

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению расчетно-графического задания (контрольной работы) по дисциплине «Международная техническая экспертиза технологических систем» для студентов направления 6.09.02 «Инженерная механика» всех форм обучения

Заказ № _____ от «_____» _____ 2007. Тираж _____ экз
Изд-во СевНТУ

Севастополь
2007



УДК 658.562.002.5

Методические указания к выполнению расчетно-графического задания (контрольной работы) по дисциплине «Международная техническая экспертиза технологических систем» для студентов направления 6.09.02 «Инженерная механика» всех форм обучения / Разраб. А.В. Троценко. – Севастополь.: Изд-во СевНТУ, 2007. – 17 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам при выполнении расчетно-графического задания (контрольной работы).

Методические указания утверждены на заседании кафедры «Технология машиностроения» 2006, протокол № 13 от 19.06.06г

Допущено учебно-методическим советом СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: Братан С.М., доцент кафедры «Технология машиностроения», канд. техн. наук.

Ответственный за выпуск : Ю.К. Новоселов, зав. кафедрой «Технология машиностроения», профессор, доктор техн. наук.

Содержание

Введение.....	4
1. Введение.....	4
2. Установление норм точности элементов изделия.....	4
3. Разработка маршрутного технологического процесса изготовления детали.....	6
4. Разработка технологической операции изготовления детали.....	7
4.1. Выбор средств технологического оснащения	7
4.2. Расчет режимов резания.....	8
5. Определение и анализ составляющих погрешности механической обработки детали.....	9
6. Методика и схемы экспертизы геометрической точности и жесткости элементов станка.....	13
Библиографический список.....	14
Приложение А.....	16
Приложение Б.....	17



Расчетно-графическое задание (контрольная работа) «Определение погрешности механической обработки детали и экспертизы геометрической точности станка» состоит из расчетно-пояснительной записки (15-20 листов формата A4) и чертежа технологической наладки и схемы экспертизы точности и жесткости металлорежущего станка на листе формата A1.

Цель задания (работы): закрепить теоретические знания, приобрести навыки по установлению норм точности элементов изделий, анализу составляющих погрешности механической обработки, по разработке методик и схем экспертизы геометрической точности и жесткости технологической системы.

1. ВВЕДЕНИЕ

Во введении указать общие понятия в области научной и технической экспертизы, перспективы, основные направления развития, принципы и главные задачи, решаемые технической экспертизой технологических систем, охарактеризовать статус и разновидности технической экспертизы.

2. УСТАНОВЛЕНИЕ НОРМ ТОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗДЕЛИЯ

Если параметр Y , отражающий служебное назначение изделия, находится в функциональной зависимости от ряда параметров x_i исполнительных поверхностей деталей, то в общем виде эта зависимость может быть представлена исходным уравнением

$$Y=f(x_i). \quad (1)$$

Решение уравнения (1) сводится к установлению номинальных значений аргументов x_i , удовлетворяющих номинальному значению функции Y .

Поскольку аргументы x_i являются случайными и, как правило, независимыми друг от друга величинами, связь допуска на отклонение значения функции δY с допусками, ограничивающими отклонение аргументов δx_i , определяется зависимостью

$$\delta Y = \sqrt{\sum_{i=1}^n \xi_i^2 K_i^2 \delta x_i^2}, \quad (2)$$

где ξ_i – частные производные по каждому аргументу ;

K_i – коэффициент, учитывающий закон рассеивания отклонений аргументов x_i .

Приложение Б

Севастопольский национальный технический университет

Факультет ТАМПТ

Кафедра Технологии машиностроения

Дисциплина: Международная техническая экспертиза технологических систем

Специальность: Металлорежущие станки и системы

Курс _____ Группа _____ Семестр _____

З А Д А Н И Е
на контрольную работу студента

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема работы: Определение погрешности механической обработки детали и экспертизы точности станка

2. Срок сдачи студентом законченной работы

3. Исходные данные к работе:

Обрабатываемая деталь -

Число деталей в серии -

Число пробных деталей -

4. Содержание расчетно-пояснительной записки:

4.1. Маршрутный техпроцесс изготовления детали.

4.2. Разработка технологической операции. Операция -

4.3. Анализ составляющих погрешности механической обработки детали.

4.4. Методика и схемы экспертизы геометрической точности и жесткости _____ станка.

5. Структура графического материала: лист формата A1, содержащий технологическую наладку на _____ операцию, диаграмму Парето составляющих погрешности, схемы экспертизы точности и жесткости станка.

6. Дата выдачи задания.

Задание выдано



Приложение А

Севастопольский национальный технический университет

Факультет ТАМПТ

Кафедра Технологии машиностроения

Дисциплина: Международная техническая экспертиза технологических систем

Специальность: Металлорежущие станки и системы

Курс _____ Группа _____ Семестр _____

З А Д А Н И Е

на расчетно – графическую работу студента

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема работы: Определение погрешности механической обработки детали и экспертизы точности станка

2. Срок сдачи студентом законченной работы

3. Исходные данные к работе: Изделие -

Обрабатываемая деталь -

Число деталей в серии -

Число пробных деталей -

4. Содержание расчетно-пояснительной записки:

4.1. Установление норм точности исполнительных поверхностей элементов изделия.

4.2. Маршрутный техпроцесс изготовления детали.

4.3. Разработка технологической операции. Операция -

4.4. Анализ составляющих погрешности механической обработки детали.

4.5. Методика и схемы экспертизы геометрической точности и жесткости _____ станка.

5. Структура графического материала: лист формата А1, содержащий технологическую наладку на _____ операцию, диаграмму Парето составляющих погрешности, схемы экспертизы точности и жесткости станка.

6. Дата выдачи задания _____

Задание выдал:

При рассеивании отклонений:

по нормальному закону (закон Гаусса) $K_i=1$;по закону Симпсона $K_i=1,2$;по закону равной вероятности $K_i=1,73$.

Если функциональная зависимость (1) отражает линейные размерные связи поверхностей детали, сборочной единицы или изделия в целом, то решение исходного уравнения проводят методами расчета допусков составляющих звеньев размерной цепи при использовании способов пробных расчетов. При этом частные производные ξ_i представляют собой тригонометрические функции (для цепей с непараллельными звеньями) и изменяются, как правило от -1 до 1.

На составляющие звенья размерной цепи назначают допуски, экономически достижимые при предполагаемых видах обработки рассматриваемых поверхностей и соответствующие стандартным допускам определенных качеств точности. Затем, согласно зависимости (2), определяют поле рассеивания размера замыкающего звена (функции Y). Полученное значение сравнивают с требуемым допуском δY . Если поле рассеивания функции превышает δY , то производят ужесточение допусков одного или нескольких составляющих звеньев, после чего производится проверочный расчет. Таким образом, методом последовательных приближений устанавливаются искомые допуски.

При расчете многозвенных размерных цепей в начале расчета рекомендуется определять значение среднего допуска аргумента по формуле

$$\delta x_{cp} = \frac{\delta Y}{1,2 \sqrt{\sum_{i=1}^n \xi_i^2}} \quad (3)$$

Затем оценивают технологические возможности получения каждого из этих допусков, устанавливают стандартные допуски соответствующих качеств точности, определяют расчетное значение допуска функции δY_p , и сравнивают его с заданным значением. При этом должно выполняться условие $\delta Y_p \leq \delta Y$.

Если уравнение (1) определяет собой зависимость различных физических величин: давлений, сил, параметров электрических цепей, перемещений, размеров и т.д., то удобнее оперировать допусками этих величин, выраженными в относительном виде. Тогда относительный допуск функции Y будет равен $\delta Y_o = \delta Y / Y$, аргументов, соответственно, $\delta x_{i0} = \delta x_i / x_i$. Перепишем уравнение (2) в относительном виде

$$Y_o = \sqrt{\sum_{i=0}^n \xi_{i0}^2 K_i^2 \delta x_{i0}^2},$$


где $\zeta_{i0} = \zeta_i$, x_i/y_i – относительное передаточное отношение.

Дальнейшее решение задачи соответствует расчету норм точности линейных размерных связей. Определяют среднее значение допуска согласно (3) и анализируют технические и технологические возможности их получения.

3. РАЗРАБОТКА МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

При разработке маршрутного технологического процесса (ТП) должны применяться современные и новейшие достижения науки и техники в области технологии машино-приборостроения. При этом назначают методы предварительной и окончательной обработки, а затем промежуточные методы, исходя из того, что каждый последующий переход обработки должен быть точнее предыдущего. В конце ТП должна производиться обработка наиболее точных и ответственных поверхностей детали.

При проектировании маршрутного ТП в условиях автоматизированного производства используют два основных метода: метод адресации и метод синтеза. Первый основан на использовании принципа унификации и применяется при внедрении групповых и типовых ТП. При этом ТП обработки конкретной детали назначают исходя из конструктивно-размерного подобия детали прототипу (типовые ТП) или их технологического подобия (групповые ТП).

Сведения о заданной детали вводятся в ПЭВМ, где осуществляется поиск аналогичной или комплексной детали. Далее идет автоматизированный поиск группового ТП, выявляется информация о расхождении деталей и выбранный ТП дорабатывается применительно к заданной детали.

При проектировании методом синтеза необходима система программирования, предполагающая наличие библиотек унифицированных элементов ТП. Проектирование приводит к необходимости проведения разработок, опираясь на общие закономерности технологии, имеемый опыт и исходные элементы ТП, т.е. переходы, проходы, ходы, элементарные перемещения и т.д. Процесс этот итерационный, при использовании ПЭВМ проектирование идет в диалоговом режиме.

При выборе последовательности операций следует учитывать необходимость получения технологических баз. Подготовка чистовых баз деталей в ряде случаев выполняется на отдельных операциях. Затем задают последовательность обработки по выделенным ступеням или зонам, образованным конструкцией детали и припуском заготовки. В

7. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам: «Техническая экспертиза технологических процессов, машин и систем» и «Эксплуатация и обслуживание машин» для студентов всех форм обучения / А.В. Троценко, В.Б. Богуцкий. - Севастополь: Изд-во Сев-Нту, 2003. – 47с.



- положения осей вращения и траекторий перемещений рабочих органов, несущих заготовку и инструмент, относительно друг друга и баз.

При этом выбирают параметры, определяющие точность механической обработки детали на данной операции технологического процесса.

На чертеже графической части задания приводится технологическая наладка на операцию, формула суммарной погрешности механической обработки одной поверхности на операции со всеми составляющими и таблица составляющих погрешности, например, в виде (см. таблицу 1).

Таблица 1

мкм

Δ_{Σ}	$\Delta_{\text{ст}}$	$\Delta_{\text{И}}$	$\Delta_{\text{Т}}$	$\Delta_{\text{с}}$	Δ_{ω}	ε_{γ}	$\Delta_{\text{н}}$	$\Delta_{\text{сл}}$

Далее, строят диаграмму Парето составляющих погрешности. Приводят схемы экспертизы точности и жесткости металлорежущего станка, результаты экспертизы и сравнение их с нормируемыми (согласно стандартов) значениями параметров.

Задания на расчетно-графическую и контрольную работы приведены в Приложениях А и Б.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник технолога-машиностроителя / Ред. А.М. Дальский. В 2-х т. - М.: Машиностроение: Изд-во Машиностроение – 1, 2003. - 912с.
2. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. В 2-х т.-М.:Машиностроение, 1990.-924 с.
3. Нахапетян Е.Г. Диагностирование оборудования гибкого автоматизированного производства / Е. Г. Нахапетян. – М.: Наука, 1985. – 234.
4. Точность и надежность станков с ЧПУ / Под ред. А.С. Пронилова. – М.: Машиностроение, 1982. – 256 с.
5. Комплекс государственных стандартов по испытаниям металлорежущих станков и аттестации производства.
6. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам: «Техническая экспертиза технологических процессов, машин и систем» и «Эксплуатация и обслуживание машин» для студентов всех форм обучения / А.В. Троценко, И.В. Крылов. – Севастополь: Изд-во СевНту, 2002. – 41с.

каждой зоне выделяют отдельные элементы, для которых устанавливают вид обработки и требуемые типоразмеры инструментов.

После установления последовательности технологических операций производят выбор моделей металлорежущих станков для каждой операции, исходя из следующего: вид обработки; размещение заготовок в рабочей зоне станка; обеспечение установки и закрепления приспособлений и обрабатывающих инструментов; придание заготовке и инструменту необходимых перемещений; установление оптимальных режимов резания, обеспечивающих эффективность механической обработки; обеспечение необходимой мощности резания; обеспечение требуемой точности обработки деталей (класс точности станка).

По результатам проектирования заполняют маршрутную технологическую карту.

4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

4.1. Выбор средств технологического оснащения

Для реализации выбранной схемы базирования и обеспечения требуемой точности механической обработки необходимо выбрать тип станочного приспособления. По степени специализации станочные приспособления подразделяют на универсальные (станочные и наладочные специальные), переналаживаемые (универсально-сборочные (УСП), сборно-разборные (СРП), универсально-наладочные (УНП), универсально-безналадочные (УБП), специализированные-наладочные (СНП) и специальные. В качестве силовых приводов приспособлений необходимо использовать механизированные и автоматизированные устройства.

Используемый при обработке режущий инструмент и материал его режущей части определяют следующие основные факторы: тип производства; вид обработки; тип и модель станка; форма, размеры и материал обрабатываемой детали; технологические режимы и условия обработки; требуемая точность и шероховатость поверхностей.

Выбор режущего инструмента производят по справочникам [3, 4].

Вспомогательный инструмент подбирается к станку по выбранному режущему инструменту для данного перехода операции ТП. Вспомогательный инструмент должен иметь установочные поверхности и элементы крепления, соответствующие режущему инструменту и элементы крепления, соответствующие посадочным местам станка.

Выбор средств измерения и контроля регламентируется точностью и шероховатостью обрабатываемых поверхностей, при этом погрешность средства измерений должна составлять (15-20)% от допуска



контролируемого параметра. В массовом и серийном производствах целесообразно использовать предельный измерительный инструмент (калибр-пробки, скобы, шаблоны и др.).

Данные о приспособлениях, режущих и вспомогательных инструментах, применяемых средствах измерения и контроля записывают в пояснительную записку и карты ТП.

4.2. Расчет режимов резания

При назначении режимов резания следует учитывать требования к качеству обрабатываемой детали, свойства материала и поверхностного слоя заготовки, свойства материала и геометрические параметры режущей части инструмента, технические возможности выбранного технологического оборудования.

Режим механической обработки включает в себя следующие определяющие его основные параметры: глубина резания t (мм), подача S_o (мм/об), скорость резания V (м/мин), число оборотов главного привода станка $n_{ст}$ (об/мин).

Последовательность выбора режимов резания.

1) Глубину резания устанавливают исходя из условий задачи, решаемой на данном переходе, она зависит в основном от припуска на обработку и числа проходов. Глубина резания на каждом проходе может быть одинаковой или последовательно уменьшаться.

2) Подачу выбирают в зависимости от требований к качеству детали, вида механической обработки, используемого режущего инструмента, материала заготовки и технических характеристик станка [5,6].

3) Скорость резания, допускаемая требованиями к качеству детали, может быть ограничена периодом стойкости режущего инструмента. В основе выбора стойкости лежат экономические соображения: стоимость инструмента, норма сменной потребности в инструменте, затраты времени на смену и подналадку и т.п. Эти факторы учитывают применительно к конкретным условиям.

Скорость резания V рассчитывают по эмпирическим формулам теории резания в зависимости от вида обработки [5,6].

4) Рассчитывают число оборотов $n_{ст}$ главного привода станка (частоту вращения) по формуле

$$n_{ст} = \frac{10^3 \cdot V}{\pi D},$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности или инструмента, мм.

Полученное значение $n_{ст}$ уточняют по техническим характеристикам станка и пересчитывают фактическое значение скорости резания.

5) Составляющие силы резания и крутящий момент определяют по эмпирическим формулам теории резания [5, 6].

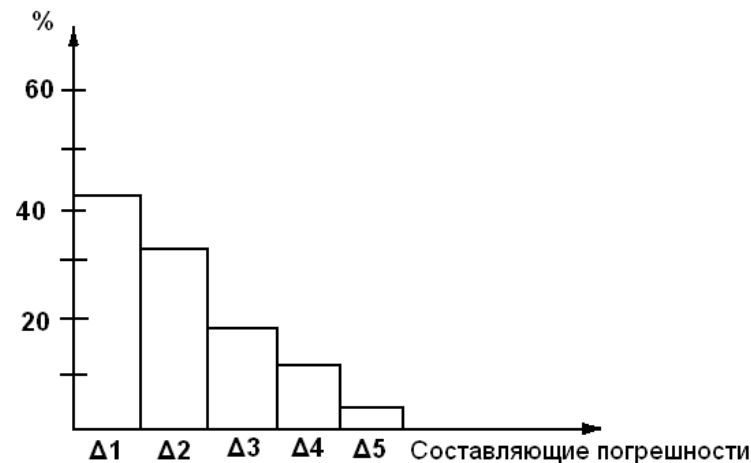


Рисунок 1 – Диаграмма Парето

Из диаграммы следует, что составляющие погрешности Δ_1 и Δ_2 вместе составляют 75% суммарной погрешности, поэтому для снижения погрешности механической обработки необходимо уменьшить именно эти составляющие.

Разработать мероприятия по снижению составляющих Δ_1 и Δ_2 погрешности и сделать выводы по разделу.

6. МЕТОДИКА И СХЕМЫ ЭКСПЕРТИЗЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ И ЖЕСТКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СТАНКА

Общие требования к определению геометрической точности станков в соответствии ГОСТ 8 - 82. Условия экспертизы станков на жесткость по ГОСТ 7035 - 75. Методы и схемы экспертизы следует выбирать в соответствии с ГОСТ 22267 - 76 и рекомендациями ИСО Р230.

Экспертизу геометрической точности проводят: для фрезерных станков в соответствии с ГОСТ 17734 - 88; для сверлильных станков – по ГОСТ 370 - 93; токарно-револьверных станков – по ГОСТ 17 - 70. Методика экспертизы точности позиционирования рабочих органов станков с ЧПУ – по ГОСТ 27843 - 88.

В пояснительной записке приводят методику экспертизы следующих геометрических параметров станка:

- геометрических форм и относительного положения поверхностей, используемых для базирования заготовки и инструмента;
- траекторий перемещения и точности позиционирования рабочих органов станка;



словленная износом инструмента Δ_u , а также составляющая рассеяния размеров из-за погрешности регулирования $\Delta_{рег}$. Кроме того, в связи с более жесткой конструкцией податливость станков с ЧПУ может быть принята в 2 - 4 раза меньше, чем у аналогичных универсальных станков.

Суммарная погрешность механической обработки на металлорежущих станках равна сумме систематической и случайной составляющих

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_c + \Delta_{сл}.$$

Полученное значение суммарной погрешности должно удовлетворять требованию

$$\Delta_{\Sigma} \leq TD,$$

где TD – допуск размера обрабатываемой поверхности.

Определяем процентные соотношения составляющих погрешности: систематических

$$\delta_{ic} = \frac{\Delta_{ic}}{\Delta_{\Sigma}} \cdot 100;$$

случайных

$$\delta_{исл} = \frac{1,44 \cdot \Delta_{ic}^2}{\Delta_{\Sigma} \cdot \Delta_{сл}} \cdot 100;$$

Строим диаграмму Парето, откладывая по оси ординат относительное процентное соотношение составляющих погрешности $\Delta_1, \Delta_2, \dots$, а по оси абсцисс – по убыванию процентное соотношение наименований составляющих погрешности (см. рисунок 1).

6) Определяют необходимую мощность привода главного движения станка, сопоставляют её с техническими характеристиками и делают вывод о правильности выбранного оборудования или его замене.

Найденные значения режимов резания указывают в операционных картах и (при необходимости) в технологических наладках.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОГРЕШНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

Процесс механической обработки заготовок на металлорежущих станках сопровождается погрешностями, вызываемыми различными причинами систематического и случайного характера. Соответственно погрешности, возникающие вследствие этих причин, делятся на систематические и случайные.

Систематическая погрешность – составляющая погрешности, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся для всех заготовок рассматриваемой партии.

Основными причинами возникновения систематической погрешности являются:

- геометрическая погрешность станка Δ_{cm} ;
- износ режущего инструмента Δ_u ;
- температурные деформации технологической системы Δ_m .

Погрешность обработки, обусловленную геометрической погрешностью станка, можно определить в первом приближении по формуле

$$\Delta_{cm} = c \cdot l,$$

где c – удельное отклонение от параллельности относительного перемещения заготовки и режущего инструмента, мкм/мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Погрешность, обусловленную износом режущего инструмента, определяют по формуле

$$\Delta_u = U_0 \cdot (L + L_{доп}),$$

где U_0 – удельный износ инструмента, мкм/мм;

L – длина пути резания, мм;

$L_{доп}$ – дополнительный путь резания, учитывающий начальный период более интенсивного износа, мм. Обычно принимают $L_{доп} = 1$ мм.

При фрезеровании в связи с прерывистым характером процесса резания удельный износ больше, чем при точении

$$\Delta_{ф} = U_0 \cdot \left(1 + \frac{100}{B} \right),$$


где В- ширина фрезерования, мм.

Длина пути резания при токарной обработке партии заготовок

$$L = \frac{\pi \cdot D \cdot l \cdot n}{S \cdot 10^6},$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

n – число заготовок в партии;

S – продольная подача, мм/об.

Длина пути резания при торцовом фрезеровании

$$L = \frac{l \cdot B \cdot n}{S_Z \cdot Z \cdot 10^6},$$

где S_Z – подача фрезы, мм/зуб;

Z – число зубьев фрезы.

Температурные деформации технологической системы при лезвийной обработке упрощенно могут быть приняты равными 15% от суммарной погрешности.

Общая систематическая погрешность определяется алгебраической суммой составляющих

$$\Delta_c = \Delta_{cm} + \Delta_u + \Delta_m.$$

При обработке тел вращения составляющие погрешности должны быть удвоены.

Случайная погрешность – составляющая погрешности, которая для различных заготовок рассматриваемой партии изменяется случайным образом, неподчиняясь никакой закономерности.

Случайная погрешность обусловлена совокупностью многих причин случайного характера, проявляющих свое действие независимо друг от друга и приводящих к рассеиванию размеров.

Поскольку законы распределения большинства составляющих случайной погрешности неизвестны. Для создания некоторой гарантии точности принимают условно распределение, соответствующее закону Симпсона. Тогда случайная погрешность определяется выражением

$$\Delta_{cl} = 1,2 \sqrt{\Delta_\omega^2 + \varepsilon_y^2 + \Delta_n^2}.$$

Рассмотрим составляющие случайной погрешности.

Δ_w - погрешность рассеяния размеров, связанная с видом обработки и обусловленная нестационарностью процесса резания и податливости технологической системы. Статистические значения Δ_w , как правило, приведены в справочной литературе. Составляющую рас-

сеяния размеров, обусловленную колебанием упругих деформаций технологической системы вследствие неустойчивости составляющей силы резания P_y и податливости системы при обработке, можно определить по формуле

$$\Delta_\omega = W_{\max} P_{y\max} - W_{\min} P_{y\min},$$

где $W_{\max}$, $W_{\min}$ - наибольшая и наименьшая податливость системы, мкм/Н;

$P_{y\max}$, $P_{y\min}$ - наибольшее и наименьшее значение силы резания, Н;

ε_y - погрешность установки заготовок

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\theta^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2},$$

где ε_θ - погрешность базирования, обусловленная несовпадением конструкторской и технологической баз, а так же особенностями формы опорных поверхностей заготовки и установочных элементов приспособления;

ε_3 - погрешность закрепления заготовки в приспособлении;

ε_n - погрешность приспособления;

Δ_H - погрешность настройки универсального станка, определяемая по формуле

$$\Delta_H = \sqrt{\Delta_{рег}^2 + \Delta_{изм}^2 + \Delta_{см}^2},$$

где $\Delta_{рег}$ - погрешность регулирования положения режущего инструмента элементов станка;

$\Delta_{изм}$ - погрешность измерения пробных заготовок;

$\Delta_{см}$ - поле рассеяния среднего арифметического размера пробных заготовок (поле смещения центра группирования)

$$\Delta_{см} = \frac{\Delta_\omega}{\sqrt{m}},$$

где m – число пробных заготовок.

При обработке на станках с ЧПУ дополнительно возникают погрешности подготовки программы и ее воспроизведения, которые, в свою очередь, определяются погрешностями программирования, интерполяции, привода перемещения и позиционирования элементов станка. Вместе с тем, при работе с корректором из расчета общей погрешности может быть исключена систематическая погрешность, обу-

