

12.

**Точность, взаимозаменяемость
деталей и узлов СИ**

12.1. Основные понятия

При изготовлении СИ возможны отклонения от назначенных размеров и формы, но они должны находиться в пределах, которые обеспечат:

- 1) правильную сборку СИ без подгонки;
- 2) качество СИ в эксплуатации;
- 3) соблюдение эстетических требований к СИ.

Пределы допустимых отклонений геометрических параметров указывают в КД с учетом вида, условий изготовления, сборки и эксплуатации СИ.

Допустимые отклонения могут быть определены расчетом, однако этот метод в практике конструктора нецелесообразен по причине его трудоемкости.

В целях снижения трудоемкости и вероятности ошибок выбора допустимых отклонений размеров и формы разработаны **практические рекомендации** системы допусков и посадок для конструкторов.

Они должны обеспечить **взаимозаменяемость** деталей и узлов, возможность сборки и замены частей без подгонки.

Взаимозаменяемость – необходимое условие организации серийного производства. Она способствует применению средств автоматизации, росту производительности и культуры труда.

Уровни взаимозаменяемости:

- **полная** - по совокупности размерных, физико-механических, эстетических и др. показателей;
- **частичная** - по части показателей или деталей.

Взаимозаменяемость обеспечивается точностью изготовления деталей, которая указывается в КД.

Терминология

ГОСТ 25346 «Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Общие положения. Ряды допусков и основные отклонения»:

Размер – численное значение линейной величины (диаметр, длина и др.) в выбранных единицах.

Номинальный размер – назначается конструктором, относительно него определяются отклонения (допустимые и фактические).

Действительный размер – определяется измерением объекта с допустимой погрешностью.

Предельные размеры (наибольший и наименьший) – устанавливают диапазон значений, в котором должен находиться действительный.

Отклонение действительное (или **предельное**) – алгебраическая разность между действительным (или предельным) и номинальным размерами.

Предельное отклонение (верхнее ***ES*** и нижнее ***EI***) – алгебраическая разность предельного и номинального размеров.

Основное отклонение – одно из двух предельных (верхнее или нижнее), определяющее поле допуска относительно нулевой линии.

Нулевая линия – относительно которой откладываются отклонения при графическом изображении допусков и посадок.

Погрешность обработки детали не должна выходить за предельные отклонения (допуска).

Допуск – разность наибольшего и наименьшего предельных отклонений.

Поле допуска – ограничено верхним и нижним предельными отклонениями.

13.2. Условия обеспечения взаимозаменяемости

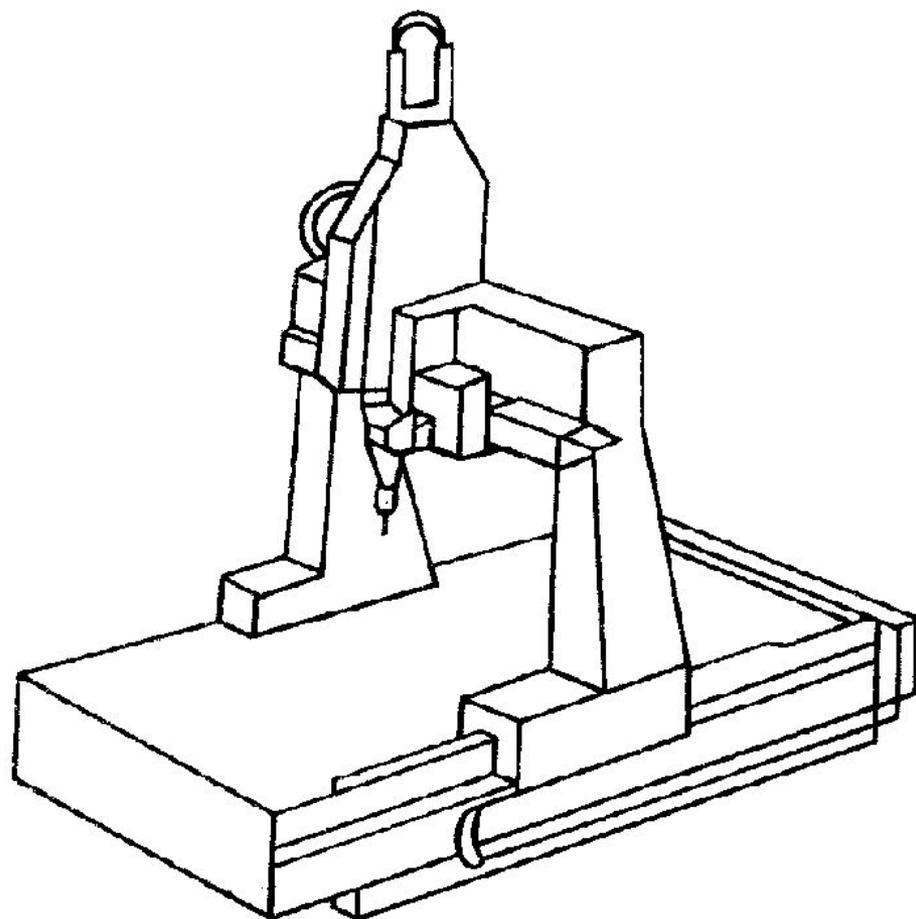
Полная взаимозаменяемость деталей должна обеспечить возможность сборки и нормального функционирования изделия в расчетный срок эксплуатации.

Принципы взаимозаменяемости учитываются при решении вопросов КТПП, специализации, кооперирования, технического оснащения, организации поставок полуфабрикатов и заготовок.

Основы обеспечения взаимозаменяемости:

- 1) стабильность характеристик исходных материалов;
- 2) обоснованные методы обработки и сборки;
- 3) выбор оборудования необходимой точности;
- 4) применение системы допусков и посадок;
- 5) рациональность конструкции изделий;
- 6) надлежащая организация технического контроля и его инструментального обеспечения *(размеров и формы предметов труда, настройки оборудования, инструмента и технологических параметров, применение КИМ)*.

КИМ порталные



Взаимозаменяемость в деревообработке затруднена анизотропией, нестабильностью физико-механических свойств древесины и геометрии конструкционных материалов (*гигроскопичность*).

Большое значение имеют поддержание заданных температурно-влажностных условий в производственных и эксплуатационных помещениях (*отопление, кондиционирование воздуха*).

Нередко критичными становятся порода древесины, ориентация волокон в деталях и проведение специальной обработки (*гидрофобная и др.*).

Нормативная база взаимозаменяемости: ГОСТ, КД и ТД.

При оценке точности обработки выделяют:

Погрешности систематические (*постоянные* и *переменные*) - вызываются причинами, которые можно контролировать и иногда устранять;

Случайные - от случайного сочетания неконтролируемых факторов.

Систематические суммируют *алгебраически* (с учетом знака), случайные – *геометрически* (векторы), первые со вторыми – *арифметически*.

Сочетание погрешностей приводит к рассеиванию размеров в партии деталей.

Погрешности абсолютные и относительные.

Точность обработки деталей зависит от качества станка, его настройки, подготовки инструмента, квалификации персонала и характеристик обрабатываемого материала.

В процессе обработки детали занимают определенное положение, характеризуемое **понятием базы**:

Технологические базы – поверхности детали, контактирующие с базирующими (опорными и упорными) элементами станка. К ним относят также **измерительную** (поверхность для отсчета размеров при контроле точности) и **установочные базы черновые** (грубые, необработанные) и **чистовые** (обработанные).

Сборочные базы – совокупности поверхностей, которые определяют взаиморасположение деталей и сборочных единиц (вайма ВГС).

Конструкторские базы – точки, линии и плоскости (реальные и теоретические - осевые и др.), используемые для простановки размеров.

13.3. Допуски линейных размеров и посадки

Для оценки точности используется понятие *единица допуска* (i и I) на линейные размеры, которая согласно практическим закономерностям определяется в зависимости от номинального размера D , мм:

$$D = (0,45\sqrt[3]{D} + 0,001) \cdot 10^{-3} \quad D < 500 \text{ мм,}$$

$$D = (0,004 + 2,1) \cdot 10^{-3} \quad D > 500 \text{ мм.}$$

Единица допуска позволяет сопоставлять точность изготовления деталей различных номинальных размеров.

Если детали длиной D_1 имеют a_1 единиц допуска, а детали длиной D_2 – a_2 , то при $a_1 > a_2$ детали D_2 считают изготовленными более точно.

Квалитет (степень точности) – совокупность допусков одного уровня точности для всех номинальных размеров.

ГОСТ 6449.1 «Изделия из древесины и древесных материалов. Поля допусков для линейных размеров и посадки» установил **9 квалитетов**, ***IT*** и коэффициент ***α***:

Квалитет	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Обозначение допуска	<i>IT</i> 10	<i>IT</i> 11	<i>IT</i> 12	<i>IT</i> 13	<i>IT</i> 14	<i>IT</i> 15	<i>IT</i> 16	<i>IT</i> 17	<i>IT</i> 18
Коэффициент <i>α</i>	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

Числовые значения допусков в квалитетах зависят от номинальных размеров *D*, определяются произведением

$$IT = i \cdot \alpha.$$

Наибольшая точность соответствует квалитету 10. При уменьшении точности на один квалитет допуск увеличивается в 1,6 раза в геометрической прогрессии со знаменателем ряда предпочтительных чисел *R5*.

В соединениях выделяют *охватывающие поверхности* (отверстия, гнезда) и *охватываемые* (шипы, валы).

Взаиморасположение этих поверхностей может обеспечить **подвижность** (линейную и вращения) или **неподвижность**.

Свойства соединений характеризуют посадки:

- **подвижные** (*зазор* – превышение размера отверстия над размером вала или шипа),
- **неподвижные** (*натяг* – превышение размера вала или шипа над размером отверстия, гнезда, проушины),
- **переходные** (допускают зазор и натяг).

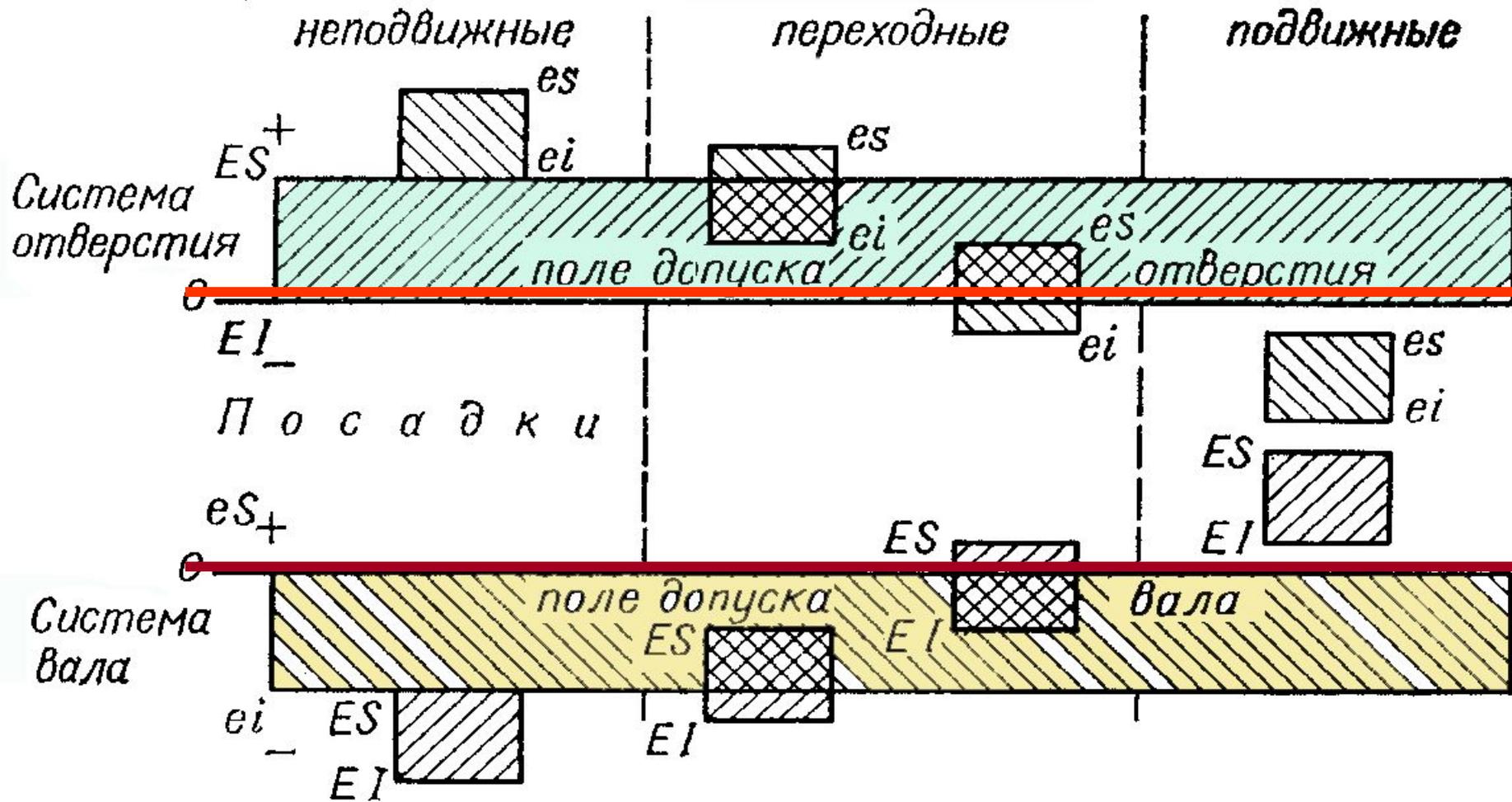
Посадка – характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки.

С учетом того, какой из размеров соединения принят *основным* различают **системы допусков и посадок:**

- **отверстия;**
- **вала.**

Поле допуска основного размера всегда направлено в тело детали (в системе отверстия - вверх, вала - вниз по отношению к нулевой линии).

В системе отверстия предельные размеры отверстий одного номинального размера принимаются постоянными, независимо от вида посадки, *размер отверстия - основной*, вала - *присоединительный*.



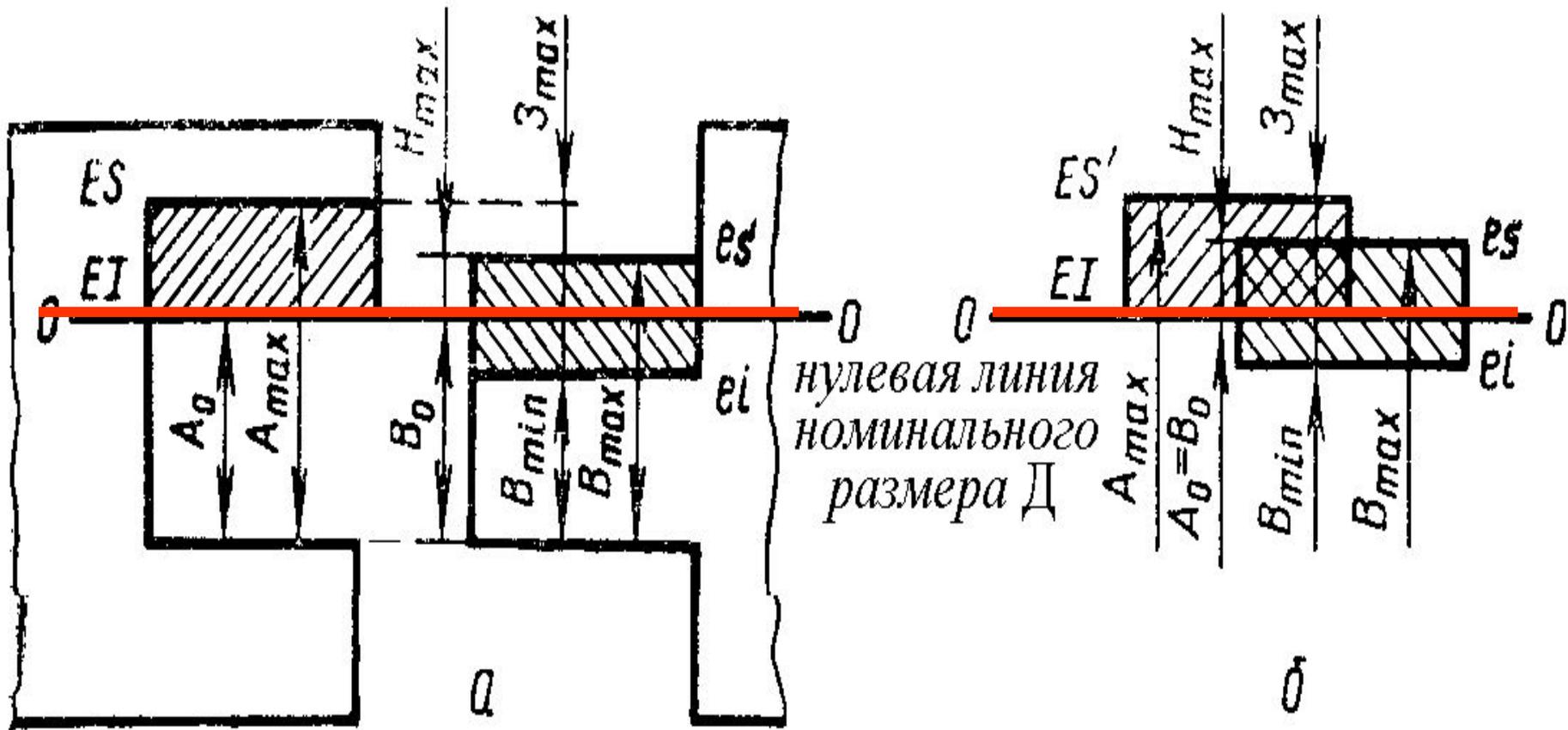


Схема осуществления посадки в шиповом соединении, [р.42, Г90].

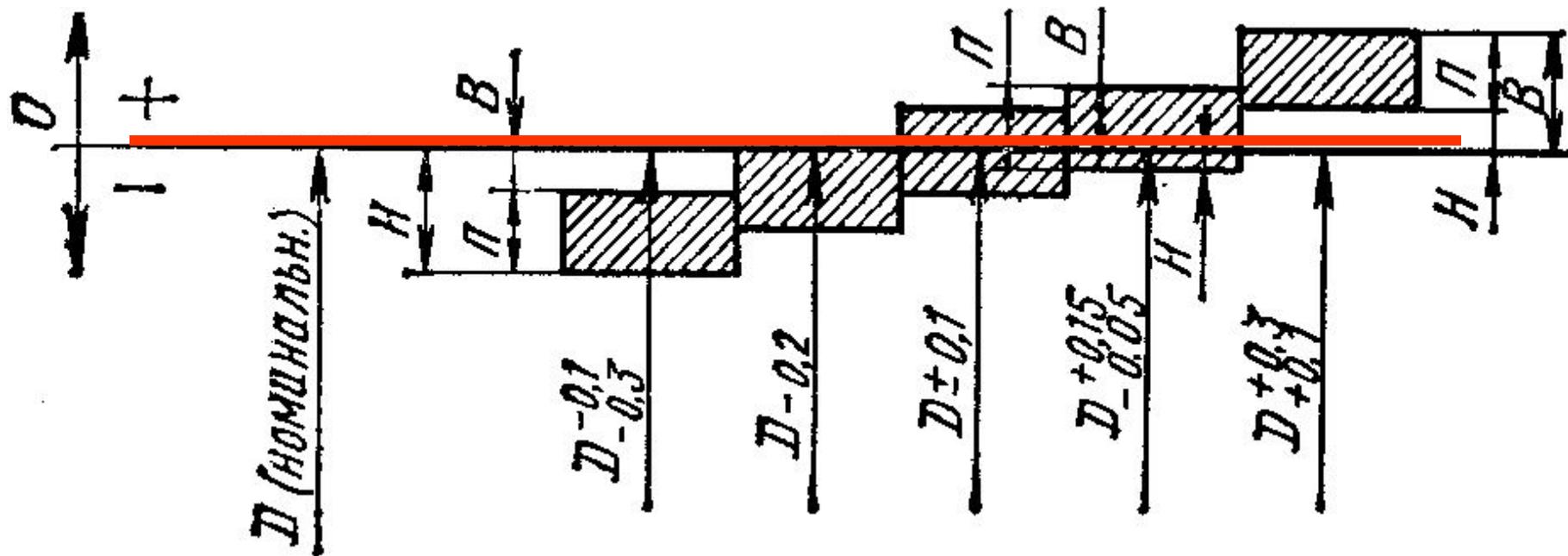


Схема графического изображения допусков:

H , B – нижнее и верхнее отклонения;

Π – поле допуска, [р9,Б89](#)].

Для каждого соединения существуют **2 предельных состояния** - **зазор** и **натяга**, например в системе отверстия относительно нулевой линии:

При посадке подвижной с зазором поле допуска отверстия всегда находится выше поля допуска вала (рис.43)

$$S_{\max} = ES - ei,$$

$$S_{\min} = -ei,$$

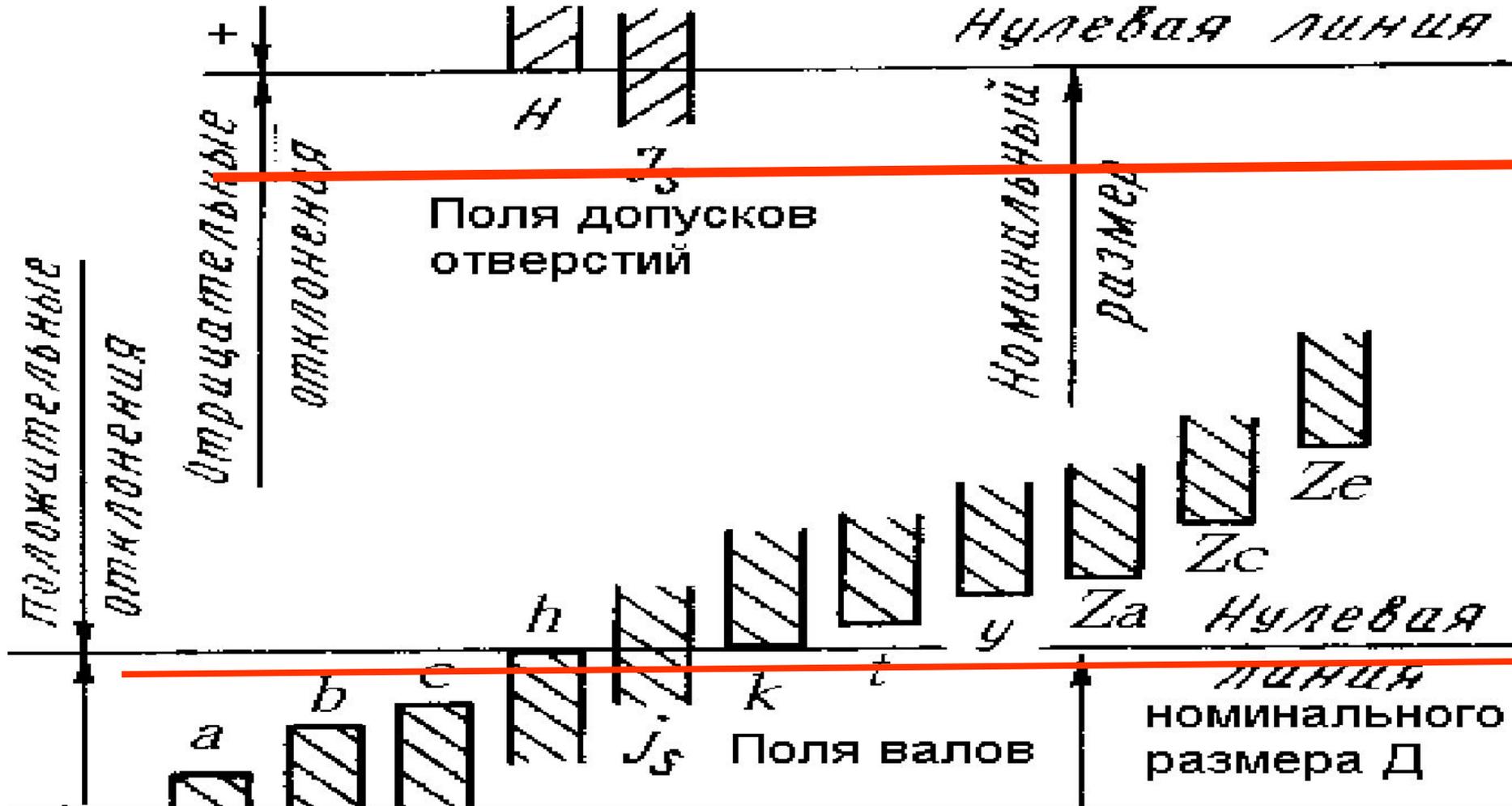
При посадке с натягом поле допуска отверстия находится ниже поля допуска вала (рис.43)

$$N_{\max} = es,$$

$$N_{\min} = ei - ES,$$

При посадках переходных поля допусков вала и отверстия перекрываются полностью или частично (рис.43)

В деревообработке по ГОСТ 6449.1 используется система отклонения, позволяющая получать различные посадки при одном номинале инструмента (сверла, фрезы). Установлено: **2 положения полей допусков отверстий H** (асимметричное) и J_s (симметричное равное половине допуска качества $\pm J_s/2$) и **11 положений полей допуска валов $a, b, c, h, j_s, k, t, y, za, zc, ze$**



Положения полей допусков относительно 0-линии определяется основными отклонениями (“+” или “-” относительно 0-линии) в зависимости от интервалов номинальных размеров.

Значения допусков линейных размеров (прил.1), основных отклонений (прил.2 - до 500мм и прил.3 - 500...10000 мм) ГОСТ, по форме:

Схемы определения поля допуска лин. размера

2. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПОЛЯ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Таблица I

Наименование элементов	Параметр	Интервал номинальных размеров, мм	Рекомендуемые поля допусков
Стенки проходные, полупроходные, непроходные, перегородки	длина	от 300 до 1000	$\sqrt{s} I2, \sqrt{s} I3$
		свыше 1000 до 2000	$\sqrt{s} II, \sqrt{s} I2$
	ширина	до 315	$\sqrt{s} I3$
		свыше 315 до 580	$\sqrt{s} I2$
	толщина	от 16 до 18	$\sqrt{s} I3, \sqrt{s} I4$
Полки	длина	до 800	$\sqrt{s} I2, \sqrt{s} I3$
		свыше 800 до 1200	$\sqrt{s} II, \sqrt{s} I2$
	ширина	до 315	$\sqrt{s} I4$
		свыше 315 до 560	$\sqrt{s} I3$
толщина	от 16 до 18	$\sqrt{s} I4$	

Интервал размеров, мм	Поля допусков отверстий, мм													
	H	II	\sqrt{s}	II	H	I2	\sqrt{s}	I2	H	I3	\sqrt{s}	I3	H	I4
Св. 630 до 800	+0,50	0	±0,25	+0,80	0	±0,40	+1,25	0	±0,62	+2,00	0			
" 800 " 1000	+0,56	0	±0,28	+0,90	0	±0,45	+1,40	0	±0,70	+2,30	0			
" 1000 " 1250	+0,66	0	±0,33	+1,05	0	±0,52	+1,65	0	±0,82	+2,60	0			
" 1250 " 1600	+0,78	0	±0,39	+1,25	0	±0,62	+1,95	0	±0,97	+3,10	0			
" 1600 " 2000	+0,92	0	±0,46	+1,50	0	±0,75	+2,30	0	±1,15	+3,70	0			
" 2000 " 2500	+1,10	0	±0,55	+1,75	0	±0,87	+2,80	0	±1,40	+4,40	0			

Посадки образуются в 1-элементных соединениях 2-х деталей (одинарный шип, в шпунт-гребень и др.), путем сочетания основного поля отверстия H с полем допуска вала. Для вала и отверстия указывают одинаковый номинальный размер, а поля допуска должны быть одинаковыми или различаться не более чем на один квалитет (в последнем случае желательно иметь больший допуск отверстия).

Определяющие размеры – габариты деталей и их элементов (длина, толщина одинарного шипа и др.).

Координирующие размеры – определяют правильное взаиморасположение ответственных элементов или расположение относительно баз.

Поля допусков определяющих размеров устанавливают по квалитетам – по табл.Т.БА98: **17.1** - допуски линейных до 2500 мм; **17.2** - предельные отклонения валов до 500 мм 12 и 13 квалитетов; **17.3** – то же 13 и 14 квалитетов; **17.4** – предельные отклонения валов размеров 500...2000 мм.

Способы расчета посадок:

1) *На максимум-минимум* – определение предельных значений зазоров и натягов для самых неблагоприятных сочетаний (наибольший размер отверстия, наименьший – вала и наоборот).

2) *Вероятностный* – определение предельных зазоров и натягов с учетом рассеивания размеров и вероятности их различий при сборке вал-отверстие (позволяет без ущерба качеству увеличить допуски и снизить себестоимость изготовления деталей).

Рекомендации по назначению посадок шиповых соединений, полей допусков размеров, их элементов и брусков - [КМ].

Допуск определяется с учетом принятого качества и номинального размера.

Квалитет устанавливается в зависимости от назначения изделия и диапазона размеров.

Для линейных размеров до 500 мм - [Г90с181]:

11...12 – высокоточные соединения с повышенными эксплуатационными требованиями (музыкальные и чертежные инструменты, шиповые соединения в мебели, ССИ и др.);

12...13 – детали мебели, радиоаппаратуры, шиповых соединений ССИ;

14...15 – менее ответственные соединения строительных деталей и свободные размеры мебели высокого качества;

16...18 – несопрягаемые линейные размеры.

Для размеров более 500 мм - квалитеты более точные на единицу.

Условные обозначения:

Квалитетов – номерами (10, 12 и т.д.);

Допусков по квалитетам - сочетанием букв и цифр - IT10, IT11 и т.д.

Основных отклонений:

- **отверстий** прописными буквами (H, J),

- **валов** строчными (*a, b, ... ze*);

Полей допусков – сочетанием букв основного отклонения и номера квалитета отверстий и валов (*H11, k13* и т.п.) после номинального размера, например для толщины шипа $30t13$;

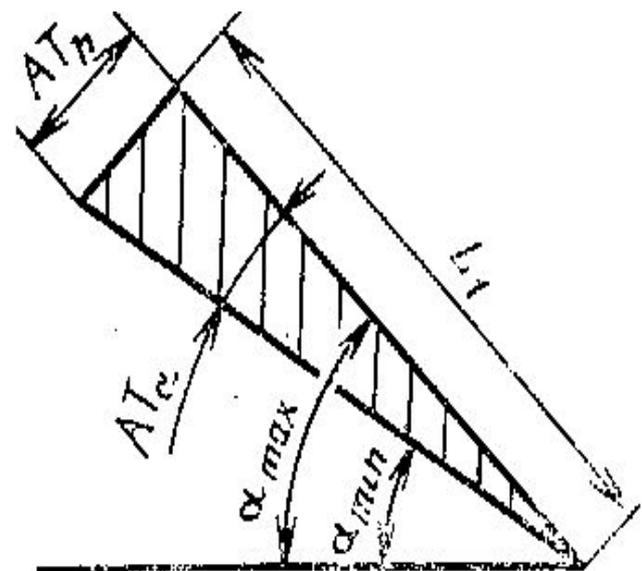
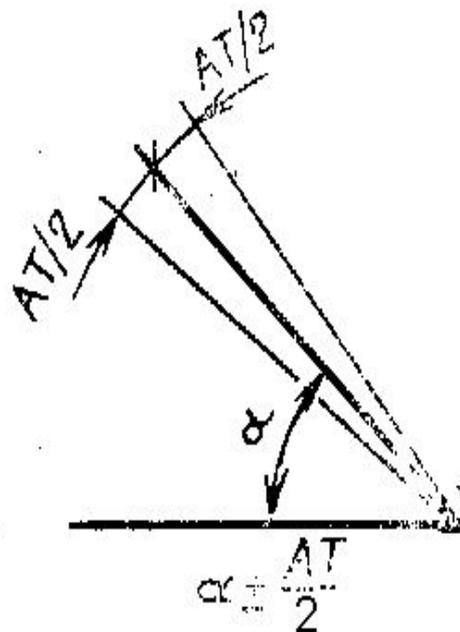
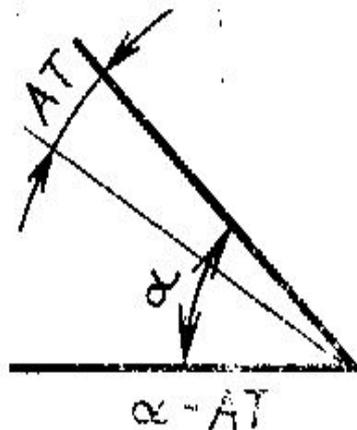
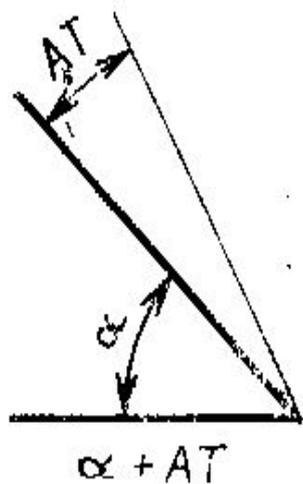
Посадок – общий для вала и отверстия номинальный размер, за ним в числителе и знаменателе - обозначения полей допуска отверстия и вала с квалитетами,

например, для отверстия 32 мм - $32H13 / h13$.

13.4. Допуски углов призматических элементов

По ГОСТ 6449.2 “Изделия из древесины и древесных материалов. Допуски углов”:

Допуск угла AT – разность между наибольшим и наименьшим предельными углами (рис. 17.3), может выражаться в градусах...секундах (AT_α) или мм (AT_h) – отрезком на перпендикуляре к стороне угла, противолежащем углу AT_α на расстоянии L_1 от вершины этого угла.



7 степеней точности допусков углов ($AT11...AT17$).
Величина их зависит от интервала номинальной длины L_1
(табл.ГОСТ) меньшей из сторон, образующих угол.

Допуски могут быть плюсовыми $+AT$, минусовыми;
 $-AT$ и симметричными $\pm AT$ относительно номинала угла.

Устанавливаются в угловых AT_{α}^I и линейных единицах AT_h^I .

Рекомендации по степени точности углов [ГОСТ 6449.2, Т17.7-БА98]:

AT11 – сопрягаемые углы деталей повышенной точности (*измерительные и музыкальные инструменты, мебельные дверки и т.п.*);

AT12 – сопрягаемые углы деталей и сборочных единиц мебели и муз. инструментов;

AT13 – сопрягаемые углы в деталях и сборочных единицах дверей и окон, несопрягаемые углы составных частей мебели;

AT14, AT15 – несопрягаемые углы деталей и сборочных единиц окон, дверей и сопрягаемые углы в составных частях деревянных домов;

AT16, AT17 – несопрягаемые углы деталей и сборочных единиц пониженной точности (*ограждающие конструкции домов и т.п.*).

13.5. Допуски формы и расположения поверхностей

ГОСТ 24642 “Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Осн. термины и определения”.

ГОСТ 6449.3 “Изделия из древесины и древесных материалов. Допуски и формы расположения поверхностей”.

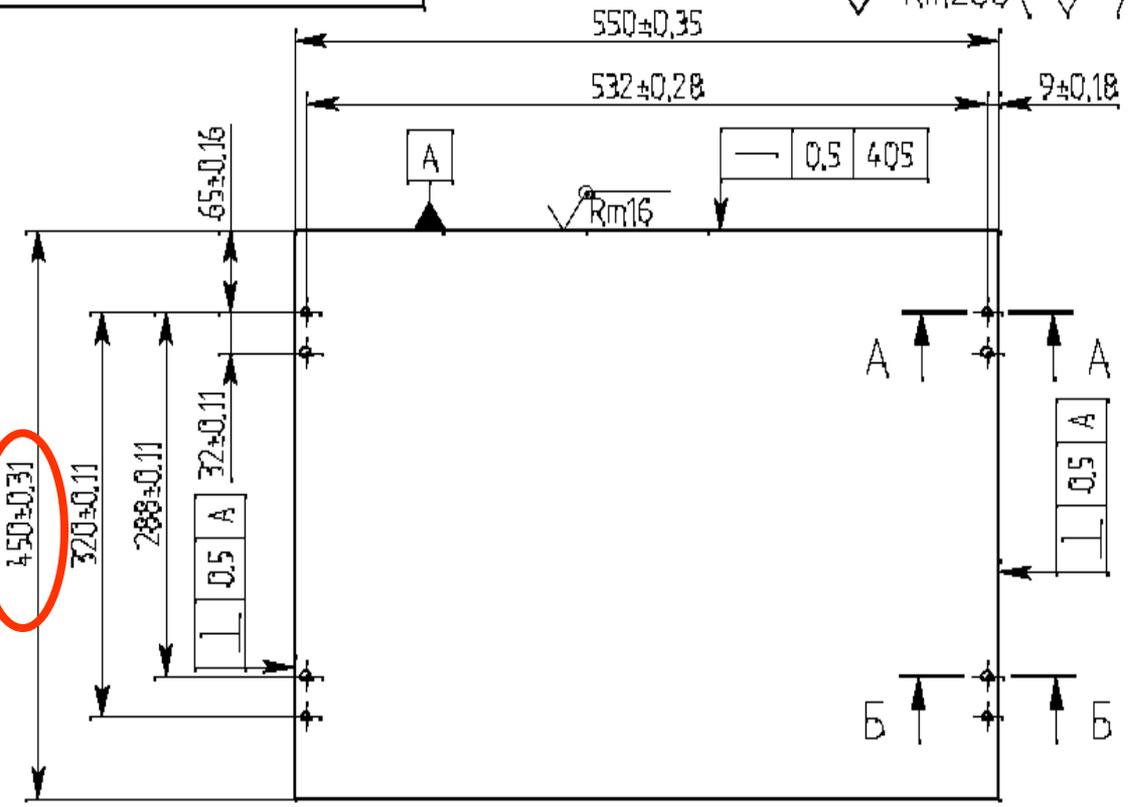
Формы: *прямолинейности —, плоскостности •, цилиндричности.*

Расположения: *перпендикулярности - \perp ; параллельности - \parallel ; наклона, соосности, симметричности, позиционный, пересечения осей, суммарные отклонения и допуски формы и расположения.*

Допуски формы и расположения поверхностей могут указываться непосредственно у размеров или общей записью в технических требованиях чертежа о неуказанных допусках со ссылкой на ГОСТ 6449.5.

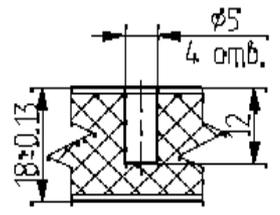


$\sqrt{Rm200}$ (✓)

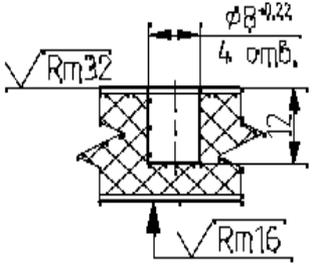


450 ± 0,31

A-A (1:1)



Б-Б (1:1)



2. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПОЛЯ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Таблица I

Наименование элементов	Параметр	Интервал номинальных размеров, мм	Рекомендуемые поля допусков
Стенки проходные, полупроходные, непроходные, перегородки	длина	от 300 до 1000	± 12 , ± 13
		свыше 1000 до 2000	± 11 , ± 12
	ширина	до 315	± 13
		свыше 315 до 580	± 12
толщина	от 16 до 18	± 13 , ± 14	
	Полки	длина до 800	± 12 , ± 13
длина	свыше 800 до 1200	± 11 , ± 12	
	ширина	до 315	± 14
свыше 315 до 560		± 13	
толщина	от 16 до 18	± 14	

Интервал размеров, мм	Поля допусков отклонения										
	Ф	И	II	JS	II	И	I2	JS	I2	И	I3
Св. 80 до 120	+0,22	±0,11	+0,35	±0,17	+0,54						
" 120 " 180	+0,25	±0,12	+0,40	±0,20	+0,63						
" 180 " 250	+0,29	±0,14	+0,46	±0,23	+0,72						
" 250 " 315	+0,32	±0,16	+0,52	±0,26	+0,81						
" 315 " 400	+0,36	±0,18	+0,57	±0,28	+0,89						
400 " 500	+0,40	±0,20	+0,63	±0,31	+0,97						
" 500 " 630	+0,44	±0,22	+0,70	±0,35	+1,10						

Пример обозначения допусков формы и расположения

Рекомендации по выбору степеней точности и величина допусков формы, расположения поверхностей

Установлено 11 степеней точности допусков формы и расположения поверхности (10...20) в зависимости от интервала размеров. Для мебели и ССИ - ГОСТ 6449.3, табл.15 РТМ 13-3300014-59-84 и [т.17.9...17.13 - БА98].

Величина допуска зависит от диапазона номинального размера и степени точности.

В “МШМ” принято указывать допуск прямолинейности на базовой длине 405 мм со значением по ГОСТ. Внутренняя поверхность корпуса и лицевые кромки - предпочтительны для указания базы.

Обычно указывают допуски прямолинейности и перпендикулярности, остальные трудно контролировать.

13.6. Допуски расположения осей отверстий для крепежных деталей

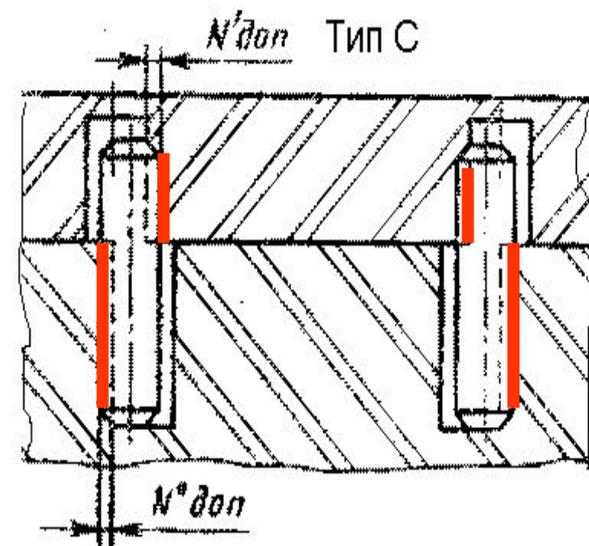
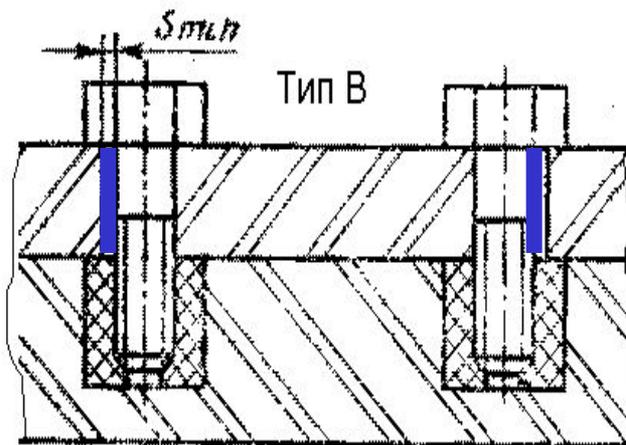
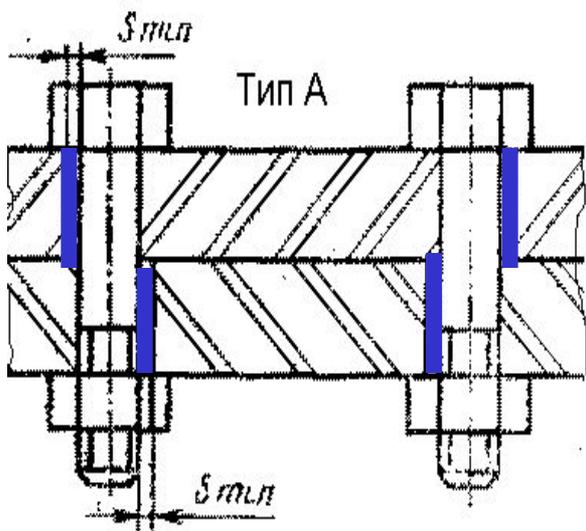
ГОСТ 6449.4 “Изделия из древесины и древесных материалов. Допуски расположения осей отверстий для крепежных деталей” (шкантов, стяжек, шурупов и др.).

Типы соединений крепежными деталями:

А – с зазором под болт в обеих соединяемых деталях.

В – зазор для крепежной детали (винт, шуруп, ...) предусмотрен в одной из соединяемых деталей (с резьбовой втулкой и без нее).

С – разборные и неразборные с круглыми вставными шкантами, входящими в сквозные или несквозные отверстия **с натягом** односторонним независимым, по отношению к каждой из соединяемых деталей.



В соединениях А и В позиционные допуски осей гладких отверстий назначают зависимыми, диаметр отверстий – с учетом стержня (болта, шпильки или шурупа) и зазора из 1...3 рядов значений по минимальному зазору S_{min} [т.17.14, БА98].

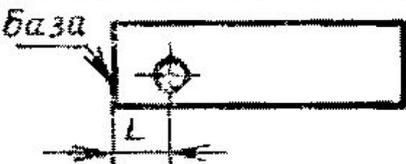
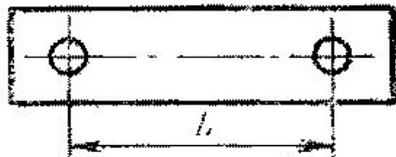
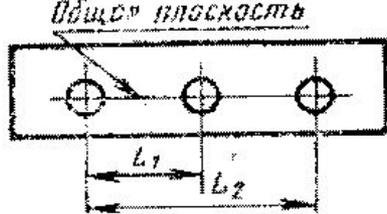
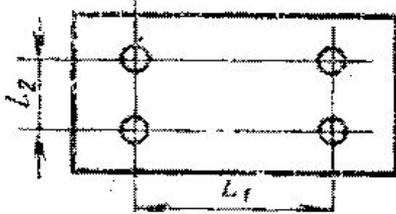
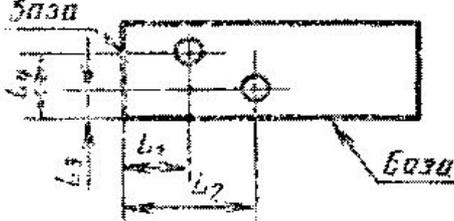
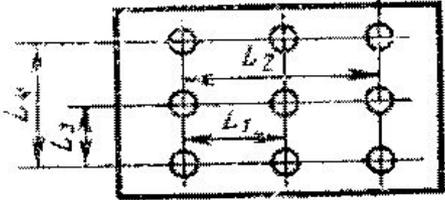
Предельные отклонения диаметров отверстий 1-го ряда соответствуют *H13* (поле допуска отверстия), 2...3-го – *H14*.

Для мебели рекомендуются значения 1 и 2 рядов.

Позиционный допуск осей отверстий назначают с учетом вида материала и требований к соединению.

Предельные отклонения диаметров отверстий - по *H13* и *H14*, шкантов – *k13* и *k14*.

Предельные натяги: для твердолиственных пород и березы – 0,2, МЛП – 0,2...0,25, ДСП – 0,25...0,3 мм.

Вид расположения отверстий	Схема расположения отверстий	Характеристика расположения отверстий
I		<p>Одно отверстие, координированное относительно плоскости, являющейся сборочной базой</p>
II		<p>Два отверстия, координированные друг относительно друга. Сборочная база отсутствует</p>
III		<p>Три и более отверстия, расположенные в один ряд. Сборочная база отсутствует</p>
IV		<p>Три или четыре отверстия, расположенные в два ряда. Сборочная база отсутствует</p>
V		<p>Одно или несколько отверстий, координированных относительно двух взаимно перпендикулярных баз (например, двух плоскостей)</p>
VI		<p>Отверстия, расположенные в несколько рядов. Сборочная база отсутствует</p>

Вид и характеристика расположения отверстий, под крепежные детали и их характеристики

13.7. Неуказанные предельные отклонения и допуски - ГОСТ 6449.5

Для размеров низкой точности предельные отклонения приводят в технических требованиях чертежу общей записью типа «Неуказанные предельные отклонения» :

- 1) **по квалитетам** - ГОСТ 6449.1;
- 2) **по классам точности** (t_1, t_2, t_3, t_4) - ГОСТ 6449.5;
- 3) **сочетанием вариантов** (предпочтителен) — т.17.15 БА98.

Классы точности (квалитеты):

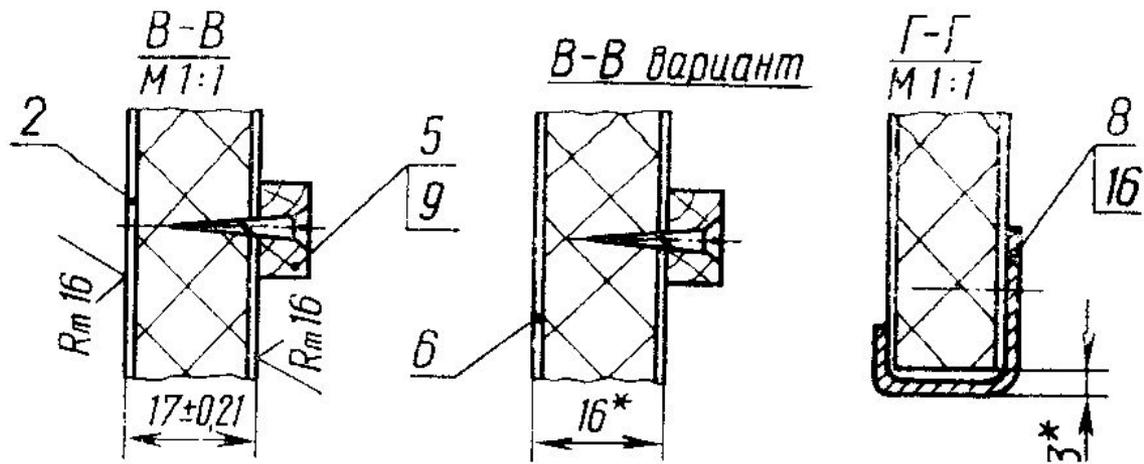
t_1 - “Точный” (12); t_2 - “Средний” (14);

t_3 - “Грубый” (16); t_4 - “Очень грубый” (17).

Рекомендации по выбору классов точности и квалитетов для мебели – желательны средние (т.17.16).

Для неотчетственных размеров (между шурупами, фасок и т.п.) рекомендуется очень грубый класс $\pm t_4 / 2$.

В технических требованиях пункта делают запись, типа “Неуказанные предельные отклонения размеров $\pm t_2 / 2$, при нескольких пунктах – краткие записи значений без пояснений.



1. Размеры деталей в скобках — после сборки.
 Предельные отклонения размеров устанавливаются технологической документацией.

2. * Размеры для справок.

3. $\pm \frac{t_2}{2}$.

4. Предельные отклонения осей отверстий от общей плоскости $\pm 0,11$ мм.

5. Неуказанные допуски формы и расположения — по ГОСТ 6449.5-82.

Простановка неуказанных предельных отклонений

					Х Х СБ		
					Стенка		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							1:10
Пров.					Лист 1		Листов 2
Т. контр.							
Н. контр.							
Утв.							

13.8. Размерные цепи

Требуемые параметры взаимодействия пар соединяемых деталей достигаются соблюдением необходимых допусков, посадок и зазоров.

При создании ИД нужно обеспечить достаточную точность взаимного расположения нескольких поверхностей, осей и др. элементов в системе компоновки объекта.

Потенциальные противоречия между конструктивными требованиями и технологическими возможностями могут быть разрешены на основе теории размерных цепей.

В деревообработке теорией РЦ занимался проф. Куликов В. А. и др.

Размерная цепь – совокупность взаимосвязанных размеров, образующих замкнутый контур.

РЦ включает отдельные размеры (*звенья*) и *замыкающее звено* (*исходное* при постановке задачи РЦ и последнее в результате ее решения).

Исходное звено определяется в зависимости от соотношений составляющих звеньев.

РЦ:

- *линейные* (составляющие размеры параллельны);
- *плоские* (размеры в одной плоскости);
- *пространственные* (размеры в пространстве).

РЦ *детальные* - связывают размеры деталей.

По назначению РЦ:

- *конструкторские, технологические* (настройки станков и изготовления деталей);
- *измерительные* (для контроля размеров).

Часто одна цепь имеет *общее назначение*.

Методы расчета размерных цепей:

1) *Максимум-минимум* – с учетом предельных отклонений звеньев и их неблагоприятные сочетаний.

2) *Вероятностный* – с учетом рассеивания размеров (нормальное распределение) и вероятности сочетаний их отклонений.

Расчет РЦ ведут по:

- РД 50-635-87 “Методические указания. Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчета линейных и угловых цепей”. - М.:Гостандарт,1987.

- “Методические указания по внедрению ГОСТ 6449.1...5-82”.-М.:Изд-во стандартов, 1984.

ГОСТы 16319 “Цепи размерные. Осн. положения, обозначения и определения” и 16320 “Расчет плоских цепей” отменены в 1986г.

Методы достижения заданной точности замыкающего звена:

1) *Полной взаимозаменяемости* по всем объектам без выбора, подбора и подгонки размеров составляющих звеньев расчетом методом максимума-минимума.

2) *Неполной взаимозаменяемости* – точность достигается с учетом вероятности сочетаний отклонений у определенной части звеньев без изменения их параметров (выбора и подгонки).

3) *Групповой взаимозаменяемости* – в РЦ входят составные звенья из предварительно отсортированных групп.

4) *Регулирования* – достигается изменением размера компенсирующего звена без удаления с него слоя материала (регулированием). Метод целесообразен при большом количестве и высокой точности звеньев.

5) *Пригонки* – точность замыкающего звена достигается изменением размера компенсирующего удалением с него слоя материала (в мелкосерийном и индивидуальном производстве). Недостаток – увеличение затрат на сборку СИ.

При расчете размерной цепи на основе анализа размеров изделия и требований к точности его изготовления определяется замыкающее звено (зазор, натяг, расстояние между осями и поверхностями и др.) и составляющие звенья.

В линейной сборочной цепи составляющим звеном является линейный размер, *в сборочной* – каждая деталь или неразборная сборочная единица учитывается одним звеном.

Линейные РЦ обозначают заглавными буквами:

- *составляющие звенья* – буквами с номерами A_1, B_2, \dots ;
- *замыкающее звено* – буквой с индексом, например A_{Δ} .

Последовательность расчета цепи при решении прямой задачи:

- 1) Формулировка задачи и определение замыкающего звена;
- 2) Установление допустимых пределов изменения замыкающего звена и определение его параметров: номинального размера, предельных верхнего $\Delta_{В\Delta}$ и нижнего $\Delta_{Н\Delta}$ отклонений, координаты середины поля допуска

$$\Delta_{О\Delta} = (\Delta_{В\Delta} + \Delta_{Н\Delta}) / 2 \quad \text{и допуск } \delta_{\Delta}$$

по ГОСТ 9449.1.

- 3) Выявление составляющих звеньев, построение РЦ.

4) Расчет номинальных размеров составляющих звеньев и номинального размера замыкающего (исходного) звена

$$A_{\Delta} = \sum_i^{m-1} \varepsilon_{Ai} A_i$$

ε_{Ai} – передаточное отношение i -го звена цепи A (для линейных с увеличивающимися звеньями $\varepsilon_A = +1$, с уменьшающимися $\varepsilon_A = -1$;

A_i – номинальный размер i -го звена;

m - количество звеньев, включая замыкающее.

5) Выбор метода достижения требуемой точности замыкающего звена.

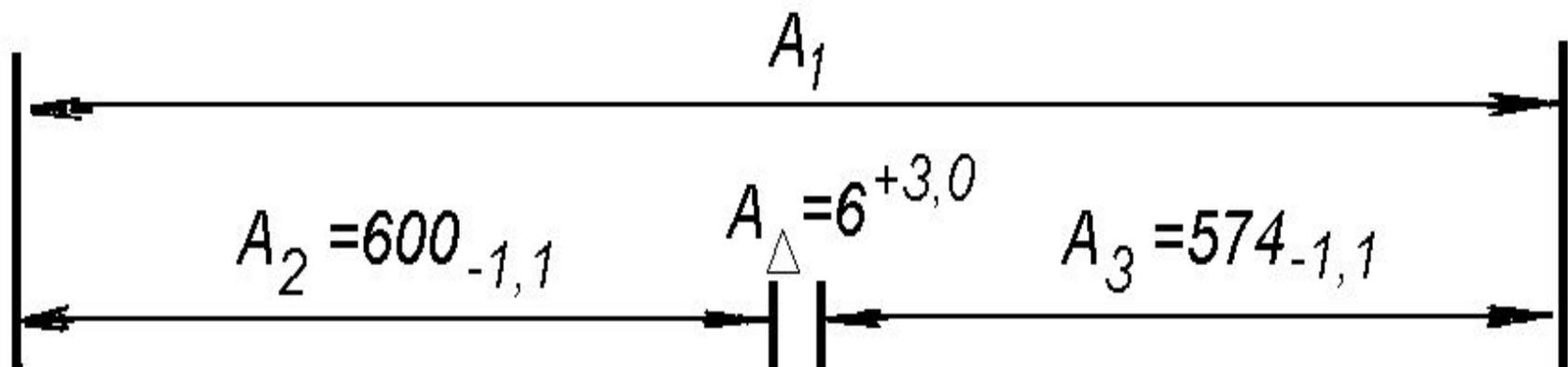
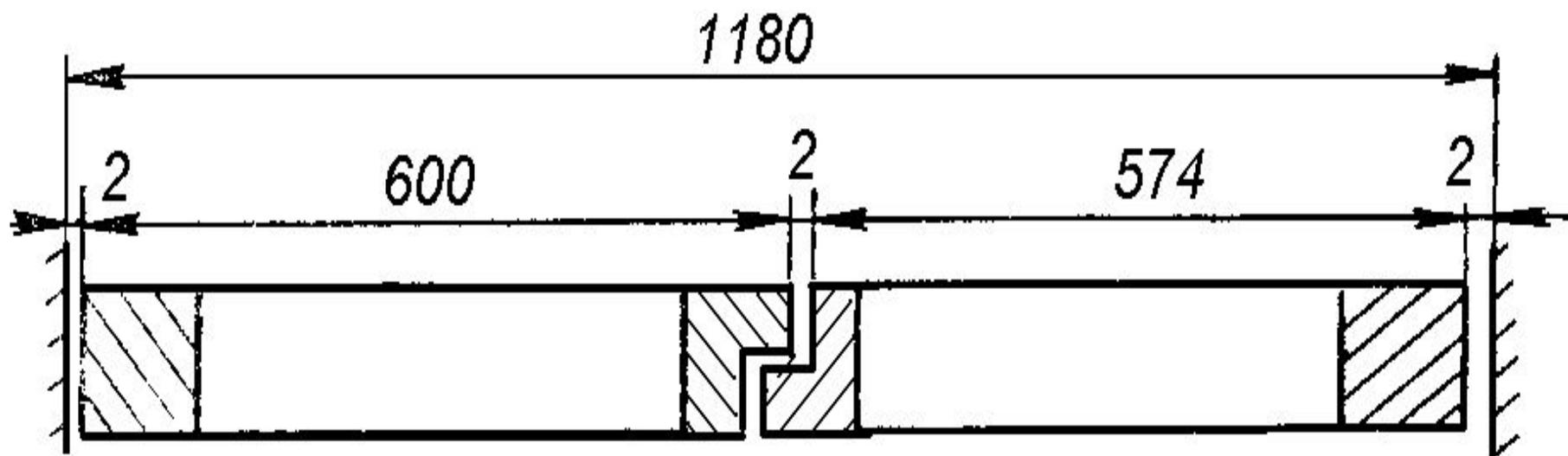
6) Расчет и установление допусков, поля допуска, координаты середины полей допусков составляющих звеньев.

Практическое определение предельных отклонений в РЦ

Пример установления допусков ширины на взаимосвязанные размеры двух створок и проема коробки окна при известных номинальных размерах элементов, зазоров и допустимых их отклонениях.

Задача расчета РЦ – обеспечить нормальную сборку и эксплуатацию окна. Предположим, требуется наличие 3-х зазоров по 2 мм при допускаемом увеличении каждого из них не более 1 мм. Допустимые отклонения размеров створок примем по ГОСТ 6449.1 ($h13$, т.3), зазоров – СТБ 939 (т.2).

Рассмотрим РЦ «А» из звеньев A_1 , A_2 , A_3 и замыкающего звена A_{Δ} . Сумму зазоров учтем в номинальной длине замыкающего звена $A_{\Delta} = 2 \times 3 = 6$ мм с верхним допускаемым отклонением $es = 1 \times 3 = +3,0$ мм и нижним $ei = 0$.



Номинальный размер звена

$$A_1 = A_2 + A_3 + A_{\Delta} = 600 + 574 + 6 = 1180 \text{ мм.}$$

Согласно теории размерных цепей **основное уравнение** полей допусков

$$\delta_{A\Delta}^2 = \delta_{A1}^2 + \delta_{A2}^2 + \delta_{A3}^2,$$

определим **поле допуска звена A1**

$$\delta_{A1} = \sqrt{\delta_{A\Delta}^2 - \delta_{A2}^2 - \delta_{A3}^2} = \sqrt{3^2 - 1,1^2 - 1,1^2} = 2,56,$$

координаты середин полей допусков звеньев цепи:

$$m_{A2} = m_{A3} = (-1,1 + 0) / 2 = -0,55;$$

$$m_{A\Delta} = (+3 + 0) / 2 = 1,5 \text{ мм.}$$

Середина поля допуска замыкающего звена A_{Δ}

$$m_{A_{\Delta}} = \sum m(+)-\sum m(-) = m_{A_1} - (m_{A_2} + m_{A_3}),$$

откуда координаты середины поля допуска звена A_1

$$m_{A_1} = m_{A_{\Delta}} + (m_{A_2} + m_{A_3}) = 1,5 + (-0,55 - 0,55) = 0,4, \text{ мм},$$

верхнее и нижнее предельные отклонения звена A_1 :

$$\Delta_{A_{1В}} = m_{A_1} + \delta_{A_1} / 2 = 0,4 + 2,56 / 2 = +1,68 \text{ мм};$$

$$\Delta_{A_{1Н}} = m_{A_1} - \delta_{A_1} / 2 = 0,4 - 2,56 / 2 = -0,88 \text{ мм},$$

назначим ширину проема коробки окна с учетом отклонений

$$\text{при допуске } \delta_{A_1} = 1,68 - (-0,88) = 2,56.$$

13.9. **Контроль точности размеров и формы деталей**

Контроль точности изготовления деталей и сборочных осуществляют инструментально. Средства контроля должны иметь цену деления шкалы не более $1/6$ поля допуска измеряемого размера.

Для измерения линейных размеров **применяют**: микрометры, скобы рычажные и скобы-индикаторы, нутромеры, штангенциркули, измерительные линейки, рулетки и различные калибры. Для определения абсолютных величин предпочтительны к применению цифровые средства измерения, включая КИМ.

Средства измерения должны соответствовать ГОСТ, быть сертифицированы и поверены в установленном порядке.

К бесшкальным средствам контроля размеров относятся ***предельные калибры-скобы, пробки*** (для внутренних размеров отверстий круглых, продолговатых и проушин), ***глубиномеры*** и ***уступомеры***. Они имеют, соответствующим образом отмаркированный, ***проходной*** и ***непроходной*** размер.

В результате контроля детали делят на: ***годные***, ***подлежащие исправлению*** и ***негодные***.

Шероховатость поверхности, её нормирование и обозначение на чертежах

Шероховатость поверхности характеризуется числовыми значениями параметров ее неровностей (*обработанные риски, неровности упругого восстановления, волнистость, структурные неровности плит, спрессованных из древесных частиц*), а также наличием или отсутствием ворсистости и мшистости.

При разработке нормативно-технической документации на ИД необходимо руководствоваться ГОСТ 7016 «Древесина. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики».

Согласно стандарту, установлены следующие параметры

шероховатости поверхности: Rm_{\max} , Rm , Rz , Ra , Sz

– Rm_{\max} – среднее арифметическое высот отдельных наибольших неровностей на поверхности:

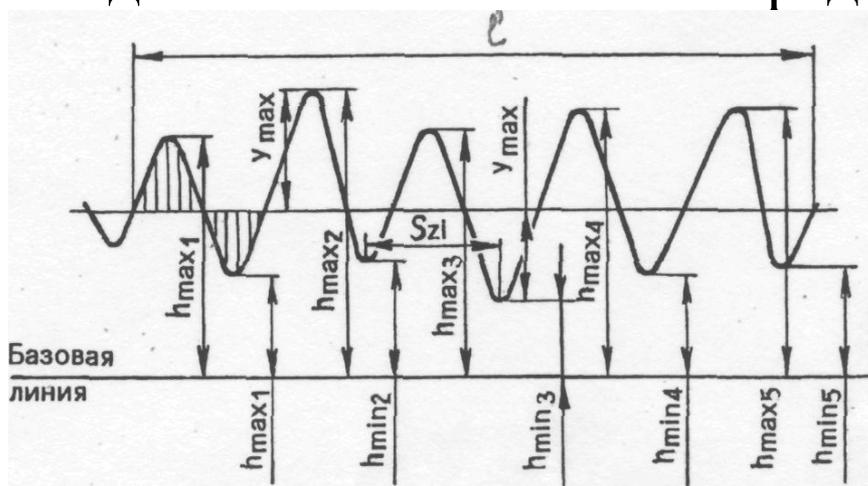
$$Rm_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_{\max i}$$

где $H_{\max i}$ – расстояние от высшей до низшей точки i -и наибольшей неровности; n – число наибольших неровностей ($n \geq 5$);

– Rm – наибольшая высота неровностей профиля:

$$Rm = y_{p \max} + y_{v \max},$$

где $y_{p \max}$ – расстояние от средней линии профиля до высшей его точки в пределах базовой длины; $y_{v \max}$ – расстояние от средней линии профиля до низшей его точки в пределах базовой длины;



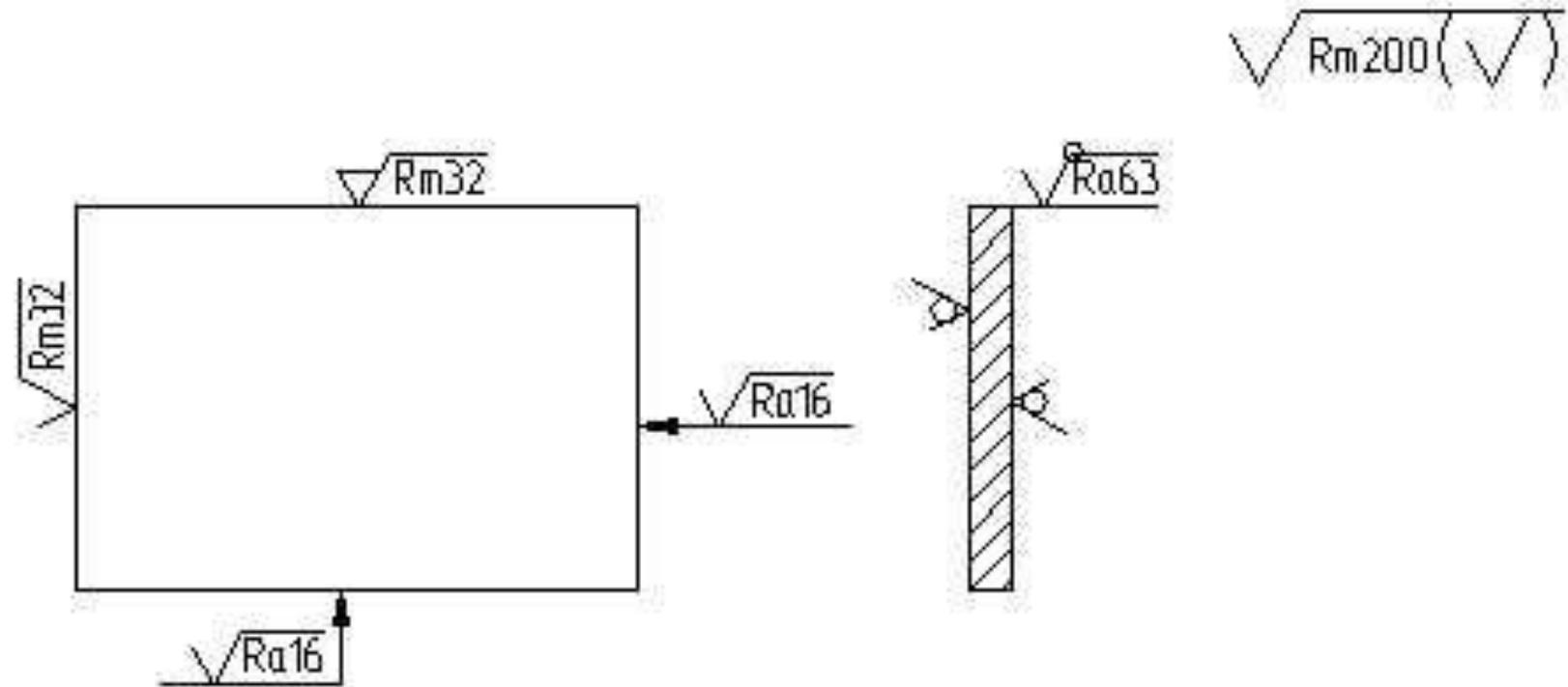
Нормирование шероховатости поверхностей

Для поверхностей, подготовленных к отделке или склеиванию, допустимые значения параметров шероховатости устанавливаются в соответствии с технологическими режимами того или иного процесса. Например:

Допустимые значения параметра R_m следует принимать:

- не более 16 мкм – для пластей и кромок под отделку лицевых и нелицевых внутренних, видимых при нормальной эксплуатации поверхностей (кроме отделываемых полиэфирными лаками);
- не более 63 мкм – для поверхностей, отделываемых полиэфирными лаками;
- не более 63 мкм – для неотделываемых видимых при эксплуатации поверхностей, а также невидимых, с которыми соприкасается человек или предметы (например, поверхности разделочных досок, боковые поверхности выдвижных ящиков, лотков, кассет и т.д.);
- не более 200 мкм – для остальных неотделываемых невидимых при эксплуатации поверхностей;

Обозначение шероховатости на чертежах следует выполнять под так называемым радикалом



КОНЕЦ