

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ (ТПМ)

Цель курса ТПМ - дать необходимые знания по выбору технологических методов получения и обработки заготовок, деталей, обеспечивающих требуемое качество изделий, экономию материалов и др. ресурсов, высокую производительность труда.

Задачи курса ТПМ:

- изучение технологических методов получения, обработки и улучшений технологических характеристик материалов, заготовок и деталей машин, достоинств и недостатков этих методов, областей их применения;
- получение сведений о наиболее перспективных, ресурсосберегающих высокоэффективных методах изготовления машин;
- ознакомление с основными видами оборудования, оснастки и инструмента, применяемых в технологических процессах получения, обработки и улучшений технологических характеристик материалов, заготовок и деталей машин;
- приобретение навыков проектирования отдельных технологических процессов машиностроения.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Технология конструкционных материалов:** Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, Л.Н. Бухаркин и др.; **Под ред. А.М. Дальского.** - 5-е изд., исправленное. - М.: Машиностроение, 2004. - 512 с, ил.
2. **Технологические процессы машиностроительного производства: Альбом.**/ Адашкин А.М., Гусев А.А. и др. В 3-х ч. М.: Изд. «Станкин» 1993. Ч.1-256с., Ч.2-339с., Ч.3-156с.
3. Павлов В.В., Орловский Э.П., Журавлёва Л.Н., Иванов Г.Н., Иванов В.Г., Ращупкина О.П. **Технологические процессы литья:** Учебное пособие. - М.: ГОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2005 - 96с.
4. **Обработка металлов ковкой:** Метод. указ. к выполнению лаб. раб./Сост. Павлов В.В., Акаев А.Б., Журавлева Л.Н., Иванов Г.Н., Орловский Э.П. - М.: МГТУ «СТАНКИН». - 40с.
5. **Технологические процессы слесарной обработки:** Метод. указ. к выполнению лаб. раб./Сост. Павлов В.В., Борисенко Г.А., Акаев А.Б., Журавлева Л.Н., Иванов Г.Н. – М.: МГТУ «СТАНКИН», 1997. – 71с.

1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВА

Основа современной цивилизации состоит в целенаправленном воздействии человека на природу с целью преобразования природных продуктов в изделия, удовлетворяющие те или иные потребности человека. Причем, эти изделия в настоящее время настолько отличаются от природных продуктов, что иногда даже трудно представить те исходные природные материалы, из которых они получены (например, компьютер).

Если ранее человек непосредственно мог воздействовать на природные продукты с помощью своих органов и своей энергии, то современное производство основано на применении различного рода машин, агрегатов, которые, преобразуя различные виды энергии, могут осуществлять воздействие на природные продукты значительно более эффективно.

Машина - механическое устройство, выполняющее движения для преобразования энергии, материалов или информации. Основное назначение машин - частичная или полная замена производственных функций человека с целью облегчения труда и повышения его производительности.

Машины образуют основу созданной человеком ноосферы, являются продуктом человеческого мышления и могут рассматриваться как отражение человеческой мысли, материальное воплощение человеческой психологии.

Достижения всех отраслей производства базируются на достижениях в развитии соответствующих машин. Поэтому наша Цивилизация иногда характеризуется как машинная цивилизация, а **машиностроение является важнейшей отраслью промышленности.**

Машины, применяемые человеком для преобразования природы **делятся на:**

Технологические - металлорежущие станки, прессы, оборудование пищевой промышленности (диспергаторы, смесители и т.д.), сельскохозяйственные машины и т.д.

Транспортные - поезда, автомобили, суда, самолеты, конвейеры, промышленные роботы и т.д.

Энергетические - генераторы, турбины, двигатели внутреннего сгорания, электродвигатели, и т.д.

Машины, в которых преобразование вещества, энергии происходит не за счет механического движения, а за счет других физических, химических или биологических процессов, - реакторы, агрегаты, аппараты.

Устройство для получения и преобразования информации - прибор (ЭВМ - конечно не машина, а прибор. Такая терминология сохранилась с тех времен, когда вычислительные устройства были основаны чисто на механическом принципе).

Каждая машина, агрегат, прибор обладают существенными для человека свойствами, среди которых имеются как полезные, так и вредные свойства. История развития этих средств отражает попытки максимизировать полезные свойства этих искусственных объектов при минимизации их отрицательного влияния на человека непосредственно или окружающую среду.

Так, скорость транспорта постоянно увеличивается, производительность технологического оборудования растет, мощность и КПД энергетических машин повышается. Набор свойств этих технических средств настолько широк, что сравнение их возможно только при сопоставлении близких, предназначенных для выполнения одной цели устройств. Невозможно, например, сравнение легкового и грузового автомобиля, хотя сравнение легковых автомобилей может производиться по одним и тем же техническим критериям. (Максимальная скорость, вместимость, потребление топлива на 100 км пути и т.д.).

Важнейшими отраслями промышленности следует считать именно производство средств производства.

Служебное назначение машины — это совокупность потребительских свойств и технических требований, т.е. максимально уточнённая и четко сформулированная задача, для решения которой предназначена машина.

Уровень развития цивилизации в настоящее время определяется *техническим прогрессом*, именно достигнутыми характеристиками (или техническими критериями) машин, приборов и т.д.

Качество машин характеризуется рядом показателей (ГОСТ 15467-79), которые можно условно разделить на следующие три группы.

1. **Технический уровень, определяющий степень совершенства машины:** мощность, КПД, производительность, экономичность и др.

2. **Производственно-технологические показатели** (или **показатели технологичности конструкций**), фиксирующие эффективность конструктивных решений с точки зрения обеспечения оптимальных затрат труда и средств на изготовление изделия, его эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт. К этим показателям относятся трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость, агрегатность (сборность), показатели стандартизации и унификации.

3. **Эксплуатационные показатели:**

а) **надежность изделия**;
 б) **эргономическая характеристика** или **степень учета** ком-
 плекса гигиенических, физиологических и других потребностей
 человека в **системе человек - машина - среда**;

в) **эстетическая оценка**, т.е. совершенство художественной композиции, внешнее оформление изделия и др.

При оценке качества изделия следует также учитывать степень его патентной чистоты. Показатели качества позволяют дать количественную характеристику всех свойств машины.

Машины, их детали и узлы в процессе изготовления на машиностроительном предприятии являются изделиями.

Изделие – любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделие может быть основного производства, предназначенное для реализации и вспомогательного – для собственных нужд. Изделие в зависимости от наличия или отсутствия составных частей бывает **специфицированное** (сборочные единицы, комплекты, комплексы), состоящее из 2-х и более частей и **неспецифицированное (детали)**, не имеющее составных частей.

Стандартом установлены следующие виды изделий: деталь, сборочная единица (узел), комплект, комплекс, агрегат.

Свойства машин возникают при сборке из отдельных элементов - деталей.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и по марке материала без применения сборочных операций.

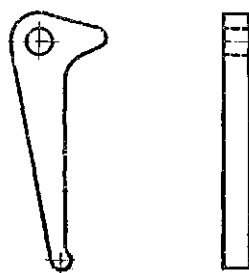


Рис1. Кулачок – деталь

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями.

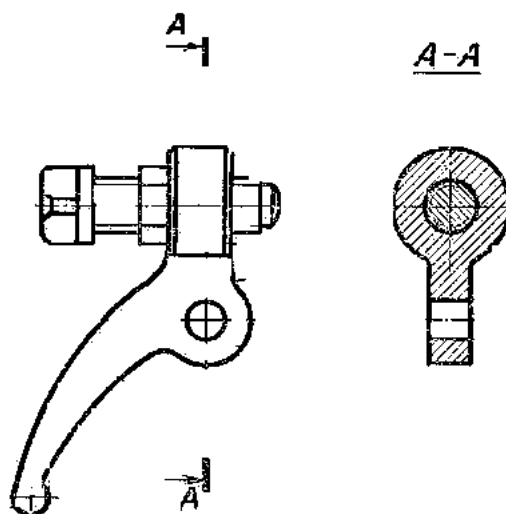


Рис2. Кулачок – сборочная единица

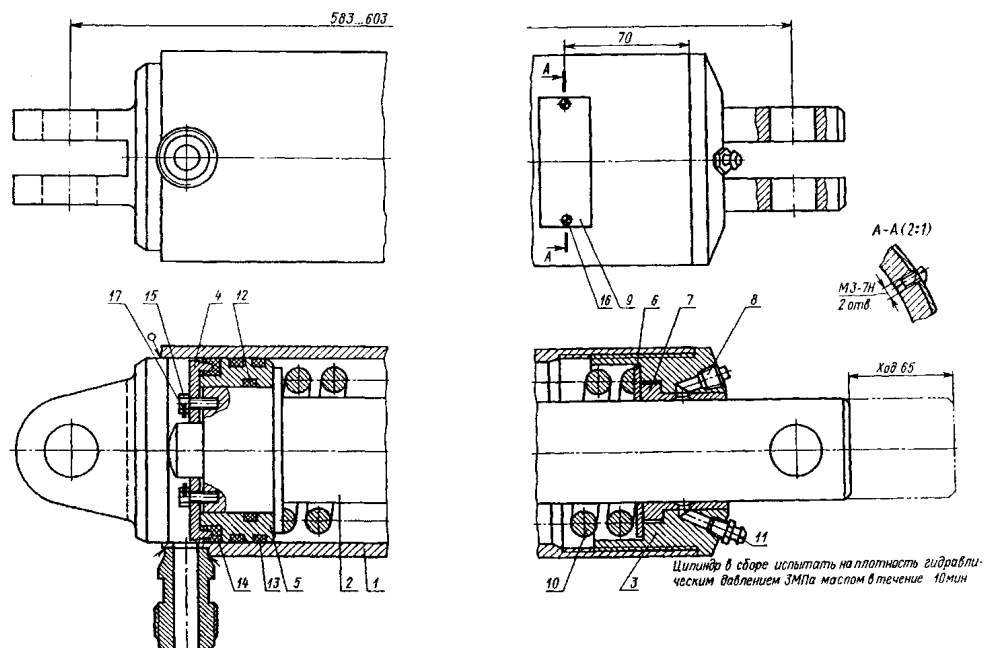


Рис.3. Сборочный чертеж

Форм. зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечан.																										
			<u>Документация</u>																												
A1		АБВГ. ХХХХХХ.300.СБ	Сборочный чертеж																												
			<u>Сборочные единицы</u>																												
A2	1	АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ.СБ	Корпус цилиндра	1																											
			<u>Детали</u>																												
A3	2	АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ	Плунжер	1																											
A4	3	АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ	Крышка цилиндра	1																											
A4	4	АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ	Кольцо подманжетное	1																											
A4	5	АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ	Кольцо плунжера	1																											
A4	6	АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ	Шайба	1																											
A4	7	АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ	Втулка специальная	1																											
A4	8	АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ	Пробка	1																											
A4	9	АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ	Планка	1																											
A3	10	АБВГ. ХХХХХХ.ХХХ	Пружина	1																											
			<u>Стандартные изделия</u>																												
	11		Масленка 1.1Ц6 ГОСТ 19853-74	1																											
	12		Кольцо 075-080-25-2-4 ГОСТ 9833-73	1																											
	13		Кольцо 108-112-25-2-4 ГОСТ 9833-73	2																											
	14		Манжета 85×110 ГОСТ 14896-84	1																											
<table border="1"> <tr> <td>Изм. Лист</td><td>№ докум.</td><td>Подпись</td><td>Дата</td><td colspan="2">АБВГ. ХХХХХХ.300</td></tr> <tr> <td>Разраб.</td><td>Ильин</td><td></td><td></td><td colspan="2" rowspan="2">Цилиндр тормоза</td></tr> <tr> <td>Проб.</td><td>Алексеев</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Н. контр.</td><td>Мурабин</td><td></td><td></td><td colspan="2" rowspan="2">Предприятие</td></tr> <tr> <td>Утв.</td><td>Полова</td><td></td><td></td></tr> </table>						Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АБВГ. ХХХХХХ.300		Разраб.	Ильин			Цилиндр тормоза		Проб.	Алексеев			Н. контр.	Мурабин			Предприятие		Утв.	Полова		
Изм. Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АБВГ. ХХХХХХ.300																											
Разраб.	Ильин			Цилиндр тормоза																											
Проб.	Алексеев																														
Н. контр.	Мурабин			Предприятие																											
Утв.	Полова																														
				Литер.	Лист																										
					1																										
					2																										

Рис.4 Спецификация

Комплекс – два или более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями - предназначен для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций.

Комплект - два или несколько изделий, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, - представляют набор изделий, имеющих общее эксплуатационное значение вспомогательного характера.

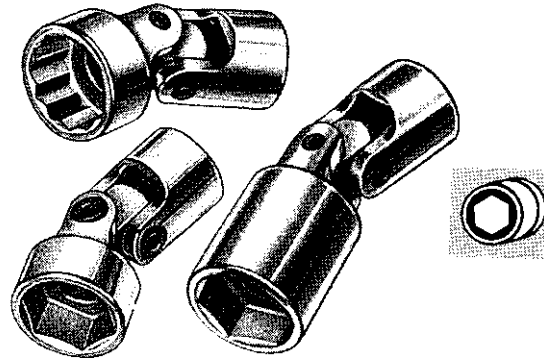


Рис.5.Комплект торцевых головок с шарниром: 12-гранной, 6-гранной и удлиненной 6-гранной

Комплектуемое изделие – изделие предприятия-поставщика, применяемого как составная часть изделия, выпускаемого другим предприятием.

Полуфабрикат – изделие предприятия-поставщика, подлежащее дополнительной обработке или сборке.

Заготовка - предмет производства, из которого изменением формы, размеров, шероховатости поверхностей и свойств материала изготавливают деталь.

Исходная заготовка - заготовка перед первой технологической операцией.

Основной материал - материал исходной заготовки.

Вспомогательный материал – материал, расходуемый при выполнении технологического процесса.

Производственный процесс – все действия людей и орудий производства, необходимые на данном предприятии для изготовления или ремонта изделия.

Технологический процесс – часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства.

2.СВОЙСТВА ДЕТАЛЕЙ

Если свойства машин чрезвычайно разнообразны, то **свойства деталей условно можно разделить на 5 основных, несводимых друг к другу категорий, которые универсальны и могут быть оценены с единых позиций. К таким свойствам относятся: свойства материалов, форма, размеры, точность, свойства поверхности (шероховатость).** Эти свойства определяются служебным назначением детали.

Свойства материалов будут рассмотрены ниже.

Номинальным размером называется размер, определяемый исходя из функционального назначения изделия. Номинальные размеры, с целью унификации оснастки и измерительных средств, должны выбираться из ряда нормальных линейных размеров, в соответствии со стандартом.

Точность изготовления: точность размеров, точность формы и взаимного расположения поверхностей

Изготовить и даже измерить размер можно только с определенной степенью точности, которая также определяется из функционального назначения детали.

Разность между максимальным и минимальным допустимыми размерами детали называется полем допуска.

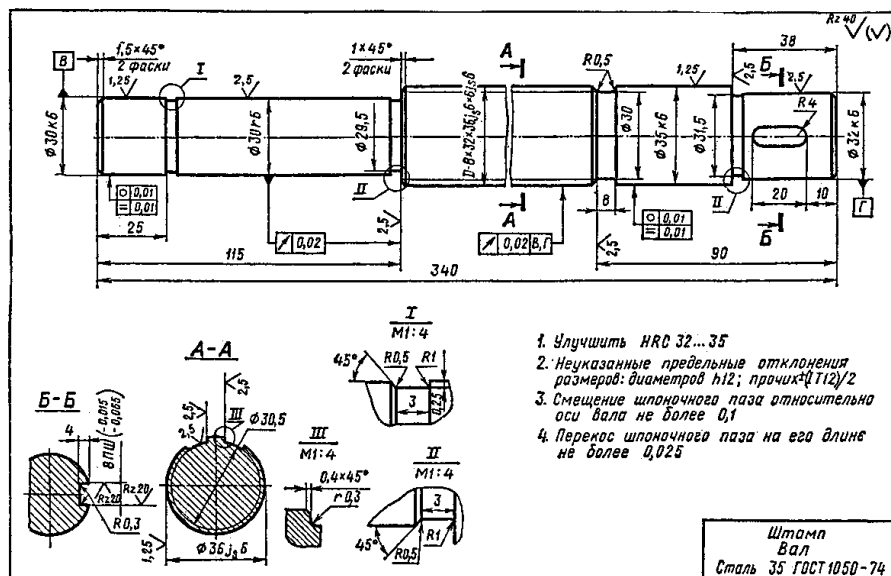


Рис.6. Чертеж детали

Величина поля допуска зависит от номинального размера и квалитета точности, которые в соответствии со стандартом обозначаются цифрой.

Квалитеты точности в зависимости от назначения деталей Табл.1

01 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Особо точные изделия
концевые меры длины,
детали прецизионных
приборов, подложки
интегральных микро-
схем, оптические
детали....

Сопрягаемые поверхности де-
талей, подшипники, направля-
ющие поверхности...
Детали стан-
ков, авиастро-
ение, двигате-
ли...
Менее ответс-
твенные маши-
ны...

Несопрягаемые
поверхности
деталей машин
:
:
:
:
:

Например: 20H9 (+0,052) , 35f7 (-0,025
-0,050)

Точность формы (рис.7) характеризуется цилиндричностью, некруглостью, плоскостностью и т.п.; точность взаимного расположения поверхностей (рис.8)– перпендикулярностью, параллельностью поверхностей, биением и т.п. Они определяются степенью точности.

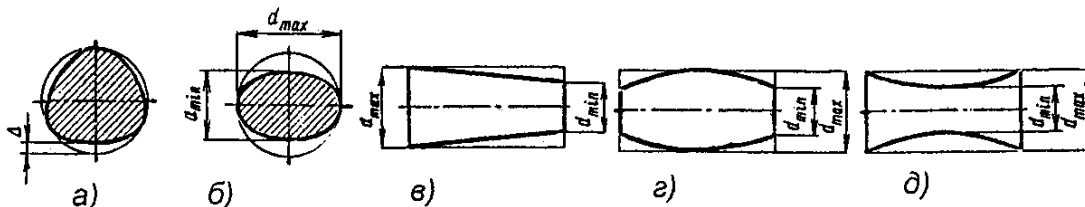


Рис. 7. Отклонения формы: а-огранка; б-овальность; в-конусообразность; г-бочкообразность; д-седлообразность

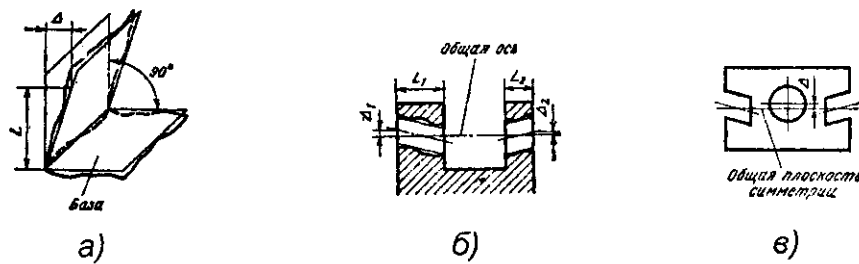


Рис.8.Отклонения расположения: а-отклонение от перпендикулярности плоскостей; б-отклонение от соосности относительно общей оси; в-отклонение от симметричности относительно общей плоскости симметрии

Точность изготовления во многом определяет качество (технические характеристики) изделия.

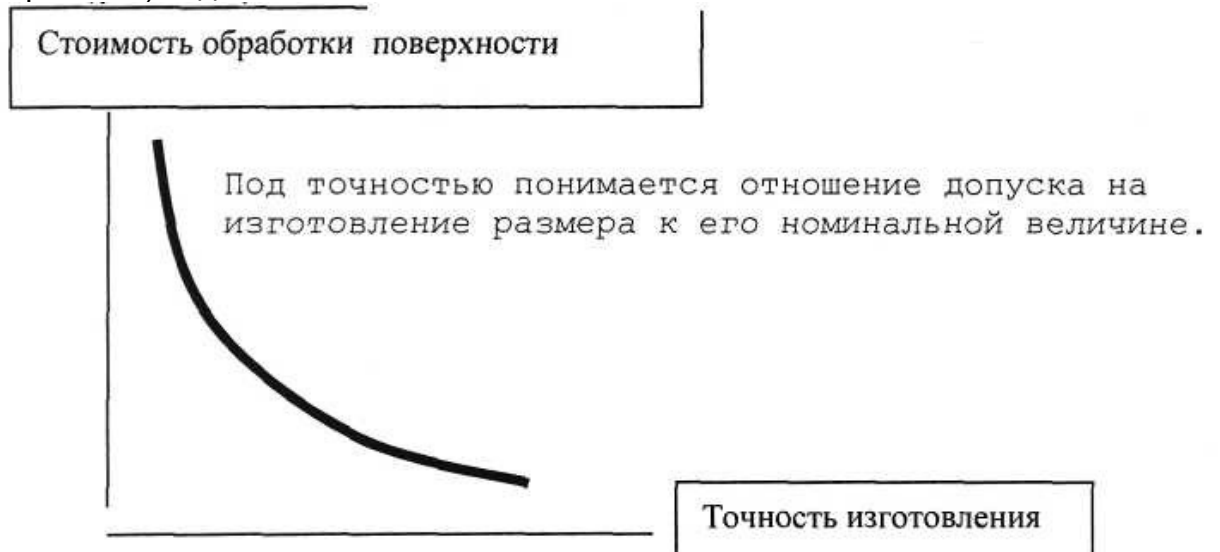


Рис.9. Зависимость стоимости обработки от точности изготовления

Шероховатость поверхности оценивается по ГОСТ 2789—73 по следующим основным параметрам: R_a — среднее арифметическое отклонение профиля; R_z — высота неровностей профиля по десяти точкам.

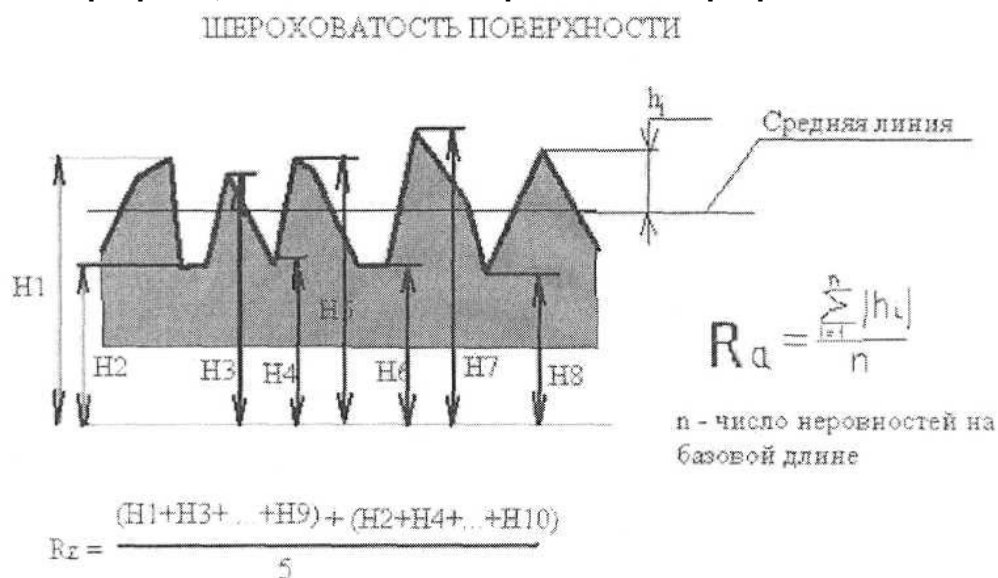


Рис10.Определение параметров шероховатости поверхности

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a есть среднее значение расстояний точек измеренного профиля до его средней линии (рис.10).

Высота неровностей R_z характеризует среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины l пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин, измеренное от линии, параллельной средней линии.

Параметры шероховатости поверхности измеряются и задаются на чертежах в микрометрах (мкм) и номинальные значения их для разных классов шероховатости стандартизованы (табл. 2,3).

Классы шероховатости поверхности Табл.2

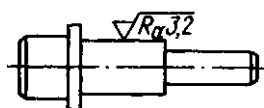
Классы шероховатости поверхности	Среднее арифметическое отклонение профиля R_a , мкм, не более	Высота неровностей R_z , мкм, не более	Базовая длина, мм
1	—	320	8
2	—	160	
3	—	80	
4	—	40	2,5
5	—	20	
6	2,5	—	0,8
7	1,25	—	
8	0,63	—	
9	0,32	—	0,25
10	0,16	—	
11	0,08	—	
12	0,04	—	
13	—	0,1	0,08
14	—	0,05	

Области применения различных параметров шероховатости Табл.3

R_z	320;160;80;40;20;10; 6,3; 3,2; 1,6; 0,8; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05			
R_a	80; 40;20;10; 5;2,5;1,25; 0,63;0,32; 0,16;0,08;0,04;0,02;0,01			
Область применения	Несопрягаемые поверхности деталей машин		Сопрягаемые поверхности деталей машин, пары трения...	Оптические детали, подложки микросхем, поверхности деталей накопителей информации...
Метод достижения	Литье, штамповка, резание	Резание	Резание, шлифование	Полирование

На чертежах приняты следующие обозначения шероховатости:

$\sqrt{R_z 50} (\surd)$



3.ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЯ

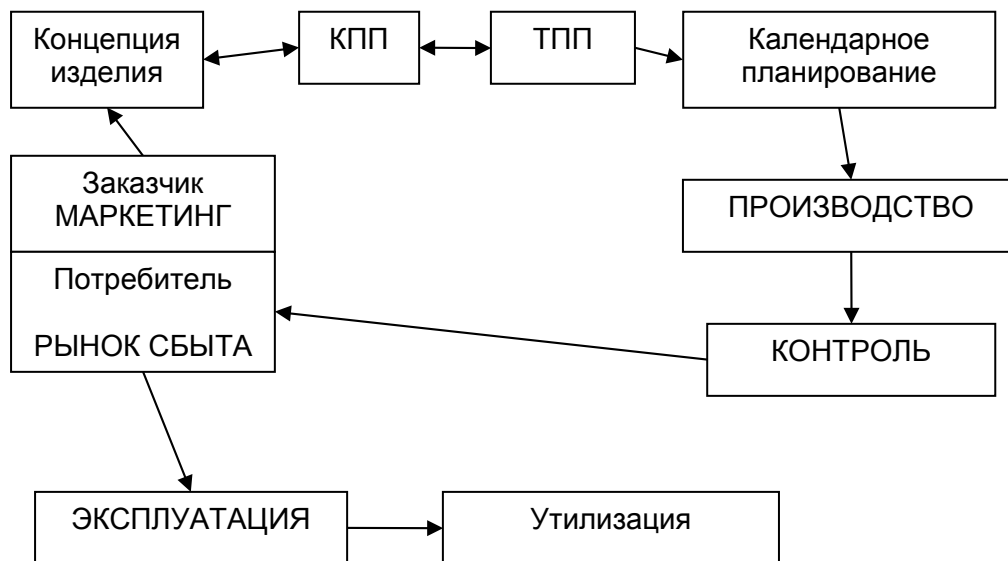


Рис. 11. Жизненный цикл изделия

Концепция изделия - определение основных технико-экономических показателей.

Конструкторская подготовка производства (КПП) - разработка конструкторской документации (техническое предложение – эскизный проект – рабочий проект)

Технологическая подготовка производства (ТПП) - определяет технологическую готовность производства (проектирование технологических процессов (ТП), проектирование оснастки и инструментов второго порядка).

4.ПОНЯТИЕ О ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИЗДЕЛИЯ

Технологичность конструкции изделия определена ГОСТ 14.205-83 (ред. 1989 г.) как совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Обеспечение технологичности изделия — важная для предприятий функция подготовки производства, включающая комплекс взаимосвязанных мероприятий по управлению технологичностью и совершенствованию условий выполнения работ. Технологичность конструкции изделия является динамически изменяющимся качеством, так как связана с большим количеством внешних по отношению к изделию переменных факторов, например, с объемом выпуска, состоянием технологической базы производящих и эксплуатирующих предприятий, организацией производства и т.п.

Технологичность конструкции специфицируемого изделия рассматривают относительно всего изделия, учитывая технологичность составных частей, сборочных единиц, требований технических условий по проведению испытаний, монтажу вне предприятия-изготовителя, техническому обслуживанию и ремонту.

Виды технологичности по областям проявления, факторы, определяющие требования к технологичности, и виды оценок представлены на рис. 12.

Отработка конструкции изделия на технологичность производится совместно разработчиками конструкторской и технологической документации, предприятиями-изготовителями изделия и представителями заказчика (специалистами по техническому обслуживанию и ремонту техники).

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЯ

ВИДЫ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ (по области проявления)

Производственная

- при технологической подготовке производства
- при изготовлении
- при монтаже вне предприятия изготовителя

Эксплуатационная

- при подготовке к использованию по назначению
- при техническом обслуживании
- при текущем ремонте
- при утилизации

Ремонтная

- при всех видах ремонта, кроме текущего

ГЛАВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ

Вид изделия

- деталь
- сборочная единица
- комплекс
- комплект

Объем выпуска

Тип производства

- единичное
- серийное
- массовое

ВИД ОЦЕНКИ

- количественная
- качественная

Рис. 12. Виды технологичности, главные факторы, определяющие требования к технологичности конструкции, и виды оценки технологичности

5.ТИПЫ ПРОИЗВОДСТВА

В зависимости от типа производство может быть следующим.

Единичное производство – производство, определяемое широкой номенклатурой изготавливаемых изделий и малым объемом выпуска.

Серийное производство – производство, характеризующееся ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска.

Коэффициент закрепленных операций - отношение числа всех различных технологических операций, выполненных в течение месяца, к числу рабочих мест.

Мелкосерийное производство - от 20 до 40 закрепленных операций.

Среднесерийное производство - от 10 до 20...

Крупносерийное производства - от 1 до 10.

Массовое производство – производство, характеризующееся узкой номенклатурой изделий, изготавливаемых непрерывно в течение длительного времени.

Рис.13. Чертеж детали со штампом

