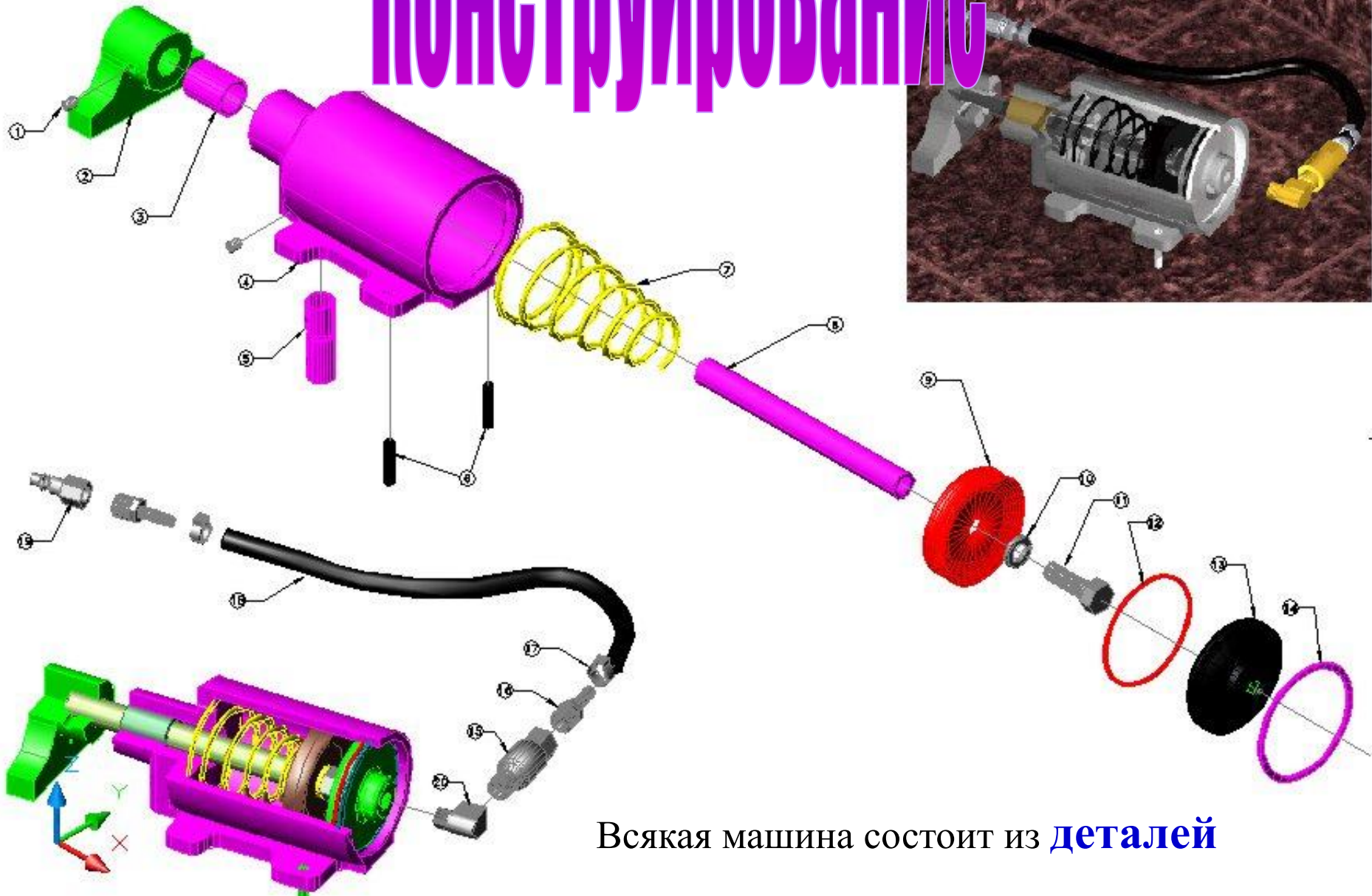
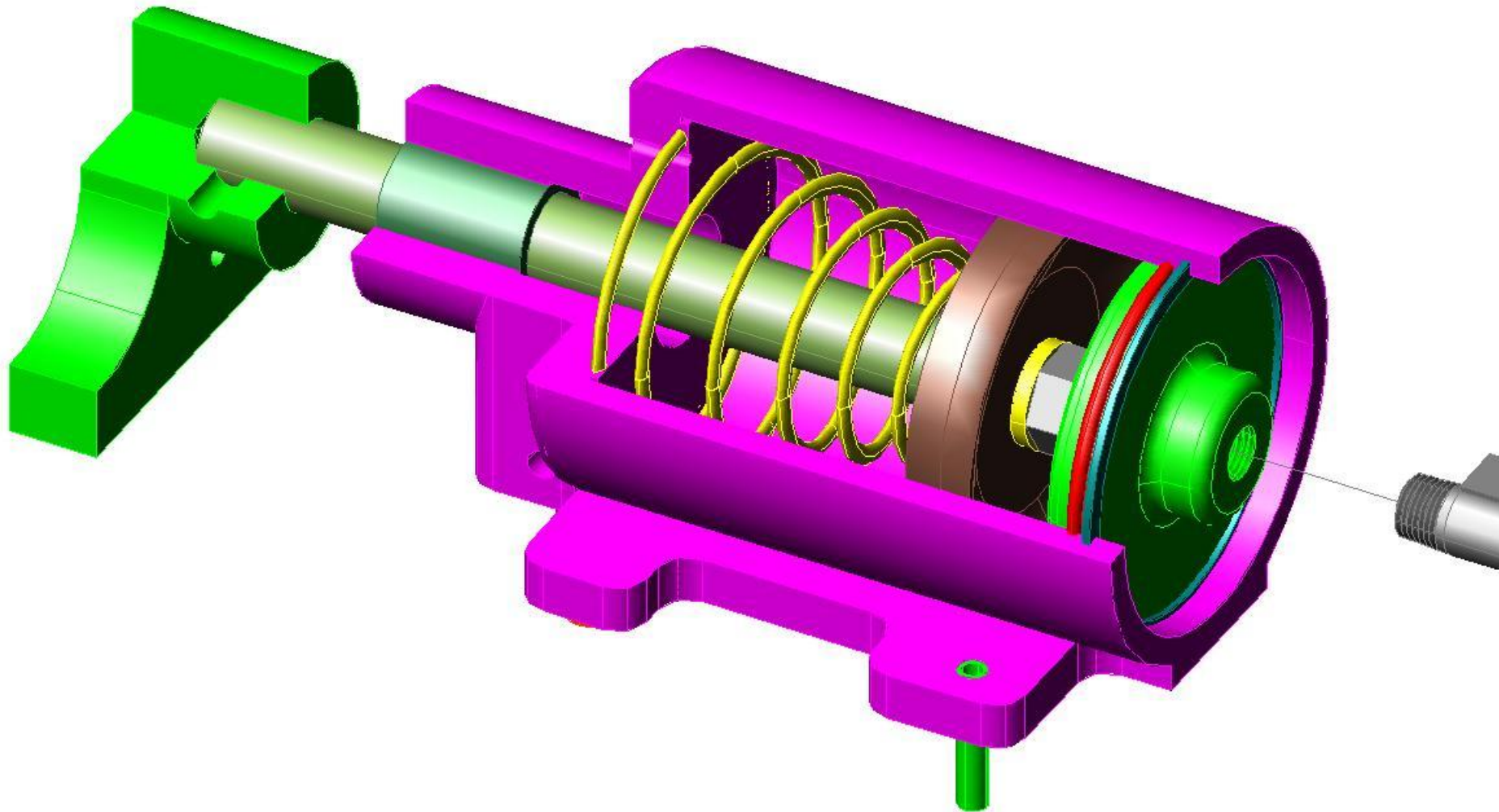


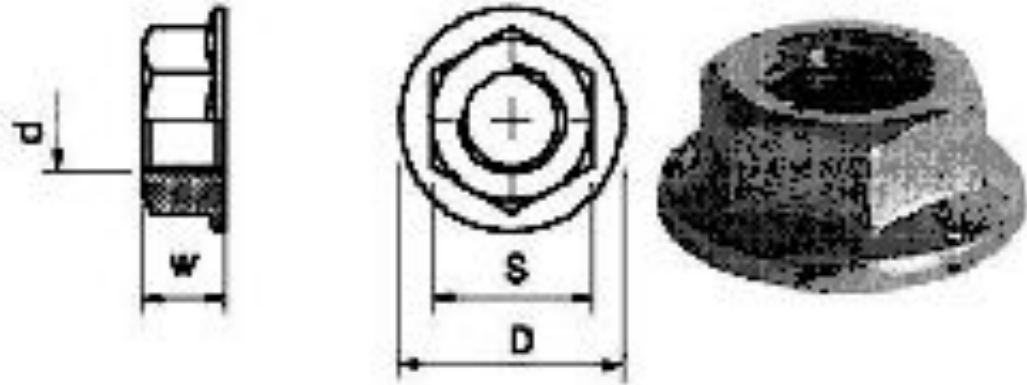
Конструирование



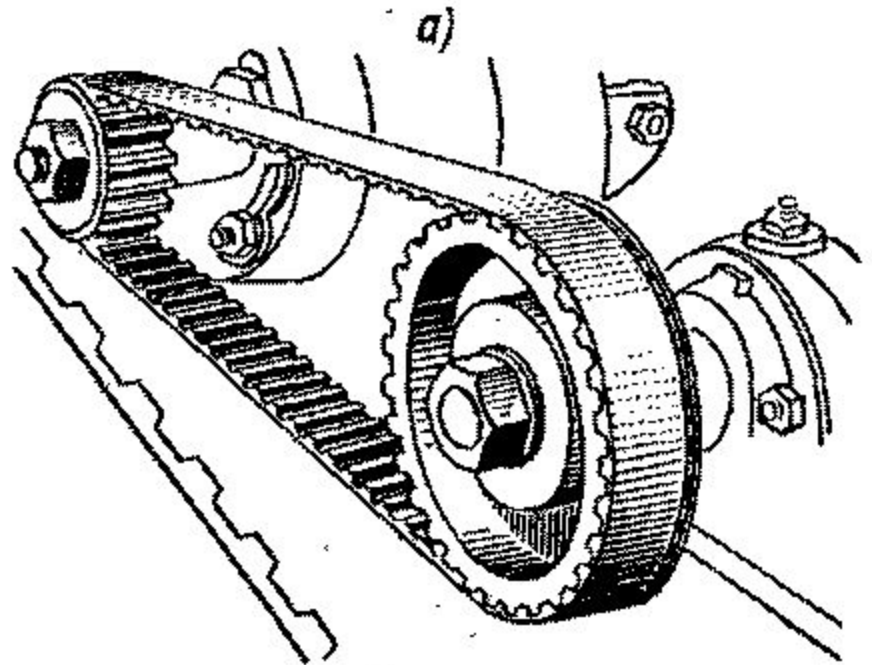
Всякая машина состоит из **деталей**



Деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например, винт, гайка, вал.



Комплекс совместно работающих деталей, объединенных общим назначением и по конструкции представляющих собой обособленную единицу, называется **сборочной единицей или узлом**, например, редуктор, муфта.

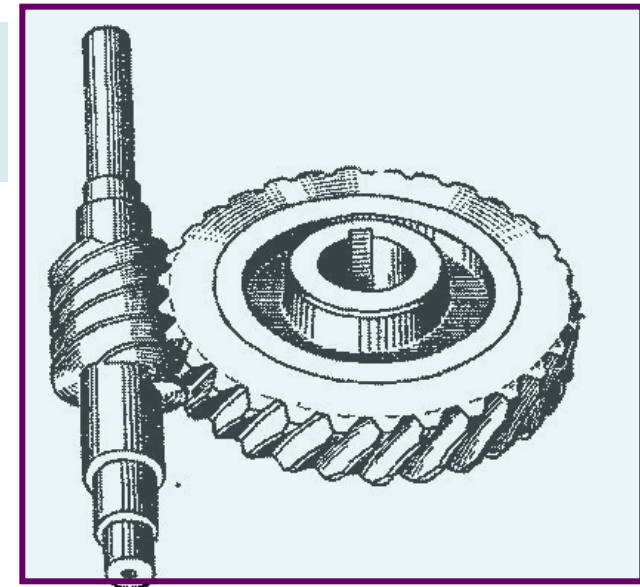
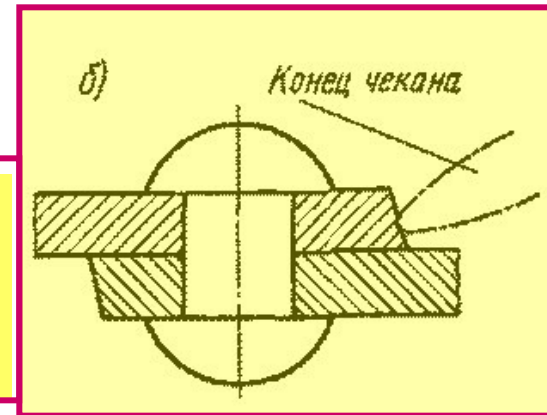
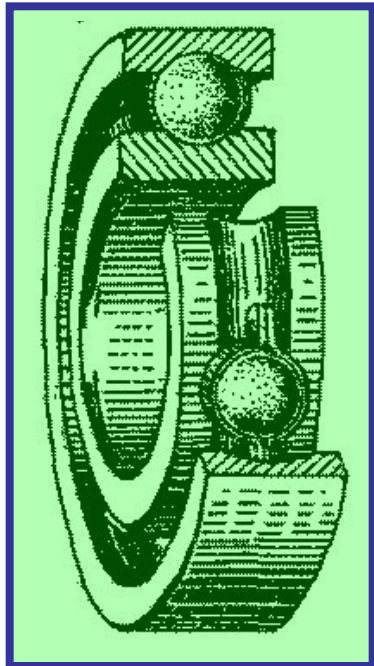


В курсе изучают детали машин и сборочные единицы **общего назначения**, т. е. такие, которые встречаются **во многих машинах**.

Проводится конструирование и оценочный расчет :

соединений — заклепочных, сварных, паяных, клеевых, с натягом, резьбовых, клиновых, штифтовых, шпоночных, зубчатых (шлицевых) и профильных (бесшпоночных);

передач — фрикционных, ременных, зубчатых, червячных, цепных, винт — гайка;



несущих и базирующих элементов — осей, валов, подшипников скольжения и качения, муфт и пружин, уплотнений и устройств смазки.

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

работоспособность

Работоспособность — состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией.

Основными критериями работоспособности деталей машин являются: **прочность, жесткость, устойчивость, износостойкость, виброустойчивость и теплостойкость.**

Прочность деталей – под действием приложенных сил детали не должны разрушаться и в них не должны появляться остаточные деформации

Жесткость деталей — Различают объемную (собственную) и контактную жесткость.

При ***объемной*** возникают смещения, обусловленные упругими деформациями всего объема детали

При ***контактной*** жесткости имеют в виду перемещения, связанные только с деформациями поверхностных слоев. Деталь не должна смещаться и перемещаться при возникающих нагрузках больше предельно допустимых значений.

Устойчивость детали — критерий работоспособности длинных и тонких стержней, а также тонких пластин, подвергающихся сжатию силами, лежащими в их плоскости, и оболочек, испытывающих внешнее давление или осевое сжатие. Потеря устойчивости происходит при достижении нагрузкой критического значения при этом происходит резкое качественное изменение характера деформации детали.

Износостойкость детали — критерий работоспособности трущихся деталей машин. В результате износа снижаются коэффициент полезного действия, точность сопряжений, надежность, долговечность и экономичность деталей машин. Износ деталей значительно повышает стоимость эксплуатации машин в связи с необходимостью периодической проверки их состояния и ремонта, что вызывает простои и снижает производительность машин.

Виброустойчивость деталей, - способность работать в нужном диапазоне динамических режимов без недопустимых колебаний (достаточно далеких от области резонанса). Вибрирование деталей ухудшает качество работы машины, порождает шум и может вызвать их разрушение.

Теплостойкость деталей — Работа некоторых машин сопровождается тепловыделением. Чрезмерное тепловыделение снижает работоспособность деталей машины и ухудшает качество, ее работы.

Надёжность

Надежность — свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в нужных пределах.

Надежность, характеризует способности машины и ее деталей на протяжении определенного срока времени или выполнения требуемой наработки работать без **отказа**.

Событие, связанное с нарушением работоспособности объекта, называется **отказом**

Надежность изделия обуславливается его **безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью**, а также **долговечностью** его частей.

Безотказность — свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки. Наработка - продолжительность или объем работы объекта.

Ремонтопригодность — свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения его отказов, повреждений и устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания.

Сохраняемость — свойство объекта непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после срока хранения и (или) транспортирования.

Долговечность — свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

Резервирование – введение резервных (запасных), дублирующих и предохранительных частей или узлов, избыточных по отношению к минимальной структуре детали или механизма, используемых в случае отказа функционирующей части изделия.

Условия эксплуатации

Для надёжного функционирования механизмов, узлов и деталей необходимо обеспечить стойкость изделий к воздействиям, указанным в условиях эксплуатации изделий

Это могут быть, оговоренные по величине и времени действия, воздействия: *механические, климатические, химические, биологические, радиационные, магнитные, электрические* и др.

Механические воздействия, связанные с эксплуатацией и транспортировкой, включают в себя: нагрузки, вибрации, удары.

Климатические воздействия, связанные с эксплуатацией и транспортировкой, включают в себя воздействия: температурой, давлением, влажностью, грязью и пылью.

Химическое воздействие связано с работой изделий в агрессивных средах.

Биологическое воздействие связано с работой изделий в среде содержащей биологические организмы, использующие детали в пищу, как место укрытия или жилище, как враждебный организм.

Стандартизация деталей машин

Стандартизация — установление специальных обязательных норм, называемых стандартами, которым должны соответствовать определенные виды или отдельные параметры продукции

Назначение **стандартизации** — максимальное упрощение и удешевление производства путем использования наиболее целесообразных, зарекомендовавших себя на практике видов изделий, их исполнения, конструктивных форм, размеров, технических и качественных характеристик и некоторых других показателей.

Стандартами в машиностроении нормализованы:

правила оформления машиностроительных чертежей;

ряды чисел, на базе которых устанавливаются линейные размеры, мощности, угловые скорости, грузоподъемные и другие величины;

машиностроительные материалы, их химический состав, основные механические свойства и термообработка;

шероховатость поверхности деталей;

допуски и посадки;

форма и размеры наиболее распространенных деталей и сборочных единиц;

конструктивные элементы многих деталей машин;

диаметры и ширина шкивов.

Конструкционные материалы

Это материалы, используемые для изготовления деталей машин общего назначения

Основные конструкционные материалы:

стали — железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода до 2%;

чугуны — железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода свыше 2%;

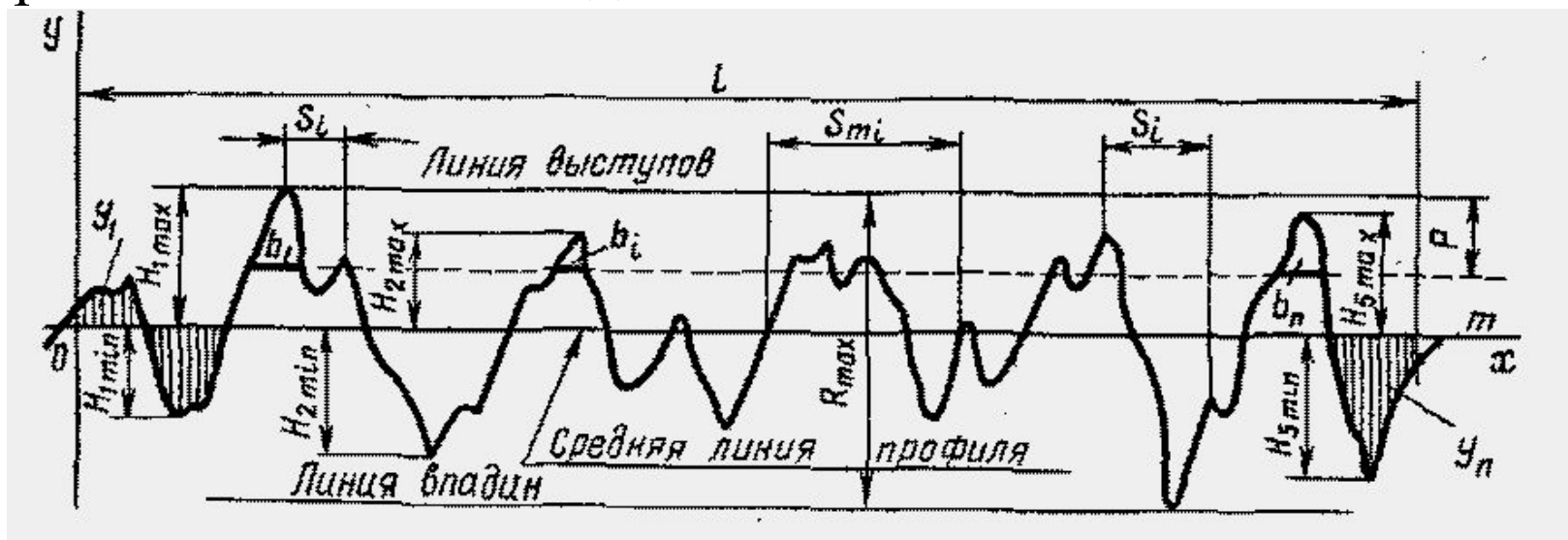
сплавы цветных металлов;

пластмассы и материалы, изготавливаемые на основе высокомолекулярных смол;

для изготовления некоторых деталей применяют дерево, резину, кожу, графит и другие материалы.

Шероховатость поверхностей деталей машин

Шероховатость поверхности — совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, рассматриваемых на базовой длине.



В соответствии с ГОСТами для оценки шероховатости поверхностей деталей рекомендуется один или несколько из следующих шести параметров шероховатости:

R_a — среднее арифметическое отклонение профиля;

R_z — высота неровностей профиля по десяти точкам;

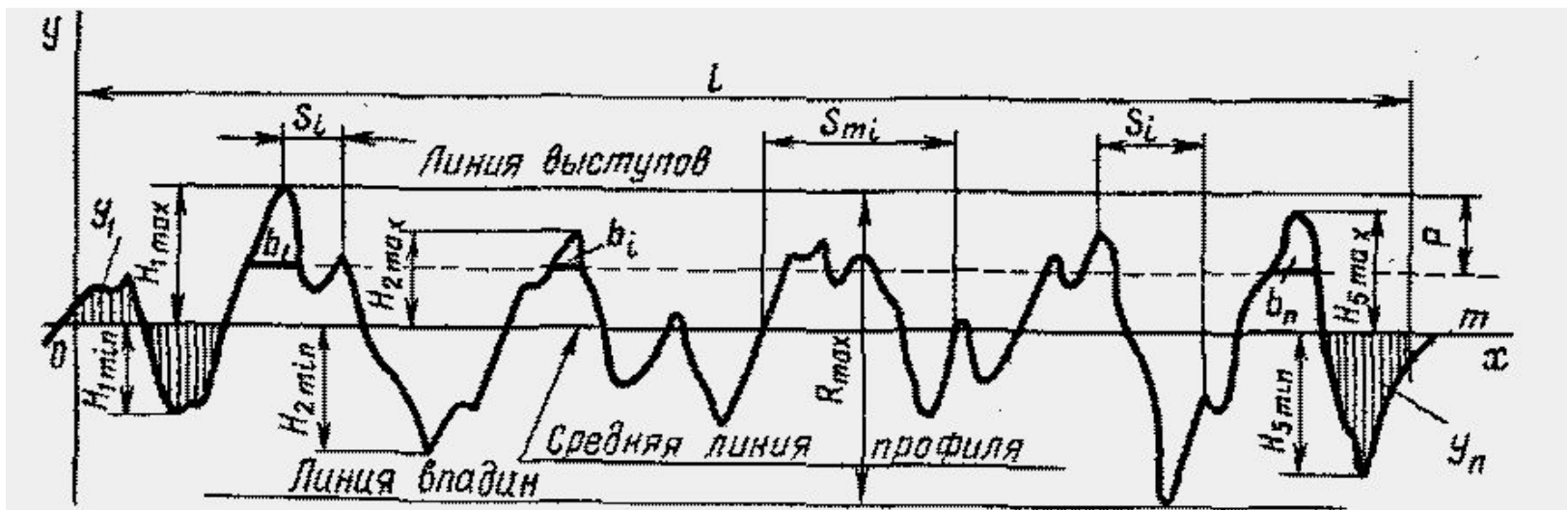
R_{max} — наибольшая высота неровностей профиля;

S_m -средний шаг неровностей;

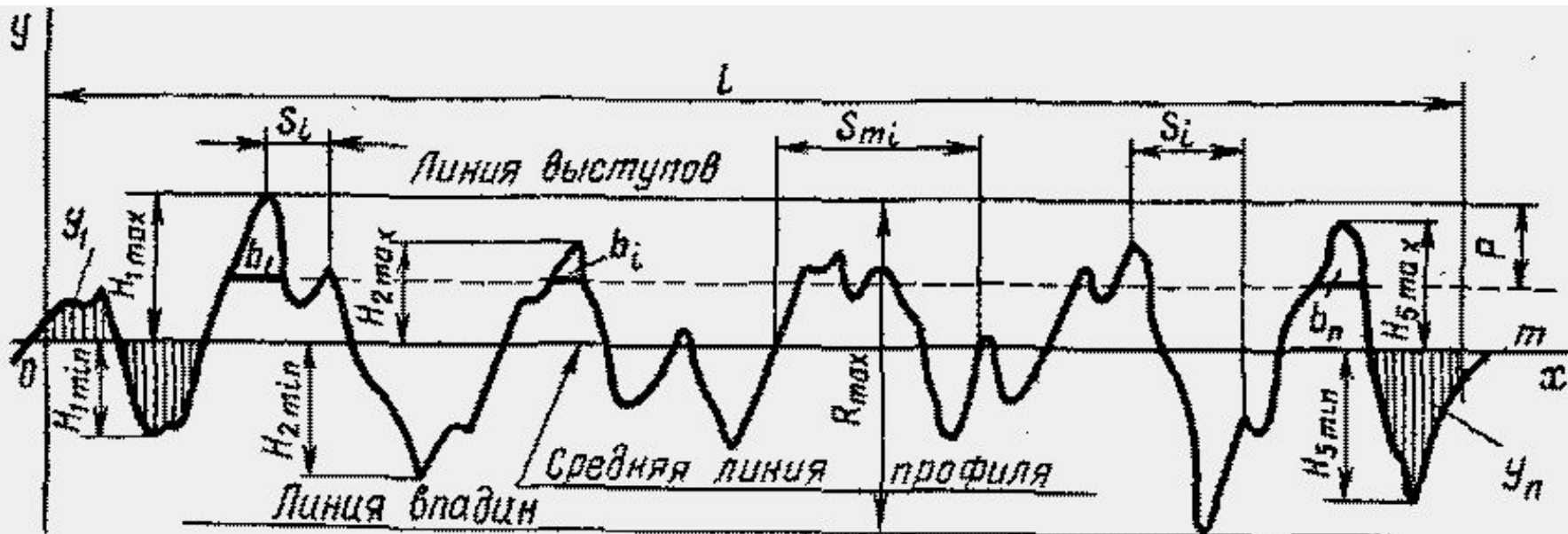
S — средний шаг неровностей по вершинам;

t_p — относительная опорная длина профиля, где p — числовое значение уровня сечения профиля.

Числовые значения этих параметров даны в таблицах ГОСТов



Основные параметры шероховатости — R_a и R_z .



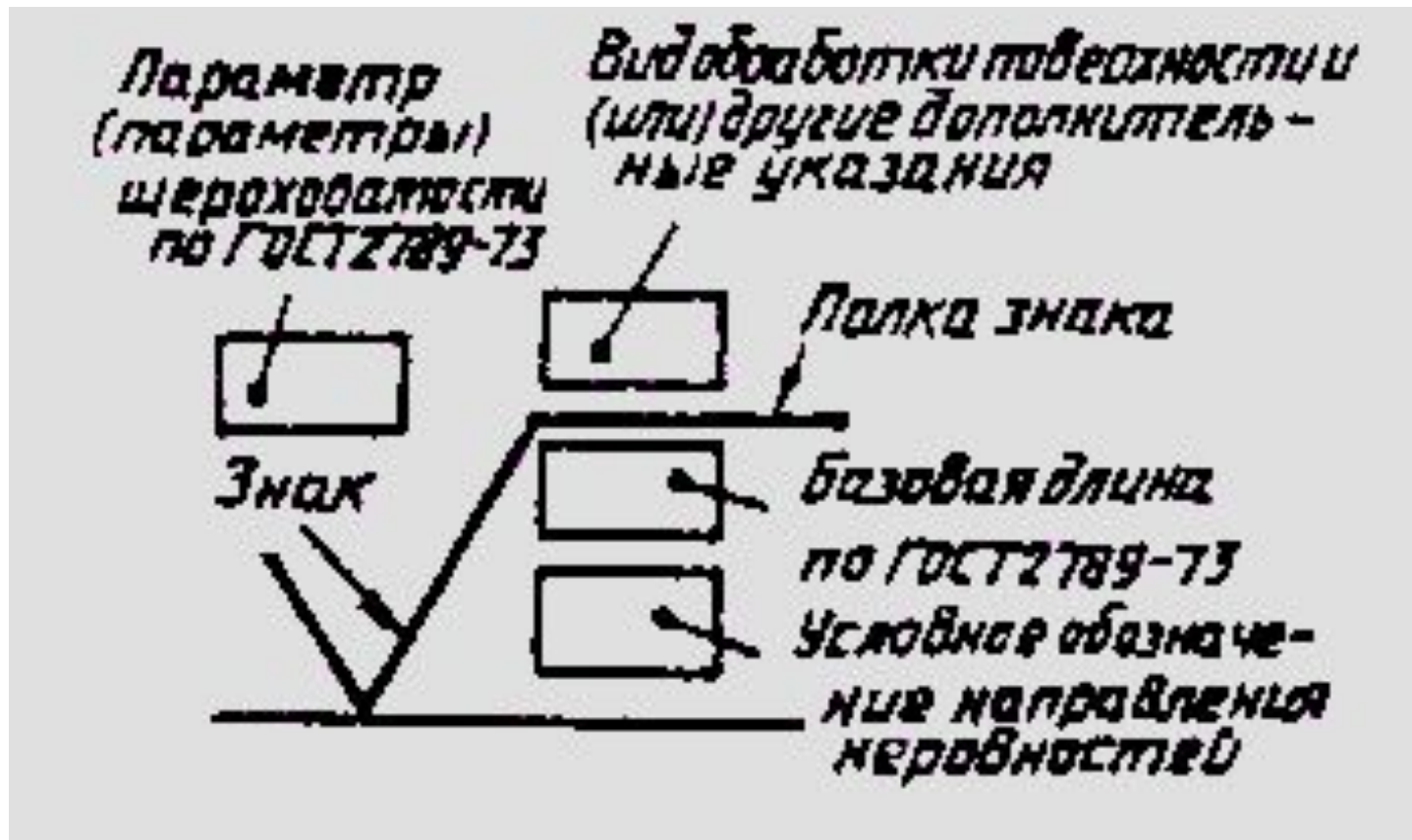
Параметр R_a — среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины

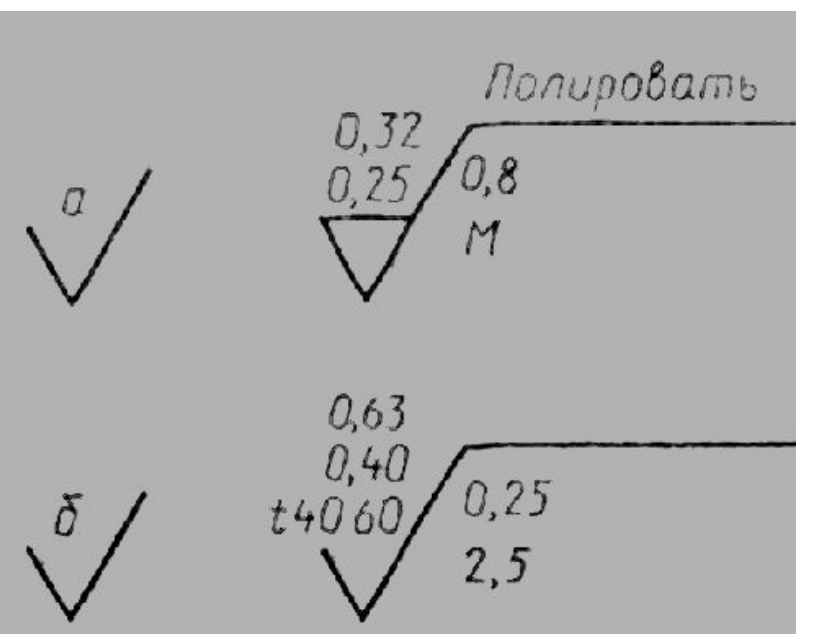
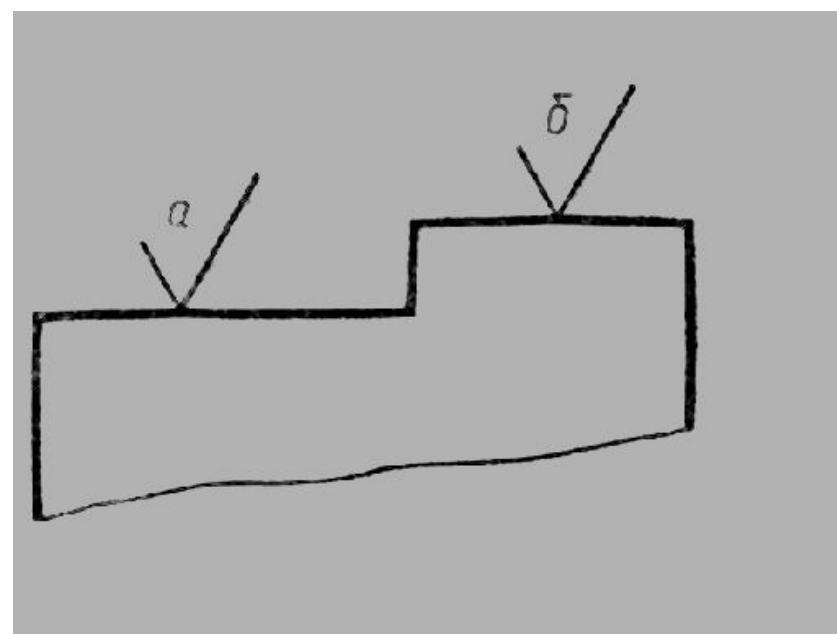
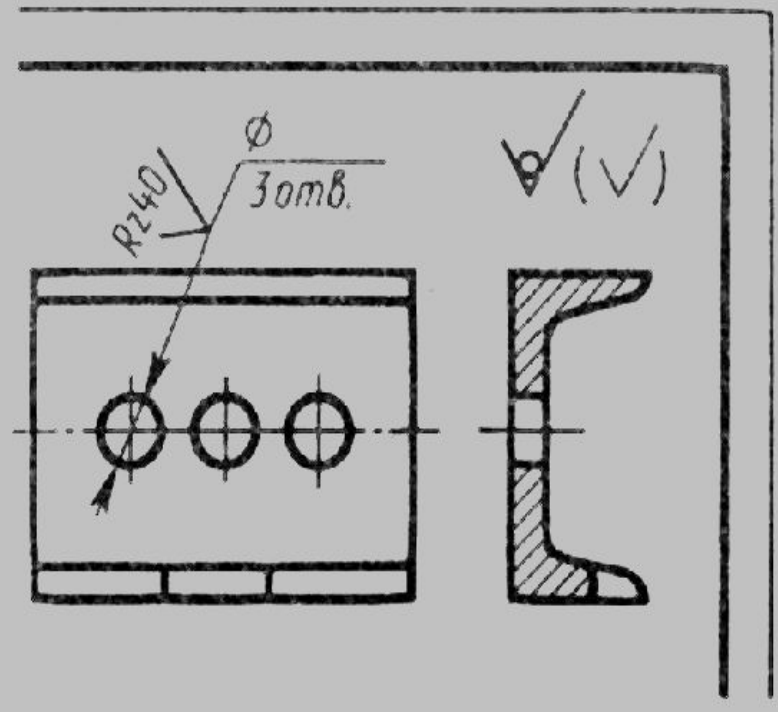
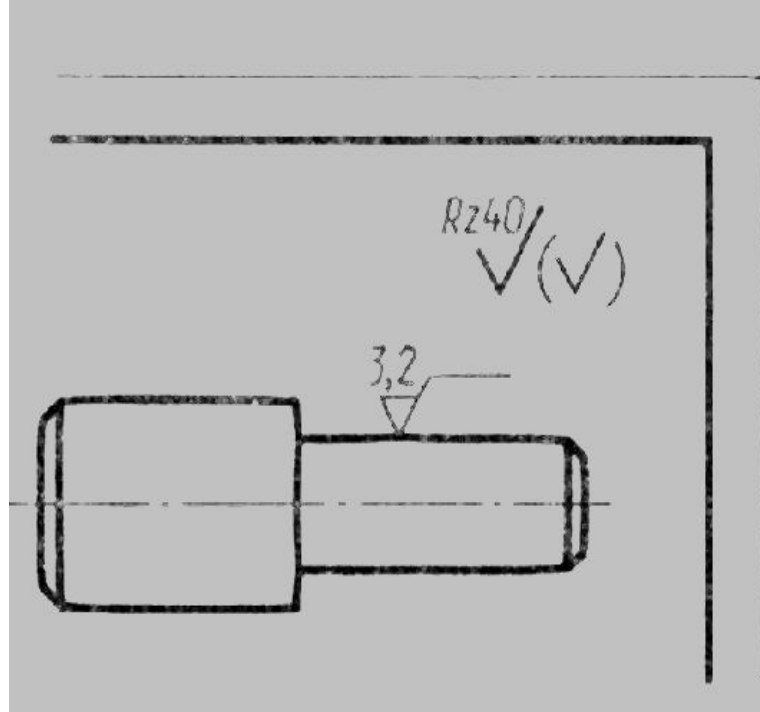
Параметр R_z — сумма средних арифметических абсолютных отклонений точек пяти наибольших максимумов и пяти наибольших минимумов профиля в пределах базовой длины.

Таблица 1.1, Сопоставление норм оценки шероховатости поверхностей

Базовая длина l, мм	Класс шероховатости	R_a, мкм	R_z, мкм
8	1	80...40	320...160
	2	40...20	160...80
	3	20...10	80...40
	4	10...5	40...20
2,5	5	5...2,5	20...10
	6	2,5...1,25	10...6,3
0,8	7	1,25...0,63	6,3...3,2
	8	0,63...0,32	3,2...1,6
	9	0,32...0,16	1,6...0,8
0,25	10	0,16...0,08	0,8...0,4
	11	0,08...0,04	0,4...0,2
	12	0,04...0,02	0,2...0,1
0,08	13	0,02...0,01	0,1...0,05
	14	0,01...0,008	0,05...0,0025

Обозначение шероховатости поверхностей на рабочих чертежах деталей





Допуски и посадки

Взаимозаменяемость деталей машин обеспечивается системой **допусков и посадок**, нормализованной соответствующими стандартами и представляющей собой развернутую классификацию разрешенных к применению **допусков и посадок**

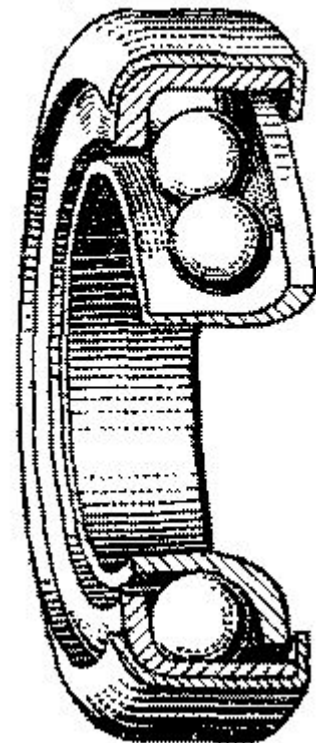
Стандартная система **допусков и посадок** позволяет применять рациональную посадку деталей машин; выбирать экономически обоснованную точность изготовления деталей машин; организовать взаимозаменяемость деталей машин.

При сборке сопрягаемых деталей входящих одна в другую, различают охватывающую и охватываемую поверхности.

Охватывающую поверхность называют **отверстием**, а охватываемую — **валом**.

Размер сопрягаемых поверхностей отверстия и вала носит общее название номинального размера соединения. Номинальный размер соединения одинаков для **отверстия** и для **вала**.

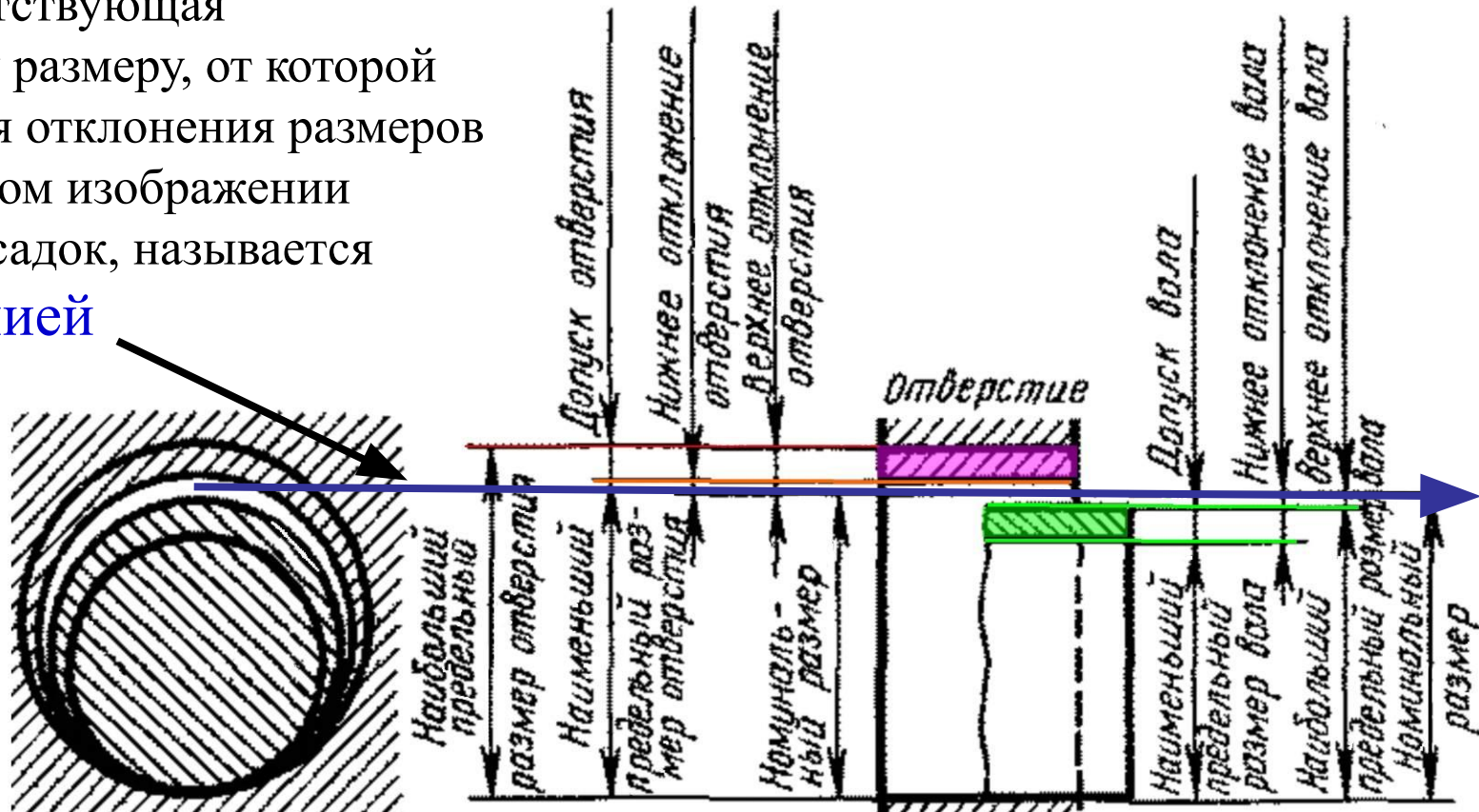
Каждый из размеров сопрягаемых поверхностей выполняют с некоторым допуском. Во избежание брака при механической обработке детали машины, всякий действительный размер ее, получаемый непосредственным измерением, должен находиться между предельными размерами, обусловленными размером допуска.



Допуском называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Разность между наибольшим или наименьшим предельным размером и номинальным размером называется соответственно **верхним или нижним отклонением**.

Линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок, называется **нулевой линией**



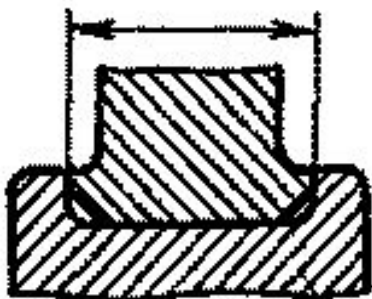
Совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров, называется **квалитетом**. Стандартом устанавливается 19 **квалитетов** в порядке уменьшения степени точности: 0,1; 0; 1; 2; ...; 17.

При проектировании деталей машин по экономическим показателям следует принимать **квалитет** самой низкой точности из возможных квалитетов для данного сопряжения деталей машин и наименьшее количество **квалитетов** и **допусков**. Это влечет за собой уменьшение номенклатуры режущего и измерительного инструментов, приспособлений и средств производства деталей машин.

Предельные отклонения линейных размеров могут быть указаны на чертежах одним из трех способов:

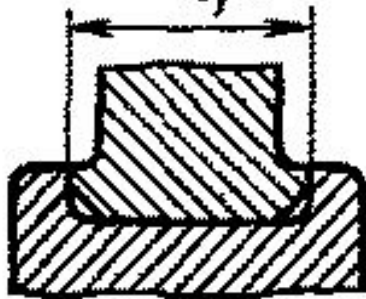
а)

$$50 \frac{H11}{h11}$$



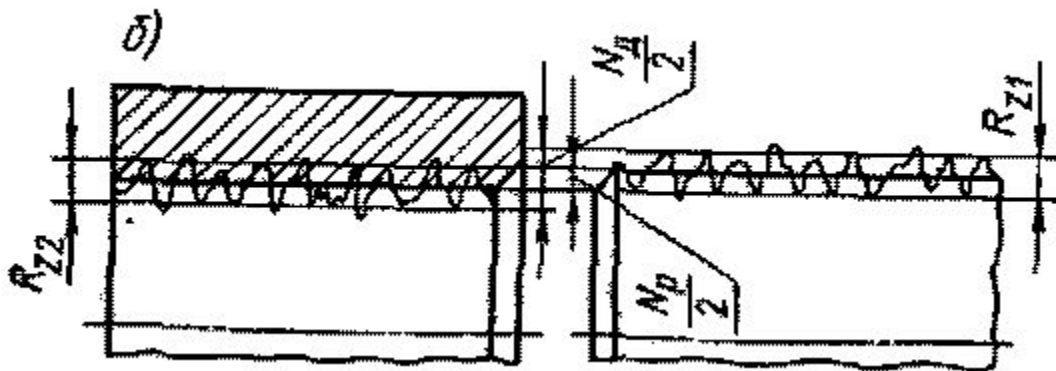
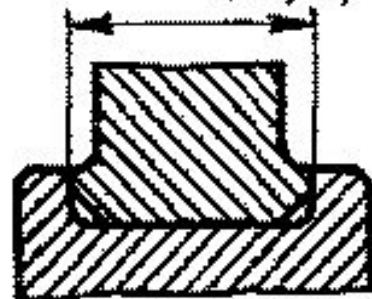
б)

$$50 \frac{+0,16}{-0,16}$$



в)

$$50 \frac{H11}{h11} \left(\frac{+0,16}{-0,16} \right)$$



Цилиндрическое
соединение с натягом

Основные этапы процесса проектирования

1. Осознание общественной потребности в разрабатываемом изделии (бизнес план).
2. Техническое задание на проектирование (первичное описание).
3. Анализ существующих технических решений.
4. Обсуждение и выработка **технического предложения**
5. Разработка функциональной схемы.
6. Разработка структурной схемы.
7. Метрический синтез механизма (синтез кинематической схемы).
8. Статический силовой расчет.

1. **Эскизный проект.**
2. Силовой расчет с учетом трения.
3. Расчет и конструирование деталей и кинематических пар (прочностные расчеты, уравнивание, балансировка, виброзащита).
4. Технический проект.

1. **Рабочий проект** (разработка рабочих чертежей деталей, технологии изготовления и сборки).
 2. Изготовление опытных образцов.
 3. Испытания опытных образцов.
 4. Технологическая подготовка серийного производства.
- Серийное производство изделия

Техническое задание – документ, составляемый совместно заказчиком и разработчиком, содержащий общее представление о назначении, технических характеристиках и принципиальном устройстве будущего изделия.

Техническое предложение – дополнительные или уточнённые требования к изделию, которые не могли быть указаны в техническом задании (ГОСТ 2.118-73).

Проектирование машин выполняют в несколько стадий, установленных ГОСТ 2.103-68. Для единичного производства это:

1. Разработка технического предложения по ГОСТ 2.118-73.
2. Разработка эскизного проекта по ГОСТ 2.119-73.
3. Разработка технического проекта по ГОСТ 2.120-73.
4. Разработка документации для изготовления изделия.
5. Корректировка документации по результатам изготовления и испытания изделия.

Работа начинается с того, что заказчик и исполнитель совместно составляют (и подписывают) Техническое Задание. При этом исполнитель должен получить максимум информации о потребностях, пожеланиях, технических и финансовых возможностях заказчика, обязательных, предпочтительных и желательных свойствах будущего изделия, особенностях его эксплуатации, условиях ремонта, возможном рынке сбыта.

Разработка *Технического Предложения* начинается с изучения Технического Задания. Выясняются назначение, принцип устройства и способы соединения основных сборочных единиц и деталей. Всё это сопровождается анализом научно-технической информации об аналогичных конструкциях. Выполняются кинематический расчёт, проектировочные расчёты на прочность, жёсткость, износостойкость и по критериям работоспособности. Из каталогов предварительно выбираются все стандартные изделия – подшипники, муфты и т.п. Выполняются первые эскизы, которые постепенно уточняются. Необходимо стремиться к максимальной компактности расположения и удобства монтажа-демонтажа деталей.

На стадии *Эскизного Проекта* выполняются уточнённые и проверочные расчёты деталей, чертежи изделия в основных проекциях, прорабатывается конструкция деталей с целью их максимальной технологичности, выбираются сопряжения деталей, прорабатывается возможность сборки-разборки и регулировки узлов, выбирается система смазки и уплотнения. Эскизный проект должен быть рассмотрен и утверждён, после чего он становится основой для Технического Проекта. При необходимости изготавливаются и испытываются макеты изделия.

Технический Проект должен обязательно содержать чертёж общего вида, ведомость технического проекта и пояснительную записку. Чертёж общего вида по ГОСТ 2.119-73 должен дать сведения о конструкции, взаимодействии основных частей, эксплуатационно-технических характеристиках и принципах работы изделия. Ведомость Технического Проекта и Пояснительная Записка, как и все текстовые документы должны содержать исчерпывающую информацию о конструкции, изготовлении, эксплуатации и ремонте изделия. Они оформляются в строгом соответствии с нормами и правилами ЕСКД

проект приобретает окончательный вид — чертежей и пояснительной записки с расчётами, называемыми **рабочей документацией**, оформленных так, чтобы по ним можно было изготовить изделие и контролировать их производство и эксплуатацию.