

Министерство общего и профессионального образования Свердловской области  
государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Свердловской области  
**«Ирбитский мотоциклетный техникум»**  
**(ГАПОУ СО «ИМТ»)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**по выполнению практических работ**  
**по междисциплинарному комплексу**  
**МДК 03.02 КОНТРОЛЬ СООТВЕТСТВИЯ КАЧЕСТВА**  
**ДЕТАЛЕЙ ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**  
**ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**  
**15.02.08 ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

2017

**РАССМОТРЕНО**

На заседании цикловой комиссии специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Л.В. Лаптева

Протокол № \_\_\_\_\_

от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Составитель: \_\_\_\_\_ ( Яковлев А.Г.), преподаватель ГАПОУ СО «ИМТ»

Методические рекомендации по выполнению практических работ студентов составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины, разработанной на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.08 Технология машиностроения, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 апреля 2014 г. № 350.

## Содержание

1. Пояснительная записка .....	4
2. Практические работы .....	7
3. Учебно-методическое и информационное обеспечение .....	30

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Данные методические указания предназначены для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических навыков и умений по программе подготовки специалистов среднего звена МДК 03.02 Контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации для специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

В системе работы по восприятию и усвоению нового материала обучающимися широкое применение находит метод практических работ.

Практическая работа - это такой метод обучения, при котором студенты под руководством преподавателя и по заранее намеченному плану выполняют определенные практические задания и в процессе их воспринимают и осмысливают новый учебный материал.

Проведение практических работ с целью осмысления нового учебного материала включает в себя следующие методические приемы:

- 1) постановку темы занятий и определение задач практической работы;
- 2) определение порядка практической работы или отдельных ее этапов;
- 3) непосредственное выполнение практической работы обучающимися и контроль преподавателя за ходом занятий и соблюдением техники безопасности;
- 4) подведение итогов практической работы и формулирование основных выводов.

Изложенное показывает, что практические работы как метод обучения во многом носят исследовательский характер, и в этом смысле высоко оцениваются в дидактике. Они пробуждают у студентов глубокий интерес к окружающей природе, стремление осмыслить, изучить окружающие явления, применять добытые знания к решению и практических, и теоретических проблем. Метод этот воспитывает добросовестность в выводах, трезвость мысли. Практические работы способствуют ознакомлению студентов с научными основами современного производства, выработке навыков обращения со справочной литературой, создавая предпосылки для технического обучения.

Одной из целей технического образования является развитие у студентов преобразующего мышления и творческих способностей, реализовать которые можно, используя метод проектов, где студенты включаются в творческую деятельность.

Практические занятия служат своеобразной формой осуществления связи теории с практикой. Структура практических занятий в основном одинакова — вступление преподавателя, вопросы студентов по материалу, который требует дополнительных разъяснений, собственно практическая часть, заключительное слово преподавателя. Разнообразие возникает в основной, собственно практической части, включающей рефераты, доклады, дискуссии, тренировочные упражнения, решение задач, наблюдения, эксперименты и т. д. Опыт показывает, что нельзя на практических занятиях ограничиваться выработкой только практических навыков, техникой решения задач, построения графиков и т. п. Студенты должны всегда видеть ведущую идею курса и связь ее с практикой. Цель занятий должна быть понятна не только преподавателю, но и студентам. Это придает учебной работе жизненный характер, утверждает необходимость овладения опытом профессиональной деятельности, связывает их с практикой жизни.

Студенты, как правило, отдают себе отчет в том, в какой мере им необходимы данные практические занятия для предстоящей профессиональной деятельности. Если студенты поймут, что все учебные возможности занятий исчерпаны, интерес к ним будет утрачен. Учитывая этот психологический момент, очень важно организовать занятия так, чтобы студенты постоянно ощущали рост сложности выполняемых заданий, что ведет к переживанию собственного успеха в учении и положительно мотивирует студента. Если же студенты замечают «топтание на месте», уровень мотивации может заметно снизиться.

Преподаватель проводит занятия так, чтобы все студенты были заняты напряженной творческой работой, поисками правильных и точных решений. Каждый студент должен получить возможность «раскрыться», проявить способности, поэтому при разработке плана занятий и индивидуальных заданий преподаватель должен учитывать подготовку и интересы каждого студента. Преподаватель при этом будет выступать в роли консультанта, наблюдающего за работой каждого студента и способного вовремя оказывать педагогически оправданную помощь, не подавляя самостоятельности и инициативы студента. При такой организации проведения занятий в аудитории не возникает мысли о том, что возможности занятий исчерпаны..

Самым распространенным среди практических методов является упражнение. Они бывают:

- интеллектуальными;
- общенаучными;
- профессиональными;
- производственными.

По степени самостоятельности упражнения бывают:

- воспроизводящими - учащиеся лишь воспроизводят объясненный преподавателем теоретический материал и практические действия;
- тренировочными - закрепление и углубление знаний путем применения их в новых условиях и формирование всех видов умений;
- творческими - требующими самостоятельных формулировок и выводов решения и рассмотрения вопросов.

Задачами выполнения практической работы студента являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;

В ходе выполнения практических работ по МДК 03.02 Контролю соответствия качества деталей требованиям технической документации у студентов формируются следующие общие и профессиональные компетенции:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Ставить цели, мотивировать деятельность подчиненных, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности.

**Профессиональных (ПК)**, специалист по технологии машиностроения должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими основным видам деятельности (ВД):

ВД 1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин.

ПК 1.1. Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей.

ПК 1.2. Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования.

ПК 1.3. Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции.

ПК 1.4. Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.

ПК 1.5. Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.

ВД 2. Организация производственной деятельности структурного подразделения.

ПК 2.1. Планировать и организовывать работу структурного подразделения.

ПК 2.2. Руководить работой структурного подразделения.

ПК 2.3. Анализировать процесс и результаты деятельности подразделения.

ВД 3. Внедрение технологических процессов изготовления деталей машин и осуществление технического контроля.

ПК 3.1. Обеспечивать реализацию технологического процесса по изготовлению деталей.

ПК 3.2. Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации.

ВД 4. Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих

### **Правила выполнения практических работ.**

1. Студент должен прийти на практическое занятие подготовленным к выполнению практической работы.
2. Каждый студент после проведения работы должен представить отчет о проделанной работе с анализом полученных результатов и выводом по работе.
3. Отчет о проделанной работе следует выполнять на листах формата А4 с одной стороны листа. Содержание отчета указано в описании практической работы.
4. Таблицы и рисунки следует выполнять с помощью чертежных инструментов (линейки, циркуля, и т.д.) карандашом с соблюдением ЕСКД.
5. В заголовках граф таблиц обязательно приводить буквенные обозначения в соответствии с ЕСКД.
6. Расчет следует проводить с точностью до двух значащих цифр.
7. Исправления проводить на обратной стороне листа. При мелких исправлениях неправильное слово (буква, число и т.п.) аккуратно зачеркивается и над ним пишут правильное пропущенное слово (букву, число и т.п.).
8. Вспомогательные расчеты можно выполнять на отдельных листах, а при необходимости на листах отчета.
9. Если студент не выполнит практическую работу или часть работы, то он выполнит ее во внеурочное время, согласованное с преподавателем.
10. Оценку по практической работе студент получает с учетом срока выполнения работы, если;
  - расчеты выполнены правильно и в полном объеме;
  - сделан анализ проделанной работы и вывод по результатам работы;
  - студент может пояснить выполнение любого этапа работы;
  - отчет выполнен в соответствии с требованиями к выполнению работы.

Зачет по практическим работам студент получает при условии выполнения всех предусмотренных программой работ после сдачи отчетов по работам при удовлетворительных оценках за ответы на контрольные вопросы во время практических работ или при получении зачёта.

## 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

### Практическая работа №1

#### Тема: Анализ брака и рекламаций

**Цель работы:** Научиться производить анализ брака на предприятии.

**Задание:** Определить насколько изменился абсолютный и относительный размер потерь от брака в отчетном году по сравнению с предыдущим годом.

Исходные данные для расчета приведены в таблице.

Таблица.

№ варианта	Показатели											
	Себестоимость окончательного брака Руб.		Расходы на исправление брака Руб.		Стоимость брака по цене использования Руб.		Суммы, удержанные с виновников брака Руб.		Суммы, взысканные с поставщиков сырья Руб.		Товарная продукция по производственной себестоимости, годовой выпуск Руб.	
	Пред. год	Отчет. год	Пред. год	Отчет. год	Пред. год	Отчет. год	Пред. год	Отчет. год	Пред. год	Отчет. год	Пред. год	Отчет. год
1	20000	24000	10000	7500	6000	6500	-	1500	-	8000	400000	420000
2	18000	20000	8000	6200	5000	4200	1000	2500	-	5000	340000	410000
3	24000	15000	12000	8500	4000	3000	1500	3200	1200	4500	500000	620000
4	15000	20000	12500	14000	8000	7500	-	-	3200	6000	620000	680000
5	18400	19500	6880	8000	9500	9800	3500	4200	4200	6800	720000	800000
6	12000	14000	11000	12500	7500	8000	-	2500	-	6200	550000	650000
7	24000	22000	7250	8350	7400	8500	3250	4800	4750	6280	412000	575000
8	14000	16000	8200	9300	6250	6700	-	-	4520	5680	585000	678000
9	16200	19000	5780	7250	5650	6900	4350	5200	3800	4200	390000	450000
10	17500	19200	7850	9780	4250	7400	6750	9300	-	3500	568000	725000
11	19670	22000	12000	9000	9230	9800	3780	5200	4350	6800	650000	742000
12	12300	15000	8500	7500	4000	4800	-	3900	-	5400	595000	690000
13	14000	16000	8000	9000	5780	6900	2450	3800	-	6500	368000	456000
14	18500	21000	12000	10000	7650	6980	4200	4800	5400	6200	458000	562000
15	13560	16200	8500	7500	6400	7200	-	-	3950	5200	679000	743000

#### Краткие теоретические сведения

Браком называется продукция, передача которой потребителю не допускается из-за наличия в ней дефектов. Дефект – это каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям. Дефекты бывают явные, выявление которых регламентировано соответствующей документацией, и скрытые, выявление которых документацией не предусмотрено.

Для единообразного и точного определения признаков допущенного брака на предприятиях используются классификаторы брака, устанавливающие единую его классификацию по видам, виновникам и причинам.

Под видом брака подразумеваются конкретные дефекты и отступления от установленных требований к качеству материала, форме, размерам изделия, которые являются основанием для его забраковывания и отделения от годной продукции. По видам в производстве различают исправимый и неисправимый брак.

Кроме того различают брак внутризаводской, выявленный в ходе производственного процесса и внешний, обнаруженный за пределами предприятия, появившийся в сфере реализации или в процессе использования продукции. Внешний брак свидетельствует как о плохом качестве продукции, так и о неудовлетворительной работе контрольных служб предприятия и называется рекламацией.

По причинам различают брак, допущенный из-за нарушения технологической дисциплины, ошибок в технической документации, работы на неисправном оборудовании, использования некачественного инструмента, дефектов в исходном материале, пропуска дефектов ОТК на последующих операциях.

По виновникам различают брак, допущенный по вине рабочего-оператора, рабочего-наладчика оборудования, технических отделов.

Учет и анализ брака позволяет выявить его причины и конкретных виновников, что является неотъемлемой частью рациональной организации производства. Эти меры имеют целью разработку организационно-технических мероприятий, обеспечивающих ликвидацию и предупреждение брака, учет потерь от брака и отнесение их за счет конкретных виновников, организацию работ по изготовлению продукции взамен забракованной. Наконец, данные учета и анализа брака и рекламаций используются для подготовки статистических материалов, используемых для изучения динамики брака по отдельным календарным периодам и местам образования.

Анализ брака и рекламаций производится в разрезе отдельных причин, виновников и видов. Он имеет целью отобразить:

- процент брака по предприятию и его подразделениям;
- потери от брака в нормо-часах и в денежном выражении.

При анализе брака рассчитывают абсолютные и относительные показатели. Абсолютный размер брака представляет собой сумму затрат на окончательно забракованную продукцию и расходов на исправление исправимого брака.

Абсолютный размер потерь от брака получают путем вычитания из абсолютного размера брака стоимости брака по цене использования, суммы удержаний с виновников брака и суммы взысканий с поставщиков за поставку некачественных материалов.

Относительные показатели размера брака и потерь от брака рассчитываются как процентное отношение абсолютного размера брака или потерь от брака к производственной себестоимости товарной продукции.

### **Содержание отчета:**

1. Наименование практической работы, цель и задание с исходными данными;
2. Рассчитать абсолютный и относительный размер потерь от брака в отчетном и предыдущем году;
3. Определить насколько изменился абсолютный и относительный размер потерь от брака в отчетном году по сравнению с предыдущим годом.

### **Контрольные вопросы**

1. Что называется браком в производстве?
2. Что называется дефектом продукции?
3. По каким признакам различают брак?
4. Что называют рекламацией?

## Практическая работа №2

### Тема: Контроль шероховатости поверхности

#### Цель работы

1. Изучить основные параметры шероховатости и обозначение шероховатости на чертежах.
2. Познакомиться со способами измерения и приборами для оценки шероховатости поверхности деталей машин.

**Задание:** Ознакомиться с параметрами шероховатости и способами ее оценки

#### Краткий теоретический материал

##### ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Шероховатостью поверхности называют совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенную с помощью базовой длины (ГОСТ 25142-82).

Базовая длина  $l$  - длина базовой линии, используемая для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности.

Числовые значения шероховатости поверхности определяют от единой базы, за которую принята средняя линия профиля  $m$ , т. е. базовая линия, имеющая форму номинального профиля и проведенная так, что в пределах базовой длины среднее квадратическое отклонение профиля до этой линии минимально. Длина оценки  $l_n$  - длина, на которой оценивается реальный профиль. Она может содержать одну или несколько базовых длин  $l$  (рис. 1).

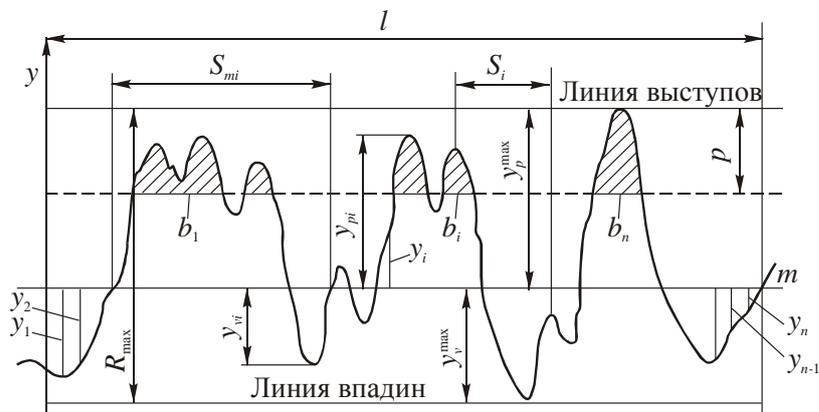


Рис. 1. Профилограмма и основные параметры шероховатости поверхности

##### НОРМИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ШЕРОХОВАТОСТИ

Параметры шероховатости в направлении высоты неровностей. Среднее арифметическое отклонение профиля  $Ra$  - среднее арифметическое из абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины:

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \text{ или приближенно } Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|,$$

где  $l$  — базовая длина;  $n$  — число выбранных точек профиля на базовой длине;  $y$  — расстояние между любой точкой профиля и средней линией. Нормируется от 0,008 до 100 мкм.

Высота неровностей профиля по десяти точкам  $Rz$  — сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины:

$$Rz = \frac{1}{5} \left[ \sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}| \right],$$

где  $y_{pi}$  — высота  $i$ -го наибольшего выступа профиля;  $y_{vi}$  — глубина  $i$ -й наибольшей впадины профиля.

Наибольшая высота неровностей профиля  $R_{\max}$  — расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины  $l$ . Нормируются от 0,025 до 100 мкм.

Параметры шероховатости в направлении длины профиля. Средний шаг неровностей профиля  $S_m$  — среднеарифметический шаг неровностей профиля в пределах базовой длины:

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi},$$

где  $n$  — число шагов в пределах базовой длины  $l$ ;  $S_{mi}$  — шаг неровностей профиля, равный длине отрезка средней линии, пересекающей профиль в трех соседних точках и ограниченной двумя крайними точками. Нормируется от 0,002 до 12,5 мм.

Средний шаг местных выступов профиля  $S$  — среднеарифметический шаг местных выступов профиля в пределах базовой длины:

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i,$$

где  $n$  — число шагов неровностей по вершинам в пределах базовой длины  $l$ ;  $S_i$  — шаг неровностей профиля по вершинам выступов. Нормируется от 0,002 до 12,5 мм.

Числовые значения параметров шероховатости  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{\max}$ ,  $S_m$  и  $S$  приведены в ГОСТ 2789-73, а в Приложении 1 указаны значения базовой длины  $l$ , рекомендуемые для параметров  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{\max}$ .

Параметры шероховатости, связанные с формой неровностей профиля. Опорная длина профиля  $\eta_p$  — сумма длин отрезков  $b_i$ , отсекаемых на заданном уровне  $p$  % в материале профиля линией, эквидистантной средней линии  $m-m$  и в пределах базовой длины (рис. 1).

Относительная опорная длина профиля  $t_p$  — отношение опорной длины профиля к базовой длине:

$$t_p = \eta_p / l \cdot 100\%.$$

Опорную длину профиля  $\eta_p$  определяют на уровне сечения профиля  $p$ , т.е. на заданном расстоянии между линией выступов профиля и линией, пересекающей профиль эквидистантно линии выступов профиля. Линия выступов профиля — линия, эквидистантная средней линии, проходящая через высшую точку профиля в пределах базовой длины. Значение уровня сечения профиля  $p$  отсчитывают по линии выступов и выбирают из ряда: 5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90% от  $R_{\max}$ . Относительная опорная длина профиля  $t_p$  назначается из ряда 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90%.

Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации в ГОСТ 2.309-73 «Обозначения шероховатости поверхностей» внесены изменения и установлен срок введения изменений — с 1 января 2005 г.

Изменения касаются как обозначения шероховатости поверхностей, так и правил их нанесения на чертеж.

Межгосударственный стандарт ГОСТ 2.309 полностью соответствует стандарту ИСО 1302.

## 1. Обозначение шероховатости поверхностей

Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рис.2. При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.



Рис.2.

В обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображенных на рис.3. Высота  $h$  должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота  $H$  равна  $(1,5 \dots 5)h$ . Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, применяемой на чертеже. В обозначении шероховатости поверхности, способ обработки которой конструктором не устанавливается, применяют знак по рис.3,а. В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована только удалением слоя материала, применяют знак по рис.3,б. В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована без удаления слоя материала, применяют знак по рис.3,в с указанием значения параметра шероховатости.

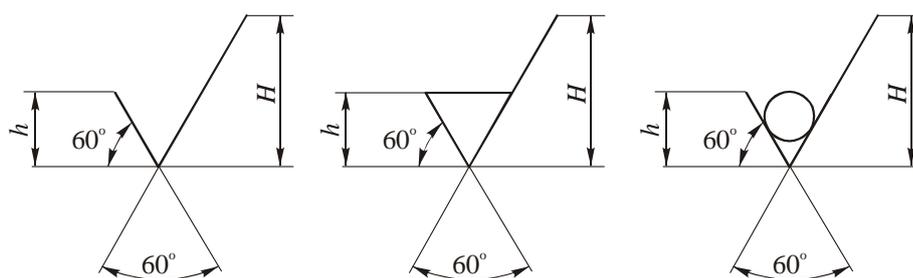


Рис.3.

Поверхности детали, изготавливаемой из материала определенного профиля и размера, не подлежащие по данному чертежу дополнительной обработке, должны быть отмечены знаком по рис.3,в без указания параметров шероховатости. Состояние поверхности, обозначенной таким знаком, должно соответствовать требованиям, установленным соответствующим стандартом или техническими условиями, или другим документом, причем на этот документ должна быть приведена ссылка, например, в виде указания сортамента материала в графе 3 основной надписи чертежа по ГОСТ 2.104-68.

Значение параметра шероховатости по ГОСТ 2789-73 указывают в обозначении шероховатости после соответствующего символа, например:  $R_a 0,4$ ;  $R \max 6,3$ ;  $S_m 0,63$ ;  $t_{50} 70$ ;  $S 0,032$ ;  $S_z 50$ . В примере  $t_{50} 70$  указана относительная опорная длина профиля  $t_p = 70\%$  при уровне сечения профиля  $p = 50\%$ .

При указании наибольшего значения параметра шероховатости в обозначении приводят параметр шероховатости без предельных отклонений, например:

$$\sqrt{Ra0,4}; \sqrt{Rz50}.$$

При указании наименьшего значения параметра шероховатости после обозначения параметра следует указывать «min», например:

$$\sqrt{Ra3,2 \min}; \sqrt{Rz50 \min}.$$

При указании диапазона значений параметра шероховатости поверхности в обозначении шероховатости приводят пределы значений параметра, размещая их в две строки, например:

$$\begin{array}{cccc} Ra0,8; & Rz0,10; & R \max 0,80; & t_{50} 70 \\ 0,4 & 0,5 & 0,32 & 50 \end{array}$$

В верхней строке приводят значение параметра, соответствующее более грубой шероховатости.

При указании номинального значения параметра шероховатости поверхности в обозначении приводят это значение с предельными отклонениями по ГОСТ 2789-73, например:

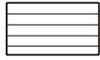
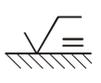
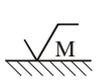
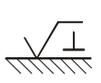
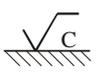
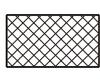
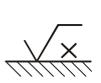
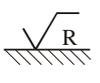
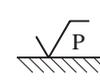
$$Ra 1 \div 20\%; Rz 100_{-10}\%; Sm 0,63^{+20}\%; t_{50} 70 \pm 40\%$$

При указании двух и более параметров шероховатости поверхности в обозначении шероховатости значения параметров записывают сверху вниз в порядке, представленном на рис.4 (см. также рис.2).

При нормировании требований к шероховатости поверхности параметрами  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R \max$  базовую длину в обозначении шероховатости не приводят, если она соответствует ГОСТ 2789-73 для выбранного значения параметра шероховатости.

Условные обозначения направления неровностей должны соответствовать приведенным в табл.1.

Таблица 1

Типы направления неровностей	Обозначение	Типы направления неровностей	Обозначение
			
			
			
Типы направления неровностей	Обозначение		
			

Условные обозначения направления неровностей приводят на чертеже при необходимости.

Высота знака условного обозначения направления неровностей должна быть приблизительно равна  $h$ . Толщина линий знака должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии.

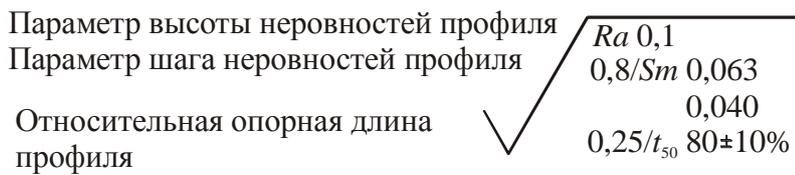


Рис.4.

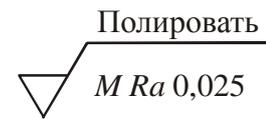


Рис.5

Вид обработки поверхности указывают в обозначении шероховатости только в случаях, когда он является единственным, применимым для получения требуемого качества поверхности

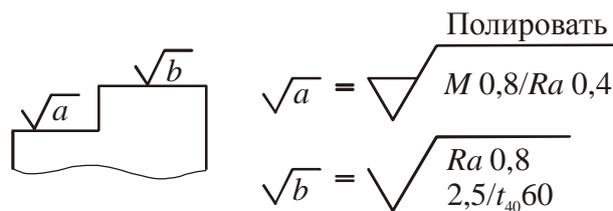


Рис.6

(рис.5).

Допускается применять упрощенное обозначение шероховатости поверхностей с разъяснением его в технических требованиях чертежа по примеру, указанному на рис.6.

## 2. Правила нанесения обозначений шероховатости поверхностей на чертежах

Обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок. Допускается при недостатке места располагать обозначение шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, на рамке допуска формы, а также разрывать выносную линию (рис.7).

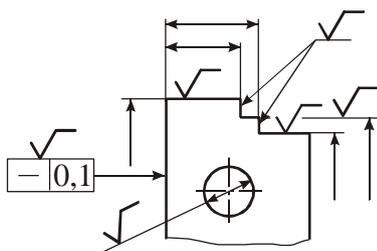


Рис.7

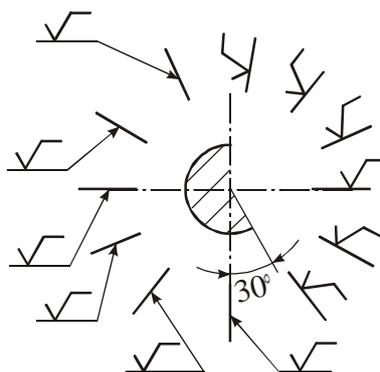


Рис.8

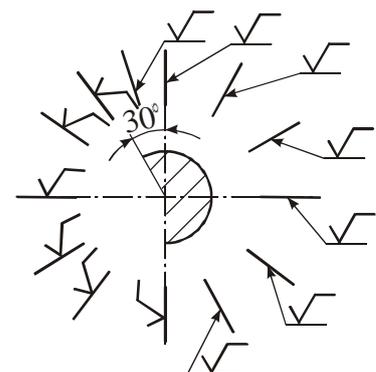


Рис.9

Обозначения шероховатости поверхности, в которой знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рис.8 и 9. При расположении поверхности в заштрихованной зоне обозначение наносят только на полке линии выноски.

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят (рис.10). Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенном в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображении.

Обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхностей изделия, может быть помещено в правом верхнем углу чертежа (рис.11, 12) вместе с условным обозначением ( $\sqrt{\quad}$ ). Это означает, что все поверхности, на которые на изображении не нанесены обозначения или знак  $\sqrt{\quad}$ , должны иметь шероховатость, указанную перед условным обозначением ( $\sqrt{\quad}$ ), соответствующим слову «остальное». Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображении.

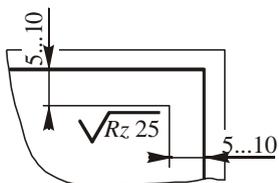


Рис.10

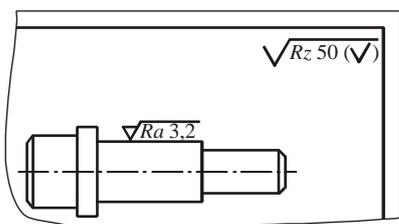


Рис.11

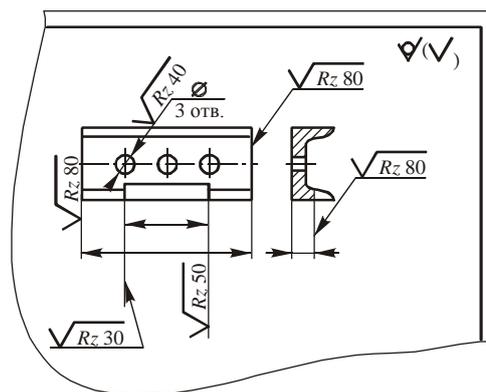


Рис.12

Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначений шероховатости (рис.13,а). Через заштрихованную зону линию границы между участками не проводят (рис.13,б).

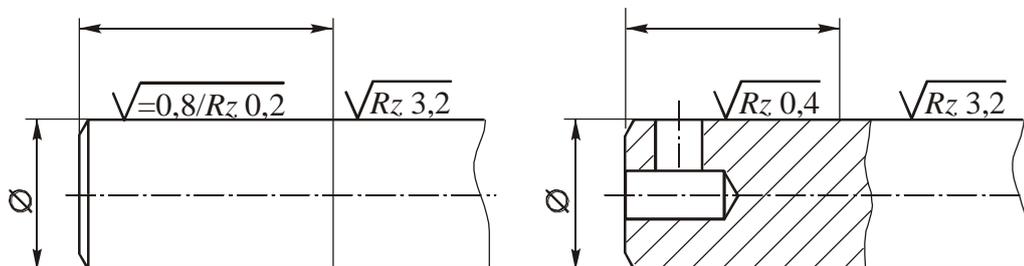


Рис.13

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев и т.п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности (рис.14, а-в), а для глобоидных червяков и сопряженных с ними колес – на линии расчетной окружности (рис.14,г).

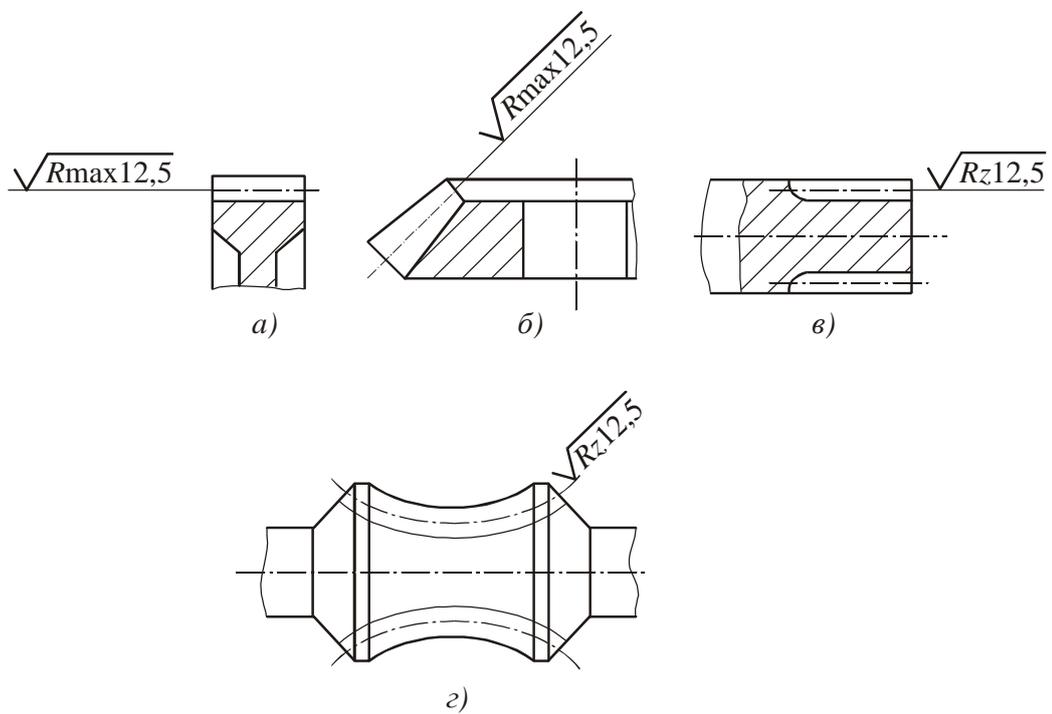


Рис.14

Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля (рис.15,а), или условно на выносной линии для указания размера резьбы (рис.15, б-д), на размерной линии или на ее продолжении (рис.15,е).

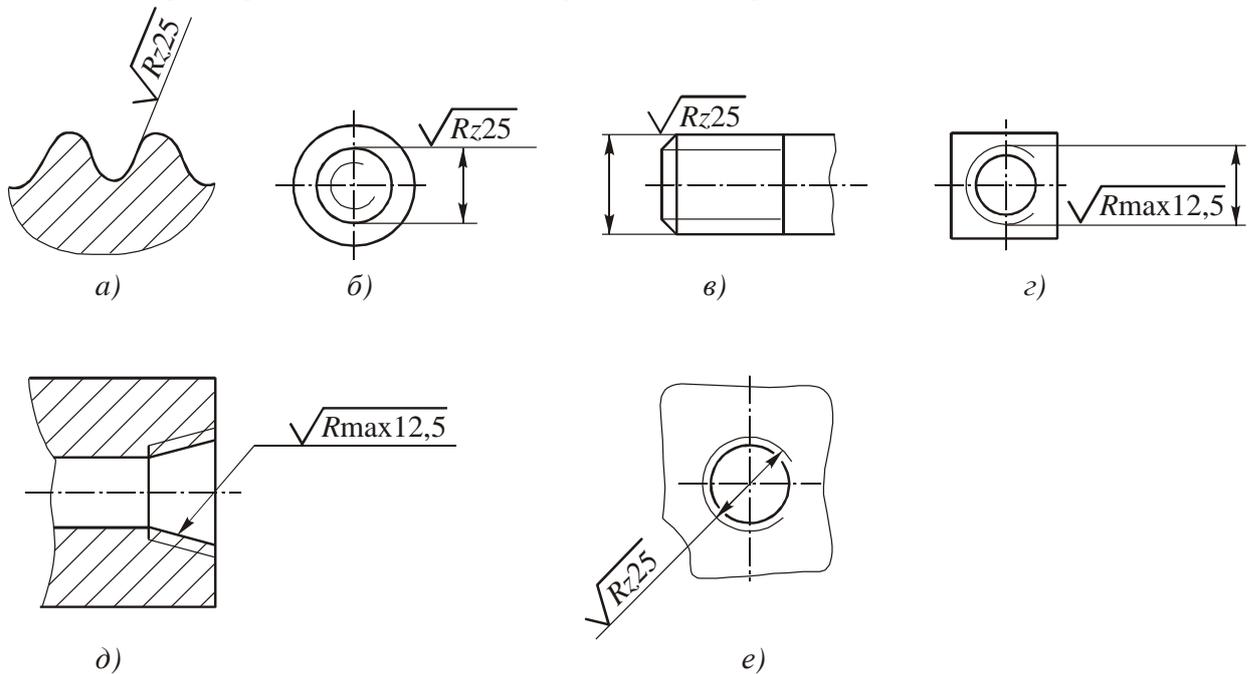


Рис.15

Если шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз в соответствии с рис.16. Диаметр вспомогательного знака  $\bigcirc$  - 4...5 мм. В обозначении одинаковой шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак  $\bigcirc$  не приводят (рис.17).

Обозначение одинаковой шероховатости поверхности сложной конфигурации допускается приводить в технических требованиях чертежа со ссылкой на буквенное обозначение поверхности, например:

«Шероховатость поверхности  $A - \sqrt{Ra1,6}$ ».

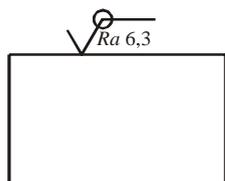


Рис.16

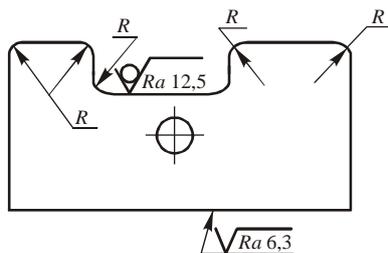


Рис.17

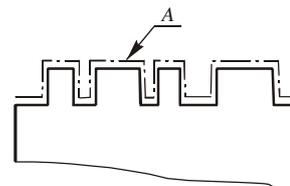


Рис.18

При этом буквенное обозначение поверхности наносят на полке линии-выноски, проведенной от утолщенной штрихпунктирной линии, которой обводят поверхность на расстоянии 0,8...1,0 мм от линии контура (рис.18).

## ИЗМЕРЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Аттестация шероховатости поверхности проводится по двум видам контроля: качественному и количественному.

Качественный контроль параметров шероховатости поверхности осуществляют путем сравнения с образцами или образцовыми деталями визуально или на ощупь. ГОСТ 9378-75 устанавливает образцы шероховатости, полученные механической обработкой, снятием позитивных отпечатков гальванопластикой или нанесением покрытий на пластмассовые отпечатки. Наборы или отдельные образцы имеют прямолинейные, дугообразные или перекрещивающиеся дугообразные расположения неровностей поверхности. На каждом образце указаны значение параметра  $Ra$  (в мкм) и вид обработки образца. Для повышения точности используют щупы и микроскопы сравнения.

Количественный контроль параметров шероховатости осуществляют бесконтактными и контактными средствами измерения.

Для количественной оценки шероховатости поверхности бесконтактным методом используются два способа - увеличение их с помощью оптической системы или использованием отражательных способностей обработанной поверхности.

Приборами, основанными на оценке поверхностных неровностей при увеличении их с помощью оптической системы, являются «приборы светового сечения». Приборами, основанными на отражательной способности, являются микроинтерферометры.

Принцип действия приборов светового сечения заключается в получении увеличенного изображения профиля измеряемой поверхности с помощью лучей, направленных наклонно к этой поверхности, и измерении высоты неровностей в получаемом изображении. Наиболее распространенным является двойной микроскоп типа МИС-11, который позволяет определять три параметра шероховатости  $Rz$ ,  $R_{max}$  и  $S$  в плоскости, нормальной к направлению неровностей поверхности.  $Rz$ ,  $R_{max}$  в пределах 0,5÷40 мкм и  $S$  в пределах 0,002÷0,5 мм.

Принцип действия микроинтерферометра такой же, как и обычного, но отличается тем, что в качестве одной из поверхностей, которая создает интерференционную картину, используется измеряемая поверхность. А это значит, что прибор предназначен для измерения поверхностей с малыми неровностями, так как на грубых поверхностях интерференцию получить невозможно. В

принципе микроинтерферометр представляет сочетание интерферометра и микроскопа. Наиболее типичным является прибор ММИ-4, который также позволяет определять  $R_z$ ,  $R_{max}$  и  $S$ , но в более узком диапазоне.  $R_z$ ,  $R_{max}$  в пределах  $0,05 \div 0,8$  мкм.

Для количественной оценки шероховатости поверхности контактными средствами измерения используют профилографы-профилометры и профилометры.

Профилограф-профилометр состоит из двух приборов в зависимости от характера выдаваемой измерительной информации - профилографа и профилометра. Объединяются они вместе для расширения возможностей измерения поверхностных неровностей и в связи с тем, что многие функциональные узлы у них совпадают. Эти приборы предназначены в основном для работы в лаборатории. Отечественная промышленность изготавливает несколько моделей приборов (201, 202, 252), основанных на индуктивном методе преобразования колебаний иглы в колебание напряжений.

Профилограф — прибор для записи величин неровностей поверхности в нормальном к ней сечении в виде профилограммы, обработкой которой определяются все параметры, характеризующие шероховатость и волнистость поверхности.

Профилометр — прибор для измерения поверхностных неровностей в нормальном к ней сечении и представлении результатов измерения на шкале прибора в виде значения одного из параметров» используемых для оценки этих неровностей. Большинство профилометров дают оценку поверхностных неровностей по параметру  $Ra$  и используются в качестве цеховых приборов. Оценка шероховатости по параметру  $R_z$  связана с трудностями обработки сигнала.

### Содержание отчета

1. Рисунок профиля поверхностных неровностей с основными параметрами.
2. Оценка параметров шероховатости по заданному профилю.
3. Приборы для оценки шероховатости поверхности на деталях машин.
4. Пример обозначения шероховатости на чертеже детали.

### Контрольные вопросы

1. Какие параметры используют для оценки шероховатости поверхности?
2. Чем и как контролируют шероховатость поверхности?
3. Какой параметр шероховатости измеряет прибор МИС-11?
4. Как обозначается шероховатость на чертежах?
5. Для чего на ответственных деталях машин добиваются малой шероховатости?

## Практическая работа №4

**Тема:** Основы технических измерений

**Цель:** Научиться производить выбор средства измерений в зависимости от допускаемой и предельной погрешностей измерения.

### Пояснения к работе.

#### Краткие теоретические сведения

Большое влияние на точность изготовления деталей заданных размеров оказывает соотношение величины погрешности измерения применяемым средством измерения с величиной допуска на обработку получаемого размера детали. Это соотношение определяется величиной допускаемой погрешности измерения  $\delta$ , которая установлена ГОСТ 8.051-81. Числовое значение  $\delta$  находят в зависимости от величины допуска размера и номинального размера измеряемой детали.

При использовании средства измерения возникают погрешности измерения. Предельные погрешности измерения  $\Delta$  выявлены путем исследований и опубликованы в РД 50-96-86.

Чтобы быть уверенным, что взятое измерительное средство по его точности можно применять для измерения данного размера, следует сопоставлять величину предельной погрешности измерения  $\Delta$  с величиной допускаемой погрешности измерения  $\delta$ .

#### Исходные материалы и данные.

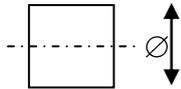
1. Рабочий чертеж детали
2. Таблицы допускаемых и предельных погрешностей измерения.

#### Пример выполнения данной работы.

Обрабатывается гладкий вал  $\phi 20$  . Выбрать средство измерения для контроля данного вала.

#### Порядок выполнения работы:

1. Определяем допуск на обработку вала  $T = 13$  мкм;
2. Находим по таблице в ГОСТ 8.051-81 величину допускаемой погрешности измерения по номинальному размеру и допуску  $\delta = 4$  мкм;
3. По таблицам РД 50-96-86 ищем средство измерения, у которого предельная погрешность  $\Delta$  близка к 4 мкм. Таким средством измерений является рычажная скоба  $\Delta = 4$  мкм, если измерение выполнять держа ее в руках.
4. Результаты проведенной работы заносим в таблицу.

Контрольные вопросы	Исходные данные
	
	$\phi 20$
Номинальный размер, мм	20
Допуск размера, мкм	13
Тип элемента детали	Вал
Допускаемая погрешность измерения размера, мкм	4
Необходимое измерительное средство и предельная погрешность измерения им заданного размера, мкм.	Рычажная скоба, $\Delta = 4$

#### Методика выполнения работы

При проведении работы необходимо выполнить следующие мероприятия:

1. Ознакомиться с теоретическими особенностями по выбору средств измерений;
2. Подсчитать величину допуска на обработку изготавливаемой детали  $T$  (мкм) по чертежу детали;
3. Определить величину допускаемой погрешности измерения  $\delta$  по ГОСТ 8.501-81;

4. Подобрать по таблицам РД 50-96-86 такое средство измерений, у которого величина предельной погрешности измерения  $\Delta$  близка к величине допускаемой погрешности измерения  $\delta$ .
5. Ответить на контрольные вопросы.

**Содержание отчета:**

4. Наименование практической работы, цель и задание с исходными данными;
5. Определение параметров для выбора средства измерений с занесением результатов в таблицу;
6. Выбрать средство измерений с указанием его предельной погрешности с занесением результатов в таблицу.

**Контрольные вопросы**

1. Какие измерения называются прямыми, а какие косвенными? Приведите примеры.
2. Что определяет допускаемая погрешность измерения?
3. Что определяет предельная погрешность измерения средства измерений?
4. Как производится выбор средства измерений для контролируемого размера?

## Практическая работа № 6

### Тема: Расчет исполнительных размеров калибров для контроля гладких соединений

#### Цель:

- Приобрести практические навыки по определению расчётных параметров калибров для контроля гладких соединений;
- Научиться выполнять рабочие чертежи гладких предельных калибров.

#### Оснащение:

1. Методические указания.
2. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: Справочник, М.: Издательство стандартов, 1989.
3. ГОСТ 18358-73 ... ГОСТ18369-73 «Калибры-скобы диаметром от 1мм до 260мм. Конструкция и размеры».
4. ГОСТ 14807-73 ... ГОСТ14827-73 «Калибры-пробки гладкие диаметром от 1мм до 360мм. Конструкция и размеры».

**Задание:** Произвести расчет исполнительных размеров калибра-пробки и калибра-скобы согласно исходных данных для своего варианта указанных в таблице.

#### Краткий теоретический материал:

Предельные калибры применяются для контроля размеров деталей в процессе их изготовления.

Предельные калибры имеют две стороны: проходную ПР и непроходную НЕ, номинальные размеры которых соответствуют предельным размерам контролируемого отверстия или вала.

Номинальный размер стороны ПР у пробок соответствует наименьшему предельному размеру отверстия, а у скоб – наибольшему предельному размеру вала.

Номинальный размер стороны ПР у пробок соответствует наименьшему предельному размеру отверстия, а у скоб – наибольшему предельному размеру вала.

Номинальный размер стороны НЕ у пробок соответствует наибольшему предельному размеру отверстия, а у скоб – наименьшему предельному размеру вала. Поэтому при контроле годными считаются детали, у которых сторона ПР предельного калибра проходит по проверяемой поверхности, а сторона НЕ – не проходит.

Исполнительными называют предельные размеры калибра, по которым изготавливают новый калибр. Для определения этих размеров на чертеже скобы проставляют наименьший предельный размер с положительным отклонением: для пробки и контрольного калибра – их наибольший предельный размер с отрицательным отклонением.

Расчет калибров сводится к определению исполнительных размеров измерительных поверхностей, ограничению отклонений их формы и назначению оптимальной шероховатости.

Виды гладких нерегулируемых калибров для контроля цилиндрических отверстий и валов устанавливает ГОСТ24851-81.

Маркировка калибра. На каждом калибре должны быть нанесены: номинальный диаметр контролируемого отверстия (вала); обозначение поля допуска контролируемого отверстия (вала); числовые величины предельных отклонений контролируемого отверстия (EI – на калибр - пробке ПР, ES - на калибр - пробке НЕ) и контролируемого вала (es – на калибр - скобе ПР, ei - на калибр - скобе НЕ); обозначение калибра (например ПР, НЕ, К – И).

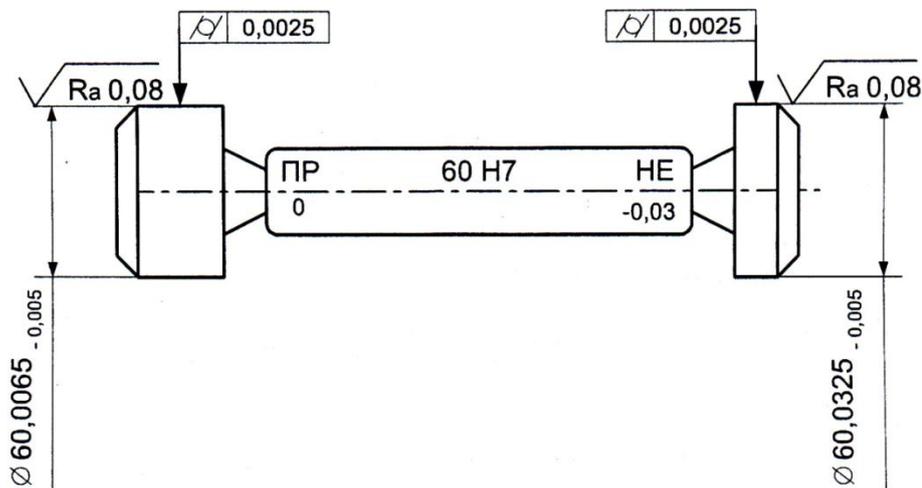


Рисунок 8.1- Калибр – пробка.

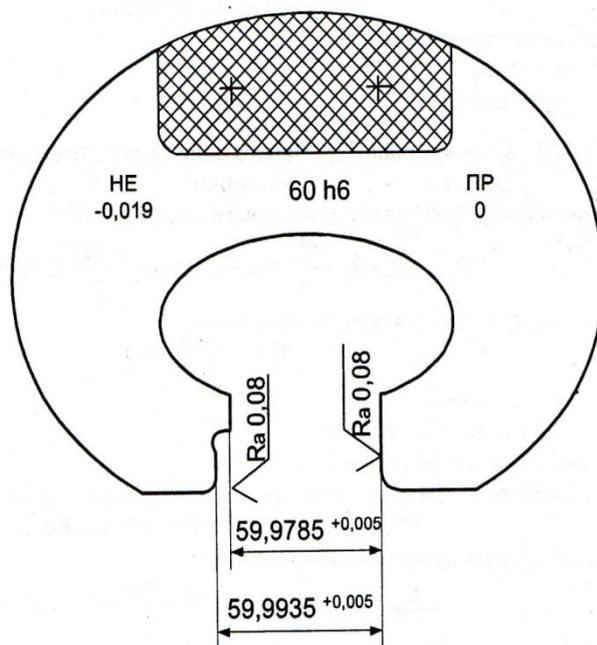


Рисунок 8.2 – Калибр – скоба.

**Формулы для определения размеров калибров (табл.1.7 ЕСДП т.2 с.10)  
- калибр-пробка ( для контроля отверстий):**

**1.Проходная сторона новая**

$$ПР = D_{min} + Z \pm H/2$$

$$ПР_{max} = D_{min} + Z + H/2$$

$$ПР_{min} = D_{min} + Z - H/2$$

$$ПР_{исп} = ПР_{max} - H$$

**2. Проходная сторона изношенная**

$$ПР_{изн} = D_{min} - Y + \alpha$$

**3.Непроходная сторона новая**

$$НЕ = D_{max} - \alpha \pm H/2$$

$$НЕ_{max} = D_{max} - \alpha + H/2$$

$$НЕ_{min} = D_{max} - \alpha - H/2$$

$$HE_{\text{исп}} = HE_{\text{max}} - H$$

- калибр-скоба ( для контроля валов):

**1. Проходная сторона новая**

$$PP = D_{\text{max}} + Z1 \pm H1/2$$

$$PP_{\text{max}} = D_{\text{max}} + Z1 + H1/2$$

$$PP_{\text{min}} = D_{\text{max}} + Z1 - H1/2$$

$$PP_{\text{исп}} = PP_{\text{min}} + H1$$

**2. Проходная сторона изношенная**

$$PPI_{\text{изн}} = D_{\text{max}} - Y1 + \alpha1$$

**3. Непроходная сторона новая**

$$HE = D_{\text{min}} + \alpha1 \pm H1/2$$

$$HE_{\text{max}} = D_{\text{max}} + \alpha1 + H1/2$$

$$HE_{\text{min}} = D_{\text{max}} + \alpha1 - H1/2$$

$$HE_{\text{исп}} = HE_{\text{min}} + H1$$

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с целью работы и порядком ее выполнения.
2. Получить индивидуальное задание.
3. Для заданной посадки выбрать предельные отклонения по ГОСТ 25346-89 «ЕСДП.

Общие положения, ряды допусков и основных отклонений» и рассчитать предельные размеры.

4. Рассчитать исполнительные размеры калибров - скоб для контроля гладких соединений.
5. Рассчитать исполнительные размеры калибров - пробок для контроля гладких соединений.
6. Выполнить схемы расположения полей допусков калибров - скоб и калибров - пробок для контроля гладких соединений.
7. Выполнить эскизы калибр - скобы и калибр - пробки.

**Самостоятельная внеаудиторная работа.**

8. Оформление отчёта и подготовка его к сдаче.

**Исходные данные:**

Таблица 8.1 - Исходные данные

№п/п варианта	Диаметр соединения, D (d),мм	Обозначение посадки
1	100	H7/g6
2	20	H7/h6
3	30	H7/c6
4	40	H7/r6
5	50	P6/h5
6	60	K8/h7
7	70	H7/g6
8	80	F7/h6
9	90	Js7/h6
10	100	H6/js6
11	110	S67/h6
12	120	H7/m6
13	130	N7/h5
14	140	H10/d10
15	150	M6/h5
16	160	H7/g6

17	170	U8/h7
18	180	F7/h6
19	190	M6/h5
20	200	U8/h7
21	210	G7/h7
22	220	N7/h5
23	230	S7/h6
24	240	H7/h6
25	250	H7/m6
26	260	H10/d10
27	270	H6/js6
28	280	H7/g6
29	290	G7/h7
30	300	H7/c8

### Пример решения:

Рассчитать исполнительные размеры рабочих калибров (скобы и пробки) для контроля гладких цилиндрических деталей. Построить схему расположения полей допусков деталей. Выполнить эскизы калибр - скобы и калибр – пробки.

1. Исходные данные:

размер соединения ( $\varnothing 25H9/f8$ );

**Порядок расчета:**

#### 1. Расчет исполнительных размеров гладкого калибр- пробки для контроля заданного отверстия $\varnothing 25H9$

1.1 Для заданного поля допуска по табл.1.20 ЕСДП т.1 с.40 находятся отклонения отверстия:

$$ES = + 52\text{мкм} = 0,052\text{мм} \quad EI = 0$$

1.2 Вычисляются предельные размеры проверяемого отверстия:

$$D_{\max} = D + ES = 25 + 0,052 = 25,052\text{мм}$$

$$D_{\min} = D + EI = 25\text{мм}$$

1.3 Находятся отклонения и допуски для калибров-пробок по табл.1.3 - табл. 1.6 ЕСДП т.2 с.8-10

$$H = 4 \text{ мкм} = 0,004 \text{ мм} \quad Z = 9\text{мкм} = 0,009\text{мм} \quad Y=0 \quad \alpha=0$$

1.4 Вычисляются предельные размеры проходного калибра-пробки ПР по формулам (табл.1.7 ЕСДП т.2 с.10)

1.4.1 Проходная сторона новая

$$ПР = D_{\min} + Z \pm H/2 = 25 + 0,009 \pm 0,004/2 = 25,009 \pm 0,004/2 \text{мм}$$

$$ПР_{\max} = D_{\min} + Z + H/2 = 25 + 0,009 + 0,004/2 = 25,011\text{мм}$$

$$ПР_{\min} = D_{\min} + Z - H/2 = 25 + 0,009 - 0,004/2 = 25,007\text{мм}$$

$$ПР_{\text{исп}} = ПР_{\max} - H \quad ПР_{\text{исп}} = 25,011 - 0,004$$

1.4.2 Проходная сторона изношенная

$$ПР_{\text{изн}} = D_{\min} - Y + \alpha = 25 - 0 + 0 = 25\text{мм}$$

3 Непроходная сторона новая

$$HE = D_{\max} - \alpha \pm H/2 = 25,052 - 0 \pm 0,004/2$$

$$HE_{\max} = D_{\max} - \alpha + H/2 = 25,052 - 0 + 0,004/2 = 25,054\text{мм}$$

$$HE_{\min} = D_{\max} - \alpha - H/2 = 25,052 - 0 - 0,004/2 = 25,05\text{мм}$$

$$HE_{\text{исп}} = HE_{\max} - H \quad HE_{\text{исп}} = 25,054 - 0,004$$

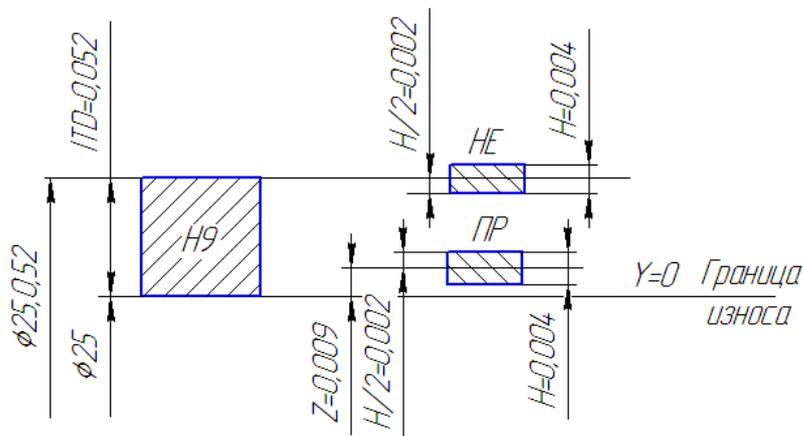


Рисунок 8.3- Схемы расположения полей допусков калибра-пробки.

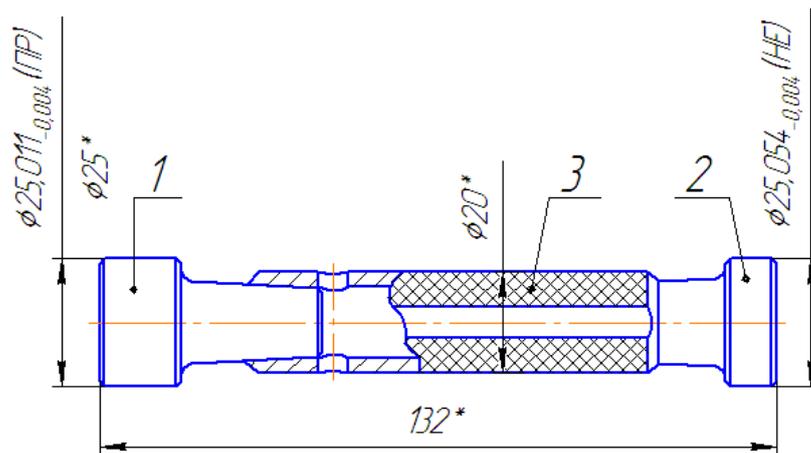


Рисунок 8.4- Эскиз калибр-пробки для контроля отверстия  $\phi 25H9$

## 2 Расчет исполнительных размеров гладкого калибр-скобы для контроля заданного вала $\phi 25 f8$

2.1 Для заданного поля допуска по табл.1.19 ЕСДП т.1 с.33 находятся отклонения вала:

$$es = -20 \text{ мкм} = -0,02 \text{ мм} \quad ei = -53 \text{ мкм} = 0,053 \text{ мм}$$

2.2 Вычислим предельные размеры проверяемого вала:

$$d_{\max} = d + es = 25 + (-0,02) = 24,98 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = d + ei = 25 + (-0,053) = 24,947 \text{ мм}$$

2.3 Найти отклонения и допуски для калибров-скоб по табл.1.3 - табл. 1.6 ЕСДП т.2 с.8-10

$$H1 = 6 \text{ мкм} = 0,006 \text{ мм} \quad Z1 = 5 \text{ мкм} = 0,005 \text{ мм} \quad Y1 = 4 \text{ мкм} = 0,004 \text{ мм} \quad \alpha = 0$$

2.4 Вычислить предельные размеры проходного калибра-скобы ПР по формулам (табл.1.7 ЕСДП т.2 с.10)

### 2.4.1.Проходная сторона новая

$$ПР = D_{\max} + Z1 \pm H1/2 = 24,98 + 0,005 \pm 0,006/2$$

$$ПР_{\max} = D_{\max} + Z1 + H1/2 = 24,98 + 0,005 + 0,006/2 = 24,998 \text{ мм}$$

$$ПР_{\min} = D_{\max} + Z1 - H1/2 = 24,98 + 0,005 - 0,006/2 = 24,982 \text{ мм}$$

$$ПР_{\text{исп}} = ПР_{\min} + H1 \quad ПР_{\text{исп}} = 24,98 + 0,006$$

### 2.4.2 Проходная сторона изношенная

$$ПР_{\text{изн}} = D_{\max} - Y1 + \alpha 1 = 24,98 - 0,004 + 0 = 24,976$$

### 2.4.3.Непроходная сторона новая

$$HE = D_{\min} + \alpha 1 \pm H1/2 = 24,947 + 0 \pm 0,006/2$$

$$HE_{\max} = D_{\min} + \alpha 1 + H1/2 = 24,947 + 0,006/2 = 24,95 \text{ мм}$$

$$HE_{\min} = D_{\min} + \alpha 1 - H1/2 = 24,947 + 0,006/2 = 24,944 \text{ мм}$$

$$HE_{\text{исп}} = HE_{\min} + H1 \quad HE_{\text{исп}} = 24,944 + 0,006$$

3. Выполнить схемы расположения полей допусков калибров - скоб и калибров - пробок для контроля гладких соединений.

Схемы расположения полей допусков калибров - скоб и калибров - пробок для контроля гладких соединений приведены в ЕСДП т.2 с.4 рисунок 1.1.

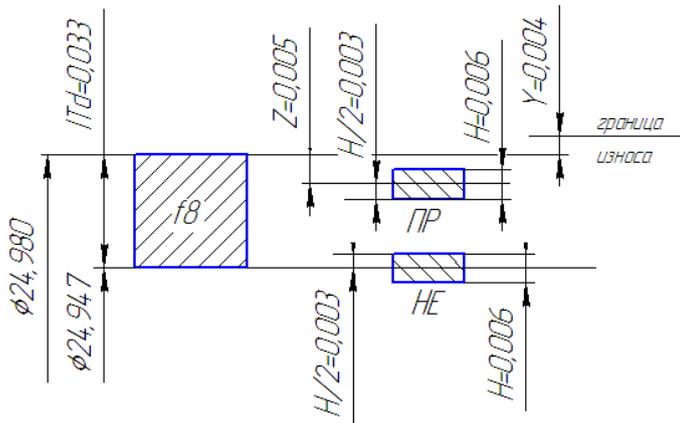


Рисунок 8.5 - Схемы расположения полей допусков калибра-скобы.

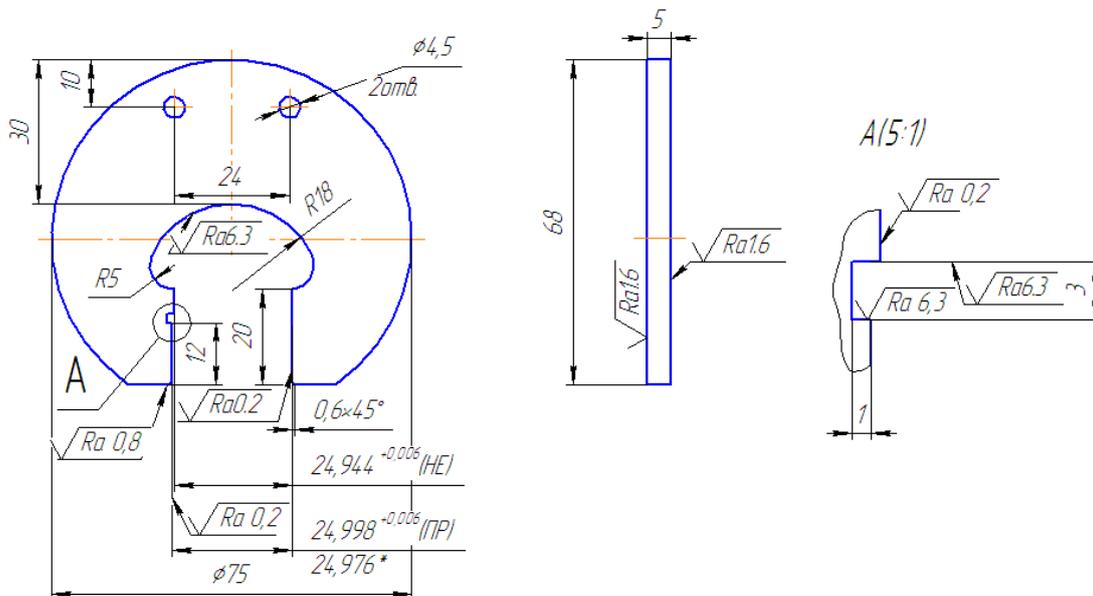


Рисунок 8.6 - Эскиз калибр-скобы для контроля вала Ø25f8.

### Контрольные вопросы:

1. Назовите общее правило пользования проходными и непроходными калибрами для контроля отверстий?
2. Назовите общее правило пользования проходными и непроходными калибрами для контроля валов?
3. Что понимается под номинальными размерами калибров ?
4. Назовите назначение и правила пользования контрольными калибрами К – ПР, К – НЕ, К – И?
5. В чем состоит принцип подобия (принцип Тейлора), положенный в основу конструирования гладких предельных калибров?
6. Чем объяснить, что гладкие предельные калибры не используют для контроля размеров деталей, изготовленных с точностью выше 6-го качества?
7. Что называется исполнительным размером калибра?

## Практическая работа №10

**Тема:** Статистические методы контроля качества продукции

**Цель работы** - получение практических навыков проведения статистического управления качеством продукции на основе применения контрольных карт на основе альтернативных данных.

### Пояснения к работе.

Эти карты используются при контроле по альтернативному признаку. Это значит, что после проверки изделие считается либо годным, либо дефектным и решение о качестве контролируемой совокупности принимают в зависимости от числа обнаруженных в выборке или пробе дефектных изделий или от числа дефектов, приходящихся на определенное число изделий (единиц продукции).

Альтернативные данные представляют собой наблюдения, фиксирующие наличие или отсутствие некоторых характеристик (или признаков) у каждой единицы рассматриваемой выборки. На основе этих данных производится подсчет числа единиц, обладающих или не обладающих данным признаком, или число таких событий в единице продукции, группе или области. Альтернативные данные в общем случае могут быть получены быстро и дешево, для сбора их не требуется специального обучения.

Контрольные карты на основе альтернативных данных применяют когда:

- получение альтернативных данных (при контроле, сортировке, ремонте и т.п.) не требует дополнительных затрат.

Необходимо только нанести эти данные на контрольную карту;

- необходима оперативность, простота и небольшие затраты при сборе данных, например при проведении контроля с использованием калибров.

По качественным признакам (или по альтернативному признаку) различают следующие контрольные карты:

- карта доли дефектной продукции (р-карта)
- карта числа дефектных единиц продукции (рп-карта)
- карта числа дефектов (с-карта)
- карта числа дефектов на единицу продукции (и-карта)

Наиболее распространенным для метода учета дефектов является контроль качества доли дефектных единиц продукции, называемый *p*-картами.

Карта доли дефектной продукции применяется для контроля и регулирования технологического процесса по доле дефектных изделий в выборке. Точки на контрольной карте ставят по значениям доли дефектной продукции в выборках:

$$p_i = \frac{x}{n_i}, \text{ где } n_i - \text{объем } i\text{-й выборки, } x - \text{количество бракованных изделий в выборке.}$$

Выборка берётся за смену, сутки или более.

Среднюю линию рассчитывают по уравнению:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k p_i}{k}, \text{ где } k - \text{число выборок. Обычно } k = 20...30.$$

Контрольные границы находят по уравнению:

$$K_{с.н} = \bar{p} \pm 3 \times \sqrt{\frac{\bar{p} \times (1 - \bar{p})}{n_i}}$$

Объем выборки подбирают так, чтобы в ней было в основном от 1 до 5 дефектных изделий. Если объем выборки неодинаков при каждом отборе, то контрольные границы вычисляют при каждом отборе (для каждой точки), т.е. границы в этом случае непостоянны.

Если на *p*-карте по результатам статистического контроля ни одна точка не находится вне границ регулирования, то процесс считается налаженным; при этом все отклонения точек от центральной линии являются случайными.

Если впоследствии какая-либо точка оказывается вне границ регулирования, то это значит, что появилась определенная причина разладки процесса.

**Пример.** При внедрении статистического регулирования производства изделий получены данные, приведённые в табл. 1. Построить контрольную р-карту и провести по ней статистический анализ процесса.

Таблица 1

№ выборки	Объем выборки	Число дефектных изделий
1	50	2
2	50	3
3	50	1
4	50	2
5	50	2
6	50	0
7	50	1
8	50	1
9	50	4
10	50	1
11	50	0
12	50	3
13	50	1
14	50	1
15	50	0
16	50	0
17	50	5
18	50	1
19	50	4
20	50	2

**Решение.**

1. Определяем долю дефектных единиц продукции для каждой выборки ( $p_i$ ) и заносим значения в таблицу 2.

Таблица 2

№ выборки	Доля дефектных единиц продукции
1	0,04
2	0,06
3	0,02
4	0,04
5	0,04
6	0
7	0.02
8	0.02
9	0.08
10	0.02
11	0
12	0.06
13	0.02
14	0.02
15	0
16	0
17	0.1
18	0.02
19	0.08
20	0.04

2. Рассчитываем значение средней линии:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k p_i}{k} = \frac{0,68}{20} = 0,034$$

3. Находим верхнюю нижнюю границу регулирования:

$$K_{e.} = \bar{p} + 3 \times \sqrt{\frac{\bar{p} \times (1 - \bar{p})}{n_i}} = 0,034 + 3 \times \sqrt{\frac{0,034 \times (1 - 0,034)}{50}} = 0,111$$

$$K_{н.} = \bar{p} - 3 \times \sqrt{\frac{\bar{p} \times (1 - \bar{p})}{n_i}} = 0,034 - 3 \times \sqrt{\frac{0,034 \times (1 - 0,034)}{50}} = -0,043$$

4. Строим p-карту на которой наносим последовательно значения p, среднюю линию доли дефектов и линии верхней и нижней границы регулирования (нижнюю границу часто не указывают).



5 **Вывод:** на p-карте нет признаков разлаженности процесса. Поэтому процесс следует считать стабильным.

**Задание.**

Построить контрольную карту по результатам, представленным в табл.3, с учётом того, что объём выборки постоянный и равен 100. С помощью карты провести статистический анализ процесса.

Таблица.3

№ выборки	Число дефектных изделий	№ выборки	Число дефектных изделий
1	5	14	3
2	2	15	6
3	3	16	4
4	0	17	1
5	2	18	2
6	3	19	3
7	2	20	1
8	4	21	6
9	6	22	2
10	1	23	3
11	2	24	5
12	3	25	2
13	4		

## Методика выполнения работы

*При проведении работы необходимо выполнить следующие мероприятия:*

1. Ознакомиться с р-п контрольной картой дефектов;
2. По исходным данным провести расчет показателей для построения контрольной карты и результаты свести в таблицу;
3. Построить р-п контрольную карту дефектов и определить стабильность процесса;
4. Ответить на контрольные вопросы.

### **Содержание отчета:**

1. Наименование практической работы, цель и задание с исходными данными;
2. Расчет показателей р-п карты с занесением результатов в таблицу;
3. Построение р-п контрольной карты с выводом по ней.

### **Контрольные вопросы.**

1. Что контрольная карта?
2. Какие показатели применяются при построении контрольной р-п карты?
3. Каковы достоинства имеет р-п контрольная карта?

### **3. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

#### **Перечень используемых учебных изданий, дополнительной литературы**

##### ***Основные источники:***

1. Козловский Н.С. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения: учебник для уч. техникумов. Н.С Козловский, А.Н Виноградов. – М.: Машиностроение, 1982-284с.:ил.
2. Мягков В.Д. Допуски и посадки. Справочник в 2-х частях. / В.Д. Мягков и др./.  
- Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1982-440с.:ил.
3. Никифоров А.Д. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. - М.: Высшая школа, 2000.
4. В.П.Мельников. Управление качеством: Учебник для студ. Учреждений сред.проф.образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2005

##### ***Дополнительные источники:***

Интернет-ресурсы:

1. [www.smtu.ru/rus/fengo\\_original/osnovy.pdf](http://www.smtu.ru/rus/fengo_original/osnovy.pdf)
2. [www.aup.ru](http://www.aup.ru) > Библиотека > Книги > Статистика