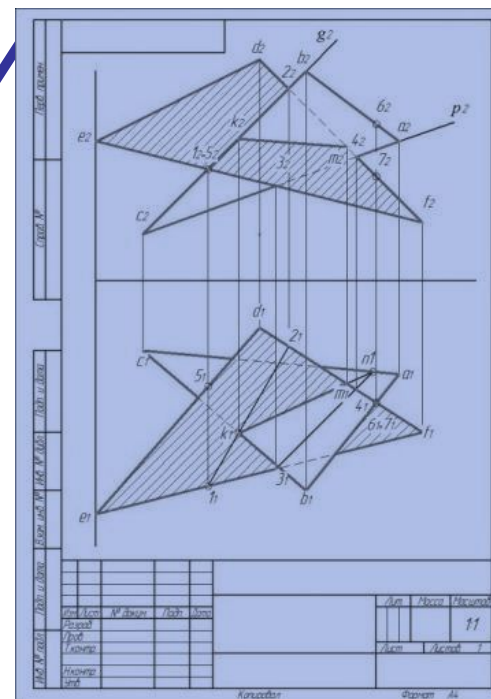


Анализ чертежа. Основы оценки технологичности.

Введение в курс Технология машиностроения

Аносов Максим Сергеевич



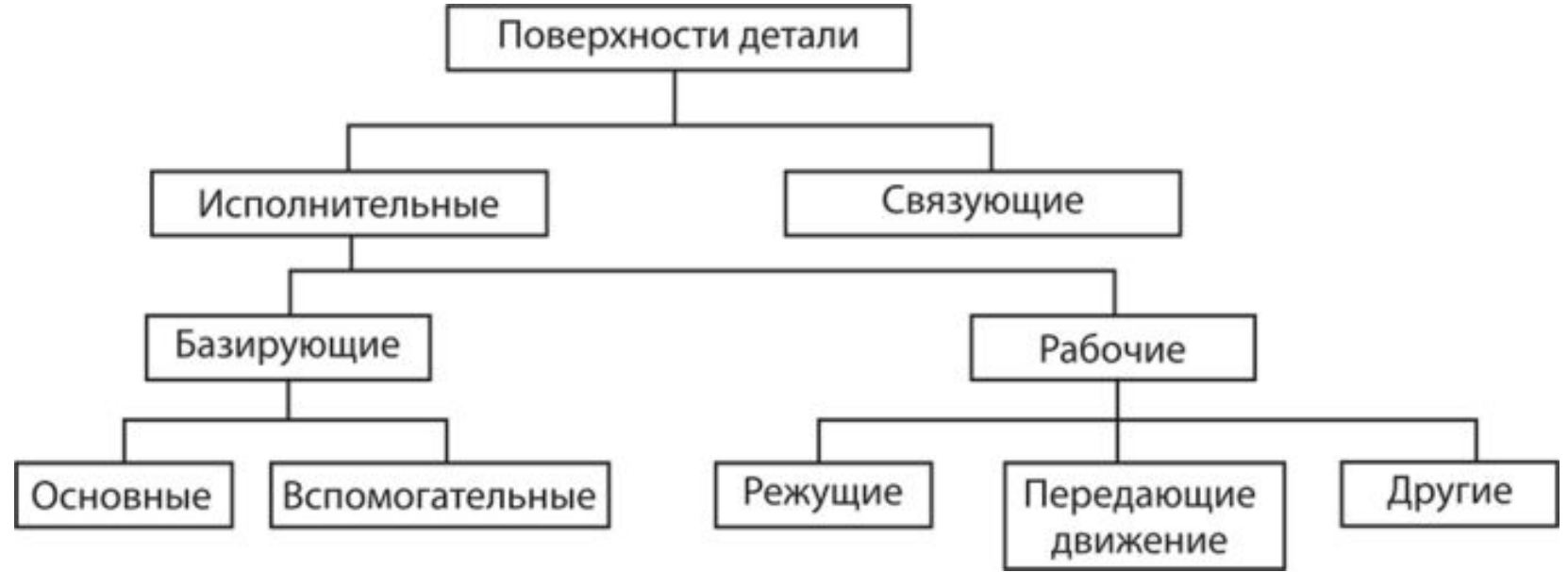
Анализ чертежа детали

При анализе чертежа детали необходимо обратить внимание на следующие вопросы:

- **наличие размеров, видов и разрезов, требований точности и качества к поверхностям и др. (все то что изучали в рамках Основы инженерной графики).**
- **соблюдение рядов предпочтительности для линейных и угловых размеров;**
- **правильные обозначения точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей;**
- **полнота информации по точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей детали, а также по точности форм поверхностей и их взаимного расположения;**
- **соответствие точности основных обрабатываемых поверхностей и их шероховатости и др.**

Классификация поверхностей деталей

В зависимости от служебного назначения все многообразие поверхностей деталей изделий машиностроения по ГОСТ 21495-76 подразделяются на **основные, вспомогательные, исполнительные и свободные (связующие).**



Так, свободные поверхности на детали самые грубые, т.к. практически не влияют на функционирование детали в узле, а исполнительные наоборот устанавливают самыми точными.

Классификация поверхностей деталей

Также все поверхности детали можно классифицировать на **простые элементарные поверхности ПЭП** (состоящие из одной элементарной поверхности) и **сложные элементарные поверхности СЭП** (состоящие из нескольких элементарных поверхностей).

По конфигурации поверхности детали можно классифицировать на следующие основные группы:

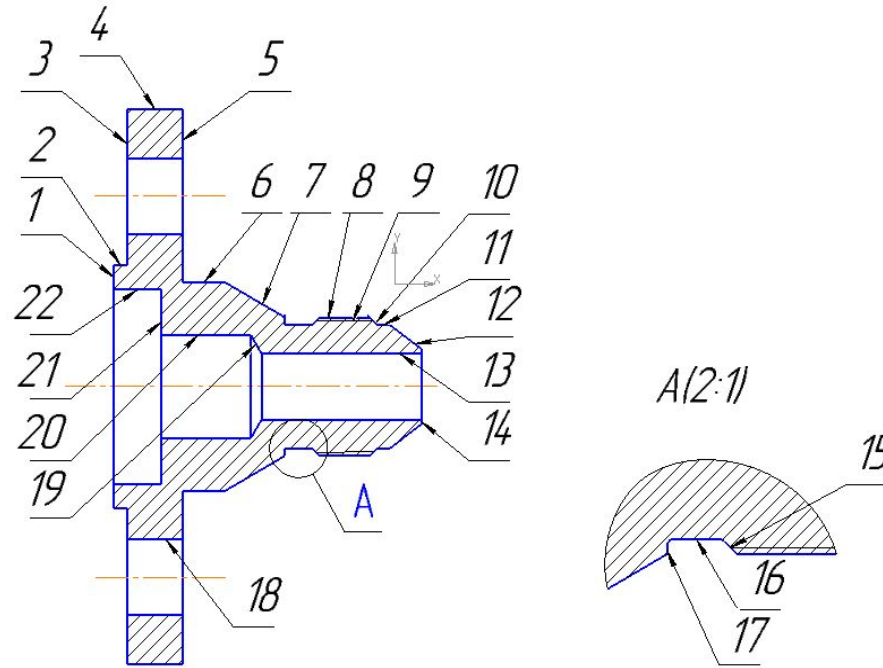
- **Плоские поверхности ПП;**
- **Цилиндрические поверхности.** В свою очередь подразделяются на **наружные цилиндрические поверхности НЦП** (ступени вала и т.д.) и **внутренние цилиндрические ВЦП** (отверстия);
- **Конусные поверхности** (внутренние ВКП и наружные НКП);
- **Торцовые поверхности.** Подразделяются также на **наружные (НТП)** и **внутренние торцовые поверхности (ВТП);**
- **Фаски** (наружные НФас и внутренние ВФас);
- **Радиуса** (наружные НРад и внутренние ВРад);

Классификация поверхностей деталей

- *Пазы* (П);
- *Резьбовые поверхности* (внутренние ВРП и наружные НРП);
- *Шлицевые поверхности* (внутренние ВШП и наружные НШП);
- *Зубчатые поверхности* (внутренние ВЗП и наружные НЗП);
- *Фасонные поверхности* (ФП).

На основе выделенной классификации рассмотрим основные методы обработки выделенных поверхностей.

Пример классификации



На рассматриваемой детали имеются следующие типы поверхностей:

- Наружные цилиндрические поверхности НЦП – 2, 4, 6, 8, 11, 16;
- Внутренние цилиндрические поверхности ВЦП – 13, 18, 20, 22;
- Наружные торцевые поверхности НТП – 1, 3, 5, 14, 17;
- Внутренние торцевые поверхности ВТП – 21;
- Наружная конусная поверхность (фаски) (НКП) – 7, 10, 12, 15;
- Внутренняя конусная поверхность (фаска) (ВКП) – 19;
- Наружная резьбы (НР) – 9.

Наиболее точными (основными) являются поверхности ВЦП 13 и НЦП 4.

Пример анализа чертежа детали

1. Для выданного чертежа определить: чертеж детали содержит все необходимые проекции и разрезы, дающие полное представление о детали, четкое толкование ее конфигурации или нет?? Если нет предложить исправить!
2. Рассмотрим соответствие размеров рядам предпочтительности:

Размер	Ряд предпочтительности
1	2
Линейные и диаметральные размеры (ГОСТ 6636)	
Диаметральные размеры	
Ø80	Ra10
Ø55(±0,70)	Доп. ряд
Линейные размеры	
20	Ra10
6.5	Доп. ряд
Радиуса	
R0,5	Ra10
R0,4	Ra5
Угловые размеры (ГОСТ 8908)	
60°	Ряд 1
Резьбы (ГОСТ 8724)	
M20(x1,5-6g)	1-й ряд

Перевод старых обозначений шероховатости

Базовая длина L, мм	Обозначение шероховатости по				Вид обработки
	ГОСТ 2789-59	ГОСТ 2789-73	Изм. №1 ГОСТ 2789-73*	Изм. №3 ГОСТ 2.309-73	
-	~	✓	✓	✓	Прокат, отливки поковки, штамповки.
8,0	$\sqrt{500}$	$\sqrt{Rz\ 500}$	$\sqrt{Rz\ 800}$	$\sqrt{Ra\ 800}$	Кислородная и плазменно-дуговая резка
8,0	▽1	$\sqrt{Rz\ 320}$	$\sqrt{Rz\ 400}$	$\sqrt{Ra\ 400}$	Резка на ножницах и пилах, вырубка и пробивка
8,0	▽1 ▽2 ▽3	$\sqrt{Rz\ 320}$ $\sqrt{Rz\ 160}$ $\sqrt{Rz\ 80}$	$\sqrt{50}$ $\sqrt{25}$ $\sqrt{12,5}$	$\sqrt{Ra\ 50}$ $\sqrt{Ra\ 25}$ $\sqrt{Ra\ 12,5}$	Зачистка резцом, фрезой. Грубое сверление, строгание, расточка, точение, фрезерование.
2,5	▽4 ▽5	$\sqrt{Rz\ 40}$ $\sqrt{Rz\ 20}$	$\sqrt{6,3}$ $\sqrt{3,2}$	$\sqrt{Ra\ 6,3}$ $\sqrt{Ra\ 3,2}$	Чистовое сверление, строгание, расточка точение, фрезерование
0,8	▽6 ▽7 ▽8	$\sqrt{2,5}$ $\sqrt{1,25}$ $\sqrt{0,63}$	$\sqrt{1,6}$ $\sqrt{0,8}$ $\sqrt{0,4}$	$\sqrt{Ra\ 1,6}$ $\sqrt{Ra\ 0,8}$ $\sqrt{Ra\ 0,4}$	Тонкое строгание, расточка, точение, фрезерование. Чистовое шлифование. Обычное полирование.
0,25	▽9 ▽10 ▽11 ▽12	$\sqrt{0,32}$ $\sqrt{0,16}$ $\sqrt{0,08}$ $\sqrt{0,04}$	$\sqrt{0,2}$ $\sqrt{0,1}$ $\sqrt{0,05}$ $\sqrt{0,025}$	$\sqrt{Ra\ 0,2}$ $\sqrt{Ra\ 0,1}$ $\sqrt{Ra\ 0,05}$ $\sqrt{Ra\ 0,025}$	Тонкое шлифование и полирование. Среднее хонингование, лаппингование.
0,08	▽13 ▽14	$\sqrt{0,02}$ $\sqrt{0,01}$	$\sqrt{0,012}$	$\sqrt{Ra\ 0,012}$	Тонкое хонингование, лаппингование, суперфиниширование.

Перевод из старых обозначений шероховатости в новые рекомендуется оформить в виде таблицы ____.

Таблица ____ Предпочтительное обозначение шероховатости поверхностей

Указанное на чертеже	Предпочтительное
$\sqrt{Rz20}$ $\sqrt{Rz40}$	$\sqrt{Ra3,2}$ $\sqrt{Ra6,3}$

Анализ размеров

4. Для выданного чертежа определить: *Все ли размеры указаны в соответствии с ГОСТ 2.307 и их общее количество на чертеже достаточно для изготовления и контроля детали?*

Если нет предложить исправление.

Указание полей допусков и предельных отклонений размеров на чертежах производится согласно ЕСКД по ГОСТ 2.307 следующим образом:

- ✓ условным обозначением полей допусков (рекомендуется в массовом производстве): $\text{Ø}20\text{m}6$, $\text{Ø}50\text{H}7$, $\text{Ø}100\text{f}8$ и т.д.;
- ✓ числовыми значениями предельных отклонений (рекомендуется в единичном производстве);
- ✓ смешанным способом (рекомендуется в серийном производстве).

Для серийного типа производства, который чаще всего встречается необходимо все размеры привести к указанию в **смешанном виде: номинал, точность, отклонения** (напр. $10\text{H}9(^{+0.036})$).

Перевод полей допусков

При переводе размеров в стандартный вид необходимо учитывать следующее:

- Технолог не имеет права расширять конструкторский допуск!!!, можно лишь уменьшать его до ближайшего стандартного;
- Также если не указано отклонений на размер, необходимо учитывая тип поверхности (рис. **) принять следующее отклонение:
 - Для размеров конструктивных элементов типа «вал» (рис. **а) по h14;
 - Для размеров конструктивных элементов типа «отверстия» (рис. **б) по H14;
 - Для остальных (рис. **в) по js14.

Старые обозначения полей допусков (типа В7, А5 и т.д.) переводятся в новые согласно таблицам перевода.

С учетом проведенного анализа информация приводится в виде таблицы 3.4.

Таблица Перевод размеров чертежа к полям допусков по ГОСТ

Размер по чертежу	Размер по ГОСТ 25346
7±0,5	7js16(±0,45)
35	35h14(_{0,62})
19 _{0,5}	19h12(_{0,21})
Ø22В7	Ø22h14(_{0,52})
Ø17А7	Ø17H14(^{+0,43})

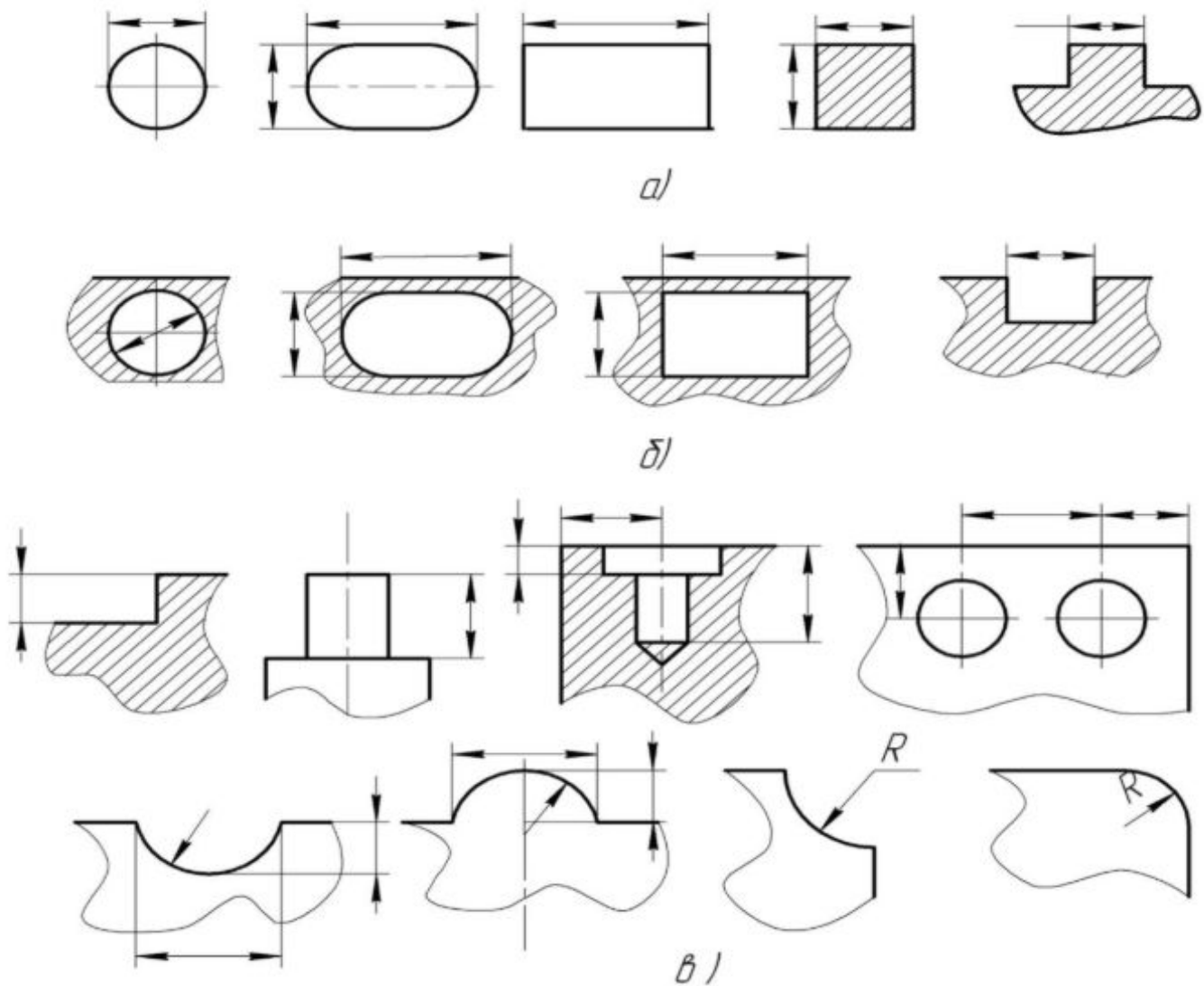


Рисунок ** Классификация конструктивных элементов (размеров)
 а – типа вал; б – типа отверстия; в – элементы не относящиеся к отверстиям и валам

Анализ соответствия точности и

шероховатости

5. Анализ соответствия точности поверхностей их шероховатости проводится с помощью сравнения шероховатости, указанной на чертеже, с нормативной шероховатостью Ra_H , которую для нормального уровня геометрической точности (A) можно определить:

$$Ra_H = 0,05 \cdot T$$

где T – допуск на размер, мкм.

Если $Ra < Ra_H$, то применяется отделочный этап обработки (шероховатость отставить по чертежу!),

если $Ra = Ra_H$ – основной этап обработки (шероховатость отставить по чертежу!).

Выражение $Ra > Ra_H$ логически неверно, нужно на чертеже поставить $Ra = Ra_H$, окончательный этап обработки – основной.

Обрабатываемая поверхность	Допуск на размер T , мкм	Шероховатость по чертежу Ra , мкм	Нормативная шероховатость Ra_H мкм	Примечание	Принимаем
1	2	3	4	5	6
$\varnothing 80h8(-0,046)$	46	Ra3,2	Ra2,3	$Ra > Ra_H$	Ra1,6
$\varnothing 9,5H8(+0,022)$	22	Ra3,2	Ra1,1	$Ra > Ra_H$	Ra0,8

Анализ технических требований к чертежу

При анализе технических требований следует согласно ГОСТ 2.316 «Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц» указывать на чертеже технические требования в следующем порядке:

- а) требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость, влажность, гигроскопичность и т. Д.), указание материалов-заменителей;
- б) размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, массы и т. П.;
- в) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии;
- г) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;
- д) требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;
- е) другие требования к качеству изделий, например: бесшумность, виброустойчивость, самоторможение и т. Д.;
- ж) условия и методы испытаний;
- з) указания о маркировании и клеймении;
- и) правила транспортирования и хранения;

Таким образом приведенные на чертеже технические требования нужно выписать, описать что они показывают и предусматривают в ТП, а также переписать их в последовательности которая приведена выше.

По результатам проведенного анализа необходимо сделать чертеж с учетом предложенных изменений.

Основные определения теории технологичности

- Технологичность конструкции изделий (ТКИ) рассматривается как совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ (ГОСТ 14.205 – 83).
- Из приведенного определения следует, что ТКИ – понятие относительное. Технологичность одного и того же изделия в зависимости от типа того производства, где оно изготавливается, и от конкретных производственных условий может быть различной.

Основные определения теории технологичности

- **Производственная ТКИ** заключается в сокращении средств и времени на конструкторскую подготовку производства, технологическую подготовку производства, процессы изготовления, в том числе контроля и испытаний, монтаж вне предприятия-изготовителя.
- **Эксплуатационная ТКИ** заключается в сокращении средств и времени на подготовку к использованию по назначению, технологическое и техническое обслуживание, текущий ремонт, утилизацию.
- **Ремонтная технологичность** заключается в сокращении средств и времени на все виды ремонта.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ

```
graph TD; A[АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ] --> B[Качественный анализ технологичности]; A --> C[Количественный анализ технологичности];
```

Качественный анализ технологичности

Проводят анализируя:

- материал детали;
- геометрическую форму;
- качество поверхностей;
- способ простановки размеров;
- возможные способы получения заготовки.

Количественный анализ технологичности

Выражается показателем, численное значение которого характеризует степень удовлетворения требованиям технологичности конструкции сборочной единицы и её деталей.

Коэффициенты технологичности

- Коэффициент точности обработки

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{\text{ср}}},$$

где $A_{\text{ср}}$ – средний квалитет детали.

$$A_{\text{ср}} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i}$$

9	2	18	
11	4	44	
14	10	140	
ИТОГО	16	202	0,921

Коэффициенты технологичности

- Коэффициент шероховатости

$$K_{\text{Ш}} = \frac{1}{Ra_{\text{ср}}},$$

где $Ra_{\text{ср}}$ – средняя шероховатость детали.

$$Ra_{\text{ср}} = \frac{\sum Ra_i \cdot n_i}{\sum n_i}$$

0,8	1	0,8	
3,2	1	3,2	
12,5	10	125	
ИТОГО	12	129	0,093

Коэффициенты технологичности

- Коэффициент унификации

Рассматривают на однотипных поверхностях!

$$K_y = \frac{Q_y}{Q},$$

где Q_y - количество унифицированных поверхностей,

Q - общее количество поверхностей

Коэффициенты технологичности

- Коэффициент стандартизации

$$K_{\text{СТ}} = \frac{Q_{\text{СТ}}}{Q},$$

где $Q_{\text{СТ}}$ - количество стандартных поверхностей (условно по ГОСТ 6636 см. слайд 7)

Q - общее количество поверхностей

Коэффициенты технологичности

- Коэффициент использования материала

$$\text{КИМ} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{заг}}},$$

где $m_{\text{д}}$ - масса детали;

$m_{\text{заг}}$ - масса заготовки.

Задание по курсу

Исходные данные: чертеж детали. Тип производства – среднесерийный

- 1. Определить есть ли нарушения требований ЕСКД – рамки, заполнение основной надписи, наличие и полнота технических требований, заполненность формата, количество видов, разрезов и размеров и т.д.**
- 2. Провести декомпозицию поверхностей деталей. Определить точность (по самому точному размеру) и качество каждой поверхности (по самой точной шероховатости).**
- 3. К каким рядам относятся размеры детали (таблица)? Она стандартизирована?**
- 4. Провести анализ правильности обозначений точности и шероховатости. Где не верно – предложить исправления.**
- 5. Провести анализ соответствия точности и шероховатости диаметральных поверхностей.**
- 6. Провести анализ технических требований чертежа.**