**Уважаемые студенты!**

Изучите теоретический материал, в тетради по практическим занятиям выполните задание, запишите ответы на контрольные вопросы.

Оформленный отчет предоставьте преподавателю для проверки в отсканированном виде по электронной почте на адрес преподавателя (trekhlebinga@mail.ru) в срок до 08.02.2023 года.

В случае возникновения вопросов можно обратиться к преподавателю по телефону (072-503-67-40) с $8^{00}$ до $16^{30}$.

## Практическая работа № 3
## Оценка надежности технологических систем по параметрам точности

**Цель работы** - определение возможности применения рассматриваемого технологического процесса для изготовления продукции с определенными параметрами качества. Оценка изменения точностных характеристик технологических систем во времени и определение их соответствия требованиям, установленным в научно- технической документации; получение информации для регулирования технологического процесса (операции).

### Теоретическая часть

Контроль точности технологических систем следует проводить по альтернативному или количественному признаку. При контроле по альтернативному признаку проверяют соответствие параметров технологического процесса и средств технологического оснащения требованиям, установленным в научно-технической документации. Этот контроль следует производить в следующих случаях в соответствии с ГОСТ 27.203-83[65]:

1. Разработка технологических процессов на этапе технологической подготовки производства.

2. Управление технологическими процессами. Контроль точности технологических систем по количественному признаку производится в случаях, когда выполняются:

1) разработка технологических процессов на этапе технологической подготовки производства;

2) выбор методов и планов статистического регулирования технологических процессов (операций);

3) замена, модернизация или ремонт средств технологического оснащения;

4) совершенствование технологических систем в части повышения их надежности и качества изготовления продукции.

Для оценки надежности технологических систем по параметрам точности следует использовать расчетные, опытно- статистические методы, а также метод квалитетов по ГОСТ27.202-83. Области их использования приведены в табл. 2.1.1.

Таблица 2.1.1

Области использования различных методов оценки надежности технологических систем

| Область применения | Вид оценки | |
|---|---|---|
| | Количественная | Альтернативная |
| Технологическая подготовка производства | Расчетные методы | Метод квалитетов |
| Изготовление продукции | Опытно-статистические методы | |

Расчетные методы основаны:

- на использовании математических моделей изменения параметров качества изготовляемой продукции или параметров технологического процесса с учетом физики отказов й имеющихся априорных данных о свойствах технологических систем данного класса;

- на использовании данных о закономерностях изменения во времени факторов (износ инструмента, температурные и упругие деформации и т. д.), влияющих на один или одновременно несколько параметров качества продукции.

Из расчетных методов практически применяются:

1. Метод случайных функций, заключающийся в расчете характеристик изменения математического ожидания и дисперсии.

2. Метод элементарных погрешностей, основанный на расчете суммарной погрешности контролируемого параметра исходя из известных значений элементарных погрешностей (погрешности установки' детали в приспособлении, геометрической неточности, настройки станков и тепловых деформаций и т. д.). Суммарная погрешность в этом случае

$$\omega = \delta_{\Sigma} = K\sqrt{\lambda_1\Delta_1^2 + \lambda_2\Delta_2^2 + \ldots + \lambda_n\Delta_n^2},$$

где, $\Delta_1$, $\Delta_2$…. $\Delta_n$ - предельные значения элементарных погрешностей;

К - коэффициент риска;

$\lambda_1$ $\lambda_2$ ….. $\lambda_n$ - коэффициенты, учитывающие закон распределения элементарных погрешностей при равновероятном их выходе за обе границы поля допуска.

$$P = 100[1 - 2\Phi(K)], \%,$$

где Р - вероятный процент брака.

Значение коэффициента К может быть определено по табл. 2.1.2.

Таблица 2.1.2.

| Значение коэффициента К | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Р, % | 32,00 | 10,00 | 4,50 | 1,00 | 0,27 | 0,10 | 0,01 |
| К | 1,00 | 1,65 | 2,00 | 2,57 | 3,00 | 3,29 | 3,89 |

В технологических расчетах чаще всего принимается Р = 0,27 % и К = 3,00. Коэффициенты $\lambda_1$ $\lambda_2$ ..... $\lambda_n$ рассчитывают по ГОСТ 19415-75 при фактических данных о законе распределения элементарных погрешностей. При нормальном законе распределения коэффициенты $\lambda_1$ $\lambda_2$ ..... $\lambda_n$ равны 0,111.

Для обеспечения надежности технологических операций по точности необходимо, чтобы

$$\delta_\Sigma < T,$$

где Т - допуск на контролируемый параметр.

Метод квалитетов основан на сравнении требуемых значений параметров технологической системы с их предельными возможными значениями, установленными в справочной и нормативно-технической документации в зависимости от квалитетов точности применяемых средств технологического оснащения и предметов производства.

**Пример 1.** Оценить точность токарной операции методом квалитетов. Исходные данные - операция выполняется на многошпиндельном прутковом горизонтальном автомате класса Н, заготовка - пруток из автоматной стали 30 мм, $\Delta_u$ - максимальное возможное смещение режущей кромки резца 12 мкм {износ, тепловые деформации и т. п.). Допуск на обработку 28h10 равен 84 мкм.

По ГОСТ 8831-79 находим, что допуск на диаметр образца- изделия по диаметру в поперечном сечении равен 80 мкм.

$$\delta_\Sigma = \Delta_{обр} + 2\Delta_u \text{ (мкм)},$$

где $\Delta_{обр}$ - допуск на диаметр образца-изделия;
$\Delta_u$ - максимально возможное смещение режущей кромки резца.

$$\delta_\Sigma = 80 + 2 \cdot 12 = 104 \text{ мкм.}$$

Сравнивая величину $\delta_\Sigma$ с допуском на обработку контролируемого параметра 28h10, делаем вывод о том, что точность рассматриваемой операции $\delta_\Sigma$ следует считать неудовлетворительной.

Опытно-статистические методы основаны на использовании данных измерений параметров качества изделий, полученных в результате специального выборочного обследования и испытаний технологической системы и ее элемен-

тов. Они основаны на расчете S, их доверительных интервалов с последующим определением критерия согласия Пирсона $X^2$ определяющим достоверность выбранного закона распределения.

При контроле по количественному признаку определяют следующие показатели точности технологических систем:

**1. Коэффициент точности (но контролируемому параметру)**

$$K_T = \frac{\omega}{T},$$

где ω - поле рассеяния или разность максимального и минимального значений контролируемого параметра за установленную наработку технологической системы, определяемое с доверительной вероятностью по выражению

$$\omega = \ell(\gamma) \cdot S;$$

$\ell(\gamma)$ - коэффициент, зависящий от закона распределения контролируемого параметра и величины у (коэффициент риска).

При у = 0,9973 (нормальный закон)

$$\omega = 6 \cdot S,$$

где S - среднее квадратическое отклонение контролируемого параметра;
Т - допуск на контролируемый параметр

$$K_T = K_{T.O} < 1,$$

где $K_{т.о.}$ - нормативное (предельное), технически обоснованное значение $K_{т.о.}$

**2. Коэффициент мгновенного рассеяния**

$$K_P(t) = \frac{\omega(t)}{T},$$

где ω (t) - поле рассеяния контролируемого параметра в момент времени t (относится к мгновенной выборке).

**3. Коэффициент смещения (контролируемого параметра)**

$$K_C = \frac{\overline{\Delta}(t)}{T},$$

где Δ(t) - среднее значение отклонения контролируемого параметра относительно середины поля допуска в момент времени t

$$\overline{\Delta}(t) = \left|\overline{x}(t) - x_0\right|,$$

где x(t) - среднее значение контролируемого параметра;
$x_o$ - значение параметра, соответствующее середине поля допуска (при симметричном поле допуска $x_o$ совпадает с номинальным значением $X_{ном}$).

**4. Коэффициент запаса точности**

$$K_з(t) = 0{,}5 - K_C(t) - 0{,}5K_P(t).$$

Величина Кз (t) должна быть больше 0.

**Пример 2**. Определить величину Кз(t) при следующих исходных данных:
Контролируемый размер 40±0,1 мм;
T = 0,2 мм; ω(t) = 0,12 мм; x(t) = 40,05 мм.

$\overline{\Delta}(t) = \overline{x}(t) - x_0 = 40{,}05 - 40{,}00 = 0{,}05$ мм.

$$K_P(t) = \frac{\omega(T)}{T} = \frac{0{,}12}{0{,}2} = 0{,}6;$$

$$K_c(t) = \frac{\overline{\Delta}(t)}{T} = \frac{0{,}05}{0{,}2} = 0{,}25;$$

$$K_з(t) = 0{,}5 - 0{,}25 - 0{,}3 = -0{,}05.$$

Так как величина Кз (t) < 0, то в данном случае отсутствует запас точности по контролируемому параметру.

**Методические указания**

Для выполнения работы необходимо воспользоваться данными в таблицах №№ 1; 2; 3.

**Задание**

На основании исходных данных требуется рассчитать величины Кт и Кз(t) и сделать заключение о точности выполнения операции.

1. Определить коэффициент точности Кт операции обработки корпусной заготовки на вертикально-фрезерном станке торцевой фрезой при следующих исходных данных (табл.1).

Таблица № 1

| **Исходные данные, мкм.** | |
|---|---|
| Геометрическая погрешность станка | 40 |
| Погрешность базирования | 60 |
| Погрешность закрепления | 30 |
| Погрешность изготовления приспособлений | 30 |
| Погрешность изготовления инструмента | 5 |
| Погрешность настройки фрезы на размер | 50 |
| Погрешность, связанная с размерным износом инструмента | 15 |
| Погрешность измерений | 100 |
| Погрешность, вызванная упругим под действием сил резания | 40 |
| Допуск на контролируемый параметр | 330 |
| Принимаемый риск Р, % | 1,00 |

Распределение элементарных погрешностей близко к распределению Гаусса.

2. Определить величину $К_з$ (t) при следующих исходных данных (табл. №2).

Таблица № 2

| **Исходные данные, мм** | |
|---|---|
| Контролируемый размер | 40±0,08 |
| Величина допуска | 0,16 |
| Среднее значение контролируемого размера x(t) | 40,05 |
| Поле рассеяния ω(t) контролируемого размера в момент времени t | 0,12 |

Таблица № 3

| № п/п | Наименование и норма точности станка | Диаметр заготовки, мм, $D_{заг}$ | Допуск диаметра образца $Δ_{обр}$, мкм. | Максимально возможное смещение резца, мкм, $Δ_и$ | Допуск на обработку, мкм, Т |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Автомат токарно-револьверный одношпиндельный прутковый (Н) | Ø35,0 | 25,0 | 15,0 | Ø32h9<br>62 мкм |

**Порядок выполнения работы:**

**Таблица № 1**

1. На основании исходных данных определить величину суммарной погрешности контролируемого параметра (поле рассеяния ).

2. По найденной величине и заданному допуску на контролируемый параметр Т рассчитать коэффициент точности $К_т$ .

3. Проанализировать полученные результаты и сделать заключение о точности операции по величине коэффициента $К_т$.

**Таблица № 2**

1. На основании значений x(t) определить величину Δ(t).

2. По величинам Δ(t) и Т рассчитать коэффициент смещения $К_с$ (t).

3. На основании значений ω(t) и Т определить коэффициент мгновенного рассеяния $К_р$(t).

4. По величине $К_с$(t) и $К_р$(t) определить коэффициент запаса точности $К_з$(t).

5. Проанализировать полученный результат и сделать заключение о точности данной операции по величине $К_з$(t).

**Таблица № 3**

1. Определить суммарную погрешность обработки $δ_∑$ (ω)с учетом допуска диаметра образца и максимального возможного смещения резца.

2. По величине $δ_∑$ и заданному допуску Т рассчитать коэффициент точности $К_т$.

3. По величине $К_т$ сделать заключение о точности данной операции.