

ГВУЗ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии горного машиностроения

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Инструкции по выполнению лабораторных работ
по дисциплине: «Технология обработки типовых деталей»

Днепропетровск
2012 г.

Лабораторная работа №1

Проектирование технологического маршрута механической обработки детали типа «Вал»

- Цель работы: 1. Освоить методику обоснования технологического маршрута механической обработки вала.
2. Приобрести навыки в оформлении маршрутной карты по ГОСТ 3.1118-84.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомившись с основным конструкторским документом на заданную деталь, выполнить описание функционального назначения детали и основных ее поверхностей, условий эксплуатации и отметить вытекающие из этого технические требования чертежа.

Методические указания

При выполнении этого пункта необходимо руководствоваться информацией, собранной на технологической практике, общетехнической эрудицией, а при недостатке информации даже технической фантазией. Пример такого описания приведен ниже.

Деталь «Вал» входит в состав кинематической цепи механизма переключения передач коробки скоростей трактора ЮМЗ-6КЛ. Деталь размещена в закрытом корпусе и работает в условиях обильной смазки при температуре 60-80 С°. Вал периодически нагружается незначительным крутящим моментом разного знака, от рычагов через сегментные шпонки в процессе переключения передач.

Основными конструкторскими базами детали являются цилиндрические поверхности диаметрами 17,5a11 и 24d11 мм, а также правый торец детали. Они определяют точность установки вала в расточках стенок коробки скоростей, что отражено на рабочем чертеже повышенными требованиями к соосности этих поверхностей.

Наиболее ответственной поверхностью вала являются цилиндрическая поверхность диаметрами 17,5a11 мм. Она работает как подшипник скольжения, поэтому должна обладать повышенной износостойкостью с соответствующим параметром шероховатости. Износостойкость обеспечивается повышенной поверхностной твердостью, 37 единиц HRC. Такая твердость может быть достигнута закалкой с нагревом токами высокой частоты с последующим высоким отпуском углеродистой стали. Объемная твердость детали должна быть в пределах 22-25 HRC, что соответствует твердости горячекатаной стали в состоянии поставки.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что материалом для изготовления данной детали должна быть конструкционная углеродистая качественная сталь по ГОСТ 1050. Конструкторским документом предусматривается Сталь 45. Этот материал хорошо обрабатывается резанием и используется для изготовления коленчатых и распределительных валов, шестерен, шпинделей и других нормализованных, улучшаемых и подвергаемых поверхностной термообработке деталей, от которых требуется повышенная прочность.

2. Дать технологическую характеристику основным поверхностям детали и предложить методы их обработки (МОП).

Методические указания

Для составления рационального технологического маршрута и оптимального содержания операций, обеспечивающих максимальное использование технологических возможностей станков, необходимо проанализировать технические требования к каждой обрабатываемой поверхности и назначить технологические методы их достижения. Результаты анализа рекомендуется представлять в табличной форме, как показано ниже.

При разработке маршрута изготовления детали ориентируемся на вид применяемой заготовки и ее точность. Количество технологических операций, их концентрация будет определяться методами обработки поверхностей, которые назначены исходя из требуемого качества размера, параметра шероховатости и условий обрабатываемости алюминиевый литейных сплавов. Перечень обрабатываемых поверхностей и методы обработки, которые могут обеспечить выполнение требований чертежа приведены в таблице.

<i>Вид поверхности, размер, мм</i>	<i>Квалитет</i>	<i>Ra, мкм</i>	<i>Метод обработки поверхности</i>
<i>Внутренние $\varnothing 105^{+0,035}$, $\varnothing 115^{+0,035}$, $\varnothing 15^{+0,018}$</i>	7	0,8	<i>Растачивание черновое Растачивание чистовое</i>
<i>Внутренняя $\varnothing 103,2^{+0,057}$</i>	8	0,8	<i>Растачивание черновое Растачивание чистовое</i>
<i>Наружная $\varnothing 155^{-0,043}$ $-0,143$</i>	9	3,2	<i>Точение однократное</i>
<i>Внутренняя $\varnothing 1,9^{+0,06}$</i>	11	3,2	<i>Сверление</i>
<i>Наружная $\varnothing 159^{-0,145}$ $-0,395$</i>	11	3,2	<i>Точение однократное</i>
<i>Торцевые $25^{+0,13}$, $115_{-0,22}$, $94,5^{+0,22}$, $56^{+0,13}$</i>	11	3,2	<i>Точение однократное</i>
<i>Паз $25^{+0,21}$</i>	12	3,2	<i>Фрезерование однократное</i>
<i>Фасонная $75^{+0,3}$</i>	12	3,2	<i>Фрезерование однократное</i>
<i>Внутренняя $\varnothing 50^{+0,39}$</i>	13	3,2	<i>Фрезерование однократное</i>
<i>Внутренняя М14х1-5Н6Н</i>		3,2	<i>Растачивание Точение резьбы</i>
<i>Внутренние М6-5Н6Н, М5-5Н6Н</i>		6,3	<i>Сверление Нарезание резьбы</i>

- Выполнить качественный и количественный анализ технологичности конструкции вала.

Методические указания

Состав работ по обеспечению технологичности конструкции изделий на всех стадиях их создания устанавливается Единой системой технологической подготовки производства. Различают производственную, эксплуатационную и ремонтную технологичность. Единым критерием технологичности конструкции изделия является ее экономическая целесообразность при заданном качестве и принятых условиях производства и эксплуатации.

На этапе проектирования технологического процесса механической обработки, когда конструкторские документы уже утверждены и не подлежат радикальным изменениям, целесообразно проводить качественный анализ технологичности конструкции детали с целью обобщенно, на основании опыта исполнителя, установить степень соответствия между показателями качества и принятыми условиями производства. Количественную оценку выполняют по некоторым показателям, чтобы охарактеризовать степень удовлетворения требований к технологичности конструкции.

Анализ технологичности выполнялся вами ранее, но поскольку его результаты могут существенно повлиять на структуру и содержание технологического маршрута изготовления детали, необходимо вспомнить приобретенные навыки. Для этого можно воспользоваться приведенным ниже примером.

Деталь относится к классу валов, т.е телам вращения с длиной более двух диаметров, и одновременно является элементом червячной передачи – двухзачодным архимедовым червяком восьмой степени точности.

Основной характеристикой валов, определяющей технологичность конструкции, является жесткость, которую оценивают по величине отношения:

$$L/d_{np} \quad (xx)$$

где L – длина вала, мм;

d_{np} – приведенный диаметр вала, определяемый по формуле:

$$d_{np} = \frac{\sum_1^n d_i \cdot l_i}{L} = \frac{25 \cdot 77,1 + 30 \cdot 15,1 + 46 \cdot 60 + 30 \cdot 20 + 25 \cdot 14 + 24,8 \cdot 13 + 19,8 \cdot 78 + 24,8 \cdot 6 + 18 \cdot 17}{320} = 26,4 \text{ (мм)}, \quad (xx)$$

где d_i – диаметр i -той ступени вала, мм;

l_i – длина i -той ступени вала, мм.

В данном случае отношение равно 12,1, что больше рекомендуемого значения (10). Следовательно, для эффективной механической обработки без ограничения режимов резания и достижения экономически обоснованной точности, необходимо применять схемы базирования для нежестких валов.

Основные конструкторские базы детали – две цилиндрические поверхности диаметром 25 мм с допуском шестого качества точности и предельными отклонениями формы и расположения поверхностей по шестой степени точности, которая соответствует рекомендуемому служебному назначению по-

верхностей. Требования к точности других рабочих поверхностей вала, двухзаходному червяку и прямобочным шлицам, не являются завышенными и не снижают технологичность конструкции детали.

Применяемый материал обеспечивает выполнение требований к механическим свойствам поверхностей и детали в целом и обладает хорошими технологическими характеристиками как при обработке давлением, так и резанием.

Конструкция вала позволяет вести обработку в центрах, т.е. обеспечить совмещение технологических и измерительных баз, а также выполнить требование постоянства баз, гарантирующее соосное расположение рабочих поверхностей вала.

Двустороннее расположение уступов и соотношение диаметров ступеней благоприятны для производительной токарной обработки и равномерной концентрации операций. Геометрические характеристики винтовой поверхности позволяют выполнять обработку «напроход», что является определяющим для чистой обработки, учитывая требования к качеству поверхности.

Соотношение квалитетов точности и параметров шероховатости большинства обрабатываемых поверхностей является оптимальным. Исключением является поверхность червяка, поскольку обычно архимедовы червяки 8-9 степени точности не шлифуют, но в данном случае это экономически целесообразный метод достижения параметра шероховатости $Ra\ 0,8\ \mu\text{м}$.

Таким образом, технологичность конструкции детали «Вал» после качественного анализа можно оценить как хорошую по всем показателям.

Количественную оценку технологичности конструкции детали выполним по трем из одиннадцати показателей, предусмотренных ГОСТ 14.201-83.

1. Коэффициент унификации конструктивных элементов определяется по формуле:

$$K_{у.э} = \frac{Q_{у.э}}{Q_э}, \quad (\text{xx})$$

где $Q_{у.э}$ – число унифицированных типоразмеров конструктивных элементов;

$Q_э$ – число типоразмеров конструктивных элементов;

Примерами конструктивных элементов изделия являются резьбы, крепления, галтели, фаски, проточки, отверстия и т.п. Признаки по которым конструктивный элемент может считаться унифицированным устанавливается отраслевой нормативно-технической документацией. Учитывая область применения детали и специфику конструкций гидравлической аппаратуры, считаем, что коэффициент унификации по линейным размерам, радиусам закругления и сопряжения больше 0,6, т.е по данным конструктивным элементам деталь технологична.

По таким конструктивным элементам, как диаметры крепежных отверстий, резьбы, фаски, зарезьбовые канавки и канавки под уплотнительные кольца $K_{у.э} = 1$.

2. Коэффициент точности обработки определяется по формуле:

$$K_{\text{тч}} = 1 - \frac{I}{A_{\text{ср}}}, \quad (\text{xx})$$

где $A_{\text{ср}}$ – средний квалитете точности обработки изделия.

$$A_{cp} = \frac{\sum A \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 12n_{12} + 13n_{13} + 14n_{14}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{12} + n_{13} + n_{14}} = \frac{7 \cdot 5 + 9 \cdot 8 + 10 \cdot 24 + 12 \cdot 23}{60} = 10,6 \quad (xx)$$

где A – качество обработки;

n_i – число размеров соответствующего качества.

Подставив полученное значение в формулу (2.4) получим результат:

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{10,6} = 0,9,$$

При таком значении коэффициента точности обработки деталь считается технологичной, поскольку $K_{mч}$ больше нормативного значения (0,8).

3. Коэффициент шероховатости поверхности равен:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{cp}}, \quad (xx)$$

где B_{cp} – среднее числовое значение параметра шероховатости.

$$B_{cp} = \frac{\sum B \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{50 \cdot n_1 + 25 \cdot n_2 + \dots + 0,8 \cdot n_7 + 0,4 \cdot n_8 + \dots + 0,0012 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_7 + n_8 + \dots + n_{14}} = \frac{6,3 \cdot 9 + 3,2 \cdot 25 + 0,8 \cdot 5}{39} = 3,6 \quad (xx)$$

где B – числовое значение параметра шероховатости по шкале Ra ГОСТ 2789-73;

n_i – число поверхностей с соответствующим числовым значением параметра шероховатости.

Подставив полученное значение в формулу (2.6) получим результат:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{3,6} = 0,72$$

Такое значение при обработке материалов из цветных сплавов свидетельствует о технологичности детали по данному показателю.

3. Обосновать последовательность выполнения операций и виды технологического оборудования, руководствуясь типовым маршрутом механической обработки для серийного типа производства.

Методические указания

Обоснование маршрута изготовления детали часто заменяют его описанием. Это не правильно. На данном этапе необходимо указать критерии, закономерности, ограничения, которые определяют последовательность выполнения операций и только после этого предложить маршрут изготовления в виде таблицы, которая будет являться базой для разработки технологического документа - маршрутной карты. Пример выполнения данного пункта приведен ниже.

В соответствии с типовым маршрутом изготовления валов, на первой операции подготавливаются технологические базы для дальнейшей обработки. Технологи-

гическими базами для обработки цилиндрических поверхностей детали будут центровые отверстия и один из торцов. Для их подготовки в условиях крупносерийного производства целесообразно использовать специализированные и специальные станки. Минимальную трудоемкость операции при высокой концентрации и производительности, а также незначительных затратах на переналадку, обеспечит использование фрезерно-центровального станка последовательного действия.

Дальнейшая обработка предполагает однократное точение всех поверхностей. Учитывая размер и точность заготовки, а также размер концевой ступени с левого торца вала, всю токарную обработку возможно выполнить на одной операции за два установка

Технологический процесс изготовления детали завершается контрольной операцией, на которой осуществляется комплексный контроль размеров поверхностей и их взаимного расположения, но предварительно должна быть выполнена термическая обработка концевой ступени вала. Предлагаемый маршрут обработки детали «Вал» приведен в таблице.

№ оп.	Наименование операции	Краткое содержание операции	Модель станка
05	Фрезерно-центровальная	Фрезерование торцов и зацентровка с двух сторон	МР71
10	Токарная с ЧПУ	Полная токарная обработка с двух сторон, точение резьбы М20×1,5-8g	16Б16Т1
15	Фрезерная	Фрезерование «лыски»	6Н81Г
20	Фрезерная	Фрезерование двух шпоночных пазов	6Н10
25	Термическая	Закалка ТВЧ концевой ступени	-
30	Контрольная	Комплексный контроль детали	-

4. Оформить сводный технологический документ в виде маршрутной карты по ГОСТ 3.1118-84.

Методические указания

При разработке маршрутной карты (МК) необходимо руководствоваться методическим пособием «Комплектность и правила заполнения бланков технологических документов». Для получения справки о кодах технологических операций и оборудования обращайтесь к справочному пособию «Кодирование технологической информации».

Все основные надписи и графы МК должны быть заполнены. Источником информации является опыт выполнения предыдущих лабораторных работ и домашних заданий, а также советы и рекомендации преподавателя.

Отчет по лабораторной работе представляется в виде текстового документа, оформленного по ГОСТ 2.105-95, с приложением технологического документа.

Лабораторная работа №2

Детальная разработка токарной операции, выполняемой при изготовлении вала

- Цель работы:
1. Изучить особенности технологического оснащения токарных операций, выполняемых при изготовлении валов.
 2. Освоить методику комплексного подхода при проектировании технологической операции.
 3. Закрепить навыки в оформлении технологической документации на операцию механической обработки.
 4. Освоить методику проектирования карты технологической наладки на токарную операцию

Общие сведения

Результатом проектирования операции механической обработки является комплект документации, содержащей всестороннюю и исчерпывающую информацию о содержании и техническом оснащении операции, технологических режимах обработки и трудозатратах. Все этапы проектирования (проектные процедуры) находятся в тесной взаимосвязи и поэтому для обеспечения достоверности результатов необходим комплексный подход, который реализуется предлагаемой последовательностью проектных процедур, представленных в данном случае, как порядок выполнения лабораторной работы.

Итоговыми документами данной лабораторной работы являются пояснительная записка, оформленная в соответствии с ГОСТ2.105-95, операционная карта и карта эскизов, оформленные в соответствии с требованиями стандартов ЕСТД, а также графический документ дипломного проекта – карта наладки на технологическую операцию.

Исходные данные

Задачей на проектирование является одна из токарных операций, включенных в технологический маршрут механической обработки детали, разработанный в лабораторной работе №1 и представленный в виде маршрутной карты по ГОСТ 3.1118-86. Номер и краткое содержание операции согласовываются с преподавателем

Порядок выполнения работы

1. Дать общую характеристику операции

Методические указания

Общая характеристика операции должна содержать основополагающую информацию, которая дает возможность сопоставить цель операции, принятую схему базирования и технологические возможности станка; охарактеризовать способ крепления заготовки и режущего инструмента; конкретизировать параметры рабочих движений исполнительных органов станка.

Форму представления выбирает разработчик документа, но логическая последовательность и полнота информации по перечисленным выше направлениям обязательны. Для развития устойчивого навыка, рекомендуется проанализировать текст общей характеристики с целью поиска ответа на следующие вопросы :

Внимание  Перечисленные ниже вопросы не являются порядком изложения. Отдельный смысловой блок может содержать ответ на несколько вопросов и наоборот.

- номер и наименование операции в соответствии со стандартом ЕСТД;
- наименование и модель металлорежущего станка;
- характеристика компоновочной схемы и (или) принципа действия станка, если это влияет на структуру, технологическое оснащение или трудовое содержание операции;
- технические характеристики станка, которые определяют размеры рабочей зоны, параметры движения исполнительных органов;
- применяемое приспособление
- описание схемы базирования заготовки (при необходимости приводится эскиз);
- структурная характеристика операции (количество установов, позиций, технологических переходов) с указанием их общего назначения

Помните, что этот этап основополагающий, поэтому не стремитесь приводить данные, которые в дальнейшем будут конкретизироваться, уточняться или не будут использоваться в расчетах или при оформлении технологической документации.

Рекомендация



Ниже приводится вариант общей характеристики токарной операции.

Операция 05 «Токарно-револьверная», выполняется на универсальном токарно-револьверном станке ПЗ18, оснащенном шестипозиционной револьверной головкой с вертикальной осью вращения, за пять технологических переходов.

Деталь базируется в трехкулачковом самоцентрирующем клиновом патроне 7102-0077 -1-1В ГОСТ 24351-80 по наружной поверхности диаметром 198 мм и нижнему торцу фланца как показано на рисунке.

Краткая характеристика станка:

1. Наибольший обрабатываемый диаметр , мм	
над станиной	250
над суппортом	130
2. Диаметр отверстия в шпинделе, мм	40
3. Число позиций револьверной головки	6
4. Диаметр отв. в РГ для крепления инструмента	30
5. Число поперечных суппортов	1
6. Частота вращения шпинделя, об/мин	100; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 4080
7. Подача РГ продольная, мм/об	0,05; 0,12; 0,3
8. Подача поперечного суппорта, мм/мин (б/с)	20-300
9. Мощность электродвигателя, квт	2,6

2. Детализировать содержание операции, т.е. сформулировать содержание каждого технологического перехода, назначить режущий инструмент и вспомогательное оснащение.

Методические указания

В случае применения универсальных станков и станков полуавтоматов, технологический переход характеризуется постоянством обрабатываемой поверхности, применяемого инструмента и параметров рабочего движения исполнительного органа станка. Поэтому для рационального использования технологических возможностей оборудования необходимо знать компоновочную схему станка, исполнительные органы, рабочие и установочные движения, особенности установки и смены режущего инструмента, присоединительные размеры шпинделей и инструментального магазина. Эти данные содержатся в паспорте станка, каталогах металлорежущих станков и режущих инструментов в другой справочной литературе.

Узелок на память



Исходя из выше сказанного, следует, что содержание перехода будет определяться тем формообразованием, которое может быть обеспечено однократным перемещением рабочего органа станка (суппорта, стола, шпинделя) с закрепленным на нем инструментом или заготовкой, на заданную длину с постоянными параметрами движения.

При описании содержания перехода необходимо применять наиболее полную запись, например для фрезерно-центральной операции :

На первом переходе одновременно фрезеруются два торца в размер $172 \pm 0,8$ мм. Используются две торцевые насадные фрезы диаметром 50 мм (левая и правая) по ГОСТ 22085-76 с механическим креплением пяти твердосплавных пластин Т5К10.

3. Назначить режимы резания для каждого технологического перехода и рассчитать машинное время на его выполнение.

Методические указания

Расчет режимов резания рекомендуется выполнять по справочнику «Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов» под ред. Баранчикова В.И.

Подробная иллюстрация методики расчета выполняется для одного перехода. Результаты расчета для остальных переходов представляются в табличном виде. Объем информации должен быть достаточным для заполнения технологической документации (операционной карты), например, как в таблице 1.

Таблица 1

Переход	$L_{рх}$, мм	t , мм	S , мм/мин	V , м/мин	n , об/мин	T_o , мин
1	100	2	322	129	1400	0,31
2	105	4,1	198	76	900	0,53
3	2,9	2,8	36	67	900	0,08
4	121,5	0,3	675	29	450	0,18

4. Оформить технологическую документацию на заданную операцию

Методические указания

При разработке операционной карты (ОК) и карты эскиза (КЭ) необходимо руководствоваться методическим пособием «Комплектность и правила заполнения бланков технологических документов». Для получения справки о кодах технологических операций и оборудования обращайтесь к справочному пособию «Кодирование технологической информации».

Все основные надписи и графы ОК и КЭ должны быть заполнены. Источником информации является опыт выполнения предыдущих лабораторных работ и домашних заданий, а также советы и рекомендации преподавателя.

5. Спроектировать карту технологической наладки на заданную операцию

Методические указания

Требования к карте наладки и примеры ее выполнения приведены в методическом пособии «Курсовое проектирование по технологии машиностроения» / Сост. С.Г. Пиньковский, –Днепропетровск: НГУ, 2005.-48с.

Лабораторная работа №3

Детальная разработка шлифовальной операции

Цель работы: 1. Изучить особенности технологического оснащения операций, выполняемых на шлифовальных станках;
2. Освоить методику назначения режимов резания и расчета технической нормы времени на шлифовальную операцию.
3. Осуществить наладку станка на шлифовальную операцию, провести хронометраж операции, проанализировать результаты технического нормирования.

Исходные данные

Заданием на проектирование является одна из шлифовальных операций, предусмотренных технологическим маршрутом изготовления вала или корпусной детали по указанию преподавателя.

Порядок выполнения работы

1. Детально разработать шлифовальную операцию, руководствуясь методикой, освоенной в лабораторной работе №2. Оформить операционную карту и карту эскиза в соответствии с требованиями ЕСТД.

Методические указания

При описании содержания операции особое внимание уделить описанию (желательно обоснованию) типа применяемого станка и его технологическим возможностям, поскольку размер и форма стола, рабочие движения, положение оси вращения шлифовального круга и степень универсальности и автоматизации станка в значительной степени влияют на эффективность выполнения операции и её трудовое содержание. Необходимая информация содержится в справочной литературе [1].

Охарактеризовать применяемый метод шлифования (врезное, с продольной подачей, с поперечной подачей на двойной ход стола и т.д.), обеспечивающий выполнение требований чертежа.

Обосновать выбор типа шлифовального круга и его характеристик. Привести полное условное обозначение в соответствии с НТД. [1, 2]

Расчет режимов резания рекомендуется выполнять по [4. с.338-362].

2. Рассчитать техническую норму времени на заданную операцию [3].

3. Осуществить наладку станка, выполнить хронометраж при обработке пяти деталей с заполнением хронокарты, проанализировать результаты технического нормирования.

Методические указания

Под хронометражем понимается изучение посредством наблюдения и замеров продолжительности периодически повторяющихся (с каждым циклом) элементов основного и вспомогательного времени. Если продолжительность основного времени однозначно определяется режимами резания, то вспомогатель-

ное время зависит от трудового содержания операции и профессиональных навыков рабочего. С целью выявления и отбора передовых методов и приемов работы и применяется хронометрах. Для этого, операцию расчленяют на составные части (комплексы приемов, приемы или движения) и устанавливают фиксажные точки на каждый элемент операции. Они должны однозначно определять границы каждого элемента операции, поэтому в качестве фиксажных точек выбирают четкие внешние признаки, определяющие конец и начало элемента. Например, за фиксажные точки могут быть приняты моменты прикосновения руки (или снятия) к маховику или детали, т.е. признаки, которые можно установить зрительным, а иногда и слуховым восприятием (характерный звук, сопровождающий врезание инструмента в заготовку). При проведении сплошного наблюдения по текущему времени, как в данной работе, конечная фиксажная точка предыдущего элемента является начальной для последующего.

При выполнении работы заполняется приведенный ниже бланк хронокарты.

№ п/п	Элемент операции	Фиксажная точка	Время	Номер наблюдения					Среднее, сек
				1	2	3	4	5	
1	Взять и установить деталь	Движение руки к детали	Т						
			П						
2	Подвести круг, включить подачу стола	Начало появления искры	Т						
			П						
...	Т						
			П						

После вычисления средних значений продолжительности элементов операции уточнить техническую норму времени и сравнить ее с рассчитанной по нормативному документу [3].

Рекомендуемая справочная литература

1. Кашук В.А., Верещагин А.Б. Справочник шлифовщика.-М.:Машиностроение, 1988 - 480 с.
2. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под ред. А.А.Панова. . - М.: Машиностроение, 1988, 736 с..
3. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ.- М.: Машиностроение. 1974.
4. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник / Под ред. В.И. Баранчикова . - М.: Машиностроение, 1990, 399 с..

Лабораторная работа №4

Детальная разработка зубообрабатывающей операции

- Цель работы:
1. Приобрести практические навыки проектирования технологического маршрута изготовления зубчатого колеса.
 2. Освоить методику комплексного подхода при проектировании зубообрабатывающей операции.
 3. Освоить методику расчета технической нормы времени на зубообрабатывающую операцию.
 4. Осуществить наладку станка на зубообрабатывающую операцию, провести хронометраж операции, проанализировать результаты технического нормирования.

Исходные данные

Заданием на проектирование технологического маршрута изготовления зубчатого колеса является рабочий чертеж, разработанный по заданию преподавателя и оформленный в соответствии с требованиями ЕСКД.

Порядок выполнения работы

1. Обосновать технологический маршрут изготовления заданного зубчатого колеса и метод обработки зубчатой поверхности. Привести таблицу с перечнем операций, их кратким содержанием и применяемым оборудованием.
2. Детально разработать зубообрабатывающую операцию, руководствуясь методикой, освоенной в лабораторной работе №2. Оформить операционную карту и карту эскиза в соответствии с требованиями ЕСТД.

Методические указания

Расчет режимов резания рекомендуется выполнять по справочнику «Режимы резания металлов» под ред. Барановского Ю.В. –М. Машиностроение. 1972. или справочным пособием «Назначение режима резания при обработке цилиндрических зубчатых колес» НГАУ, Днепропетровск. 2001.

Объем информации должен быть достаточным для заполнения технологической документации.

3. Рассчитать техническую норму времени на заданную операцию

