокое качество при сокращении времени разработки, учитывая, что тип производства – серийный.

Последовательность изготовления детали сведем в таблицу 5.1.

Таблица 5.1

Технологический маршрут изготовления детали

| № опер. | Название операции | № обраб. поверхностей | Ra, мкм | Модель станка |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 010 | Фрезерно-центровальная | 1, 11, 22, 23 | 10 | МР-71М |
| 015 | Токарная | 2, 3, 4 | 10 | 1712П |
| 020 | Отпуск | Все | 10 | - |
| 025 | Токарная | 2 - 10 | 5 | 1712П |
| 030 | Шлифовальная | 2, 4 |  | СУ (универсальношлифовальный) |
| 035 | Шлицефрезерная | 19 - 21 | – | 31НУ  (винтошлицефрезерный) |
| 040 | Токарная | 12, 13, 15, 24 | 2,5 | 1712П |
| 045 | Долбежная | 16, 17 | 2,5 | 7М430 |
| 050 | Цементация | Все | – | – |
| 055 | Сверлильная | 14, 18 | 2,5 | 2М13 |
| 060 | Закалка | Все | – | – |
| 065 | Слесарная | править центр-23 | 0,63 | 1712П |
| 070 | Шлифовальная | 2, 4, 12 | 1,25 | СУ (универсальношлифовальный) |
| 075 | Полировальная | 4 | 0,63 | 1712П |
| 080 | Шлицешлифовальная | 20, 21 | 1,25 | 5В833 |
| 085 | Резьбошлифовальная | 8 | 1,25 | Рейсхауэр |
| 090 | Маркировочная | – | – | Кант.площадка |
| 095 | Оксидирование | Все | – | – |
| 100 | Консервация | Все | – | Кант.площадка |

6. Выбор СТО. Расчет режимов резания

6.1 Выбор СТО (средств технологического оснащения)

Задача данного раздела – выбрать для каждой операции ТП такие оборудование, приспособление, режущий инструмент (РИ) и средства контроля, которые бы обеспечили заданный выпуск деталей заданного качества с минимальными затратами, данные сведем и представим в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Выбор средств технического оснащения

| Название операции | Наименование и модель оборудования | Наименование приспособления | Наименование инструмента | Наименование измерительного средства |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 000 Заготовитель-ная | Штамповка на ГКМ | - | - | Штангенциркуль ШЦIII-200-0,1 ГОСТ 160-80  Штангенциркуль  ШЦIII-1000-0,1  ГОСТ 160-80 |
| 010 Фрезерно-центровальная | МР-71М | Призмы УСП  ГОСТ 12195-66,  Зажимной меха-  низм УСП  Упор УСП | Фреза торцовая ∅200  ГОСТ 9304-69,  Сверло центровочное, тип А 6,3  ГОСТ 14952-80 | Штангенциркуль ШЦIII-1000-0,1 ГОСТ 160-80 |
| 015Токарная | 1712П токарный  с ЧПУ | Патрон токарный  кулачковый самоцентрирующий  ГОСТ 24351-80 | Резец проходной Т5К10 (Р30) ГОСТ 18868-73,  Резец подрезной Т15К6 (Р10-15) ГОСТ 18868-73 | Штангенциркуль ШЦIII-200-0,1 ГОСТ 160-80  Шаблон |
| 025Токарная | 1712П токарный  с ЧПУ | Патрон токарный  кулачковый самоцентрирующий  ГОСТ 24351-80 | Резец проходной Т5К10 (Р30) ГОСТ 18868-73,  Резец подрезной Т15К6 (Р10-15) ГОСТ 18868-73,  Резец метрический Т5К10 (Р30) | Штангенциркуль ШЦIII-200-0,1 ГОСТ 160-80  Шаблон |
| 030 Шлифовальная | СУ (универсально-шлифовальный) Германия | Патрон мембранный  ГОСТ 16157-70 | Круг шлифовальный ГОСТ 2447-82 | Штангенциркуль ШЦIII-200-0,05 ГОСТ 160-80,  Шаблон |
| 035 Шлицефрезерная | 31НУ (винтошлице-фрезерный), Германия | Патрон кулачковый  ГОСТ 24351-80 | Фреза шлицевая Р6М5К6  (Р10-15), специальная | Штангенциркуль ШЦIII-200-0,1 ГОСТ 160-80,  Шаблон |
| 040 Токарная | 1712П токарный  с ЧПУ | Патрон токарный  кулачковый самоцентрирующий  ГОСТ 24351-80 | Резец проходной Т5К10 (Р30) ГОСТ 18868-73, Резец подрезной Т15К6 (Р10-15) ГОСТ 18868-73, Резец расточной Т14К6 (Р20) ГОСТ 18868-73 | Штангенциркуль ШЦIII-200-0,05 ГОСТ 160-80, Шаблон |
| 045 Долбежная | 7М430 Долбежный | Тиски призматические, Призмы УСП  ГОСТ 12195-66 | Резец долбежный Т5К10 (Р30)  ГОСТ | Штангенциркуль ШЦIII-200-0,05 ГОСТ 160-80, Калибр-пробка,  Шаблон |
| 050 Сверлильная | 2М13 Сверлильный | Тиски призматические,  Призмы УСП  ГОСТ 12195-66 | Сверла ∅6; ∅8,2 ВК6-М (К05)  ГОСТ 9150-81  Метчик машинный ∅8 ГОСТ 17933-72 | Штангенциркуль ШЦIII-200-0,05 ГОСТ 160-80 |
| 070 Шлифовальная | СУ (универсально-шлифовальный) Германия | Патрон мембранный  ГОСТ 16157-70 | Круг шлифовальный  ГОСТ 2447-82 | Скоба рычажная СР  ГОСТ 11098-75, Калибр пробка |
| 075 Полировальная | 1712П токарный  с ЧПУ | Патрон токарный кулачковый самоцентрирующий  ГОСТ 24351-80 | Шкурка 0,005 | Микрометр первого класса точности  ГОСТ 6507-78, Шаблон |
| 080 Шлице- шлифовальная | 5В833 Зубошлифовальный | Патрон кулачковый самоцентрирующий  ГОСТ 24351-80 | Круг тарельчатый алмазный 1А1 100\*5\*10  2720-0139  ГОСТ 16167 | Микрометр первого класса точности  ГОСТ 6507-78, Шаблон |
| 085 Резьбошлифовальная | Рейсхауэр (резьбошлифовальный), Германия | Патрон кулачковый самоцентрирующий  ГОСТ 24351-80 | Круг алмазный 1А1 50\*2\*10  2720-0139  ГОСТ 16167 | Резьбовой калибр,  Шаблон |
| 090 Маркировка | Маркировать по торцу шифр, номер детали, дату. | | | |
| 100  Консервация | Кант.площадка | | | |

6.2 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания будем вести по методике предложенной в [ ], глава 4. Рассчитаем режимы на некоторые переходы обработки, а на остальные назначим приблизительно исходя из рассчитанных значений с учетом размеров обрабатываемых поверхностей.

Операция 015 Токарная

1)Точение наружной пов.2 (установ А )

Подача выбирается в зависимости от обрабатываемого материала, диаметра детали, глубины резания; для стали конструкционной легированной, диаметра детали, глубины резания 1,0 мм выбираем подачу s = 0,6 мм/об.

Скорость резания рассчитывается по эмпирической формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.1) |

где, = 350 – коэффициент;



m = 0,2 – показатель степени;

х = 0,15 – показатель степени;

y = 0,35 – показатель степени;

Т = 60 мин – период стойкости инструмента;

s = 0,6 мм/об – подача;



– коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

=1200 МПа – предел прочности обрабатываемого материала;



=0,8;



= 1,0 – показатель степени.



Тогда

;



– коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.



= 0,65 (Т5К10);



= 0,8 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (поковка).



Таким образом,

= 0,5 ⋅ 0,65 ⋅ 0,8 = 0,26.



Подставляя значения в формулу (6.1), получим:

= 47,98 м/мин.



Частота вращения заготовки рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.2) |

где, = 50,82 м/мин – скорость резания;



d = 36 мм – диаметр заготовки.

Таким образом,

424,5 об/мин.



2) Точение наружной пов.4, торца 3 (установ Б )

Глубина резания 1,0 мм ,подача s = 0,6 мм/об.

Скорость резания рассчитывается по эмпирической формуле (6.1)

Выбирая необходимые коэффициенты аналогично предыдущему установу, и подставляя значения в формулу (6.1), получим:

= 50,82 м/мин.



Частота вращения заготовки рассчитывается по формуле (6.2):

где, = 47,98 м/мин – скорость резания;



d = 24 мм – диаметр заготовки.

Таким образом,

636,7 об/мин.



Операция 025 Токарная с ЧПУ

1) Точение пов.2 (установ А)

Для стали конструкционной легированной, диаметра детали 34 глубина резания 0,5мм, выбираем подачу s = 0,38 мм/об.

Скорость резания рассчитывается по формуле (6.1)

= 350; m = 0,2; х = 0,15; y = 0,35;



Т = 120 мин – период стойкости инструмента;

s = 0,6 мм/об – подача;



– коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

=1200 МПа – предел прочности обрабатываемого материала;



=0,8;



= 1,0 – показатель степени.



Тогда

;



– коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.



= 1,0 (Т15К6);



= 1,0 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (без корки).



Таким образом,

= 0,5 ⋅ 1,0 ⋅ 1,0 = 0,5.



Подставляя значения в формулу (6.1), получим:

= 104,6 м/мин.



Частоту вращения рассчитываем по большему диаметру:

970,5 об/мин.



2) Точение пов.3,4,5,6,7,8,9,10 (установ Б)

Для стали конструкционной легированной, диаметра детали менее 22 глубина резания 0,5мм, выбираем подачу s = 0,38 мм/об.

Скорость резания рассчитывается по формуле (6.1)

= 350; m = 0,2; х = 0,15; y = 0,35;



Т = 120 мин – период стойкости инструмента;

s = 0,6 мм/об – подача;



– коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

=1200 МПа – предел прочности обрабатываемого материала;



=0,8;



= 1,0 – показатель степени.



Тогда

;



– коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.



= 1,0 (Т15К6);



= 1,0 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (без корки).



Таким образом,

= 0,5 ⋅ 1,0 ⋅ 1,0 = 0,5.



Подставляя значения в формулу (6.1), получим:

= 104,6 м/мин.



Частоту вращения рассчитываем по большему диаметру:

1553,8 об/мин.



Операция 030 Шлифовальная

Шлифование пов. 2, 4.

Для конструкционной стали для круглого наружного шлифования методом врезания выбираем:

скорость круга = 35 м/с;



скорость заготовки = 35 м/мин;



глубина резания t = 0,2 мм;

минутная подача табличная = 1,1 мм/мин;



Минутная подача

=0,81 мм/мин



Частота вращения круга:

1671 об/мин.



Операция 035 Шлицефрезерная

Фрезерование шлицев пов.20,21 с образованием диаметра впадин пов.19.

Выбираем подачу в зависимости от обрабатываемого материала, диаметра фрезы, глубины резания; для фрезы из быстрорежущей стали, диаметра фрезы 70, глубины резания 2,52 мм выбираем подачу на зуб = 0,12 мм/зуб.



Подача на оборот фрезы:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (6.3) |

где z = 12 – число зубьев фрезы.

=0,12\*12=1,92 мм/об.



Скорость резания рассчитывается по эмпирической формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.4) |

где, = 53 – коэффициент;



q = 0,45 – показатель степени;

m = 0,33 – показатель степени;

х = 0,3 – показатель степени;

y = 0,2 – показатель степени;

u = 0,1 – показатель степени;

p = 0,1 – показатель степени;

Т = 135 мин – период стойкости инструмента;

D = 63 – диаметр фрезы;

= 0,12 мм/зуб – подача на зуб;



В = 12 – ширина фрезерования



– коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

=1200 МПа – предел прочности обрабатываемого материала;



=0,7;



= 1,0 – показатель степени.



Тогда

;



– коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.



= 1,0 (Р6М5);



= 1,0 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (без корки).



Таким образом,

= 0,44 ⋅ 1,0 ⋅ 1,0 = 0,44.



Подставляя значения в формулу (6.4), получим:

= 22,02 м/мин



Частота вращения фрезы рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.5) |

где D = 70 – диаметр фрезы

Таким образом,

100,2 об/мин.



Операция 040 Токарная с ЧПУ

1) Сверление отверстия 12.

Подача выбирается в зависимости от обрабатываемого материала, его твердости, диаметра сверла; для конструкционной легированной стали твердостью НВ160-240 при диаметре сверла 18,5 мм принимаем подачу s = 0,45 мм/об.

Скорость резания v, м/мин, рассчитывается по эмпирической формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.6) |

где, = 9,8 – коэффициент;



m = 0,2 – показатель степени;

y = 0,50 – показатель степени;

q = 0,4 – показатель степени;

Т = 60 мин – период стойкости инструмента;

s = 0,45 мм/об – подача;



– коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

=1200 МПа – предел прочности обрабатываемого материала;



=0,7;



= 0,9 – показатель степени



Тогда

;



– коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.



= 1,0 (Р6М5);



Кlv – коэффициент, зависящий от отношения дины сверления к диаметру сверла. Для l/D < 3 Кlv = 1,0.

Таким образом,

= 0,59⋅ 1,0⋅ 1,0 = 0,59.



Подставляя значения в формулу (6.6), получим:

= 20,7 м/мин.



Частота вращения

об/мин.



2) Растачивание пов. 12 ( переход 2)

Подача s = 0,12 мм/об.

= 420; m = 0,2; х = 0,15; y = 0,2



Т = 60 мин – период стойкости инструмента;

= 0,26;



t = 0,55.



– коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

=1200 МПа – предел прочности обрабатываемого материала;



=0,8;



= 1,0 – показатель степени.



Тогда

;



– коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.



= 1,0 (Т15К6);



= 1,0 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (без корки).



Таким образом,

= 0,5 ⋅ 1,0 ⋅ 1,0 = 0,5.



Подставляя значения в формулу (6.1), получим:

= 97,85 м/мин.



Частоту рассчитаем по большему диаметру:

1527,57 об/мин.



3) Растачивание канавки пов.25 (переход 3)

Скорость резания рассчитывается по эмпирической формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.7) |

где, = 47; m = 0,20; y = 0,80 – показатель степени;



Т = 60 мин – период стойкости инструмента;

s = 0,1 мм/об – подача;

= 1,0 – показатель степени.



= 0,5.



Подставляя значения в формулу (6.7), получим:

= 65,38 м/мин.



Частота вращения

1020,65 об/мин.



# Операция 045 Долбежная

Выполнить шпоночный паз пов.16,17

Для стали конструкционной легированной, размера детали 21,3мм, глубины резания 1,3мм выбираем подачу s = 0,6 мм/об.

Скорость резания рассчитывается по формуле (6.1)

= 350; m = 0,2; х = 0,15; y = 0,35;



Т = 45 мин – период стойкости инструмента;

s = 0,6 мм/об – подача;

= 0,5 ⋅ 0,65 ⋅ 0,8 = 0,26.



Подставляя значения в формулу (3.1), получим:

= 50,82 м/мин.



Частота вращения

388 об/мин.



# Операция 055 Сверлильная

Сверлить отверстия пов.14,18(установ А,Б)

Для конструкционной легированной стали твердостью НВ160-240 при диаметре сверла 6 и 8,2 мм принимаем подачу s = 0,12 мм/об.

Скорость резания v, м/мин, рассчитывается по формуле (6.6).

= 7,0; m = 0,2; y = 0,7; q = 0,4 ;



Т = 120 мин – период стойкости инструмента;

s = 0,12 мм/об – подача;

= 0,59.



Подставляя значения в формулу (6.6), получим:

∅6: = 22,38 м/мин.



∅8,2: = 25,35 м/мин.



Частота вращения:

∅6: мм/об



∅8,2: мм/об



Операция 070 Шлифовальная

1) Внутришлифовальная пов.12 (установ А)

Для конструкционной стали для внутреннего шлифования методом врезания выбираем:

скорость круга = 35 м/с;



скорость заготовки = 45 м/мин;



глубина резания t = 0,3 мм;

радиальная подача

0,0045\*1,1 = 0,005 мм/об;



продольная подача

= 0,65\*25 = 13 мм/об



Частота вращения круга:

16711 об/мин.



2) Круглошлифовальная пов 2,4(установ Б)

= 35 м/с; = 35 м/мин; t = 0,1 мм;



минутная подача табличная = 1,1 мм/мин;



Минутная подача

=0,76м/мин



Частота вращения круга:

1671 об/мин.



Операция 080 Шлицешлифовальная

Шлифование боковых поверхностей шлица пов.20,21.

Глубина резания t = 0,075 мм;

Диаметр круга D = 270 мм;

Частота вращения круга nк = 1700 об/мин;

Скорость круга = 24 м/с;



Скорость вращения заготовки = 20 м/мин;



Продольная подача = 0,3 мм/об;



## Операция 085 Резьбошлифовальная

= 35 м/с; = 35 м/мин; t = 0,1 мм;



минутная подача табличная = 1,1 мм/мин;



Минутная подача

=0,76м/мин



Частота вращения круга:

1671 об/мин.



7. Проектирование оправки на шлицефрезерную операцию

Оправки разделяются на жесткие и разжимные. Важнейшей характеристикой при выборе того или другого типа оправок является точность обработки. Ее показателем обычно служит отклонение от соосности, возникающее при обработке наружной поверхности относительно базовой. При выборе оправки также играет роль жесткость заготовки, потому что при закреплении на оправке она деформируется. Это приводит к различным отклонениям формы обработанных поверхностей.

Цилиндрические оправки (рис.7.1) для установки деталей с гарантированным зазором обеспечивают стабильное положение детали вдоль оси. Поэтому такие оправки можно применять при работе на настроенных станках, для обработки длинных деталей, когда предъявляются повышенные требования к продольным размерам. С помощью данных оправок не достигается точность центрирования, однако они имеют преимущества при многоместной обработке.

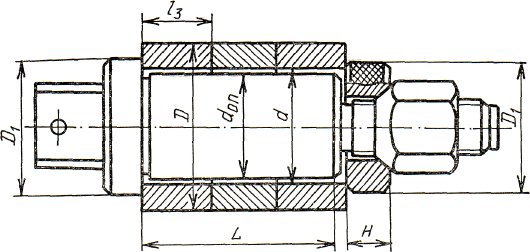


Рис. 71. Цилиндрическая оправка с гарантированным зазором

Исходные данные:

Мкр — передаваемый крутящий момент или крутящий момент от сил резания, Н • мм;

l3 — базовая длина заготовки, мм;

D — диаметр обработанной заготовки, мм;

d — диаметр базового отверстия заготовки, мм;

Т d — поле допуска базового отверстия, мм;

е — допускаемое отклонение от соосности обработанной и базовой поверхностей заготовки, мм.

1) Гарантированный зазор для установки оправки на деталь:

(7.1)



где еоп – отклонение от соосности базовой поверхности оправки (рекомендуется в пределах 3-й степени точности);

Тd.оп – допуск на диаметр базовой поверхности оправки (рекомендуется h6);

δиз – допустимый износ базовой поверхности оправки (рекомендуется 0,01…0,02 мм);

Приближенно ΔГАР≥0,02 мм.

2) Номинальный диаметр базовой поверхности оправки:

(7.2)



3) Длина базовой поверхности оправки:

(7.3)



где n – число одновременно обрабатываемых деталей.

.



4) Наружные диаметры опорного буртика и нажимной шайбы:

(7.4)



.



5) Ширина нажимной шайбы:

(7.5)



.



6) Гарантированный крутящий момент, передаваемый оправкой:

(7.6)



где k – коэффициент запаса, принимается приближенный k≈2,5.

.



7) Требуемое усилие зажима детали:

(7.7)



где f – коэффициент трения, принимается равным 0,16…0,2.



Следовательно, необходимое усилие Р нужно приложить на каждый прижимной винт оправки.

8. Расчет и проектирование контрольного приспособления

Для контроля радиального биения наружного диаметра применяем биениемер.

Т. к. биение необходимо измерить относительно базового отверстия, то для закрепления вала-шестерни в контрольном приспособлении применяем мембранную оправку.

Произведем расчет усилия для сжатия кулачков.

8.1 Расчет осевого усилия для разжима кулачков

8.1.1 Для сжатия кулачков патрона в размер , действующее на мембрану осевое усилие должно составить:



|  |  |
| --- | --- |
|  | (8.1) |

где К(Р)=1,1 – коэффициент ужесточения мембраны ее кулачками [ табл.10];

S, a, c, b – соответственно толщина, рабочий радиус, радиус центрального окна, радиус расположения кулачков мембраны;

а = 54; S = 3; b = 0,4a = 32; c = 0.18a = 10

L = 24 – плечо кулачка;

dк = 54 - диаметр наружной поверхности кулачков;

dк min= 51,5 – диаметр кулачков, позволяющий установить наименьшую заготовку в партии.

=8870 Н



8.1.2 С учетом коэффициента полезного действия η = 0,7…0,8 усилие на штоке составляет:

|  |  |
| --- | --- |
| = Н |  |

8.1.3 Вычислим наибольшее напряжение σmax

|  |  |
| --- | --- |
| = 517 Н |  |

где К(σ) = 0,7 [ , стр.526]

8.2 Усилие закрепления заготовки одним кулачком оправки

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8.2) |

где dз = диаметр базы заготовки, мм;

функция



Н



8.3 Описание конструкции и принцип работы приспособления

Приспособление предназначено для измерения радиального биения на наружном диаметре шейки шпинделя относительно базового отверстия.

Приспособление содержит основание 11, мембранную оправку, плавающий центр и измерительную головку ИПП874.

Мембранная оправка содержит корпус 4, к которому винтами 15 крепится мембрана с кулачками 5. Через центральное резьбовое отверстие корпуса проходит шток 6, на шток с наружной стороны мембраны устанавливается шайба 20 и гайка 21, а также ручка 12, которая фиксируется на штоке с помощью штифта 19. Мембранная оправка устанавливается в переднюю бабку 2 с запрессованным подшипником 3 с минимальным зазором. И спереди и сзади для установки оправки к корпусу винтами 14 привинчиваются шайбы 9.

По направляющим основания перемещаются передняя бабка с мембранной оправкой, задняя бабка 7 с установленным в ней плавающим центром 8, и измерительная головка 1, смонтированная на колонке 10.

Приспособление работает следующим образом.

Шпиндель устанавливают точно на кулачки 5 мембранной оправки и поджимают плавающим центром 8. Оправка с валом должна свободно от руки поворачиваться, при этом необходимо следить за тем, чтобы не было качки. Сжатие оправки производится ручкой при помощи ручки 12, которая при проворачивании выкручивает шток 6, а шток, в свою очередь, прогибает мембрану и кулачки сходятся. Наконечник с шариком подводится к поверхности шейки шпинделя и занимает определенное радиальное положение, которое фиксируется чувствительной головкой.

Наибольшее колебание показаний чувствительной головки при расположении наконечника во всех впадинах колеса характеризует величину биения.

Чтобы шарик соприкасался с профилем шейки проверяемого колеса, его диаметр должен быть равен

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8.3) |

где = 0 – смещение исходного контура.



Тогда, D = 1,680\*2+0 = 3,36 мм

9. Расчет режущего инструмента

Проектирование режущего инструмента – фрезы червячной для нарезания шлицев

В данном разделе спроектируем режущий инструмент – червячную фрезу для нарезания шлицев на шлифефрезерной операции.

1. Материалом для режущей части выбираем быстрорез Р6М5К5.
2. Для черновой обработки зубьев допустимо принять фрез цельной конструкции.
3. Диаметр наружный фрезы da выбираем по ГОСТ 9324-80, принимаем da= 70мм.
4. Число зубьев фрезы принимаем равным 12, что в 2 раза больше числу нарезаемых зубьев шлицев.

Далее проведем расчет и выбор элементов геометрических параметров фрезы червячной для нарезания шлицев.

1. Принимаемые по ГОСТ 9324-80 или конструктивным особенностям параметры:
2. Высоту ножки зуба h0 принимаем равным высоте нарезаемых зубьев с учетом черновой обработки: h0 =3мм;
3. Задний угол при вершине зуба αа = 10°…12°, принимаем αа = 10°;
4. Элементы стружечной канавки цельных фрез (рис.9.1):
5. Глубина канавки:

Н = h0 + (К + К1)/2 + r3 , (9.1)

где К, К1 –величины затылования на вершине зуба определяются по формулам:

К = π da tgαa / z0 (9.2)

К = [3,14 ⋅ 70 ⋅ tg10° ] / 12 = 3,231мм

К1 = (1,3…1,7) К (9.3)

К1 = 1,4 ⋅ 3,231 = 4,524мм

r3 – радиус закругления дна канавки принимается кратным 0,05мм, принимаем r3 = 1,25мм;

Н = h0 + (К + К1)/2 + r3 = 3 + (3,231+4,524)/2 + 1,25 = 8,127

принимаем Н=8,5мм

1. Толщина зуба у основания С (рис.9.1) должна соответствовать условию:

С ≥ 0,8Н (9.4)

С = 0,8 ⋅ 8,5 = 6,8; принимаем С = 7мм.

1. Угол профиля канавки θ в зависимости от рекомендуемых одно- или двухугловых фрез принимается равным: 22°, 25°, 30°, принимаем θ = 25°.

Элементы стружечной канавки и зуба цельных червячных фрез

1. Длина L1 рабочей части фрезы рассчитывается по формуле:

L1 = 2h0ctgαn0 + πxh0/1,25 (9.5)

где h0 – высота зуба фрезы;

αn0 – угол профиля исходного контура;

x – поправочный коэффициент выбирается по [ , с.235, табл.8.1], принимаем х = 3

L1 = [2 ⋅ 3 ⋅ ctg 10°]+ [3,14 ⋅ 3,4 ⋅ 3 / 1,25] = 59,66;

принимаем 60мм

1. Полная длина фрезы:

L = L1 +2lб (9.6)

где lб – длина буртика lб = 3…5мм, принимаем lб = 5мм

L = 60 + 2 ⋅ 5 = 70мм

1. Диаметр буртика:

dб = dа – 2Н – (1…3) (9.7)

dб = 70 – 2⋅ 8,5 – 3 = 50мм

1. Диаметр отверстия под оправку рассчитывается по формуле:

dотв= 20 [h0/1,25]0.373 (9.8)

dотв= 20 [ 3 / 1,25 ]0.373 = 27,72;

принимаем dотв=28мм

1. Диаметр выточки в отверстии равен

dв = dотв + 2 (9.9)

dв = 28 + 2 = 30мм

1. Длина шлифованной части отверстия с каждой стороны

l1 = (0,2…0,4)L (9.10)

l1 = 0,35 ⋅ 70 = 20мм

1. Диаметр начальной окружности для фрез с нешлифованным профилем, что для фрез для черновой обработки допустимо.

d = da – 2ha0 – 0,5К (9.11)

d = 70 – 2 ⋅ 3 – 0,5 ⋅ 3,231 = 62,385мм

1. Угол подъема витков фрезы по начальной окружности

sin γ0 = n0 ⋅ [h0 / 1,25] / d (9.12)

где n0 – число заходов фрезы, для фрез для черновой обработки n0 > 1, принимаем n0 =2;

sin γ0 = 2 ⋅ [3 / 1,25] = 0,03516

γ0 = 2°00’55”

Далее определим некоторые размеры нормального профиля

1. Шаг по нормали (между соседними профилями зубьев фрезы)

рn0 = π ⋅ [h0 / 1,25]

рn0 = 3,14 ⋅ [3 / 1,25] = 7,283мм

1. Расчетная толщина зуба в нормальном сечении на делительной прямой для черновых фрез

sn0 = pn0 – (sn + ΔsФ) (9.13)

где sn – толщина нарезаемого колеса, sn = 3,3мм ;

ΔsФ – припуск на обработку под дальнейшую обработку (из рассчитанного ранее в п.6), ΔsФ = 0,032мм

sn0 = 7,283 – (3,3 + 0,032) = 3,951мм

1. Направление витков фрезы – правое.
2. Остальные элементы конструкции фрезы выбираются по ГОСТ 9324-80 или конструктивных соображений.
3. По ГОСТ 9324-80 определяются допуски на все элементы червячной фрезы и технические требования к её изготовлению.
4. Чертеж фрезы червячной для нарезания шлицев представлен на отдельном листе чертежей [ ].

10. Размерный анализ в продольном направлении

При выполнении размерного анализа в осевом направлении необходимо выявить размерные контуры для каждого из замыкающих звеньев: размеров детали, получаемых косвенным путем (В, Г, Д); припусков. Начинаем обход контура с замыкающего звена в любом направлении, двигаясь по составляющим звеньям, вертикалям размерной схемы до тех пор, пока не вернемся к исходной точке. При обходе контура необходимо следить за тем, чтобы в каждом из них присутствовало только одно замыкающее звено.

Если контур не замыкается, то это свидетельствует о необходимости введения дополнительных операционных размеров. Если для одного замыкающего звена имеется несколько вариантов размерного контура, то это означает наличие излишних операционных размеров. В обоих случаях необходимо ввести коррективы в план изготовления и в размерную схему.

Составим уравнения операционной размерной цепи в виде уравнения номиналов в общем виде:

, (10.1)



где [Аi] – номинальное значение замыкающего звена;

Аi – номинальные значения составляющих звеньев;

i – порядковый номер звена;

n – число составляющих звеньев;

ξi – передаточные отношения, характеризующие расположение звеньев по величине и направлению.

Для линейной цепи с параллельными звеньями передаточные отношения равны: ξi=1 (увеличивающие звенья); ξi= –1 (уменьшающие звенья).

Уравнения размерной цепи для размеров получаемых косвенным путем:

[Д055]\*= –В025 – Ц1010 +А010

[Г055]\*= –Г025 + Д025

[В055]\*= –Д025 – Ц1010 +А010

10.2 Проверка условий точности изготовления детали

Проверка размерной корректности путем решения обратной задачи позволяет до начала расчетов размерной цепи убедиться в том, что намеченный вариант технологии изготовления обеспечит получение готовой детали в соответствии с требованиями рабочего чертежа. Проверка проводится для чертежных размеров и технических требований на расположение поверхностей детали, которые выполнялись косвенно, и являются замыкающими звеньями в размерной цепи.

Условие выполнения точности:

ТАчерт.≥ω[А], (10.2)

гдеТАчерт – допуск по чертежу размера или пространственного отклонения;

ω[А] – погрешность, этого же параметра возникающая в ходе выполнения технологического процесса.

Погрешность замыкающего звена:

, (10.3)



где ωАi – погрешность i – го звена;

n – число составляющих звеньев.

При расчете принимаем ωАi=ТАi, где ТАi – технологический допуск i-го звена.

ω [Д025]= ωВ025 +ω Ц1010 +ωА010 = 0,17+0,05+0,05 = 0,27 ≤ 1,15 мм;

ω [Г025]= ωГ025 +ωД025 = 0,17+0,17 = 0,34 ≤ 0,74 мм;

ω [В025]= ωД025+ω Ц1010 +ωА010 = 0,17+0,05+0,05 = 0,27≤ 1,0 мм.

В случае, когда брак планируется в определенных пределах, ω[А] рассчитывается вероятностным методом:

(10.4)



гдеtΔ - коэффициент риска;

λi – коэффициент относительного рассеивания погрешности ωАi.

Коэффициент tΔ характеризует вероятность попадания размеров замыкающего звена в заданные пределы [1, с.16, табл.4.4]. Для погрешностей пространственного положения (биение, эксцентриситет, не параллельность, не перпендикулярность) распределение следует закону Релея с λ2=0,127 [1, с. 17].

10.3 Расчет припусков продольных размеров

Определим величины минимальных операционных припусков из условия удаления следов и дефектов предыдущей обработки.

Минимальный припуск при обработке торцов (продольное направление):

, (10.5)



где Rzi-1 и hi-1 – высота неровностей и дефектный слой, образовавшиеся на обрабатываемой поверхности при предыдущей обработке [1, прил. 4];

- суммарная погрешность пространственных отклонений поверхности на предыдущем переходе [3, табл. 2.6].



Максимальный припуск при обработке торцов (продольное направление):

(10.6)



Составим уравнения размерной цепи для припусков:



Минимальные и максимальные операционные припуски:

;



;



;



;



;



;



при термообработке происходит разупрочнение стали, и на последующих операциях в дефектный слой h, в расчеты, ничего “не закладываем”.

;



;



Определим величины средних операционных припусков:

, (10.7)



;



;



;



;



10.4 Расчет операционных размеров

Цель расчета – определить величины номинальных и предельных значений операционных размеров в продольном направлении.

Исходя из составленных уравнений размерной цепи в продольном направлении найдем все операционные размеры. Определяем те размеры, которые нам известны и являются чертёжными. Это размеры А010=520 –0,05мм, Ж025=205 –0,74 мм. Размеры Ц1010 и Ц2010 найдем из расчета центрового отверстия (рис. 10.1).



Рис. 10.1 Центровое отверстие

Центровое отверстие выбираем по диаметру вала, который входит в интервал размеров 20…40мм [5, с.389].

Рассмотрим треугольник, в нем известно: противолежащий катет углу 30°, равный половине диаметра конуса 6,6мм. Все эти параметры “завязаны” между собой tg. Следовательно, Ц1010 =Ц2010=5/tg30°=8,66мм.

Далее определим все искомые размеры путем подставления в уравнения размерной цепи уже известных величин.

(10.8)



Л040=+К040-О040+А010-Ц2010=8-77+520-8,66=442,34мм;

В025 = – [Д055] - Ц1010 +А010 = -214-8,66+520 = 297,34мм;

Д025 = – [В055]– Ц1010 +А010 = -123-8,66+520 = 388,34мм;

Г025 = – [Г055]+ Д025 = -70 +388,34 = 318,34мм.

Окончательные значения операционных размеров в продольном направлении в удобной для производства форме, отражены в формуле (10.9) и сведены в соответствующие графы чертежа.

, (10.9)



где, ТАi – технологический допуск.

11. Планировка механического участка

Деталь “шпиндель” (рис.1.1) является сборочной единицей головки

4-хшпиндельной комбинированной, которая в свою очередь входит в сборочный узел автоматической линии для обработки ресивера.

Конструкция шпинделя позволяет использовать анализируемую деталь в сборках 2-х, 3-х, 4-х, 6-ти, 9-ти, 10-ти, 12-ти и 15-тишпиндельных резьбонарезных головках, а также 4-х, 5-ти и 6-тишпиндельных комбинированных головках, которые применяются на автоматических линиях мехобработки.

Оборудование, включающее в себя перечисленные шпиндельные головки, насчитывают свыше 500 единиц.

11.1 Расчёт количества основного технологического оборудования на участке и коэффициента его загрузки

Цель раздела – определение количества основного технологического оборудования при среднесерийном производстве на стадии технологического проекта и подготовки исходных данных для составления планировки участка механической обработки детали.

Исходные данные для проведения этого расчёта являются годовая программа и технологический процесс с нормами времени. Годовая программа составляет 2500 деталей в год. Нормы времени приведены в таблице 11.1.

Таблица 11.1 Нормы времени

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № оп. | Код и наименование  операции | Т0 ,  мин | Тшт ,  мин | Модель  оборудования |
| 1 | 2 | 4 | 5 | 6 |
| 010 | Фрезерно-центровальная | 3 | 6 | МР-71М |
| 015 | Токарная | 780 | 795 | 1712П |
| 020 | Отпуск | - | - | - |
| 025 | Токарная | 168 | 83 | 1712П |
| 030 | Шлифовальная | 38 | 53 | СУ 315х2000  (универсально-шлифовальный) |
| 035 | Шлицефрезерная | 372 | 462 | 31НУ  (винто-шлице-фрезерный) |
| 040 | Токарная | 20 | 24 | 1712П |
| 045 | Долбежная | 18 | 24 | 7М430 |
| 050 | Цементация | - | - | - |
| 055 | Сверлильная | 36 | 51 | 2М13 |
| 060 | Закалка | - | - | - |
| 065 | Слесарная | 66 | 66 | 1712П |
| 070 | Шлифовальная | 20 | 35 | СУ  (универсально-шлифовальный) |
| 075 | Полировальная | 170 | 185 | 1712П |
| 080 | Шлицешлифовальная | 96 | 111 | 5В833 |
| 085 | Резьбошлифовальная | 73 | 163 | Рейсхауэр |
| 090 | Маркировочная | 3 | 3 | Кант.площадка |
| 095 | Оксидирование | - | - | - |
| 100 | Консервация | 5 | 5 | Кант.площадка |

Действительный фонд времени работы оборудования, находим по формуле:

Fд = (Дк – Дв – Дп) · tсм · n · Кисп, (ч) (11.1)

где Дк - число календарных дней, 365

Дв - число выходных дней, 102

Дп - число праздничных дней, 10

Tсм - длительность рабочей смены, 8 часов

n - число рабочих смен в сутки, 2

Кисп - коэффициент использования оборудования, 0,95.

Fд = (365-102-10)·8·2·0,95 = 3846 ч.

Расчётное число станков каждой группы будет находиться по формуле:

(11.2)



где Квн – коэффициент выполнения норм, равный 1,1.

Расчёт необходимого количества станков сведём в таблицу 11.2

где Sпр – принимаемое нами количество станков.



Таблица 11.2 Расчётное число станков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № оп. | Код и наименование операции | Расчётное количество станков, Sр | Принятое количест-во станков, Sпр |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 010 | Фрезерно-центровальная | 0,0473 | 1 |
| 015 | Токарная | 2,3243 | 3 |
| 020 | Отпуск | - | - |
| 025 | Токарная | 0,6540 | 1 |
| 030 | Шлифовальная | 0,4176 | 1 |
| 035 | Шлицефрезерная | 1,6401 | 2 |
| 040 | Токарная | 0,1891 | 1 |
| 045 | Долбежная | 0,4018 | 1 |
| 050 | Цементация | - | - |
| 055 | Сверлильная | 0,1733 | 1 |
| 060 | Закалка | - | - |
| 065 | Слесарная | 0,2758 | 1 |
| 070 | Шлифовальная | 1,4576 | 2 |
| 075 | Полировальная | 0,2206 | 1 |
| 080 | Шлицешлифовальная | 0,8746 | 1 |
| 085 | Резьбошлифовальная | 1,2843 | 2 |
| 090 | Маркировочная | 0,0236 | 1 |
| 095 | Оксидирование | - | - |
| 100 | Консервация | 0,0394 | 1 |

Полученные расчетные значения количества станков, округляем в большую сторону до целого числа и определяем необходимую величину догрузки подобными видами продукции, приближая расчетное значение станков к принимаемому для их меньшей расходимости.

Догрузка оборудования находится по формуле:

(11.3)



где Ку =1,05- коэффициент увеличения штучного времени.

Результаты расчётов сведём в таблицу 11.3.



Таблица 11.3 Результат дозагрузки станков

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № оп. | Код и наименование  операции | Дозагрузка оборудования,  Nдог , шт/год |
| 1 | 2 | 3 |
| 010 | Фрезерно-центровальная | 132262 |
| 015 | Токарная | 77017 |
| 020 | Отпуск | - |
| 025 | Токарная | 43373 |
| 030 | Шлифовальная | 78005 |
| 035 | Шлицефрезерная | 23421 |
| 040 | Токарная | 111483 |
| 045 | Долбежная | 63659 |
| 050 | Цементация | - |
| 055 | Сверлильная | 113792 |
| 060 | Закалка | - |
| 065 | Слесарная | 98785 |
| 070 | Шлифовальная | 106865 |
| 075 | Полировальная | 64813 |
| 080 | Шлицешлифовальная | 11050 |
| 085 | Резьбошлифовальная | 90210 |
| 090 | Маркировочная | 135725 |
| 095 | Оксидирование | - |
| 100 | Консервация | 133417 |

Проводим заново расчёт необходимого количества оборудования по формуле:

(11.4)



Результаты расчётов сводим в таблицу 11.4.

Таблица 11.4 Расчёт до загруженного числа станков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № оп. | Наименование операции | Расчётное количество  станков, Sр | Принятое количество станков, Sпр |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 010 | Фрезерно-центровальн. | 0,8289 | 1 |
| 015 | Токарная | 2,7795 | 3 |
| 020 | Отпуск | - | - |
| 025 | Токарная | 0,9103 | 1 |
| 030 | Шлифовальная | 0,8786 | 1 |
| 035 | Шлицефрезерная | 3,7785 | 4 |
| 040 | Токарная | 0,8479 | 1 |
| 045 | Долбежная | 0,8417 | 1 |
| 050 | Цементация | - | - |
| 055 | Сверлильная | 0,8458 | 1 |
| 060 | Закалка | - | - |
| 065 | Слесарная | 0,8595 | 1 |
| 070 | Шлифовальная | 0,8521 | 1 |
| 075 | Полировальная | 1,8406 | 2 |
| 080 | Шлицешлифовальная | 0,9399 | 1 |
| 085 | Резьбошлифовальная | 1,8174 | 2 |
| 090 | Маркировочная | 0,8257 | 1 |
| 095 | Оксидирование | - | - |
| 100 | Консервация | 0,8278 | 1 |

Коэффициент загрузки оборудование определяется как отношение расчётного числа к проектируемому:

К = Sp / Sпр (11.5)

Коэффициент загрузки оборудования сведем в таблицу 11.5.

Таблица 11.5 Коэффициент загрузки оборудования

| № оп. | Наименование операции | Коэф. загр.  оборуд. | № оп. | Наименование операции | Коэф. загр.  оборуд. |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 010 | Фр.-центров. | 0,83 | 060 | Закалка | - |
| 015 | Токарная | 0,93 | 065 | Слесарная | 0,86 |
| 020 | Отпуск | - | 070 | Шлифовальная | 0,85 |
| 025 | Токарная | 0,91 | 075 | Полировальная | 0,92 |
| 030 | Шлифовальн. | 0,88 | 080 | Шлицешлиф. | 0,94 |
| 035 | Шлицефрезерная | 0,94 | 085 | Резьбошлиф. | 0,91 |
| 040 | Токарная | 0,85 | 090 | Маркировочная | 0,83 |
| 045 | Долбежная | 0,92 | 095 | Оксидирование | - |
| 050 | Цементация | - | 100 | Консервация | 0,83 |
| 055 | Сверлильная | 0,85 | Средн. значение | | 0,88 |

Средний коэффициент загрузки составляет 0,88.

Теперь по найденным значениям загрузки оборудования строим график нагружения оборудования на рис. 11.2



Рис.11.2 График загрузки оборудования

11.2 Расчёт числа рабочих

Число рабочих на каждую операцию в одну смену определяем по формуле:

(11.6)



где

ч.



Расчёт числа рабочих по операциям техпроцесса сведём в таблицу 11.6

Таблица 11.6 Количество рабочих по операциям ТП

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № оп. | Код и наименование  операции | Расчетное  количество рабочих  на операцию, Росн | Принятое количество  рабочих на операцию, Росн.пр |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 010 | Фрезерно-центров. | 1,85336 | 2 |
| 015 | Токарная | 1,21499 | 2 |
| 020 | Отпуск | - | - |
| 025 | Токарная | 2,03541 | 2 |
| 030 | Шлифовальная | 1,96448 | 2 |
| 035 | Шлицефрезерная | 3,44901 | 4 |
| 040 | Токарная | 1,89592 | 2 |
| 045 | Долбежная | 1,21561 | 2 |
| 050 | Цементация | - | - |
| 055 | Сверлильная | 1,89119 | 2 |
| 060 | Закалка | - | - |
| 065 | Слесарная | 1,92192 | 2 |
| 070 | Шлифовальная | 1,90537 | 2 |
| 075 | Полировальная | 1,11575 | 2 |
| 080 | Шлицешлифовальная | 2,10161 | 2 |
| 085 | Резьбошлифовальная | 1,96373 | 2 |
| 090 | Маркировочная | 0,84627 | 1 |
| 095 | Оксидирование | - | - |
| 100 | Консервация | 0,85099 | 1 |
|  |  |  | Итого: 30 |

Общее число рабочих составляет 30 человек.

После расчёта числа основных производственных рабочих, необходимо рассчитать число вспомогательных рабочих, число контролёров, число ИТР, Численность младшего обслуживающего персонала (МОП).

Вспомогательные рабочие:

4,8 принимаем 5 человек.



Число контролёров:

8,0 принимает 8 человек.



Численность ИТР:

1,1 принимаем 2 человека.



Младший обслуживающий персонал:

0,74 принимаем 1 человек.



11.3 Организация снабжения материалами и заготовками

Для хранения запаса заготовок предусматривается склад, расположенный в начале участка механической обработки детали. На рабочее место заготовки, уложенные в контейнер открытого типа, доставляются при помощи погрузчиков. В процессе обработки проводится межоперационный контроль, наиболее важными являются контрольные операции перед и после ТО, каковыми являются 020 операция – отпуск, 050 – цементация, 060 – закалка и 095 – оксидирование. После каждой из перечисленных операций деталь возвращают на участок на дальнейшую обработку. После проверяют качество изготовленной детали на контрольном столе. Работники планово распределительного бюро обеспечивают подачу деталей и заготовок к станкам.

На основе технической документации, инструментально-раздаточная кладовая (ИРК) заблаговременно комплектует специальный инструмент и приспособления, обеспечивает его заточку, восстановление и списание. Доставку инструмента и приспособлений к рабочему месту осуществляется вспомогательными рабочими.

Сжатый воздух, масло, смазочно-охлаждающая жидкость подаётся к станкам по централизованным трубопроводам. При обнаружении рабочим нехватки масла в станке он говорит об этом мастеру, а тот в свою очередь даёт заявку вспомогательным рабочим соответствующей службы, которые в свою очередь обеспечивают снабжение основного производства (оборудования участка) маслом, специально оборудованным транспортом с тарой для масла.

11.4 Организация транспортного хозяйства

Главной целью организации транспортного хозяйства является снижение трудоёмкости работ и сокращение времени производственного цикла. Выбор транспортных средств зависит от характера обрабатываемых на участке заготовок, их габаритов и массы, типа производства, конструкции здания.

Доставка заготовок в механический цех осуществляется автотранспортом. Подача контейнеров на склады и к месту обработки выполняется при помощи автопогрузчиков.

Передача деталей от станка к станку осуществляется при помощи вспомогательных рабочих. Такой вид передачи деталей является оптимальным в условиях среднесерийного производства, деталей простой геометрической формы.

Для удаления стружки из рабочей зоны в большинстве станков имеются шнековые устройства, которые перемещают стружку к люку, расположенному с тыльной стороны станка. Дальнейшее транспортирование стружки от станка к общецеховому месту сбора производится при помощи системы скребковых транспортёров (конвейеров), расположенных под полом цеха вдоль станков.

11.5 Организация работы участка и рабочих мест

Организация рабочего места является первичным звеном организации труда. Его правильная организация снижает утомляемость рабочего, повышает работоспособность и в итоге увеличивает производительность труда. Для правильной организации рабочего место важное значение имеет специализация, оснащение, планировка и обслуживание рабочего места. При размещении предметов и средств труда должны руководствоваться следующими условиями:

* на рабочем месте не должно быть нечего лишнего, каждая деталь должна иметь своё место
* все часто используемые предметы должны находится ближе к зоне их использования
* расположение предметов на рабочем месте должно быть продуманно с таким расчётом, чтобы рабочий двигался с минимальными затратами сил
* станки должны быть обеспечены местным освещением и пр.

11.6 Планировка механического участка

Планировка участка на заданную программу 2500шт.

Оборудование расставлено в соответствии с нормами расположения станков в зданиях. Стружка удаляется скребковым конвейером, расположенным под полом.

Для инструмента предусмотрены инструментальные ящики. Для улучшения условий труда на участке предусмотрено место для отдыха, место для питьевого аппарата (ситуратора). Для доставки контейнеров с заготовками и деталями по периметру участка расположена дорога (проезд) для автопогрузчиков с односторонним движением. В соответствии с нормами ширина проезда составляет 2000 см. Подвод сжатого воздуха осуществляется от общезаводской централизованной системы. В качестве средств пожарной безопасности предусмотрен пожарный щит, ящик с песком. Имеется верстак, контрольный стол, телефонная будка и др.

Рассчитываем площадь участка:

Таблица 11.7 Общая площадь оборудования.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № оп. | Наименование операции | Площадь, м2 |
| 1 | 2 | 3 |
| 010 | Фрезерно-центровальная | 10 |
| 015 | Токарная | 15 |
| 020 | Отпуск | Вне зоны мех.участка |
| 025 | Токарная | 15 |
| 030 | Шлифовальная | 25 |
| 035 | Шлицефрезерная | 25 |
| 040 | Токарная | 15 |
| 045 | Долбежная | 15 |
| 050 | Цементация | Вне зоны мех.участка |
| 055 | Сверлильная | 10 |
| 060 | Закалка | Вне зоны мех.участка |
| 065 | Слесарная | 15 |
| 070 | Шлифовальная | 25 |
| 075 | Полировальная | 20 |
| 080 | Шлицешлифовальная | 18 |
| 085 | Резьбошлифовальная | 18 |
| 090 | Маркировочная | 9 |
| 095 | Оксидирование | Вне зоны мех.участка |
| 100 | Консервация | 9 |
| Всего: | | 387 м2 |

С учетом количества оборудования для каждой операции.

2- площадь под проходы принимаем 30% от площади станков: 166 м2

3- площадь для места мастера: 9 м2

4- площадь под контрольный стол: 2,5 м2

5- место для отдыха: 9 м2

6- место под проезды: 98 м2

7- инструментально-раздаточная кладовая: 28,5 м2

Общая площадь: 650 м2

12. Безопасность и экологичность проекта

Технологическая среда является основным и мощным источником загрязнения окружающей среды. Наиболее сильное влияние она оказывает на атмосферу. Большой вклад в уровень загрязнения атмосферы вносит технологическая среда для обработки материалов.

Например, при механической обработке металлов и других материалов на металлорежущих станках (токарных, фрезерных, сверлильных, шлифовальных, заточных и др.) возникает большое количество механических и химических загрязнителей. Для цехов механической обработки харак-тернаповышенная запыленность и загазованность рабочей зоны (пространство высотой до 2 м, на котором находятся места постоянного или временного пребывания работающих). К механическим загрязнениям атмосферы, находящимся в рабочей зоне, можно отнести: взвеси-примеси, пыль, масляный туман и др. К химическим загрязнениям принадлежат различные газообразные вещества, способные взаимодействовать в химических реакциях.

Основной поток газообразных веществ в рабочей зоне образуется в результате испарения и разложения органических составляющих СОЖ при высоких температурах. Работа на металлорежущем станке сопровождается выделением большого количества тепла за счет высоких температур в зоне резания (300 – 700 градусов). Под воздействием этих температур происходит процесс разложения органической составляющей СОЖ. Чаще всего органическая составляющая СОЖ представляет собой минеральное индустриальное масло. В результате реакции разложения при высокой температуре из различных типов масел получается большое количество газообразных компонентов, таких как: хлор, хлористый водород, сероводород, высшие спирты, акролеины, меркаптан, формальдегид, углеводороды и др. Все эти вещества выделяются в воздух рабочей зоны и составляют основное химическое загрязнение металлообрабатывающих цехов. Состав и количес-тво газов зависит от типа, применяемой СОЖ и от режимов резания.

Полностью безопасных и безвредных производств не существует. Задача охраны труда - свести к минимальной вероятности поражения и заболевания работающего с одновременным обеспечения комфорта при максимальной производительности труда. Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных производственных факторов.

Охрана труда – это система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебнопро-филактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Современная отрасль машиностроения стремиться повысить технический уровень производства, сокращая применение ручного тяжелого труда, – во всех отраслях народного хозяйства, повышается уровень оснащенности предприятий средствами производственной санитарии, с более высокой степенью технической и пожарной безопасности, создаются безопасные машины и технология.

12.1 Анализ основных опасных и вредных производственных факторов, присутствующие на производственном участке

Опасным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному, резкому ухудшению здоровья.

Вредным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

Примерами опасных факторов могут служить открытые токоведущие части оборудования, движущиеся части машин и механизмов, раскаленные тела, возможность падения с высоты самого работающего либо деталей и предметов, наличие емкостей со сжатыми или вредными веществами и т.п.

Примером вредных факторов являются вредные примеси и воздухе, неблагоприятные метеорологические условия, лучистая теплота, недостаточное освещение, вибрации, шум, ультра- и инфразвуки, ионизирующие и лазерные излучения, электромагнитные поля, повышенные напряженность и тяжесть труда, наличие вредных микроорганизмов или насекомых и т.д.

Между опасными и вредными производственным факторами (в дальнейшем ОВПФ) часто нельзя провести четкой границы. Один и тот же фактор может привести к несчастному случаю.

В процессе разработки технологии изготовления шпинделя была выявлена операция, которая по экологичности и безопасности вредна для рабочего.

Таблица 12.1. Анализ ОВПФ технологической операции

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Операция | ОВПФ | Влияние  на организм человека | Влияние  на окружающую среду |
| Шлице- шлифовальная | Опасность обрыва троса при установке заготовки, повышенный уровень шума, наличие производственной пыли (примеси в воздухе). | Наличие в воздухе вредных примесей приводит к раздражению дыхательных путей и слизистой оболочки глаз, воздействие СОЖ на кожный покров на руках. | Повышенный уровень содержания в воздухе вредных паров, вследствие нагрева СОЖ, повышенная запыленность. |

В проектируемом варианте усовершенствуется шлицешлифовальная операция. В результате этого меняется режущий инструмент, станочное приспособление, вид СОЖ. Это позволит улучшить условия труда рабочего персонала.

При обработке шпинделя присутствуют следующие ОВПФ:

1) Опасность поражения электрическим током

Может возникнуть при повреждении электрооборудования, электро-проводки и в результате несоблюдения правил электробезопасности, т.е. источником такой опасности является, все технологическое оборудование.

2) Повышенный уровень шума и вибраций

Шум – источниками являются машины и механизмы, а также технологические установки и аппараты, в которых движение газов и/или жидкостей происходит с большими скоростями и имеет пульсирующий характер (компрессоры, насосы). Источниками шума и вибрации в цехе производства вала является все производственное оборудование, кроме контрольных машин. Шум и вибрации при работе оборудования отрицательно сказываются на здоровье рабочих и могут привести к профзаболеваниям.

3) Опасность травмирования

Движущиеся, вращающиеся части оборудования, которые являются источниками опасности при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировке материалов, обслуживании и ремонте оборудования, т.е. источником такой опасности является, все вышеперечисленное технологическое оборудование.

Например:

* вращающиеся инструмент и деталь, так как может произойти захват одежды, волос, конечностей оператора при нарушении правил техники безопасности, а также травмирование рабочих при вылете незакрепленной детали или инструмента.
* особенность метода обработки: схема резания, осуществляемая вращением заготовки по направлению часовой стрелки, т.е. на рабочего, что может привести при значительных усилиях резания к вырыванию режущего инструмента из суппорта станка или скалыванию его частиц.

4) Отклонения от нормативного микроклимата

ОВФ, связанными с загрязнением воздушной среды на участке, где идет изготовление коленчатого вала, – являются металлическая пыль, выделения вредных паров и газов, тепловыделения от технологического оборудования. Источниками такой опасности является практически все выше перечисленное оборудование, исключение – контрольное оборудование.

Например:

* смазочно-охлаждающая жидкость, так как при ее нагревании в процессе обработки выделяющиеся пары раздражают слизистые оболочки глаз, носоглотки;
* выделяющаяся при обработке металлическая пыль, которая, оседая в легких человека, вызывает раздражение дыхательных путей.

5) Опасность получения ожогов

Горячий воздух для обдувки (90°С) и горячий раствор для промывки (50°С), так как существует возможность получения ожогов.

6) Освещённость

Сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы и безопасность на производстве в значительной мере зависят от условий освещения.

Рациональное освещение помещений и рабочих мест - один из важнейших элементов благоприятных условий труда. При правильном освещении повышается производительность труда, улучшаются условия безопасности, снижается утомляемость.

На участке изготовления шпинделя недостаточное освещение, и как следствие повышенная утомляемость и существует вероятность производственного травматизма.

7) Пожароопасность

Пожары, которые могут возникнуть в местах скопления ветоши, легковоспламеняющихся материалов (охлаждающая жидкость, неисправные электропроводка и электрооборудование, промышленные материалы).

В законодательстве об охране труда большое внимание обращается и соблюдение требований по охране труда при проектировании и разработке новых предприятий, машин, оборудования и технологических процессов.

Проектируемые нами технологические операции и планировка производственных участков или цехов могут быть приняты и введены в эксплуатацию, если на них подробно проработаны мероприятия по охране труда и по обеспечению здоровья и безопасности условия труда.

Современное производство характеризуется относительно быстрым насыщением производства новыми машинами. В сложившейся ситуации, одновременно с получением определенного технико-экономического эффекта нередко появляются и новые производственные опасные и вредные факторы. Следовательно, в условиях роста производства неизбежно возникают новые проблемы по охране труда, здоровья персонала. К указанным проблемам относятся инженерно-технические, медико-биологические и социально-экономические проблемы охраны труда.

В рамках дипломного проектирования рассмотрим инженерно-технические проблемы охраны труда и проведем детальный анализ опасных и вредных факторов в производстве.

К инженерно-техническим проблемам по охране труда можно отнести:

* оценку условий труда при использовании и предприятиях новых машин и устройств;
* отражение вопросов безопасности в проектной документации на конкретную технологию производства;
* разработку высокоэффективных мер по снижению шума и вибраций на выпускаемых машинах.

12.2 Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций

Важным направлением при обработке зубчатых поверхностей является экологическая безопасность технологического процесса их изготовления. При проектировании новых технологических процессов необходимо наряду с экономической эффективностью учитывать экологическую безопасность, которой иногда следует отдавать предпочтение при принятии решений. Такому условию отвечает технология обработки, в которой используется заготовка с прошитым отверстием и накатанным зубчатым венцом. Это позволяет создать более короткий технологический маршрут, реализующий методы малоотходной технологии, уменьшить объем снимаемой стружки и количество выделяемой теплоты и т.д. С применением твердого смазочного материала при деформирующем протягивании значительно сокращаются вредные выбросы.

Расположение станков на участке осуществляется согласно технологическому процессу. Расположение станков, расстояние между станками соответствуют санитарным нормам. Минимальная ширина проходов между линиями 1,5 м. Для подъезда электропогрузчика имеется проезд шириной 3,5 м и предусмотрены места для складирования заготовок. Поверхности металлорежущих станков окрашиваются в светло-зеленый цвет, движущиеся части станков - в светло-желтый. Включение отмечается сигнальной лампой зеленого цвета, кнопка “стоп” для экстренной остановки станка выкрашена в ярко красный цвет и имеет большой размер.

12.3 Организационные и технические мероприятия по созданию безопасных условий труда с проведением инженерных расчётов

Прежде всего, надо отметить, что администрация предприятия обязана обеспечить надлежащее техническое оборудование всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие правилам по охране труда (правила по технике безопасности, санитарным нормам и правилам и т.п.).

В целях охраны труда и соблюдения техники безопасности проводятся инструктаж и обучение правилам безопасных приёмов и методов работы. Они должны быть обязательно организованы во всех цехах независимо от характера и степени опасности производства, а также квалификации и стажа работы лиц, выполняющих работу (ГОСТ 12.0.004-79).

Существует несколько видов инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, текущий.

Вводный инструктаж обязаны пройти все вновь поступающие на предприятие, а также командированные и учащиеся, прибывшие на практику. Его проводит инженер по охране труда.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными и др.

Повторный инструктаж проводится не реже чем через шесть месяцев. Цель этого инструктажа – восстановить в памяти рабочего правила по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики цеха или предприятия.

Внеплановый инструктаж проводят при изменении технологического процесса, изменении правил по охране труда, внедрения новой техники, нарушении работниками правил безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару; при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда не более чем на 30 календарных дней, для остальных – 60 дней.

Текущий инструктаж проводят с работниками перед производством работ, на которые оформляется допуск – наряд.

К числу мер по технике безопасности и производственной санитарии относятся нормы, устанавливающие меры индивидуальной защиты работающих от профессиональных заболеваний и производственных травм. Эти нормы рассматривают следующее. На работах с вредными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, рабочим и служащим выдаются бесплатно по установленным нормам специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты. Рабочие и служащие обязаны пользоваться в рабочее время выдаваемыми им средствами индивидуальной защиты.

На работах, связанных с загрязнением, рабочим и служащим бесплатно по установленным нормам выдается мыло. На работах с вредными условиями труда рабочим и служащим бесплатно по установленным нормам молоко и другие равноценные пищевые продукты.

Мероприятия по оздоровлению воздушной среды

Требуемое состояние воздуха рабочей зоны может быть обеспечено выполнением определенных мероприятий, к основным относятся:

1. Механизация и автоматизация производственных процессов.
2. Применение технологического оборудования, исключающих образование вредных веществ или попадание их в рабочую зону (термообработка заготовки осуществляется по заказу на предприятии ВЦМ).
3. Применение средств индивидуальной защиты.

Мероприятия по избавлению от вибраций

Чаще всего виброгашение осуществляют путем установки агрегатов на фундаменты (а не на общую плиту). Массу фундамента подбирают таким образом, чтобы амплитуда колебаний подошвы фундамента в любом случае не превышала 0,1 – 0,2 мм, а для особо ответственных сооружений 0,005 мм. Для небольших объектов между основанием и агрегатом устанавливают плиту. Расчет фундаментов машин с динамическими нагрузками ведут по СниП 19 – 95.

Также использование материалов способных поглощать колебания, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний. Важную роль играют правильный режим работы и эксплуатации, хороший уход и своевременный ремонт оборудования.

Защита от шума

Борьба с шумом посредством уменьшения его в источнике является наиболее рациональной. Уменьшение механического шума может быть достигнуто путем совершенствования технологических процессов и оборудования.

Расчет допустимого уровня шума

Расчетная формула для определения уровня шума, если источник шума находится в помещении, будет иметь вид:

, (12.1)



где В – так называемая постоянная помещения, м2

, (12.2)



где А – эквивалентная площадь помещения

, (12.3)



где LСР – средний коэффициент звукопоглощения внутренних поверхностей помещения площадью SПОВ . LСР = 0,12, тогда

111,1



LР – уровень звуковой мощности шума, определяется согласно формулы:

, (12.4)



где - исходная мощность, равная мощности переносимой звуковой волной интенсивности I0 через единичную площадку S0=1м2,



Вт



где I0 – интенсивность звука, что соответствует порогу слышимости

Р – мощность источника, в данном случае станка. Мощность электродвигателя токарного станка Р = 28 кВт = 28⋅103 Вт.

Подставляя числовые значения, получим:



Ф – фактор направленности, характеризующий неравномерность излучения звука источником по направлениям. В нашем случае Ф = 1, SПОВ – площадь участка. В нашем случае SПОВ = 925,8 м2.



Защита от травмирования

Опасность травмирования на рабочем месте определяют по ГОСТ 12.0.004-79.

Опасность травмирования в текущее время в основном обусловлена большим износом оборудования. Поэтому для уменьшения опасности травмирования надо при работе соблюдать меры техники безопасности. При работе на технологическом оборудовании установить ограждающие экраны на силовом оборудовании. Поверхности металлорежущих станков окрашиваются в светло-зеленый цвет, движущиеся части станков - в светло-желтый. Пульты управления станками находятся, как правило, с правой стороны. Включение отмечается сигнальной лампой зеленого цвета, кнопка “стоп” для экстренной остановки станка выкрашена в ярко красный цвет и имеет большой размер.

Освещение производственного участка

Правильно спроектированная и выполненная система освещения необходима для обеспечения сохранности зрения человека, безопасности выполнения работы, высокой производительности труда и качества выпускаемой продукции.

При освещении производственных площадей используют естественное, искусственное и совмещенное освещение (в светлое время суток недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным).

Для обеспечения нормальной производственной деятельности на участке применяется искусственное общее равномерное освещение.

Осветительная система должна отвечать следующим требованиям:

* освещенность на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы;
* необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности;
* величина освещенности должна быть постоянной во времени;
* направленность светового потока должна быть оптимальной;
* все элементы осветительных приборов должны быть электробезопасными.
* осветительные приборы должны быть удобными и простыми в эксплуатации.

Тщательный и регулярный уход за осветительными установками имеет большое значение для создания рациональных условий освещения.

В установках с люминесцентными лампами необходимо следить за исправностью схем включения (не должно быть видимых глазом миганий лампы), а также пускорегулирующих аппаратов, о неисправности которых можно судить по значительному шуму дросселей.

Необходимо своевременно заменять перегоревшие лампы.

Станки должны иметь стационарные устройства местного освещения. Рекомендуется широкое использование встроенного освещения.

Освещение общее в сочетании с местным должно обеспечивать четкую видимость делений на отсчетных и контрольно-измерительных приборах, а также поверхность обрабатываемых деталей.

Электробезопасность

По степени опасности поражения током механические цеха относят к помещениям с повышенной опасностью (температура до 30С°, влажность воздуха около 70%). Для защиты от поражения током обязательно предусматривают: защитное заземление оборудования, изоляция и ограждение токоведущих частей, защитное отключение оборудования.

Все металлические части станков, а также отдельно стоящие электрические устройства, которые могут оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции и замыкания на корпус, должны быть заземлены.

Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т.е. при “замыкании на корпус”.

Принцип действия защитного заземления - снижение опасного значения напряжений прикосновения и шага, обусловленных “замыканием на корпус”. Это достигается уменьшением потенциала заземленного оборудования, а также выравниванием потенциала за счет подъема потенциала основания, на котором стоит человек, до потенциала, близкого по величине к потенциалу заземленного оборудования.

Область применения защитного заземления – трехфазные сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и выше 1000 В с любым режимом нейтрали.

Различают заземления искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления и естественные – находящиеся в земле металлические предметы другого назначения.

12.4 Антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности

В соответствии с “Основами водного законодательства РФ” все сточные воды предприятия должны подвергаться очистке от вредных веществ перед сбросом в водоем. Для выполнения этих требований применяют механические, химические, биологические, а также комбинированные методы очистки. Состав очистных сооружений выбирают в зависимости от характеристики и количества поступающих на очистку сточных вод, требуемой степени их очистки, метода использования их осадка и от других местных условий в соответствии со СниП 11–32–74.

Выбросы в воду

В составе очистных сооружений должны быть предусматриваться решетки или решетки - дробилки, песколовки и песковые площадки, усреднители, флотационные установки, отстойники, илоуплотнители, биологические фильтры, сооружения для насыщения сточных вод кислородом и другие сооружения.

Решетки должны иметь прозоры 16 мм. Механизированная очистка решеток от отбросов предусматривается при количестве отбросов 0,1 м3/сут. Применяются горизонтальные песколовки производительностью свыше 10000 м3/сут. Флотационные установки применяют для очистки СОЖ и эмульсий, масел для смазывания штампов, веществ, содержащих нефтепродукты. Однако следует отметить, что цикл работы СОЖ на нашем предприятии замкнут, т.е. сначала СОЖ подается для работы, затем, циркулируя через очистные сооружения и холодильник, идет назад в работу. Только после признания СОЖ непригодной она отправляется в сточные воды, затем в очистные сооружения, где разлагается на составляющие. Очищенная вода сбрасывается назад в водоем. Оставшиеся масляные компоненты СОЖ используются в мелких неответственных смазочных работах.

Выбросы в воздух

Воздух, удаляемый системами вентиляции и содержащий пыль, вредные или неприятно пахнущие вещества, перед выбросом в атмосферу должен очищаться с тем, чтобы в атмосферном воздухе населенных пунктов не было вредных веществ, превышающих санитарные нормы, а в воздухе, поступающем внутрь производственных помещений, концентрации не превышали величины 0,3qПДК для рабочей зоны этих помещений.

Утилизация

Частичной утилизации, будут подвергаться СОЖ, разнообразные масла и нефтепродукты. По возможности из них будут выделены составляющие часть которых отправится в повторное производство в качестве вспомогательной смазки неответственных деталей и т.д., а часть будем сжигать непосредственно на заводской котельной, если это возможно, а при большом количестве скопившихся горючих веществ отправлять их на близлежащие городские. Отходы металла, стружка и бракованные изделия тоже подвергаются своего рода утилизации, а именно отправляются на повторную переплавку. Отходы металла, которые можно применить в быту (ограждения на даче и т.д.) вполне могут сбываться через торговую сеть как некондиционные товары.

12.5 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях

В современном мире наибольшую угрозу обществу в целом представляют террористические акты, которые стали происходить, к глубочайшему сожалению, в любых общественных местах. Не понятные обычному человеку принципы и мотивы движут людьми, совершающих такие преступления.

Чаще всего такие действия совершают люди, если их можно так назвать, с явными психическими отклонениями, поэтому необходимо проводить курсы по подготовке персонала правилам поведения в таких ситуациях.

Профилактика терроризма на предприятии

В рамках мероприятий по повышению уровня безопасности предприятия необходимо осуществить следующие обязательные действия:

* ужесточить пропускной режим при входе (въезде) на территорию объекта, в том числе путем установки систем сигнализации, аудио и видеозаписи;
* категорически запретить хранение на территории предприятия любых видов горючих веществ без наличия на то производственной необходимости;
* осуществлять силами службы безопасности регулярные обходы территории объекта;
* проводить регулярные проверки складских помещений, в первую очередь тех, где были большие поступления товаров и материалов;
* максимально тщательно подбирать и проверять персонал. Проблеме подбора кадров сейчас уделяется огромное внимание, поскольку руководители начали осознавать тщетность любых мер безопасности, если «слабым звеном» становится сотрудник компании. Лучшим подтверждением служит начавшаяся активная кампания по выявлению и увольнению скрытых наркоманов в ряде предприятий;
* в обязательном порядке включать в договора на сдачу складских помещений в аренду пункты, дающие право администрации объекта при необходимости проводить проверку сдаваемых помещений;
* организовывать совместно с сотрудниками правоохранительных органов инструктажи и практические занятия по действиям в чрезвычайных ситуациях, связанных с проявлением терроризма;
* в случае обнаружения подозрительных предметов незамедлительно сообщить о случившемся в правоохранительные органы.

Все эти меры вполне способны заставить злоумышленников поискать другой объект для выражения своего «протеста», поскольку сама психология терроризма не предполагает тактики «открытого боя». И если есть хоть малейший шанс, что служба безопасности способна дать серьезный отпор, то любой злоумышленник, как минимум, дважды подумает. Кроме того, указанные действия позволяют минимизировать вероятность возникновения случаев внутреннего терроризма, когда недовольный сотрудник начинает мстить компании, уволившей его. Но для этого как раз и существуют служба безопасности и корпоративная юридическая служба. Достаточно закрыть такому «обиженному» доступ на территорию компании, чтобы исключить любые случаи сознательного вредительства.

Телефонное сообщение с угрозой терракта

Значительную помощь правоохранительным органам при проведении оперативно-розыскных мероприятий окажут следующие действия предупредительного характера:

* инструктаж персонала о порядке приема телефонных сообщений с угрозами террористического характера;
* оснащение телефонов офиса автоматическими определителями номера и звукозаписывающей аппаратурой;
* своевременная передача полученной информации в правоохранительные органы по телефонам территориальных подразделений СИБ и МВД;
* обеспечение беспрепятственного прохода (проезда) к месту обнаружения подозрительного предмета сотрудников и автомашин правоохранительных органов, скорой медицинской помощи, пожарной охраны;
* в случае необходимости эвакуация людей согласно плану.

Поступление угрозы в письменной форме

Угрозы в письменной форме могут быть как отправлены в организацию по почте, так и подброшены в виде различного рода анонимных материалов (записок, надписей, информации, записанной на дискете и др.). С анонимным материалом, содержащим угрозы террористического характера, необходимо обращаться максимально осторожно – не оставляя отпечатков пальцев, убрать его в чистый, плотно закрываемый полиэтиленовый пакет и поместить в отдельную жесткую папку.

Если документ поступил в конверте, то вскрывать его следует только с левой или правой стороны, аккуратно обрезая кромки ножницами.

Сохраняйте все: сам документ с текстом, любые вложения, конверт и упаковку, ничего не выбрасывайте.

Не расширяйте круг лиц, ознакомившихся с содержанием документа.

Анонимные материалы направьте в правоохранительные органы с сопроводительным письмом. В нем должны быть указаны конкретные признаки анонимного материала (вид, количество, каким способом и на чем исполнены, с каких слов начинается и какими заканчивается текст, наличие подписи и т.д.), а также обстоятельства, связанные с его распространением, обнаружением или получением. Анонимные материалы не должны подшиваться, подклеиваться. На них не разрешается делать подписи, подчеркивать или обводить отдельные места в тексте, писать резолюции и указания, запрещается их мять и сгибать. При исполнении резолюций и других надписей на сопроводительных документах не должно оставаться давленых следов на анонимных материалах.

Регистрационный штамп проставляется только на сопроводительных письмах организации и заявлениях граждан, передавших анонимные материалы в инстанции.

Действия в случае захвата террористами заложников

Любое помещение может стать местом захвата или удержания заложников. Как правило, при подобных ситуациях в качестве посредника при переговорах террористы обычно используют руководителей учреждений. Если произошел захват людей в заложники, следует:

* незамедлительно сообщить о случившемся в территориальные отделения полиции и СИБ;
* не вступать по своей инициативе в переговоры с террористами;
* при необходимости выполнять требования захватчиков, если это не связано с причинением ущерба здоровью людей, не противоречить преступникам, не рисковать жизнью окружающих и своей собственной;
* не провоцировать действий, влекущих применение захватчиками оружия.

Пожарная защита

Под системами пожарной защиты и взрывозащиты понимаются комплексы организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и взрыва, а также ограничение материального ущерба.

Пожарная защита и взрывозащита производственных объектов обеспечиваются: правильным выбором степени огнестойкости объекта и пределов огнестойкости отдельных элементов и конструкций; ограничением распространения огня в случае возникновения очага пожара; обвалкой и бункеровкой взрывоопасных участков производства или размещением их в защитных кабинах; применением систем активного подавления взрыва; применением легкосбрасываемых конструкций в зданиях и сооружениях; применением систем противодымной защиты; обеспечением безопасной эвакуации людей; применением средств пожарной сигнализации, освещения и пожаротушения; организацией пожарной охраны объекта, газоспасательной и горно-спасательной служб.

Необходимо определить категорию взрывопожарной и пожарной опасности. В соответствии со строительными нормами и правилами (СниП 11–90–81) производственные здания и склады по взрывной и пожарной опасности подразделяются на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д, Е [17].

В нашем случае производство относится к категории В (пожароопасные производства), так как на участке применяются СОЖ с температурой вспышки 158°С (>61°С) и твердые вещества (тара, ветошь и т.д.), способные гореть, но не взрываться при контакте с воздухом, водой и друг с другом.

Конструкция здания цеха относится к трудносгораемой.

Средства предупреждение пожара и эвакуации

С точки зрения пожарной безопасности генеральные планы промышленных предприятий должны: обеспечивать необходимые безопасные расстояния от границ предприятия до соседнего предприятия, населенного пункта, полосы магистральных железных дорог и водных путей; предусматривать правильное зонирование зданий и сооружений с учетом их назначения и других признаков; удовлетворять требуемым противопожарным разрывам между зданиями и сооружениями.

При планировке предприятий требуется также обеспечить удобный подъезд пожарных автомобилей к зданиям. Применять при строительстве противопожарные преграды, противопожарные перекрытия, зоны, пожарные стены. Местные противопожарные преграды предназначаются для ограничения распространения пламени в начальной стадии развития пожара.

При пожаре большую опасность представляют собой продукты горения (дым), содержащие отравляющие, а иногда и взрывоопасные вещества. Для их удаления создаются дымовые люки, которые обеспечивают направленное удаление дыма, не задымленность смежных помещений, облегчают обнаружение очага пожара.

Для того чтобы предотвратить воздействие на людей опасных факторов пожара, необходимо при проектировании зданий обеспечить людям возможность быстро покинуть здание. Эту возможность дают эвакуационные выходы. Выходы считаются эвакуационными, если ни ведут:

1. Из помещений первого этажа непосредственно наружу или через вестибюль, коридор, лестничную клетку;
2. Из помещений любого этажа, кроме первого, в коридор, ведущий на лестничную клетку или непосредственно на лестничную клетку, имеющую выход непосредственно наружу, или через вестибюль, отдаленный от примыкающих коридоров перегородками с дверьми
3. Из помещения в соседнее помещение на том же этаже, обеспеченное выходами, указанными выше.

Требования к устройству путей эвакуации и эвакуационных выходов из производственных зданий и помещений определены в СниП 11–2–80 и 11–90–81. Количество эвакуационных выходов принимается по расчету, но обычно должно быть не менее двух. Они должны располагаться рассредоточено.

Способы и средства борьбы с пожарами

В соответствии с условиями, необходимыми для возникновения и распространения горения, прекращение горения может быть достигнуто следующими методами: прекращением доступа в зону горения окислителя (кислорода воздуха) или горючего вещества, а также снижением их поступления до величин, при которых горение невозможно; охлаждением зоны горения ниже температуры самовоспламенения или понижением температуры горящего вещества ниже температуры воспламенения; разбавления горючих веществ негорючими; интенсивным торможением скорости химических реакций в пламени (ингибированием горения) механическим срывом (отрывом) пламени сильной струей газа или воды. На этих принципиальных методах и основаны известные способы и приемы прекращения горения в условиях пожара.

Каждое промышленное предприятие должно быть оснащено определенным количеством тех или иных видов пожарной техники. Места размещения каждого вида пожарной техники должны быть обозначены указательными знаками по ГОСТ 12.4.026–76.

Для ликвидации небольших возгораний на предприятии используют первичные средства пожаротушения: пожарные стволы (водяные и воздушно-пенные), действующие от внутреннего противопожарного водопровода (внутренних пожарных кранов), огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла и другой пожарный инвентарь.

На нашем производстве категории В должны применяться стационарные установки пожаротушения, которые подразделяются на аэрозольные (галоидоуглеводородные), жидкостные, водяные (спринклерные и дренчерные), водяные с лафетными стволами, паровые порошковые. Должны приме-няться установки как для автоматического пожаротушения (приводятся в действие в отсутствии людей) спринклерные установки для автоматического пожаротушения и дистанционные установки, приводимые в действие людьми.

Для тушения загораний на начальной стадии и пожаров в начальной стадии их развития применяются огнетушители. По виду огнегасительных веществ их подразделяют на воздушно-пенные, химические пенные, жидкостные, углекислотные, аэрозольные и порошковые.

Наиболее распространены химические пенные огнетушители ОХП–10, ОП-М и ОП-9ММ. Также имеются воздушно – пенные огнетушители: ручные – ОПВ-5, ОПВ-10, стационарные – ОПВ-100 и ОВПУ-250. Существуют углекислотно-бромэтиловые огнетушители ОУБ-3 и ОУБ-7. В последнее время широкое распространение получили порошковые огнетушители. Они выпускаются типов: ОП-1 “Момент”, ОП-2А, ОП-10А и т.д.

Средства извещения и сигнализации о пожаре

В связь извещения о пожаре входит городская и местная телефонная связь, специальная пожарная телефонная связь с наиболее важными объектами и электрическая пожарная сигнализация. Различные системы электрической пожарной сигнализации (ЭПС) предназначены для обнаружения самой начальной стадии пожара (загорания) и сообщения о месте его возникновения. ЭПС делится на пожарную и охранно–пожарную, основными элемента-ми которой являются: пожарные извещатели, приемные станции, линии связи, источники питания, звуковые или световые сигнальные устройства.

12.6 Выводы

В данном разделе мы произвели анализ техпроцесса, выявили положительные и отрицательные черты, влияющие на безопасность труда и экологию в целом. Подробно рассмотрели наиболее явные опасные и производственные факторы, дали им достаточно развернутую характеристику и объяснили их влияние на состояние здоровья человека и окружающей среды.

Поскольку при производстве зубчатых поверхностей невозможно полностью устранить вредные воздействия, при разработке новых технических решений следует учитывать экологический ущерб. При прогнозировании ущерба обычно стараются оценить риск, связанный с возможностью аварийных ситуаций и загрязнения окружающей среды. Однако в настоящее время не удается определить с достаточной точностью вид и размеры ущерба при производстве зубчатых колес. Изменения, внесенные даже в одну технологическую операцию, влекут за собой комплекс мероприятий, требующих дополнительной информации об их воздействии на другие операции и персонал.

Для оценки возможного ущерба следует моделировать отказы оборудования, инструмента и оснастки, ошибки оператора, а также опасное воздействие на него СОЖ, вибраций и поломок инструмента. Вероятность отказа инструмента можно установить, используя статистические данные об аналогичных случаях. Однако при применении нестандартных технических решений такой подход не всегда возможен.

Необходимо также оценивать уровень безопасности при изготовлении зубчатых колес. Любая технологическая операция по-своему потенциально опасна. Чаще всего опасность возникает в результате внезапной потери управления технологическим процессом. Этому предшествует цепь предпосылок; ее звенья в большинстве случаев предсказуемы и могут быть определены путем моделирования условий, при которых возможны аварийные ситуации.

Неблагоприятные условия могут проявляться постепенно, в частности, при износе инструмента, технологической оснастки и т.д. Например, при протягивании базовых поверхностей зубчатых поверхностей возможен разрыв протяжки в результате недостаточной ее очистки от стружки и образования нароста. К неблагоприятным условиям относится наличие скрытых дефектов в инструменте, слишком низкая или высокая твердость заготовок, завышенный или неравномерный припуск и т.д.

При прогнозировании аварийной ситуации (которой предшествует критическое состояние) обычно учитывают только то, что угрожает здоровью и жизни оператора. Состояние же реальной технологической операции определяется совокупностью многих факторов. Чтобы обеспечить безопасность технологической операции, необходимо разработать модель, с помощью которой можно надежно и просто выявлять критические факторы и оценивать степень опасности.

Безопасность операции обеспечивается, если в действиях оператора нет ошибок, оборудование и оснастка работают без отказов и отсутствуют вредные воздействия. Однако в реальном производстве эти условия полностью невыполнимы. Поэтому опасность надо моделировать, используя следующие данные: реальные возможности оборудования, оснастки и инструмента и условия их реализации; предпосылки для перехода к критическому состоянию; пути предотвращения аварийной ситуации; способы уменьшения возможного ущерба.

Для зуборезного инструмента путь к безаварийному и безопасному состоянию сводится к определению минимального числа предпосылок, при одновременном наличии которых происходит поломка, а также условий, гарантирующих ее отсутствие. Если не учитывается хотя бы одно из условий, то аварийная ситуация не исключается. Для снижения вероятности поломки инструмента применяется в дополнение к смыванию стружки экологически безопасной СОЖ под давлением, используют механическое удаление стружки с помощью специальных щеток; применяется термическая обработка заготовок, улучшающая обрабатываемость их материала.

Устранение наиболее значимых предпосылок является самым простым и дешевым способом обеспечения максимально возможного на данный момент уровня безопасности изготовления. Однако сбор статистических данных и учет интенсивности отказов оборудования, поломок инструмента, частоты возникновения ошибок оператора в рассматриваемых технологических процессах в должной мере не проводились, социально-экономический ущерб пооперационно не оценивался. В производстве одновременно необходимо осуществлять множество организационно-технических мероприятий. Выбор их оптимальных сочетаний сложен даже при использовании современных методов. Необходимо обеспечить получение информации обо всех взаимосвязанных технологических операциях. Это позволит оценить возможный риск и минимизировать ущерб при организации новых технологических процессов.

Обозначен класс пожароопасности предприятия. Разработанная планировка участка, как “ячейки” здания завода, позволит верно сориентировать людей во время эвакуации, использование средств предупреждения и тушения пожаров, а также своевременного оповещения во всех остальных чрезвычайных ситуациях и авариях даст возможность сохранить жизни многим сотрудникам. Таким образом, с точки зрения безопасности и экологичности, проект следует считать удовлетворяющим существующие правила и стандарты.

13. Экономическое обоснование проекта

##### Задача раздела – технико-экономическое сравнение двух вариантов технологического процесса – базового и проектного с определением экономической эффективности проектного варианта.

##### Краткая характеристика сравниваемых вариантов приведена в таблице 13.1.

13.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Таблица 13.1

|  |  |
| --- | --- |
| Базовый вариант | Проектируемый вариант |
| На шлицешлифовальной операции 080 базового варианта применяется последовательная чистовая обработка за два прохода для обеспечения требований чертежа: точности и шероховатости тарельчатыми шлифовальными кругами, в результате чего затрачивается довольно длительный период времени  Станок – 5В833  Инструмент: тарельчатый шлифовальный круг 25А25СМ17К ГОСТ 2424-83  Тип производства – серийный.  Условия труда – нормальные.  Форма оплаты труда – повременно-премиальная. | На шлицешлифовальной операции 080 проектного варианта чистовая обработка осуществляется за один проход, которого достаточно для обеспечения требований чертежа: точности и шероховатости, в результате чего сокращается цикл обработки детали шпиндель.  Станок – 5В833  Инструмент: тот же с модернизированной прогрессивной схемой резания  Тип производства – серийный. Условия труда – нормальные.  Форма оплаты труда – повременно-премиальная. |

13.2 Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов

Далее воспользуемся пакетом офисных программ и расчеты проведем в Exsel, что позволит при дальнейшем изменении цен на заготовку, материал, инструмент быстро произвести пересчет необходимых параметров

Заключение

Выводы

* 1. Предложен новый способ заготовки, в результате экономия для программы выпуска 2500 шт. составила 3233 руб.
  2. Разработан технологический процесс изготовления шпинделя, позволяющий уменьшить время изготовления детали и снизить себестоимость механической обработки.
  3. Модернизирована конструкция станочного приспособления, что позволяет применить прогрессивную схему резания.

Изменения внесённые в технологический процесс изготовления детали, позволили выполнить поставленную цель проекта: разработать технологический процесс обработки шпинделя с использованием новейших достижений науки и техники, отвечающий требованиям технологичности (экономичности, точности, качества и т.д.) и в условиях среднесерийного производства.

Предложения

* 1. Разработанный технологический процесс изготовления детали может быть использован для обработки деталей типа вала аналогичной конструкции в условиях серийного производства.

# Литература

1. А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкрех. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Мн., Вышейшая школа, 1983 , '288с.
2. В.И. Анурьев. Справочник конструктора-машиностроителя. М; Машиностроение 1980,1 том, 728
3. В.М. Боровков. Методическое пособие к лабораторной работе «Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки», 1992
4. В.М. Боровков. Методическое пособие к лабораторной работе «Проектирование отливки», 1992
5. Карабчиевский Л.П., Фрадкин Е.И. Безобкатное шлифование косозубых колес // Станки и инструмент. 1973. № 5.С. 22-24.
6. Коган Г.И. Изготовление цилиндрических колес со шлифованными зубьями. М.: Машгиз. 1962. 240 с.
7. Сильвестров Б.Н. Зубошлифовальные работы. М.: Высшая школа. 1985. 272 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя. Т1 под ред. А.Г. Косиловой, Р.Г. Мещерякова, М: Машиностроение ,1985.
9. Справочник технолога-машиностроителя. Т2 под ред. АГ. Косиловой, Р.Г. Мещерякова, М: Машиностроение, 1985
10. Г.Н. Сахаров и др., Металлорежущие инструменты. М: Машиностроение, 1989 - 328с.
11. Краткий справочник металлиста. Под ред. Орлова П.Н. М: Машиностроение, 1987
12. С.В. Николаев, Методические указания к выполнению курсовой работы по специальностям 0503, 0504-1987
13. Охрана труда в машиностроении. Е.Я. Юдин, С.В. Белов и др. М.: Машиностроение ,1983,423с.
14. Станочные приспособления. Справочник. Под ред.Б.Н. Вардашкина и А.А. Шатилова. М. Машиностроение, 1984 ,Т1-592с.
15. Станочные приспособления. Справочник. Под ред. Б.Н. Вардашкина и А.А, Шатилова. М. Машиностроение, 1984 ,Т2- 592с
16. Н.М. Мурахтанова. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по специальностям 1201, 1202 -1997
17. А.В. Михайлов, С.В. Николаев, Методические указания «Оформление документов на технологические процессы обработки резанием». ТолПИ, -1989.
18. А.В. Гордеев. Патентные исследования. Раздел дипломного проектирования. Тольятти, ТолПИ, 1993.
19. В.В. Матвеев. Проектирование экономичных технологических процессов в машиностроении. - Челябинск, Юж.-Урал. кн. изд-во, 1979-111с.
20. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. А.А. Панов, В.В. Аникин и др. - М. – Машиностроение, 1988.-736 с.
21. Режимы резания металлов. Справочник. Под ред. Ю.В. Барановского. М: Машиностроение, 1972.
22. Фрадкин Е.И. Оптимальная наладка зубошлифовальных станков // СТИН. 1990. № 6. С. 25—28.
23. Пожаров Е.И., Фрадкин Е.И. Шлифование зубчатых колес тарельчатыми кругами с минимальной длиной хода обката // Вестник машиностроения. 1991. № 5. С. 43—44.