МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

СУМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

ПО ТЕМЕ:

“Анализ технологической операции изготовления

гильзы цилиндра ТМС 033”

Руководитель работы: Демьяник Д.Ф.

Студент: Сорокин А.Н.

Группа: ВИ-11

Сумы 2004

Реферат

Записка: с., рис., табл., приложения, источников.

Объект исследования – вал эксцентриковый гидромотора АК – 60.

Цель работы – анализ технологической операции изготовления вала эксцентрикового АК – 60.131.00.001.

Проанализированы служебное назначение машины, узла, детали, технические требования, предъявляемые к детали, технологичность, способ получения заготовки, базовый технологический процесс, высказаны замечания и предложены варианты по улучшению. Разработана операционная технология, рассчитаны режимы резания и произведено нормирование на анализируемую операции технологического процесса. Выбраны станочные приспособления и режущий инструмент для обработки данной детали.

Ключевые слова: гидромотор, вал, базирование, технологический процесс, режимы резания, станочное приспособление, режущий инструмент.

## Содержание

Введение 4

1. Анализ служебного назначения машины, узла, детали. Описание конструктивных отличий детали и условий эксплуатации 8

2. Анализ технических требований на изготовление детали 13

3. Определение типа производства, такта выпуска и партии запуска 15

4. Выбор способа получения заготовки и разработка технических требований к ней 19

5. Анализ технологической операции существующего или типового технологического процесса 25

5.1 Анализ и обоснование схем базирования и закрепления 27

5.2. Обоснование выбора металлорежущего станка 30

5.3. Обоснование выбора станочных приспособлений, металлорежущего и измерительного инструментов 32

5.4. Расчет режимов резания 33

5.5 Техническое нормирование операции 40

6. Научно-исследовательская часть 43

Выводы 48

Список литературы 50

## Введение

Технология машиностроения - это научная дисциплина, изучающая преимущественно процесс механической обработки деталей и сборки машин и попутно затрагивающая вопросы выбора заготовок и методы их изготовления. Это объясняется тем, что в машиностроении заданные формы деталей с требуемой точностью и качеством их поверхностей достигается в основном путем механической обработки, так как другие способы обработки не всегда могут обеспечить выполнение этих технических требований.

Процесс механической обработки связан с эксплуатацией сложного оборудования металлорежущих станков; трудоемкость и себестоимость механической обработки больше, чем на других этапах процесса изготовления машин.

Эти обстоятельства объясняют развитие "технологии машиностроения", как научной дисциплины в первую очередь в направлении изучения вопросов технологии механической обработки и сборки, в наибольшей мере влияющих на производительную деятельность предприятия.

Учение о технологии машиностроения в своем развитии прошло в течение нескольких лет путь от простой систематизации производственного опыта механической обработки деталей и сборки машин до создания научно обоснованных положений, разработанных на базе теоретических исследований, научно проведенных экспериментов и обобщения передового опыта машиностроительных заводов. Технология машиностроения как научная дисциплина создана советскими учеными. Начало формирования этой дисциплины относится к тридцатым годам нашего столетия. Развитие технологии механической обработки и сборки и ее направленность обуславливаются стоящими перед машиностроительной промышленностью задачами совершенствования технологических процессов, изыскания и изучения новых методов производства, дальнейшего развития и внедрения комплексной механизации и автоматизации производственных процессов на базе достижений науки и техники, обеспечивающих наиболее высокую производительность труда при надлежащем качестве и наименьшей себестоимости выпускаемой продукции.

Машиностроение является одной из важнейших отраслей промышленности. Его продукция - это машины различного назначения, которые поставляются всем отраслям народного хозяйства.

Рост промышленности и народного хозяйства, а также темпы перевооружения их новой техникой в значительной мере зависят от уровня азвития машиностроения. Технический прогресс в машиностроении характеризуется совершенствованием технологии изготовления машин, уровнем их конструктивных решений и надежности их в последующей эксплуатации.

В настоящее время важно - качественно, дешево, в заданные сроки с минимальными затратами живого и овеществленного труда изготовить машину, применив современную высокопроизводительную технику, оборудование, инструмент, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации производства. Для становления нашего государства необходимо постоянно увеличивать выпуск продукции машиностроения и металлообработки, существенно поднять производство машин и оборудования, особенно автоматических манипуляторов с системами программного управления, позволяющих исключить применение ручного труда, увеличить выпуск высокопроизводительных станков, прогрессивных металлорежущих инструментов и оснастки.

В современной технологии машиностроения наметились новые тенденции:

а) создание и внедрение прогрессивных методов на заготовительных операциях, позволяющих получать заготовки с максимальным приближением к форме и размерам готовых деталей;

б) совершенствование существующих и создание новых методов обработки заготовок, как путём снятия стружки, так и с помощью других способов воздействия на изделие, в частности пластическим деформированием, электрофизическими и электрохимическими методами и т.д.;

в) необходимо повышать точность металлорежущих станков, ускорить развитие производства комплексов металлообрабатывающего оборудования на основе станков с ЧПУ, обрабатывающих центров, с автоматической сменой инструмента;

г) организовать в широких масштабах производство новых видов металлорежущего инструмента с применением износостойких покрытий, безвольфрамовых твердых сплавов и других прогрессивных режущих материалов, которые послужат мощной базой для развития современного машиностроения.

Разработка технологического процесса изготовления машины не должна сводится к формальному установлению последовательности обработки поверхностей деталей, выбору оборудования и режимов. Она требует творческого подхода для обеспечения согласованности всех этапов построения машины и достижения требуемого качества с наименьшими затратами.

При проектировании технологических процессов изготовления деталей машин необходимо учитывать основные направления в современной технологии машиностроения:

Приближение заготовок по форме, размерам и качеству поверхностей к готовым деталям, что дает возможность сократить расход материала, значительно снизить трудоемкость обработки деталей на металлорежущих станках, а также уменьшить затраты на режущие инструменты, электроэнергию и прочее.

Повышение производительности труда путем применения: автоматических линий, автоматов, агрегатных станков, многорезцовых гидрокопировальных полуавтоматов, станков с ЧПУ, более совершенных методов обработки, новых марок материалов режущих инструментов, более совершенных методов организации комплексных технологических процессов.

Концентрация нескольких различных операций на одном станке для одновременной или последовательной обработки большим количеством инструментов с высокими режимами резания и автоматизацией вспомогательных приемов.

Применение электрохимических и электрофизических способов размерной обработки деталей.

Развитие упрочняющей технологии, т.е. повышение прочностных и эксплуатационных свойств деталей путем упрочнения поверхностного слоя механическим, термическим, термомеханическим, химикотермическим способами.

Применение прогрессивных высокопроизводительных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество поверхностей деталей машины, методов упрочнения рабочих поверхностей, повышающих ресурс работы детали и машины в целом, эффективное использование автоматических и поточных линий, станков с ЧПУ - все это направлено на решение главных задач: повышение эффективности производства и качества продукции.

## 1. Анализ служебного назначения машины, узла, детали. Описание конструктивных отличий детали и условий эксплуатации

Процесс создания машины складывается в основном из двух частей: проектирования и изготовления. Оба эти процесса взаимосвязаны и преследуют одну и туже цель – создание машины удовлетворяющей заданному служебному назначению. Эксплуатационные показатели качества машины зависят не только от ее конструкции, но и в большей степени от технологии изготовления деталей и сборки в изделие.

Поэтому четкое определение назначения машины, конкретизация ее функции, а также области и условий эксплуатации, причин выхода ее из строя необходимо для обоснованной постановки задач по разработке ТП изготовления и сборки изделия.

Выбранная для курсового проекта деталь является составной частью радиально-поршневого гидромотора.

Радиально-поршневый гидромотор является машиной высокого класса точности и требует соответствующей технологии изготовления. При проектировании такой машины особое внимание следует уделять выбору величины допусков и зазоров для посадок поршней и распределительного вала. Для подбора подшипниковых пар необходимо учитывать рекомендации изготовителей подшипников. Все остальные подвижные детали должны выполняться с минимальными зазорами ходовых посадок и допускать качественную сборку, чтобы узлы работали без повреждения поверхности и повышенного трения. Центральный распределительный вал (эксцентриковый) следует изготавливать из стальной поковки, с поверхностной закалкой ТВЧ. Проходная площадь сверлений в поршнях должна выбираться, исходя из значений скорости масла в пределах 1,5 – 3 м/сек, в зависимости от размера. Распределительные валы могут устанавливаться в крышках на прессовой или на скользящей посадке. Корпусы и крышки таких насосов могут изготавливаться из стального литья, или из модифицированного чугуна.

В качестве материала для ротора используются как сталь, так и цветные металлы (латунь и бронза). В современных конструкциях обычно используются стали. Поршни насоса изготавливаются из стального проката с последующей цементацией и закалкой. Бронза в паре с чугуном хорошо подходит в качестве материала для башмаков поршней или скользящих сегментов насосов.

Данный радиально-поршневый насос мод. АК-60 изготавливается на СМНВО им. Фрунзе как гидропривод установки для ремонта и бурения скважин. Эта установка изготавливается на базе шосси автомобиля КРАЗ и является передвижной. В маркировке насоса 60 т – его грузоподъемность.

Техническая характеристика радиально-поршневого

гидромотора МРФ-1000/25М1

|  |  |
| --- | --- |
| Название показателя | Значение показателя |
| Рабочий объем, см | 1000 |
| Частота вращения, об/мин:  номинальная  максимальная  минимальная | 240  378  5 |
| Расход номинальный, л/мин | 253 |
| Давление на входе, МПа:  номинальное  максимальное | 25  32 |
| Давление на выходе, МПа:  максимальное  минимальное | 2.5  0.3 |
| Номинальный перепад давления, МПа | 24.7 |
| Максимальное давление дренажа, МПа | 0.05 |
| Гидромеханический КПД, % | не менее 92 |
| Общий КПД,% | не менее 87 |
| Масса без рабочей жидкости, кг | не более 150 |
| Номинальная мощность, кВт | 89 |
| Номинальный крутящий момент, Нм | 3613 |
| Крутящий момент страчивания, Нм | 3258 |
| Допускаемая нагрузка на конце вала, Н:  осевая  радиальная | 1000  3000 |

Рассматриваемая в данном курсовом проекте деталь вал эксцентриковый 6 в узле устанавливается на радиально-упорных роликоподшипниках 42 (см. приложение А) и является исполнительным органом машины.

Схема базирования детали вал эксцентриковый в узле при сборке приведена ниже на рисунке 1.1.

Как и было указано выше в требованиях к радиально-поршневым гидромоторам, распредвал изготавливается из стальной поковки, исполнительные его поверхности поддаются закалке ТВЧ.

Проанализируем основные поверхности детали.



Рисунок 1.1. – Конструктивные элементы детали

Цилиндрические поверхности 1 и 13 являются основными конструкторскими базами и определяют положение детали в узле.

Поверхности 4 и 16 (фаски) предназначены для повышения технологичности детали, так же как и поверхности 8 и 12.

Поверхности вала 7 и 10 являются исполнительными, так как благодаря этим поверхностям деталь исполняет свою функцию – передаёт движение поршням гидромотора. В данном проекте подробно будет рассмотрен процесс механической обработки этих поверхностей.

Поверхности шпоночного паза 3 и 5 являются конструкторскими и служат для передачи вращающего момента через специальную пластину 16 на золотник (распределитель).

Конусная поверхность 14 повышает технологичность детали.

На цилиндрической поверхности 15 нарезаны шлицы D-8x56x65f7-10f9. Эта часть вала передаёт вращающий момент от электродвигателя.

Все поверхности детали доступны для механической обработки. Наличие большого количества поверхностей с различными диаметрами увеличивают трудоемкость изготовления. Все поверхности подвергаются механической обработке.

Данная деталь будет изготавливаться из проката. В сущности прокат является наиболее выгодной заготовкой и по стоимости изготовления, и по количеству отходов (относительно не - высокому). Однако, специфика изготовления вала приводит к тому, что коэффициент использования материала довольно невысок 0,65 - 0,7 (большое количество металла идет на образцы для испытаний).



Рисунок 1.2. – Схема базирования детали в узле

Таблица 1.2. – Матрица Таблица 1.3. – Таблица соответствий

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | X | Y | Z |  |
| L | 0 | 1 | 1 | ДНБ |
| α | 0 | 1 | 1 |
| L | 1 | 0 | 0 | ОБ |
| α | 0 | 0 | 0 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № точки | Степень свободы | Название базы |
| 1,2,3,4 | II, III,V,VI | ДНБ |
| 5 | I | ОБ |
| 6 | IV | вакансия |

## 2. Анализ технических требований на изготовление детали

Технические требования на изготовление изделия или сборочной единицы характеризуют основные параметры их качества, проверяемые при окончательном контроле или испытаниях. Поэтому важно правильно определить технические требования детали.

Чертёж детали даёт полное представление о конфигурации, конструкции, размерах, их точности формы всех поверхностей детали, материале и его свойствах, и соответствует стандартам на оформление конструкторской документации, и в частности чертежей (ГОСТ 2.109-73, ГОСТ 2.305-68, ГОСТ 2.307-68). Имеющихся на чертеже видов, проекций, разрезов, выносных элементов вполне достаточно для понимания общего вида изделия. Однако на чертеже есть небольшие недостатки: не на всех видах изображены соответствующие фаски, чертёж трудно читаем, величены линейных размеров в отдельных случаях не соответствуют рекомендациям по ГОСТ 6636-89.

На чертеже достаточно информации о материале, и способе получения заготовки:

Поковка ІІІ гр. – НВ 262…311 ГОСТ 8479-70

Материал: Сталь 38ХА ГОСТ 4345-71

Химический состав и механические свойства материала приведены ниже (см. п).

Деталь имеет ряд допусков на изготовление. Рассмотрим некоторые из них.

Требования по точности размеров:

Неуказанные предельные отклонения размеров: h14; ±t2/2 желательно, чтобы часть размеров было выполнено по более высокому квалитету. Также не указано предельное отклонение для внутренних размеров (Н14).

Требования по шероховатости:

Шероховатость основных и базовых поверхностей Ra=1,6 мкм. Шероховатость неуказанных поверхностей Ra=6.3 мкм, что является приемлемым. Однако на боковые поверхности шлицов следовало бы назначить более высокую шероховатость, чем Ra=2.5. мкм.

Требование по форме поверхностей:

Все необходимые допуски формы и расположения поверхностей обозначены на чертеже (допуски радиального биения, параллельности, симметричности относительно оси).

Следует отметить, что требования к биению поверхности занижены и следовало бы назначить этот допуск в пределах 0,03.

Ещё одним недочетом является отсутствие допуска на цилиндричность формы вала под посадочные места подшипников.

Исходя из функционального назначения детали и анализа технических требований можно сделать следующие выводы:

1. Назначенные конструктором размерная и геометрическая точность обеспечат нормальную работу механизмов. Снижение требований к точности и взаимному расположения поверхностей может привести к появлению дополнительных динамических нагрузок, снижению долговечности и надежности работы насоса.

2. Чертеж не нуждается в дополнении (кроме исправления мелких недостатков указанных выше).

## 3. Определение типа производства, такта выпуска и партии запуска

Тип производства определяют табличным способом, учитывая массу обрабатываемой детали (заготовки) и ориентировочную программу выпуска данного изделия, куда входит рассматриваемая деталь.

|  |  |
| --- | --- |
| m заг, кг | N год, шт. |
| 15 | 500 |

При Nг = 500 шт. и m > 10 кг, тип производства соответствует мелкосерийному.

Определение такта выпуска ([1], с.22):

(3.1)



где Фд-действительный годовой фонд времени и при двух сменах работы оборудования и рабочих мест равен Фд=4029 ч.



Определяем партию запуска ([1], с.23):

(3.2)



где z-количество повторений запуска деталей в год.



При мелкосерийном производстве изделия изготавливают партиями или мелкими сериями, состоящими из одноименных, однотипных по конструкции и одинаковых по размерам изделий, запускаемых в производство одновременно. Основным принципом этого вида производства является изготовление всей партии (серии) цельно как в обработке, так и в сборке.

Определение количества деталей в партии ([1], с.23):

, (3.3)



где F – число рабочих дней в году;

N – число деталей (программа);

а – периодичность запуска (а = 3,6,12,24 дней).



Краткая характеристика выбранного типа производства [2].

Мелкосерийный тип производства характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготовляемых периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска. Коэффициент закрепления операций 20-40.

Используется универсальное и специализированное и частично специальное оборудование. Широко применяются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, а также гибкие автоматизированные системы на основе станков с ЧПУ, связанных транспортирующими устройствами, управляемыми от ЭВМ. Оборудование расставляется по технологическим группам с учетом направления основных грузопотоков цеха, по предметно-замкнутым участкам.

Технологическая оснастка в основном универсальная, Большое распространение имеет универсально-сборная, переналаживаемая технологическая оснастка, позволяющая значительно повысить коэффициент оснащенности мелкосерийного производства.

В качестве исходных заготовок используется горячий и холодный прокат, литье в землю и под давлением, точное литье, поковки и точные штамповки.

Требуемая точность достигается как методами автоматического получения размеров, так и методами пробных проходов с частичным применением разметки для сложных корпусных деталей.

Квалификация рабочих выше чем в массовом производстве, но ниже чем в единичном. Наряду с рабочими универсальщиками и наладчиками, работающими на сложном универсальном оборудовании используются рабочие-операторы, работающие на настроенных станках.

В зависимости от особенности технологии производства и объема выпуска обеспечивается полная, неполная, групповая взаимозаменяемость, однако применяется и пригонка по месту, компенсация размеров.

Технологическая документация и нормирование подробно разрабатывается для наиболее сложных и ответственных заготовок и упрощенного нормирования для простых заготовок.

Применяемый режущий инструмент - универсальный и специальный.

Измерительный инструмент - калибры, специальный измерительный инструмент.

В соответствии с данным типом производства и порядком выполнения операций, расположения технологического оборудования устанавливается групповая форма организации технологического процесса, характеризуемая однородными конструктивно-технологическими признаками изделий, единством средств технологического оснащения.

В мелкосерийном производстве технологический процесс преимущественно дифференцирован, т.е. расчленен на отдельные операции, которые закреплены за отдельными определенными станками. Станки применяются универсальные, специализированные, специальные, автоматизированные, агрегаты.

Станочный парк должен быть специализирован в такой мере, чтобы был возможен переход от производства одной серии машин к производству другой, несколько отличающейся от первой в конструктивном отношении. Должны применяться специализированные и специальные приспособления, специализированный и специальный режущий инструмент и измерительный инструмент в виде предельных калибров и шаблонов, обеспечивающих взаимозаменяемость обработанных деталей. В качестве специализированных приспособлений (или инструментов) могут использоваться нормализованные конструкции, приспособленные для данной операции.

Мелкосерийное производство значительно экономичнее, чем единичное производство, так как лучшее использование оборудования, специализация рабочих, увеличение производительности труда обеспечивают уменьшение себестоимости продукции.

Мелкосерийное производство является наиболее распространенным видом производства в общем и среднем машиностроении. К этому виду производства относятся:

станкостроение;

насосостроение;

производство прессов;

производство компрессоров;

производство вентиляторов;

производство текстильных машин;

производство оборудования для пищевой промышленности;

производство оборудования для лесной промышленности;

производство оборудования для коммунального хозяйства;

транспорта и т.д.

Как видно данная отрасль присутствует в перечне и выбор типа производства данной детали (изделия) вполне обуславливается и применим

## 4. Выбор способа получения заготовки и разработка технических требований к ней

Метод получения заготовки оказывает существенное влияние на технико-экономические показатели технологического процесса изготовления детали. Правильный его выбор позволяет снизить трудоемкость механической обработки, повысить коэффициент использования материала, снизиь материалоемкость конструкции.

На выбор метода получения заготовки влияют материал детали, его назначения и технические требования к изготовлению, объем выпуска, конфигурация, форма поверхностей и размеры.

Требования, предъявляемые к заготовкам, обрабатываемых на металлорежущих станках:

С целью снижения себестоимости детали заготовка должна быть по форме и размерам максимально приближенной к детали.

Черновые поверхности используемые на первой механической операции в качестве технологической базы должны быть чистыми и ровными, без штрихов, литейных уклонов.

Вид заготовки устанавливаем в результате анализа чертежа детали, ее материала и технических требований к изготовлению, габаритов и массы, объема выпуска, на основе технико-экономического сравнения нескольких вариантов.

Данные о химическом составе о материале – Сталь 38ХА ГОСТ 4345 – 71 приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1. – Химический состав Стали 38ХА

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C,% | P,% | S,% | Mn,% | Si,% | Cr,% | Ni,% | Cu,% |
| 0.35-0.42 | 0.025 | 0.025 | 0.50-0.80 | 0.17-0.37 | 0.80-1.10 | 0.30 | 0.30 |

Метод выполнения заготовок для деталей машин определяется:

назначением детали;

конструкцией детали;

техническими требованиями;

масштабом и серийностью выпуска;

экономичностью.

Выбрать заготовку – значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления.

Для рационального выбора заготовки необходимо одновременно учитывать все вышеперечисленные исходные данные, так как между ними существует тесная взаимосвязь.

В базовом варианте заготовку получали из проката.

Заготовку для данной детали можно получить различными способами:

ковкой на молотах или прессах;

горячей штамповкой.

В качестве двух вариантов способа получения заготовки принимаются:

1 вариант – ковка на молотах;

2 вариант – штамповка на молотах в закрытых штампах.

Стоимость заготовок определяется по формуле:

(4.1)



где Ci – базовая стоимость одной тонны заготовок, грн;

Кт – коэффициент, зависящий от класса точности заготовки;

Кс – коэффициент, зависящий от группы сложности заготовки;

Кв – коэффициент, зависящий от массы заготовки;

Км - коэффициент, зависящий от марки материала;

Кп – коэффициент, зависящий от объема производства;

Q – масса заготовки;

q – масса детали;

Sотх – стоимость одной тонны отходов, грн.

Для заготовки, полученной ковкой:

Ci = 300 грн/т,

Кт = 1 (с.37, [5]);

Кс = 1 (табл.2.12, с.38, [5]);

Кв = 0.75 (табл.2.12, с.38 [5]);

Км = 1.79 (с.37, [5]);

Кп = 1 (табл.2.13, с.38 [5]);

Q = 29 кг,

q = 15 кг,

Sотх=25 грн/т.

Стоимость заготовки, полученной ковкой на молотах:



Для заготовки, полученной штамповкой:

Сi=380 грн/т,

Кт=1.1. (с.37, [5]);

Кс=1 (табл.2.12, с.38, [5]);

Кв=0.75 (табл.2.12, с.38, [5]);

Км=1.79 (с.37, [5]);

Кп=1 (табл.2.13, с.38, [5]);

Q=55 кг.

Стоимость заготовки, полученной штамповкой:



Так как стоимость заготовки, полученной штамповкой, меньше стоимости заготовки, полученной ковкой, то в качестве способа получения заготовки для данной детали принимаем штамповку.

Чертеж исходной заготовки отличается от чертежа готовой детали прежде всего тем, что на всех обрабатываемых поверхностях предусматриваются припуски, соответственно изменяющие размеры, а иногда и форму заготовок. Форма отдельных поверхностей исходных заготовок определяется с учетом технологии получения заготовок, требующей в ряде случаев определенных уклонов, радиусов закругления и т.п.

Установление правильных размеров припусков на обработку является ответственной технико-экономической задачей. Назначение чрезмерно больших припусков приводит к непроизводительным потерям материала, превращаемого в стружку; к увеличению трудоемкости механической обработки; к повышению расхода режущего инструмента и электрической энергии; к увеличению потребности в оборудовании и рабочей силе. При этом затрудняется построение операций на настроенных станках, снижается точность обработки в связи с увеличением упругих отжатий в технологической системе и усложняется применение приспособлений.

Назначение недостаточно больших припусков не обеспечивает удаления дефектных слоев материала и достижения требуемой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей, а также вызывает повышение требований к точности исходных заготовок на станках при обработке по методу пробных ходов и увеличивает опасность появления брака.

Для окончательно выбранной заготовки, в соответствии со стандартом ГОСТ 7505 – 89 «Поковки стальные штампованные» назначаем припуски на все поверхности и определяем размеры заготовки.

Расчет будем производить по ГОСТ 7505 – 89, [8].

Исходные данные для расчета:

1) Масса поковки (расчетная) – 21 кг,

расчетный коэффициент Кр = 1,4 (прил.3, [8]).

2) Класс точности – Т4 (прил.1, [8]).

3) Группа стали – М2 – сталь с массовой долей углерода свыше 0,35 до 0,65% или суммарной массовой долей легирующих элементов свыше 2,0 до 5,0% (табл.1, [8]).

4) Степень сложности – С2 (прил.1, [8])

Параметры описывающей поковку фигуры:

диаметр – 155 мм ((122+25) 1,05);

длина – 348 мм (3311,05), где 1,05 – коэффициент;

масса (расчетная) – 51 кг



5) Конфигурация поверхности разъема штампа - П (плоская) (табл.1, [8]).

6) Исходный индекс – 13 (табл.2, [8]).

Основные припуски, размеры поковки и их допускаемые отклонения приведены в таблице 4.2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Окончательный размер элемента заготовки, мм | +1,8  152,5  - 1,0 | +1,8  127,5  - 1,0 | +1,6  74  - 0,9 | +2,4  336,5  - 1,2 | +1,8  117,5  - 1,0 |
| Допускаемые отклонения размеров заготовки, мм | +1,8  -1,0 | +1,8  -1,0 | +1,6  -0,9 | +2,4  -1,2 | +1,8  -1,0 |
| Дополнительный припуск, мм | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,25 | 0,25 |
| Основной припуск на размер, мм | 2,7 | 2,7 | 1,8 | 2,5 | 2,0 |
| Номинальный размер элемента детали, мм | 147 | 122 | 70 | 331 | 115 |

## 5. Анализ технологической операции существующего или типового технологического процесса

Анализ будем производить на основании базового технологического процесса. В данном технологическом процессе последовательность механической обработки соответствует общепринятым этапам построения технологического процесса.

На первой технологической операции производится обработка поверхностей, которые на последующих операциях будут приняты за базовые.

Данный раздел курсовой работы включает в себя следующие работы:

- обоснование правильности схемы базирования и закрепления заготовки на одну операцию технологического процесса, придерживание принципов объединения и постоянства баз;

- обоснование правильности выбора металлорежущего станка, оборудования, режущего и измерительного инструментов для этой операции;

- расчет режимов резания для одного технологического перехода аналитическим методом, а для других переходов этой операции – табличным методом;

- расчет нормы времени Тшт(или Тшт – к) для одной технологической операции.

Заводской технологический процесс приведен в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Заводской технологический процесс

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер  операции | Наименование операции | Оборудование |
| 005 | Кузнечная |  |
| 010 | Термическая |  |
| 015 | Токарная | Токарно-винторезный мод.1М63 |
| 020 | Маркировочная |  |
| 025 | Контроль ОТК |  |
| 030 | Координатно-расточная | Координатно-расточной мод.2Д450 |
| 035 | Токарная | Токарно-винторезный мод.1К625 |
| 040 | Токарная | Токарно-винторезный мод.1К625 |
| 045 | Токарная | Токарно-винторезный мод.1К625 |
| 050 | Маркировочная |  |
| 055 | Контроль ОТК |  |
| 060 | Термическая | Установка закалки ТВЧ |
| 065 | Шлифовальная | Круглошлифовальный мод.3У12 |
| 070 | Токарная | Токарно-винторезный мод.1К625 |
| 075 | Шлифовальная | Круглошлифовальный мод.3У12 |
| 080 | Маркировочная (на бирке) |  |
| 085 | Контроль ОТК |  |
| 090 | Шлицефрезерная | Шлицефрезерный мод.5350 |
| 095 | Шлифовальная | Круглошлифовальный мод.3У12 |
| 100 | Токарная | Токарно-винторезный мод.1М63БФ101 |
| 105 | Фрезерная | Вертикально-фрезерный мод.6Р13 |
| 110 | Маркировочная |  |
| 115 | Контроль ОТК |  |
| 120 | Слесарная |  |

Технологический процесс изготовления детали “вал эксцентриковый” в заводском варианте выполнен как маршрутный, что соответствует мелкосерийному типу производства. Он содержит 24 операции, из которых 11 операций механической обработки, остальные - контрольные, слесарные, термические, сварочные, маркировочные.

Сравнивая заводской техпроцесс с типовым мы можем сказать, что операции обработки выбраны в основном правильно. Но есть мелкие недостатки, которые возможно вызваны дополнительными требованиями конструктора.

Недостатки заводского ТП:

а) Главный недостаток – несоблюдение принципа поэтапности операции;

б) на токарных операциях совмещаются черновое и чистовое точение, что соответствует различным этапам обработки и т.д.

Применяемое оборудование, режущий инструмент, средства технологической оснастки не соответствует современному уровню развития ТМС (более целесообразно применение станков ЧПУ, универсально-сборочных приспособлений, инструмента с механическим креплением пластин и т.д.).

В заводском маршрутном ТП не указаны способы базирования и закрепления заготовки, выполняемые операционные размеры, подробно не расписан режущий и мерительный инструмент. Нормирование времени на выполнение операции приводится в часах и имеет место завышения норм времени в несколько раз.

## 5.1 Анализ и обоснование схем базирования и закрепления

Для дальнейшего рассмотрения выбираем операцию 045 – токарная обработка эксцентриков.

На этой операции будут окончательно обрабатываться следующие поверхности (рисунок 5.1): 7,8,9,10,11 и 12.



Рисунок 5.1 – Конструктивные элементы детали

Таким образом, на данной операции производится обработка шести поверхностей. Однако обработка в один установ невозможна, так как на этой операции про изводится точение двух эксцентриковых колен вала.

При выборе схем базирования и закрепления необходимо руководствоваться рекомендациями из [7, с.11].

При выборе схемы базирования необходимо придерживаться следующих соображений:

чистовые базы должны быть представлены точными, имеющими достаточную площадь поверхностями;

необходимо использовать принцип единства баз (совмещение технологической, конструкторской и измерительной баз);

необходимо использовать принцип постоянства баз;

обеспечивать возможность простого и быстрого закрепления заготовки;

обеспечивать свободный доступ инструмента в зону резания.

Базирование детали не представляет особых трудностей, так как она имеет достаточно развитые поверхности которые можно использовать в качестве базовых.

Рассмотрим возможные схемы базирования и закрепления при обработке заготовки на токарной операции 045 (черновое точение эксцентриковых колен вала).

Наиболее эффективные способы закрепления заготовки на операции – закрепление в четырехкулачковом патроне и поджатием задней бабкой.

, (5.1)



где – погрешность базирования (при упоре в торец = 0);



– погрешность закрепления заготовки в патроне.



Так для этой операции мы выбрали четырёхкулачковый патрон (не самоцентрирующийся), будет присутствовать погрешность закрепления. Четырёхкулачковый патрон выбран по причине обработки эксцентриковой части вала (смещенная ось).

В качестве опорной базы принимаем торец вала, наружная цилиндрическая поверхность будет двойной направляющей базой.

Точность обработки при таком закреплении заготовки будет зависеть от точности установки её в четырёхкулачковом патроне. Основная задача – правильно выставить кулачки патрона, что в свою очередь зависит от точности разметки (контрольные заточки) на предыдущей операции 040.

Для токарной обработки экцентриковых колен вала можно предложить ещё один вариант закрепления заготовки – закрепление в центрах (центра плавающий и вращающийся) с упором в торец (рисунок 5.3). . Припуск с цилиндрических поверхностей 1 и 15 (рисунок 5.1) снят ещё не был. Поэтому центра можно установить смещённо.



Рисунок 5.2 – Закрепление заготовки в патроне с поджатием задней бабкой.



Рисунок 5.3 – Закрепление заготовки в центрах с упором в торец.

Вторая схема закрепления не является технологичной, так как на данной операции будет сниматься большой неравномерный припуск. Для повышения жесткости такой технологической системе необходимо применить неподвижный люнет. Для такого закрепления будут назначаться низкие режимы резания, что значительно уменьшит производительность.

Проанализировав два разных способа закрепления можно утверждать, что более точный и надежный способ закрепления - это закрепление по первой схеме базирования – в четырёхкулачковом патроне с поджатием заготовки задней бабкой.

## 5.2. Обоснование выбора металлорежущего станка

Выбор металлорежущих станков выполняем исходя из следующих требований:

обращаем внимание на технологические методы обработки поверхностей;

мощность двигателя с учетом коэффициента полезного действия должна быть больше мощности резания;

габариты рабочего пространства должны позволять производить обработку как можно большего числа поверхностей за 1й установ;

тип оборудования должен соответствовать типу производства;

количество инструментов не должно превышать емкость инструментального магазина станка и др.

Исходя из вышеперечисленного, для токарной операции 045 выбираем станок токарно-винторезный с ЧПУ модели 1М63БФ101, основные технические характеристики которого приведены в таблице 3.2.

Таблица 5.2 – Технические характеристики токарно-винторезного

станка модели 1М63БФ101

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры | Значения параметров |
| Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:  над станиной  - над суппортом | 630  350 |
| Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие шпинделя, мм | 65 |
| Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм | 2800 |
| Шаг нарезаемой резьбы:  метрической, мм  дюймовой, число ниток на дьюм  модульной, модуль  питчевой, питч | 1 – 224  56 – 0,25  0,5 – 112  112 – 0,5 |
| Частота вращения шпинделя, об/мин | 10 – 1250 |
| Число скоростей шпинделя | 22 |
| Наибольшее перемещение суппорта, мм:  продольное  поперечное | 2520  400 |
| Подача суппорта, мм/об:  продольная  поперечная | 0,06 – 1,0  0,024 – 0,31 |
| Число ступеней подач | 32 |
| Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин:  продольного  поперечного | 4500  1600 |
| Мощность электродвигателя главного привода, кВт | 15 |

## 5.3. Обоснование выбора станочных приспособлений, металлорежущего и измерительного инструментов

Станочные приспособления, применяемые в проектируемом технологическом процессе, должны соответствовать требованиям точности получаемых на данной операции поверхностей и взаимному их расположению. Желательно применение стандартных, нормализованных приспособлений.

Выбор инструмента и технологической оснастки нужно производить с учетом:

методов обработки поверхностей;

этапов обработки (черновые, чистовые и другие);

использование смазочно-охлаждающих жидкостей и их виды;

габаритов станка;

материал заготовки и ее состояния.

При выборе приспособлений для базирования и закрепления заготовки на станке воспользуемся принятой схемой базирования в пункте 5.1.

Выбираем следующие станочные приспособления:

1) Четырехкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков 7100-0009 ГОСТ 2675-80 [6, с.89] ;

2) Центр плавающий ГОСТ 2576-79 [6, с.72].

Наиболее прогрессивным инструментом является режущий инструмент с твердосплавными неперетачиваемыми пластинами. Поэтому выбираем этот инструмент, при этом преимущество отдадим инструментам с механическим креплением твердосплавных пластин.

Для выполнения технологических переходов операции необходим следующий инструмент:

резец 2103-0711 ГОСТ 20872-80, ([3], с.267), Т5К10 ([2], с.116) - резец токарный с механическим креплением твердосплавных пластин (режущая пластина 01114-220408 ГОСТ19046-80 и опорная пластина 701-2204 ГОСТ 19073-80) с сечением державки 25х25 мм и ϕ =45 о.

При выборе контрольно-измерительных инструментов во внимание следует принять трудоемкость измерений, точность измерений тип производства.

В мелкосерийном производстве приоритет следует отдавать универсальным (шкальным) измерительным средствам. При определении точности инструментов нужно учитывать, что цена деления должна составлять 0,3÷0,5 допуска измерительного параметра, поэтому в качестве мерительного инструмента выбираем:

- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-2 ГОСТ 166-73;

- скоба СИ-122-0,01 ГОСТ 11098-64;

- микрометр МК 25-0,01 ГОСТ 6507-60.

## 5.4. Расчет режимов резания

Режимы резания для точение цилиндрической поверхности ∅122h6 определяем расчетно-аналитическим методом.

Исходные данные.

Обработка производится на токарно-винторезном станке с ЧПУ модели 1М63БФ101. Обрабатываемый материал – конструкционная сталь 38ХА с твердостью НВ 260,B = 930 Мпа, Ku тв. спл. = 0.7, Ku б. ст. = 0.8. . Заготовка – штамповка. Диаметр заготовки после предыдущей обработки D=175мм, диаметр готового эксцентрикового колена D=122,6мм.

Паспортные данные станка 1М63БФ101 представлены в пункте 5.2.

Обработка этих поверхностей не является окончательной – после токарной будет проводиться шлифовальная операция.

Обработка ведется сборным резцом для контурного точения, правым, с опорной пластиной 701-2204 ГОСТ 19073-80; способ крепления пластины – одноплечим прихватом. Обозначение резца – 2103-0711 ГОСТ 20872-80 ([3], таблица 22, с.264).

Геометрические параметры режущей части:

угол в плане ϕ=45°;

задний угол α=6°;

передний угол γ=6°;

радиус вершины резца r =0,8 мм;

угол наклона режущей кромки λ=0°.

Период стойкости Т=30 мин.

Определяем режимы резания.

Так как колено эксцентриковое – припуск будет сниматься неравномерно. Определим максимальную глубину резания.

Глубина резания t, мм, определяется по формуле

t=(DЗАГ – DОБР) /2; (5.1)

где DЗАГ – диаметр заготовки до обработки, мм;

DОБР – диаметр заготовки после обработки, мм;

t=(152,5– 122,6) /2 = 14,95мм

Так как припуск большой, обработку будем производить в 6 проходов. Назначаем глубину резания t=2,5мм.

Подача выбирается по таблице 14 ([2], с.268). Для шероховатости Ra 2,5 и радиуса при вершине r=0,8 мм подача равна S=0,2 мм/об.

Скорость резания v, м/мин, определяется по формуле:

v =⋅КV, (5.2)



где СV ⎯– коэффициент, табличная величина;

m, x, y ⎯ показатели степеней, табличные величины;

Т ⎯ период стойкости, мин;

КV ⎯ поправочный коэффициент.

Коэффициент СV и показатели степеней выбираются по таблице 17

([2], с.270): СV =420; x=0,15; y=0, 20; m=0, 20.

Коэффициент КV определяется по формуле:

КV = КMV ⋅ КПV ⋅ КИV, (5.3)

где КМV ⎯ коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

КПV ⎯ коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности;

КМV ⎯ коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента;

Кϕ V ⎯ коэффициент, учитывающий влияние геометрии резца.

Значение коэффициента КMV определяется по формуле

([2], таблица 1, с.261):

(5**.4**)



где Кг– коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости

B – фактический параметр твердости материала;

nV ⎯ показатель степени;

Кг= 0.8 - при обработке резцами из твёрдого сплава ([5], таблица 2, с.262).

nV =1,25 - при обработке резцами из твёрдого сплава ([5], таблица 2, с.262).

КМV =0,8(750/930) 1,25=0,61;

КПV =0,8 - для деталей из поковки([5], таблица 5, с.263);

КИV =0,65 - для инструмента из твёрдого сплава марки Т5К10

([5], таблица 6, с.263).

КV = 0,61⋅0,8⋅0,65 = 0,32;

v =(420/ 300,2 ⋅2,50,15⋅ 0,2 0,2) ×0,32= 84,6 м/мин;

Частота вращения шпинделя n, об/мин, определяется по формуле:

n =; (5.5)



где D - диаметр заготовки, формируемый при обработке.

n =(1000⋅84,6) /(3,14⋅175) =153,9 об/мин;

Корректируем частоту вращения шпинделя по станку. Принимаем, согласно паспортным данным станка, n=150 об/мин. Определяем скорректированную скорость резания:

(5.6)



Определяем минутную подачу по формуле:

Sм=Sо⋅n =0,25⋅150 =37,5 мм/мин; (5.7)

Выполним проверку достаточности мощности станка. Мощность, потребная на резание определяется по формуле:

(5.8)



где Pz – тангенциальная составляющая силы резания.

(5.9)



где Cp – коэффициент, зависящий от угла в плане.

Принимаем Cp =285 – для ϕ = 45° ([6], табл.2, с.42).

Pz = 285 ⋅ 0,25 ⋅0,2 0,75 82,4 - 0,5=9,4

Nэ=9.4⋅82.4/6120=12 кВт

Следовательно, при таком режиме резания обработка на выбранном станке возможна.

Результаты расчёта сведены в таблицу (таблица 5.3):

Таблица 5.3 - Режимы резания при обработке поверхности ∅122,6

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Величина |
| Глубина резания, мм | 2,5 |
| Подача, мм/об | 0,2 |
| Частота вращения шпинделя, об/мин | 150 |
| Минутная подача, мм/мин | 37,5 |
| Скорость резания, м/мин | 82,4 |

Рассмотрим обработку поверхностей конавок 8 и 12 (рисунок 5.1). На эти переходы данной операции осуществляем выбор режимов резания табличным методом в соответствии с источником [6].

1) Выбор глубины резания.

Выбор минимально необходимой глубины резания осуществляется по карте 2 с.37. Припуск на этих поверхностях такой же, как и на вышерассмотренных. Принимаем номинальную глубину резания равной 2 мм.

2) Выбор подачи.

Подачу выбираем по карте 6 (с.46). Для поверхностей 8 и 12 табличная подача равна 0,20 мм/об. Выбранное значение подачи корректируем с учетом поправочных коэффициентов, которые выбираем по карте 8 для измененных условий в зависимости от:

инструментального материала Ки=1,1;

сечения державки резца Кд=1,2;

радиуса вершины резца Кр=0,85;

квалитета обрабатываемой детали Кк=1,15;

кинематического угла в плане Kки=1;

Окончательно значение подачи для обработки поверхностей 8 и 12 определяется по формуле:

S=SТКиКдКрКкКки; (5.10)

Подставляя значения получим:

S=0,21,11,20,851,151=0,26 мм/об;



3) Выбор скорости резания.

Скорость резания для обработки поверхностей 8 и 12 определяется по карте 21 (с.80). Для поверхностей 2 и 3 VT=203 м/мин. По карте 23 (с.82) выбираем поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от:

инструментального материала Ки=0,85;

группы обрабатываемого материала Кс=1;

вида обработки Ко=1;

жесткости станка Кж=0,70;

геометрических параметров резца Кг=0,95;

периода стойкости режущей части резца КТ=1;

наличия охлаждения Kох=0,75.

Значение скорректированной скорости резания определяется по формуле:

V=VTКиКоКжКсКгКтКох; (5.11)

Скорректированная скорость резания равна

V=2030,85110,70,9510,75=86 м/мин;



4) Определение частоты вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле (5.5)



Корректируем полученную частоту по паспортным данным станка, принимаем: nф =22 об/мин.

Определяем фактическую скорость резания по формуле (5.6):



5) Определение минутной подачи.

Минутную подачу рассчитывают по формуле (5.7)

Sм= 0,2622=5,75 мм/мин;



6) Проверка достаточности мощности станка.

Мощность резания Nрез, кВт, определяется по формуле:

Nрез =Nрез Т ⋅ ⋅ КМN, (5.12)



где NрезТ ⎯ табличное значение мощности, затрачиваемой на резание;

КMN ⎯ поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала;

vф ⎯ фактическая скорость резания;

vт ⎯ табличное значение скорости резания.

Для поверхностей 8 и 12 - Nрез Т=2,7 кВт (карта 21, с.78); Поправочный коэффициент выбирается по карте 24 (с.85) КМN=0,85.

Nрез. = 2,7⋅(91,3/86) ⋅0,85 =2,4 кВт;

Мощность привода главного движения рассчитывается по формуле

N=Nдв⋅η; (5.13)

N=15\*0,8=12 кВт. Следовательно, N=12кВт > Nрез =2,4 кВт, а значит резание осуществимо.

Проверка достаточности усилия подачи проводится по тангенциальной составляющей сил резания Рz, которая определяется по формуле:

Рz = ; (5.14)



где РХ ⎯ осевая составляющая сил резания;

PY ⎯ радиальная составляющая.

Значение каждой из составляющих определяется по формуле:

Pi = Pi T ⋅ KPϕ i ⋅ KPγ i ⋅ KPλ I; (5.15)

где Pi T ⎯ табличное значение каждой из составляющих сил резания;

KPϕ i ⎯ коэффициент влияния угла в плане;

KPγ i ⎯ коэффициент влияния переднего угла;

KPλ i ⎯ коэффициент влияния угла наклона режущей кромки.

Значения составляющих сил резания в зависимости от глубины резания и подачи определяются по карте 33 (с.98): РXT =890 Н; PYT =310 Н.

Поправочные коэффициенты определяются по карте 33 (с.99-100):

KPϕ X=KPϕ Y =1,0; KPγ X =1,5; KPγ Y =1,3; KPλ X=KPλ Y=1,0.

Тогда:

РX =890 ⋅ 1 ⋅ 1,5 ⋅ 1,0 = 1335 Н;

РY =310 ⋅1 ⋅ 1,3 ⋅ 1,0 = 403 Н;



Усилие подачи станка равно Ро=8000 Н>1394 Н, значит обработка возможна. Результаты расчёта сведены в таблицу 5.4.

Таблица 5**.4** - Режимы резания на токарную операцию

определенные табличным способом

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Величина |
| Глубина резания, мм | 2,5 |
| Подача, мм/об | 0,26 |
| Частота вращения шпинделя, об/мин | 22 |
| Минутная подача, мм/мин | 5,75 |
| Скорость резания, м/мин | 91,3 |
| Мощность, затрачиваемая на резание, кВт | 2,4 |

## 5.5 Техническое нормирование операции

Исходные данные для расчета:

1) деталь – вал эксцентриковый;

2) обрабатываемый материал – сталь 38ХА;

3) станок – токарно-винторезный с ЧПУ, модели 1М63БФ101;

4) инструмент – резец проходной (=450),



5) приспособление – патрон четырёхкулачковый.

Определим основное (технологическое) время по формуле

To=; (5.16)



где L – длина обрабатываемой поверхности;

L1 – величина врезания и перебега резца, мм;

L2 – дополнительна длинна на взятие пробной стружки, мм;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об;

i – число проходов.

Согласно приложениям 1 ([7], с. 204) и 3 ([7], с.220) устанавливаем величины врезания и перебега инструмента (L1) и величины на взятие пробной стружки (L2). Так как обработка поверхностей 7,8 и 10,12 идентична рассмотрим нормирование на поверхности 7 и 8.

для поверхности 8 – L1=1 мм, L2=2 мм;

для поверхности 7 – L1=3 мм, L2=7 мм;

Тогда основное (технологическое) время равно:

для поверхности 8 tо =(1+1+1+2) /22\*0,26=0,69 мин;

для поверхности 7 tо =(24+3+7) /150\*0,2=1,13 мин;

Основное технологическое время на операцию определяем по формуле:

; (5.17)



То=0,69+1,13+0,69+1,13=3,64мин;

Определяем вспомогательное время на операцию.

Время на установку и снятие детали весом до 15 кг в патроне с креплением ключом, без выверки, равно tуст=0,65 мин([7], карта 2, с.32).

Вспомогательное время, связанное с переходом при обработке несколькими инструментами в операции устанавливается по карте 18([7], с.64). Для обработки с пробными стружками, при установке резца по лимбу, время на проход равно: tуст =0,11 мин; tуст =0,35 мин.

По той же карте 18 (лист 4 с.69) устанавливаем время на изменение подачи для переходов равно 0,07 мин на один переход; время на изменение числа оборотов шпинделя для перехода равно 0,08 мин.

Суммарное вспомогательное время, связанное с переходом равно: =5,04 мин.



Вспомогательное время на контрольные измерения (tизм) обработанной поверхности устанавливается по карте 86 ([7], с.185). При измерении индикаторной скобой поверхностей 7 и 10 время на одно измерение равно 0,22 мин. Суммарное вспомогательное время на контрольные измерения равно: =0,44 мин.



Вспомогательное время на операцию определяем по формуле([7], с.185):

Тв=;



Тв=0,92+5,04+0,44=6,36 мин;

Время на обслуживание рабочего места (организационное и техническое)

определяется по карте 19 ([7], с.70). Для станков II группы с наибольшим диаметром изделия устанавливаемого над станиной, 600 мм оно составляет 4,0% от оперативного времени.

Время перерывов на отдых и личные надобности при работе на станке с механической подачей составляет 4% от оперативного времени

([7], карта 88, с.185).

Определяем штучное время по формуле:

Тшт=(То+Тв) (1+);



Тшт=(3,64+6,36) (1+) =10,8 мин;



Подготовительно-заключительное время определяется по карте 19([7], с.70). При обработке детали в патроне с работой двумя режущими инструментами, участвующими в операции, подготовительно-заключительное время на партию деталей равно 15 мин.

Сводим полученные данные в таблицу (таблица 5.5):

Таблица 5.5 – Нормы времени на токарную чистовую операцию

|  |  |
| --- | --- |
| Основное время на операцию, мин | 3,64 |
| Вспомогательное время на операцию, мин | 6,36 |
| Штучное время на операцию, мин | 10,8 |
| Подготовительно-заключительное время на операцию, мин | 15 |

## 6. Научно-исследовательская часть

Износостойкие покрытия на основе нитрида титана, легированного железом и алюминием для режущих пластин

В данном курсовом проекте рассматривается деталь – вал эксцентриковый, изготавливающийся из стали 38ХА, которая является довольно прочным материалом. Обрабатывают его инструментом с износостойкими покрытиями на пластинах. Наиболее полно анализируется применение износостойких покрытий на основе нитрида титана, легированного железом и алюминием, для режущих пластин в работе [].

Широкое использование эффективных износостойких покрытий сложного состава на основе титана, циркония, молибдена и гафния сдерживается дефицитностью и высокой стоимостью тугоплавных компонентов покрытий, а также сложностью технологического процесса их получения.

В связи с этим большой практический интерес представляет замена в покрытиях на основе титана таких дефицитных металлов, как цирконий, гафний, молибден, широко распространенным железом и алюминием.

Известно, что повышение стойкости инструментов с покрытиями сложного состава обусловлено тем, что при легировании нитрида титана изменяются структура и механические свойства в частности микротвердость покрытия. Учитывая это, можно предположить, что легирование нитрида титана другими металлами, например железом или алюминием, приведет к аналогичным структурным изменениям материала покрытия и, следовательно к повышению работоспособности режущего инструмента.

Для подтверждения высказанного предположения провели исследования при токарной обработке заготовок из сталей 12Х18410Г и 38ХА инструментом, оснащенным пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали с различными износостойкими покрытиями (из нитрида титана (TIN), из нитрида титана, легированного железом (Ti, Fe) N, алюминием (Ti, Al) N и цирконием (Ti, Zr) N).

Об изменении структуры покрытий судили по изменением периода α кристаллической решетки, ширины β рентгеновской дифракционной линии и остаточных микронапряжений σо.

Микротвердость Нμ покрытий измеряли с использованием индикатора Кнуппе при нагрузке 1Н.

Химический состав покрытий определяли на растровом электронном микроскопе РЭМ-200 с рентгеновским микроанализом. Структуру покрытий исследовали на дифрактометре ДРОН-3.

Покрытия толщиной 6±0,5 мкм наносим (на установке “Булат-3Т” при постоянной температуре 500оС) на сменные многогранные пластины из твердого сплава БК6 (размеры 4,76х12,7х12,7 мм; радиус сопряжения граней 1 мм; γ=-5о; α=5о; ϕ=75о; ϕ1=15о) и на острозаточенные пластины из быстрорежущей стали Р6М5 (размеры 10х18х18 мм; γ=10о; α=8о; γ=λ=0; ϕ=45о; ϕ1=15о).

Стойкость инструмента оценивали по пути L резания, пройденному до износа по задней поверхности hз=0,4 и 0,6 мм соответственно для твердосплавных и быстрорежущих пластин (при использовании последних, в качестве СОЖ применяли 5% -ный раствор Укринола-1).

Некоторые результаты исследований свойств покрытий, нанесенных на твердосплавную пластину, представлены ниже в таблице.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Покрытие | TiN | (Ti, Fe) N | (Ti, Zr) N | (Ti, Al) N |
| α, н⋅м | 0,4247 | 0,4235 | 0,4274 | 0,4224 |
| β, градус | 0,45 | 1,25 | 0,9 | 0,6 |
| σо, МПа | 190±20 | -750±110 | -500±60 | -840±220 |
| Нμ, гПа | 26±2,5 | 31,4±2,5 | 41,5±2,5 | 40±2,5 |

Как видно, покрытия (Ti, Fe) N и (Ti, Al) N имеют несколько меньший, чем у покрытия ТiN период. Для покрытия (Ti, Fe) N, как и для покрытия (Ti, Zr) N, характерно увеличение ширины β и, следовательно, повышение микротвердости по сравнению с микротвердостью покрытия TiN. Более высокая микротвердость покрытия (Ti, Al) N по сравнению с покрытием ТiN может быть объяснена наличием сильной химической связи между титаном и алюминием. Остальные макронапряжения σо для покрытий (Ti, Fe) N и (Ti, Al) N являются снимающими, также как и для покрытия (Ti, Zr) N. Таким образом, покрытия (Ti, Fe) N и (Ti, Al) N по своим структурным параметрам и микротвердости практически не отличаются от покрытия (Ti, Zr) N.

Исследования стойкости режущих инструментов с покрытием в зависимости от скорости V резания показали следующее. При обработке заготовок из сталей 38ХА и 12Х18Н10Т (подача S=0,3 мин/об; глубина резания t=0,5 мм) покрытия (Ti, Fe) N и (Ti, Al) N более эффективны, чем покрытие TiN (см. Рисунок (а) и (б)) (путь L резания для твердосплавных пластин с покрытием (Ti, Fe) N в 1,7-2 раза, а с покрытием (Тi, Al) N - в 2,25 раза больше). При обработке заготовок из стали 38ХА на высоких скоростях резания эффективность покрытий (Ti, Al) N и (Ti, Zr) N примерно одинаковые. При обработке заготовок из стали 12Х18Х10Т наиболее эффективно покрытие (Ti, Al) N.

При обработке заготовок из стали 38ХА инструментом, оснащенным пластиной из быстрорежущей стали Р6М5 (S=0,3 мм/об; t=1 мм), получены аналогичные результаты: эффективность покрытий (Ti, Fe) N и (Ti, Al) N выше, чем эффективность покрытий TiN (путь L в среднем 2,75 раза больше), и они имеют примерно одинаковую эффективность с покрытием (Ti, Zr) N (Рисунок (в)).

Следует отметить, что для инструментов с покрытиями (Ti, Al) N и (Ti, Zr) N характерно смещение с экстремума зависимости l=f(v) в сторону больших скоростей резания.

Это, по-видимому, связано с большой физико-химической пассивностью их материала по отношению к обрабатываемому материалу. В то же время инструменты с более пластичными покрытиями ((Ti, Fe) N, у которого Нμ=31,4 гПа) лучше сопротивляются адизионно-усталостным процессам и имеют большую стойкость на малых скоростях резания, чем инструменты с покрытиями (Ti, Al) N и (Ti, Zr) N.

а)

L, м

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 8000 |  |  |  |  |
| 6000 |  | 3 |  |  |
| 4000 | 1 |  | 4 |  |
| 2000 |  |  | 2 |  |
|  |  |  |  |  |

0 220 240 260 280 V, м/сек

б)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 20000 |  | 3 |  |
| 15000  L, м |  |  |  |
| 1  1000 | 2 | 4 |  |
| 500 |  |  |  |
|  |  |  |  |

0 140 160 180 V, м/мин

в)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 30000  L, м |  | 4 |  |  |
| 25000 |  | 3 |  |  |
| 2000 |  |  |  |  |
| 1500 |  | 2 |  |  |
| 1000 | 1 |  |  |  |
| 500 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

0 40 50 60 70 V, м/мин

Рисунок – Зависимость пути резания L (м) от скорости резания V (м/мин)

Зависимости пути L резания от скорости V резания при обработке заготовок из сталей 38ХА и 12Х18Х10Т инструментом, оснащенным пластинами твердосплавными (соответственно (а) и (б)), а также при обработке заготовок из стали 38ХА инструментом, оснащенным пластинами из быстрорежущей стали с покрытиями TiN, (Ti, Fe) N, (Ti, Al) N и (Ti, Zr) N.

Эффективность всех сложных покрытий по отношению к покрытию TiN существенно изменяется в зависимости от скорости V и снижается с ее увеличением. Режущие инструменты, оснащенные пластинами с покрытиями (Ti, Fe) N и (Ti, Al) N, прошли опытно-промышленные испытания и внедрены в производство.

## Выводы

Стойкость инструмента может быть повышена путем нанесения на режущую пластину покрытия из нитрида титана, легированного железом и алюминием [(Ti, Zr) N и (Ti, Al) N].

Режущие инструменты, оснащенные пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали с покрытиями (Тi, Fe) N и (Ti, Al) N можно рекомендовать к применению при обработке заготовок из сталей марок 38ХА и 12Х18Н10Т.

Тема дипломного проекта - проектирование технологического процесса изготовления вала эксцентрикового, являющегося одним из основных узлов радиально-поршневого гидромотора.

В ходе выполнения дипломного проекта был выполнен следующий объем работ.

При анализе служебного назначения были отражены основные технические характеристики и назначение машины, перечислены узлы с описанием их работы. Что касается самого вала, то был проведен анализ всех его поверхностей, а также функций, исполняемых ими.

При анализе технических требований были подробно проанализированы требования, предъявляемые при изготовлении детали конструктором, их соответствие общепринятым стандартом.

Был определен тип производства - мелкосерийный - и соответствующая ему форма организации работ.

Для вышеупомянутого типа производства было произведено экономическое обоснование выбора метода получения исходной заготовки. В качестве заготовки была принята поковка, получаемая методом штамповки.

Во время выполнения работы был проанализирован и усовершенствован технологический процесс изготовления детали. Было предложено и обосновано применение новых станков и оснастки, что позволит значительно сократить потери времени, показать себестоимость обработки, облегчить труд рабочих и повысить культуру труда на предприятии.

## Список литературы

1. А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред «Курсовое проектирование по технологии машиностроения». – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: Выш. Школа, 1983. -256 с.

2. Справочник технолога машиностроителя.2 т. /Под ред.А.Г. Касиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.

3. Обработка металлов резанем: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др. Под общ. ред.А. А. Панова. - М.: Машиностроение. 1988. -736 с.: ил.

4. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов по специальности “Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты”. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. – 496с., ил.

5. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. -4-е изд., перераб. и доп. – Минск: Вышэйш. Школа, 1983. -256 с.

6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. Изд.2-е. М.: Машиностроение, 1974. – 406 с. ил.

7. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ: Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 421с.

8. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные.

9. А.П. Станки и инструменты 3/1991, М.: - Машиностроение, 46с.

10. Малов А. Н., Справочник технолога-машиностроителя. -3-е изд., перераб. и доп. -М: Машиностроение, 1972. - 568с.

11. Методические указания для курсового проекта. Для студентов специальностей 7.090202 «Технология машиностроения» дневной и заочной форм обучения. / Сост. Евтухов В.Г., Захаркин А.У. – 1999 – с.23 ил.