

Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей

Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки



Лабораторная работа №3

Статистический анализ точности

обработки деталей на бесцентрово-шлифовальном станке

Точность обработки детали – степень соответствия (приближения) действительных геометрических параметров обработанной детали заданным.

Погрешность обработки – значение несоответствия действительных геометрических параметров детали заданным (количественная оценка точности).

Заданная (требуемая) точность – это точность, регламентируемая конструктором в рабочей конструкторской документации путём назначения допусков на параметры всего изделия, сборочной единицы или отдельной детали.

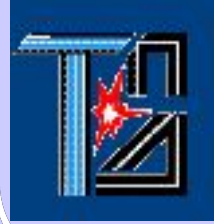
Действительная точность – это точность получения параметров каждого изготовленного изделия, которая характеризуется погрешностью, определяемой сравнением действительных значений параметров с заданными.

Измеренная точность – это точность познания действительного значения с использованием средств измерения, которая характеризуется погрешностью измерения, определяемой сравнением действительного и измеренного значений.

Ожидаемая точность – это точность, которую предполагает получить технолог при проектировании всего технологического процесса или отдельной операции. Она характеризуется расчётным значением погрешности, которую мы ожидаем получить после изготовления изделия.



Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей



Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки

Партия – детали, запускаемые в обработку одновременно и обрабатываемые на одном станке при одной его наладке одним инструментом до его смены

Генеральная (складская) совокупность объединяет детали многих партий, обработанных на разных станках, при разных наладках.

Выборка – детали, извлекаемые по определённой методике из партии или генеральной совокупности для статистических исследований точности.

Поле рассеивания ω – это разность наибольшего и наименьшего действительного размеров деталей в пределах анализируемой совокупности $\omega = A_{d \max} - A_{d \min}$

Коэффициент точности – это соотношение между полем рассеивания и допуском $K_m = \omega/T$.

Нормативные значения:

$0,3 < K_m < 0,5$ – при обработке на оборудовании и использовании оснастки, которые по точности значительно превышают необходимую (повышенный запас точности);

$0,5 < K_m < 0,75$ – при обработке на оборудовании и использовании оснастки с нормальным запасом точности;

$0,75 < K_m < 0,95$ – при обработке на оборудовании и использовании оснастки с малым запасом точности;

$0,95 < K_m < 1,05$ – при обработке на оборудовании и использовании оснастки с отсутствием запаса точности и экономически оправданном уровне брака.



Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей

Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки



Классификация и законы распределения погрешностей.

Систематически-постоянными называют погрешности, значение и знак которых неизменны для всех заготовок одной или нескольких партий. К подобным погрешностям, например, относятся:

- геометрическая погрешность станка (для деталей, изготовленных на этом станке);
- погрешность размерного инструмента (для деталей, обработанных этим инструментом);
- погрешность настройки станка (для деталей, обработанных при данной настройке).

В пределах генеральной совокупности эти погрешности не будут постоянными

Закономерно-изменяющейся называется погрешность, значение или знак которой изменяются при переходе от одной обрабатываемой заготовки к другой по определённому, заранее известному закону. Это, например, погрешность, вызываемая размерным износом режущего инструмента. При обработке коротких валиков средний размер каждого последующего валика будет отличаться от предыдущего на одну и ту же величину – износ инструмента за время обработки одной детали.

Случайной называется погрешность, величина которой не постоянна и меняется без видимой закономерности.

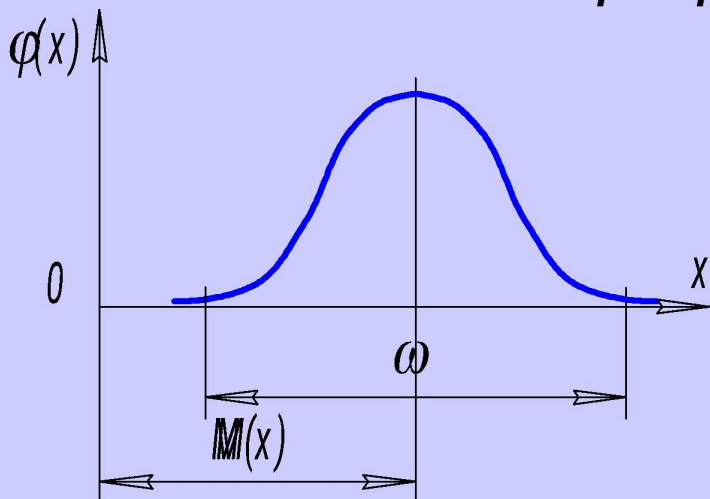
Операционная погрешность является результатом суммирования, наложения этих первичных погрешностей и у годных деталей должна находиться в пределах поля допуска данного параметра.

Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей

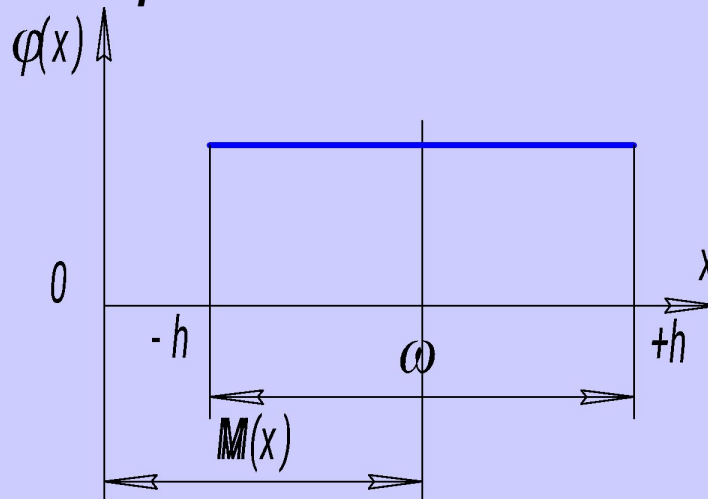


Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки

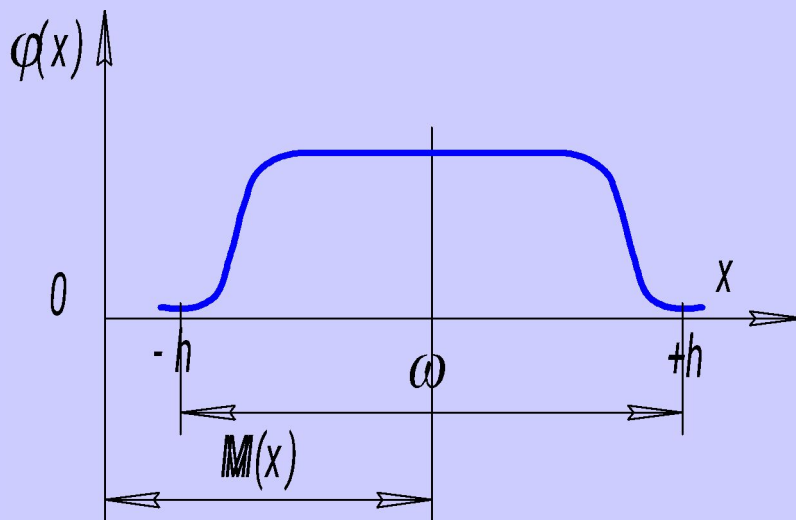
Законы распределения погрешностей

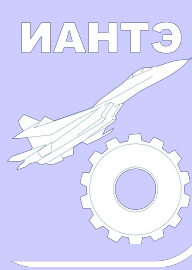


а – закон нормального распределения



б – закон равной вероятности





Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей

Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки



Основные характеристики закона Гаусса

• **математическое ожидание** (среднее арифметическое значение параметра):

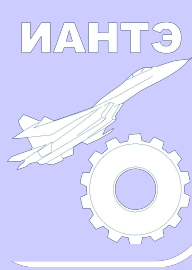
$$M(\Delta x) = \sum_{i=1}^N \Delta x_i \frac{n_i}{N}$$

среднеквадратическое отклонение :

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta x_i^2 \frac{n_i}{N} - M(\Delta x)^2}$$

Плотность вероятности при нормальном законе распределения

$$f(\Delta x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{[\Delta x - M(\Delta x)]^2}{2\sigma^2}}$$



Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей



Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки

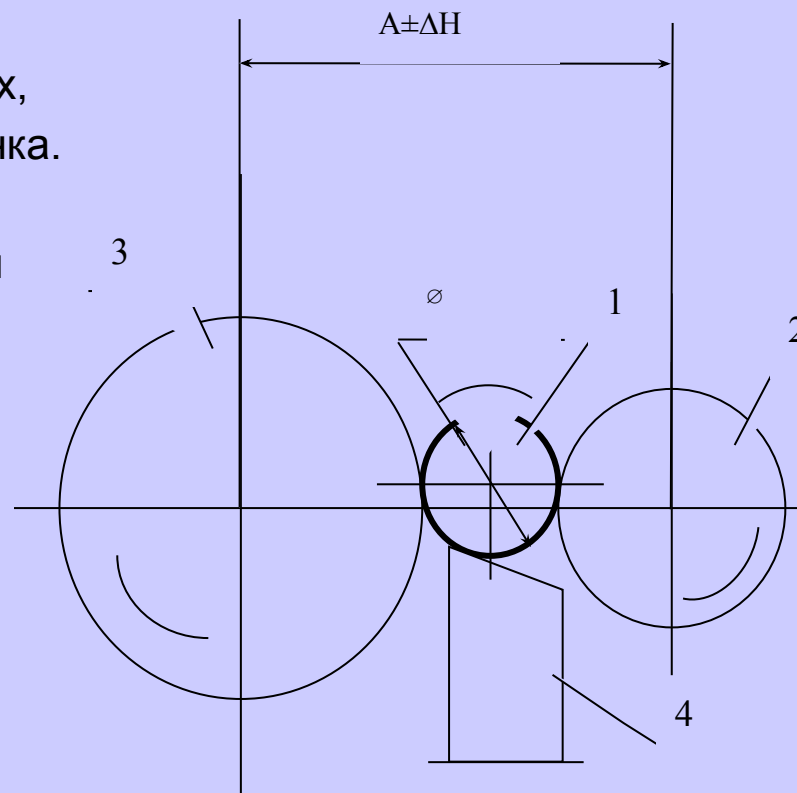
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

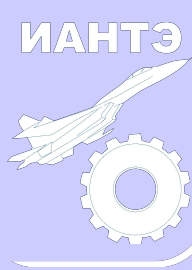
Задачи эксперимента:

1. Провести статистическую обработку результатов измерения диаметров партии деталей, обработанных на бесцентрово-шлифовальном станке, настроенном на размер $20_{-0,021}$.
2. Основываясь на полученных данных, дать рекомендации по настройке станка.

Цилиндрическая деталь 1 приводится во вращение при помощи ролика 2 и обрабатывается шлифовальным кругом 3. Деталь свободно лежит на ноже 4, который может перемещаться в вертикальном направлении при настройке станка на размер.

A - межцентровое расстояние,
 ΔH – значение поднастройки.





Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей

Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки



Порядок выполнения работы

- **Измерить** с помощью оптиметра отклонения размеров деталей, обработанных соответственно заданному варианту:
 1. D22js5($\pm 0,0045$);
 2. D 22js6($\pm 0,0065$);
 3. D 22js7($\pm 0,01$);
 4. D 20js7($\pm 0,01$);
 5. D 20js9($\pm 0,02$);
 6. D 20js10(0.042).
- Учитывая, что в целях достоверности статистического анализа измерение деталей должно выполняться средством измерения с ценой деления, не превышающей 10%...15% допуска измеряемой детали, **выбираем** для измерения головку измерительную пружинную (**микрокатор**) с ценой деления 1 мкм (для вариантов 1,2,3) и 2 мкм (для вариантов 4,5,6) с установочной стойкой С-II по ГОСТ 10197-70.
- Используя концевые меры соответствующего класса (выбранными по рекомендациям РД 50-98-86 /1/ в соответствии с предельной погрешностью используемого средства измерения) **настраиваем измерительный прибор** (микрокатор в стойке С-II) на номинальный размер концевой меры длины, равный среднему размеру измеряемой детали (соответственно 20 мм и 22 мм).



Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей



Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки

4. У каждой детали **измеряем отклонение ΔX** и заносим в протокол измерений с соответствующим знаком. Измерение рекомендуется проводить в середине образца в двух взаимно перпендикулярных сечениях и заносить в протокол их среднее значение. После проведения контроля каждых 10 деталей рекомендуется проверять настройку средства измерения с использованием концевой меры длины. Если настройка сбилась, то прибор поднастраивается (по пункту 3) и последние 10 деталей измеряются заново.

5. Определяем **практическое поле рассеивания**: $V = \Delta X_{\max} - \Delta X_{\min}$

6. По формуле Стерджеса в зависимости от объёма выборки N **определяем количество интервалов k** , на которое разбивается практическое поле рассеивания, :

$k = 1 + 3,32 \lg N$ и округляем в большую или меньшую сторону до целого числа.

Объём выборки, N, шт.	Рекомендуемое число интервалов, k
25-40	5-6
40-60	6-8
60-100	7-10
100-200	8-12
Более 200	10-15



Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей



Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки

7. **Ширину интервала** определяем по формуле $h = V/k$ и округляем до третьего знака после запятой.

8. Начиная с нижней границы с шагом, равным ширине интервала, определяем границы каждого из интервалов в пределах практического поля рассеивания (от X_1 до X_n), рассчитываем середину каждого интервала, подсчитываем в табл. 1 количество деталей, находящихся в границах этого интервала. Результаты заносим в таблицу 3:

№ интервала	Границы интервала	Координата середины интервала, $X_{ср}$	Абсолютное количество деталей в интервале, n_i	Относительное количество деталей в интервале, n_i/N
1				
...				
K				
...				



Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей



Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки

9. Строим **практическую кривую распределения**. По оси абсцисс откладываем координаты середин интервалов в мкм, по оси ординат – относительное количество деталей, действительные погрешности размеров которых находятся в данном интервале (рис.3).

10. Определяем **какому теоретическому закону распределения** случайных величин подчиняется практическое распределение. Рассчитываем главные характеристики нормального распределения: математическое ожидание $M(x)$ (координату статистического центра группирования) и среднеквадратичное отклонение по уравнениям 1 и 2 соответственно.

11. Строим **теоретическую кривую распределения**.

В первом приближении кривую нормального распределения можно построить по семи точкам (таблица 4). Для нанесения этих ординат на график необходимо их привести к тому же масштабу, в котором построена кривая практического распределения. Для этого следует использовать масштабный коэффициент. Им является величина интервала ΔX . Ордината в принятом масштабе:

$$\overline{y}_k = \gamma_k \cdot \overline{\Delta X}$$



Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей



Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки

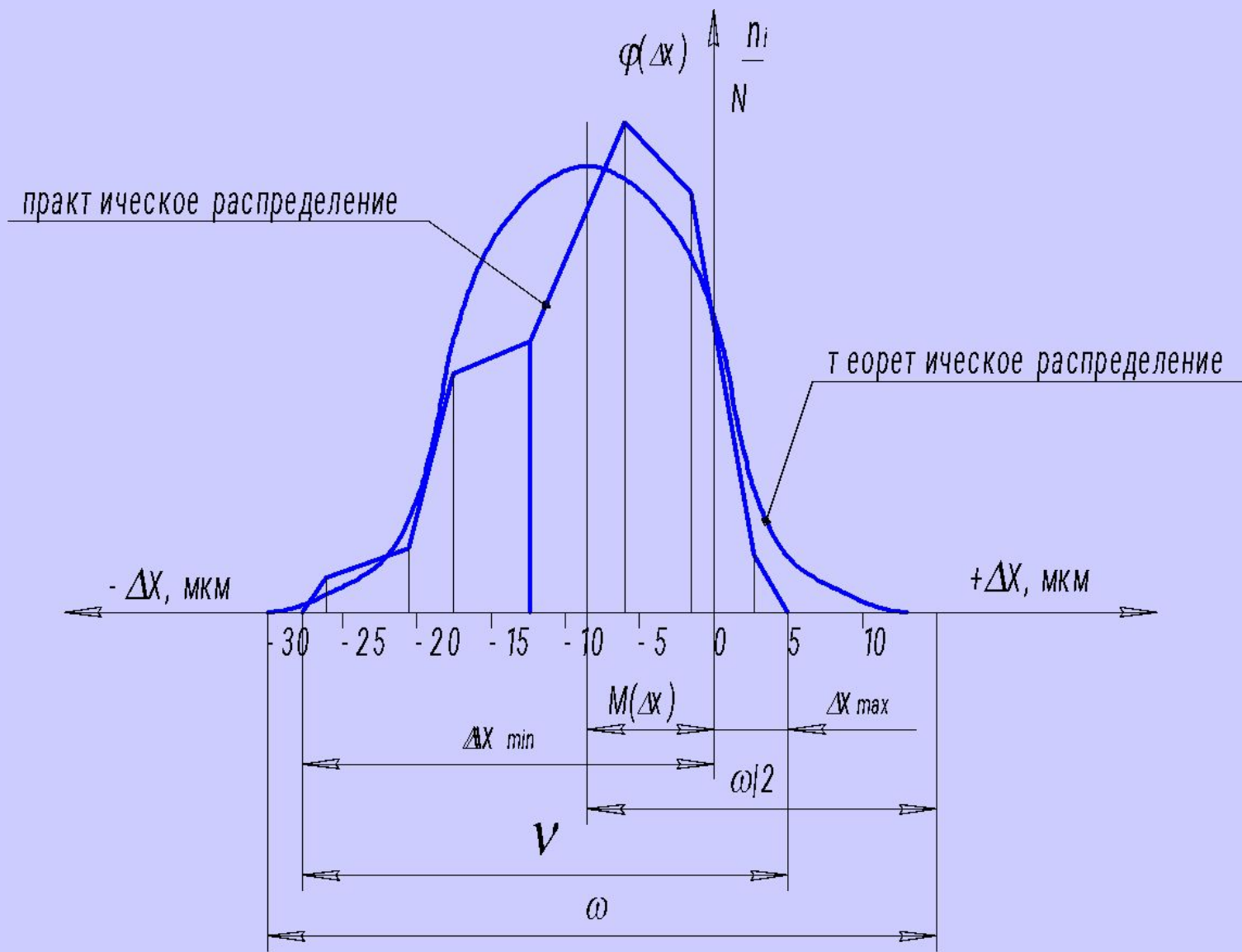
Таблица для построения теоретической кривой распределения

№ точки	Значение X		Значение Y	
	формула	число	формула после преобразования	число
1	$\Delta X_1 = M(\Delta X)$		$y_1 = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \approx \frac{0,4}{\sigma}$	
2	$\Delta X_1 = M(\Delta X) + \sigma$		$y_2 \approx \frac{0,0242}{\sigma}$	
3	$\Delta X_1 = M(\Delta X) - \sigma$		$y_3 \approx \frac{0,0242}{\sigma}$	
4	$\Delta X_1 = M(\Delta X) + 2\sigma$		$y_4 \approx \frac{0,054}{\sigma}$	
5	$\Delta X_1 = M(\Delta X) - 2\sigma$		$y_5 \approx \frac{0,054}{\sigma}$	
6	$\Delta X_1 = M(\Delta X) + 3\sigma$		$y_6 = 0$	0
7	$\Delta X_1 = M(\Delta X) - 3\sigma$		$y_7 = 0$	0

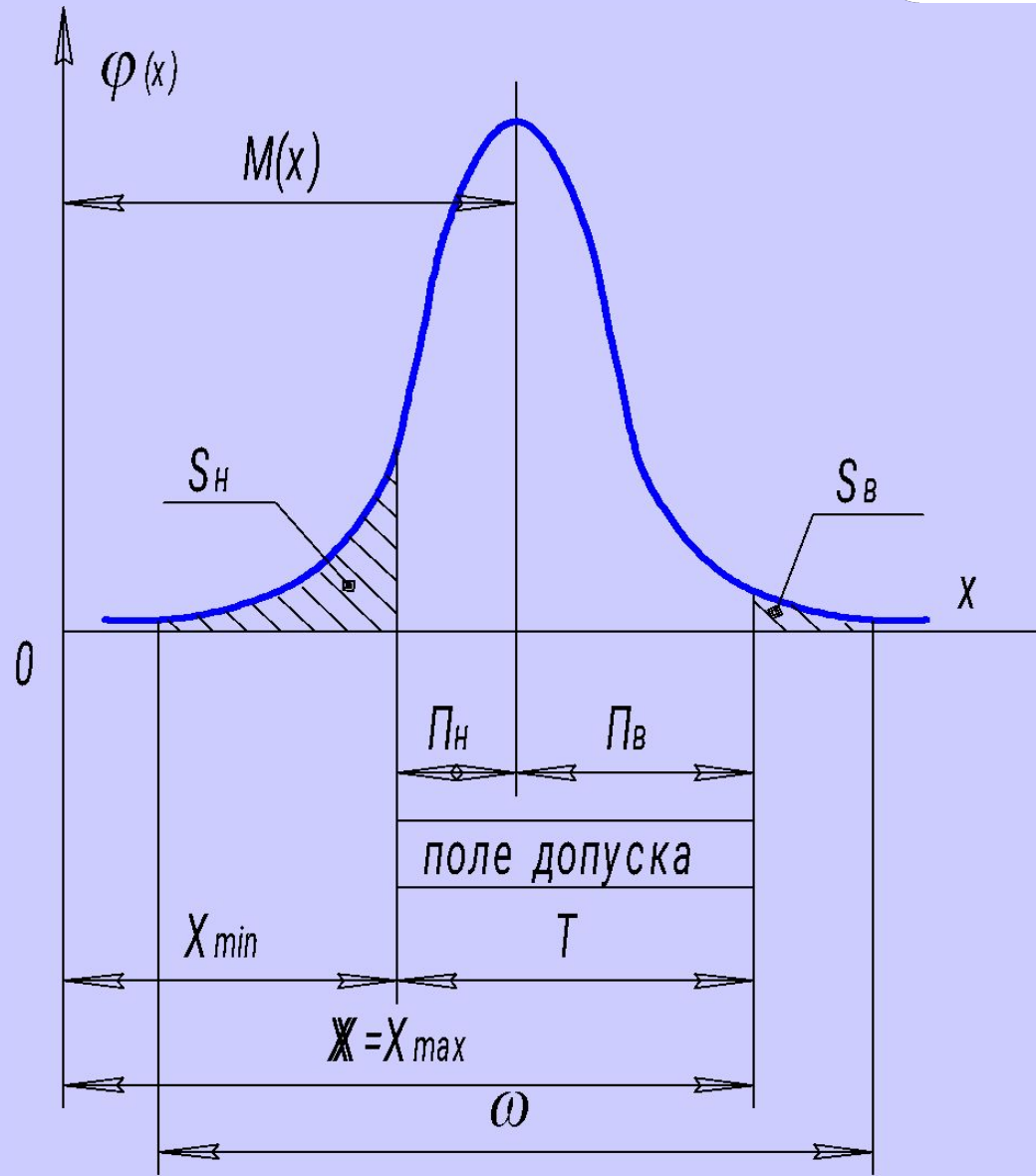


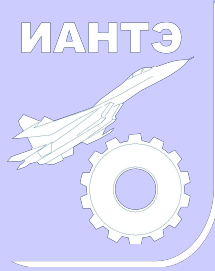
Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей

Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки
Практическая и теоретическая кривые распределения



12. Проверяем степень совпадения принятого теоретического закона распределения с экспериментально полученным распределением по суммарной площади несовпадающих участков (допускается до 15% от всей площади).
13. Наносим на полученный график теоретической кривой поле допуска детали. Получаемые по краям участки определяет вероятность исправимого ($S_{испр}$) и неисправимого ($S_{неиспр}$) брака.





Теоретические основы проектирования технологических процессов авиационных двигателей

Специальность 160301 – авиационные двигатели и энергетические установки



14. Выводы по работе должны содержать заключение:

- о точности обработки деталей на бесцентрово-шлифованном станке;
- о возможности работы без брака;
- о возможном количестве получения исправимого и неисправимого брака.
- о качестве настройки станка и путях ее улучшения (графической интерпретацией).

15. В отчете по работе должны быть приведены расчетные формулы, результаты расчетов, необходимые графические построения, подробные ответы по всем разделам заключения по работе.