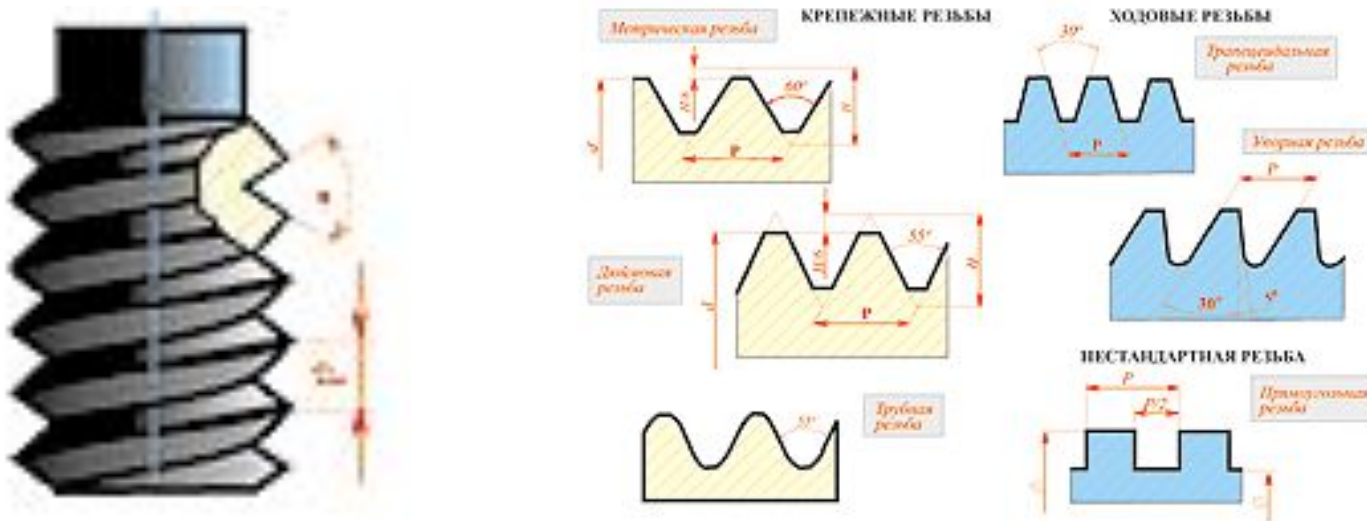


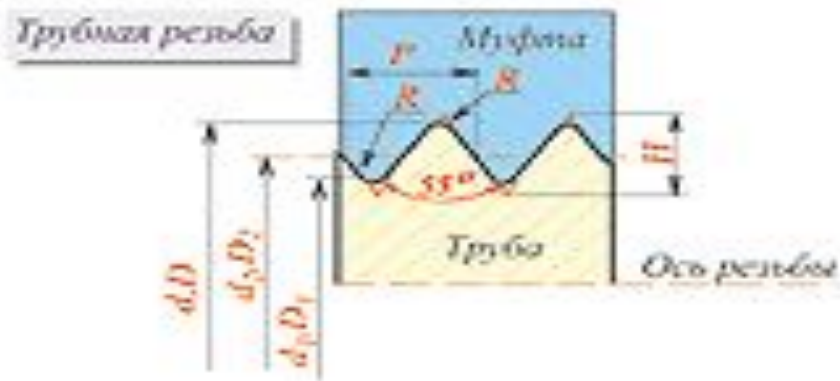
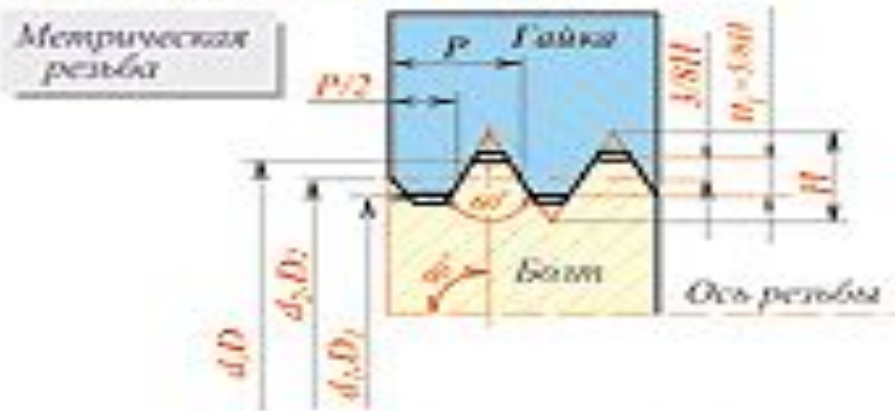
ДОПУСКИ И ПОСАДКИ РЕЗЬБОВЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.

Метрология, стандартизация и
сертификация

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

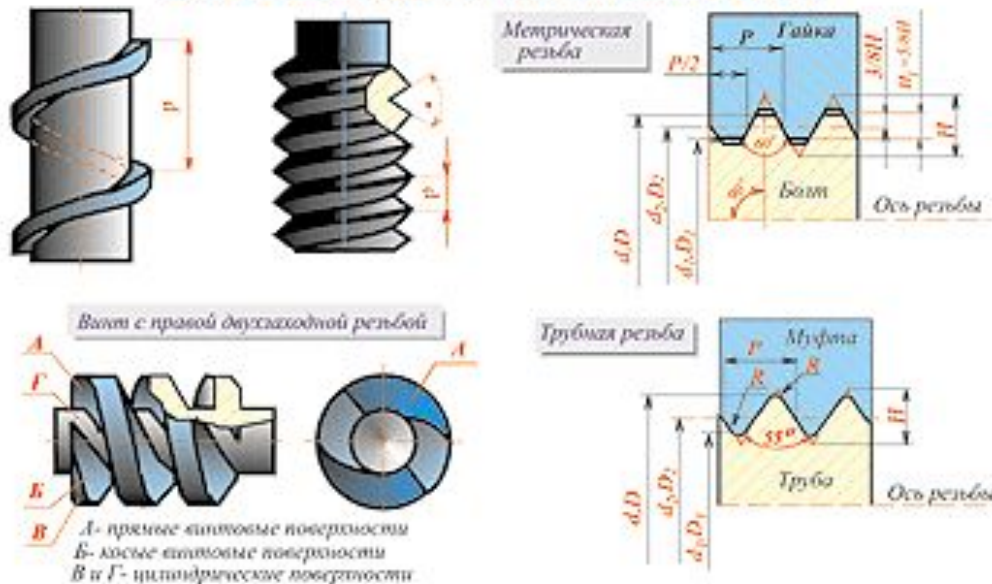


- Профиль резьбы — это контур сечения поверхности резьбы плоскостью, проходящей через ее ось. По профилю резьбы делятся на треугольные, трапецеидальные, упорные, круглые и прямоугольные.
- Резьба, нарезанная на наружной цилиндрической поверхности, называется наружной резьбой (условно — болт), а нарезанная на внутренней цилиндрической поверхности — внутренней резьбой (условно — гайка). При свинчивании двух деталей — одна с наружной, а другая с внутренней резьбой (болта с гайкой) — образуется резьбовое соединение. Резьбовые соединения по назначению разделяют на **крепёжные** — скрепляющие отдельные детали; **кинематические** — преобразующие вращение в осевое движение; **трубные** — для герметического соединения деталей трубопровода.

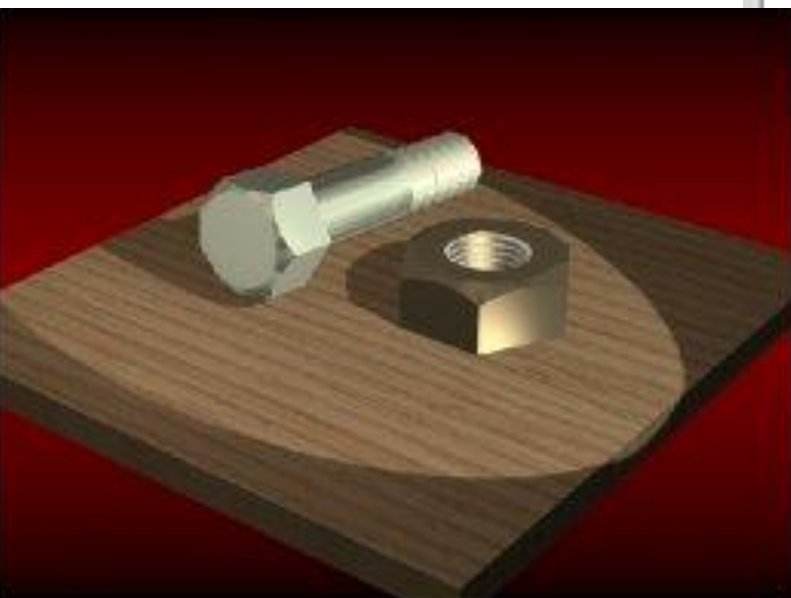
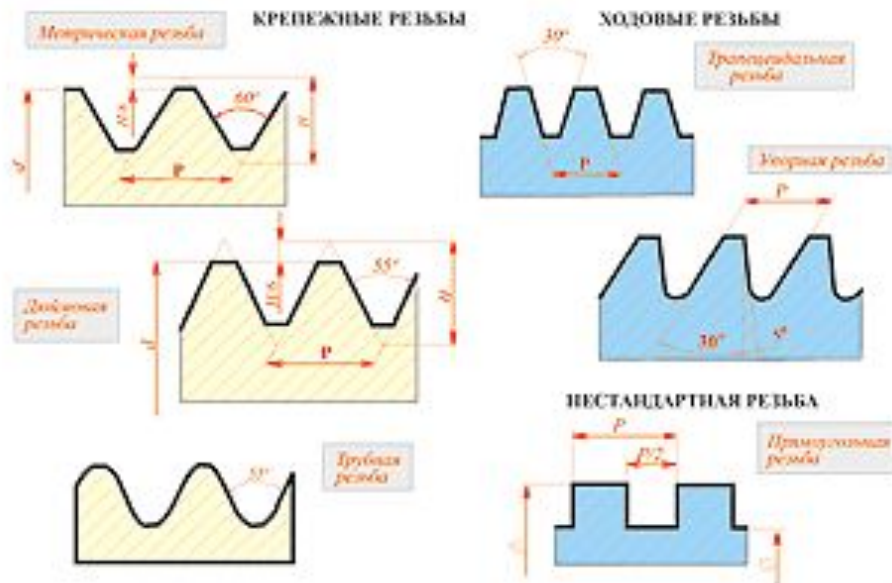


- В зависимости от единиц измерения линейных размеров резьбы (миллиметры или дюймы) различают резьбы метрические и дюймовые.

ФОРМЫ ПРОФИЛЯ И ПАРАМЕТРЫ РЕЗЬБЫ



ПАРАМЕТРЫ РЕЗЬБ СТАНДАРТНОГО И НЕСТАНДАРТНОГО ПРОФИЛЯ



Общие сведения

- Резьбовые соединения широко распространены в машиностроении.
- По эксплуатационному назначению резьбы подразделяются на **специальные** (соединение одного типа деталей) и **общего назначения** (крепёжные, кинематические, трубные). Каждый из этих типов резьбы подразделяется на **наружные** и **внутренние** резьбы. К наружным относятся резьба болта, шпильки, винта и т.д.; к внутренним относятся резьба гайки, гнезда, муфты и т.п. Из большого разнообразия резьб следует выделить метрическую крепёжную резьбу, размеры, допуски и посадки которой регламентированы стандартами, приведенными в табл.1.

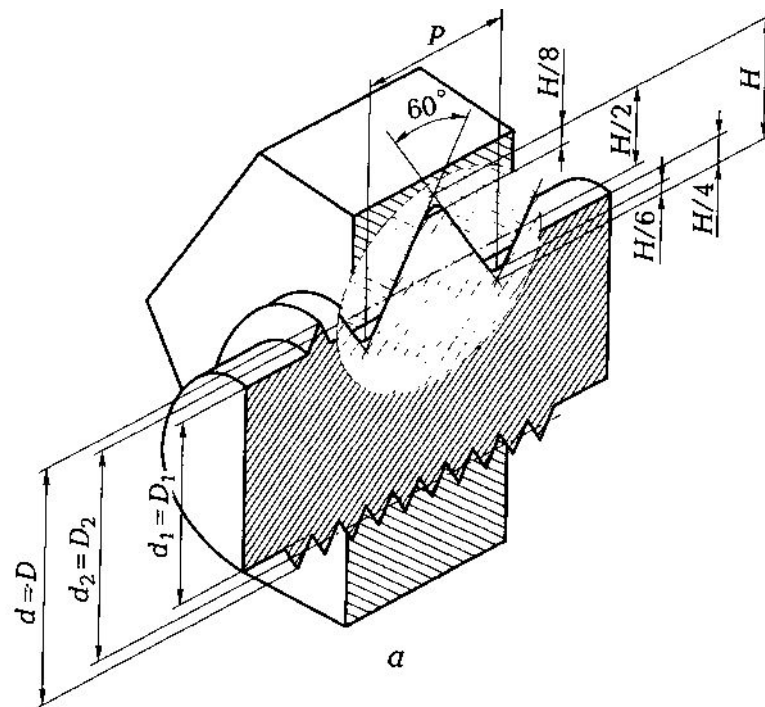
Таблица 1. Стандарты на резьбовые соединения

ГОСТ	Наименование
4608—81	ОНВ. Резьба метрическая. Посадки с натягом
8724—2002	ОНВ. Резьба. Диаметры и шаги
9000—81	ОНВ. Резьба метрическая для диаметров менее 1 мм
9150—2004	ОНВ. Резьба. Основной профиль
11708—82	ОНВ. Резьба. Термины и определения
11709—81	ОНВ. Резьба метрическая для деталей из пластмасс
16093—2004	ОНВ. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором
24705—2004	ОНВ. Резьба. Основные размеры
24834—81	ОНВ. Резьба метрическая. Переходные посадки
25229—82	ОНВ. Резьба метрическая коническая

- Крепежные метрические резьбы подразделяются на резьбы с крупным шагом (P) диаметром 1 ...68 мм и резьбы с мелким шагом диаметром 1 ...600 мм. Крупный шаг в обозначении резьбы не указывается (например, M24), а мелкий шаг указывается через знак умножения (M24x2). Для левой резьбы после условного обозначения ставятся буквы LH (M24x2LH). У многозаходных резьб указывается ход t и шаг резьбы P в скобках (M24 x 3(P1)).

- *Ход резьбы* — расстояние, на которое перемещается точка за один полный оборот:
- $t = nP$,
- где n — число заходов, т.е. число ниток, образующих резьбовую поверхность.

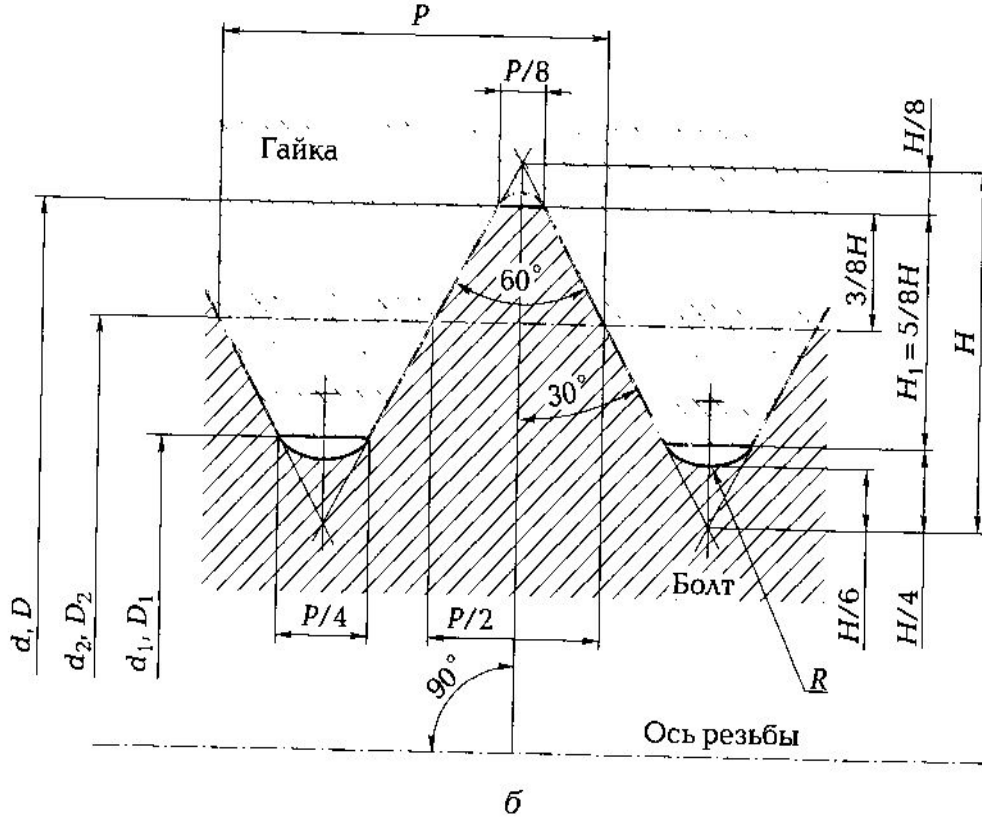
- При равных наружных диаметрах метрические резьбы с мелким шагом отличаются от резьб с крупным шагом меньшей высотой профиля и меньшим углом подъема резьбы. Поэтому резьбы с мелким шагом рекомендуется применять при малой длине свинчивания, на тонкостенных деталях, а также при воздействии на резьбовое соединение переменных нагрузок, толчков и вибрации. Резьбы с крупным шагом рекомендуется применять для соединения деталей, не подвергающихся таким нагрузкам, так как они менее надежны при переменной нагрузке и вибрациях и более склонны к самоотвинчиванию.



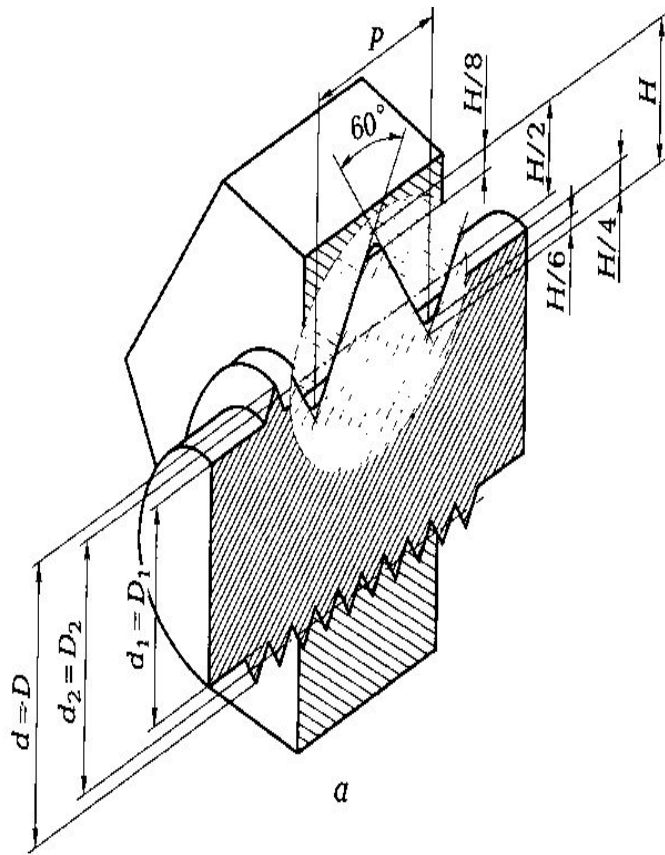
Соединение болта с гайкой

- По ГОСТ 9150 — 2004 основной профиль метрической резьбы определяется углом профиля $\alpha = 60^\circ$, высотой исходного профиля $H \approx 0,86P$ и плоскими срезами на расстоянии $H/8$ от вершин наружного и $H/4$ от впадин внутренних диаметров резьбы (рис.а) .

Профиль и параметры метрической резьбы



- К основным параметрам цилиндрических метрических резьб относятся (рис. б):
- d_2 (D_2) — средний диаметр резьбы соответственно болта и гайки;
- d (D) — наружный диаметр резьбы соответственно болта и гайки;
- d_1 (D_1) — внутренний диаметр резьбы соответственно болта и гайки;
- P — шаг резьбы;
- α — угол профиля резьбы; для метрических резьб $\alpha = 60^\circ$; $\alpha / 2$ — половина угла профиля; $\alpha / 2 = 30^\circ$ для метрических резьб;
- H — высота исходного профиля ($H = 0,86P$).

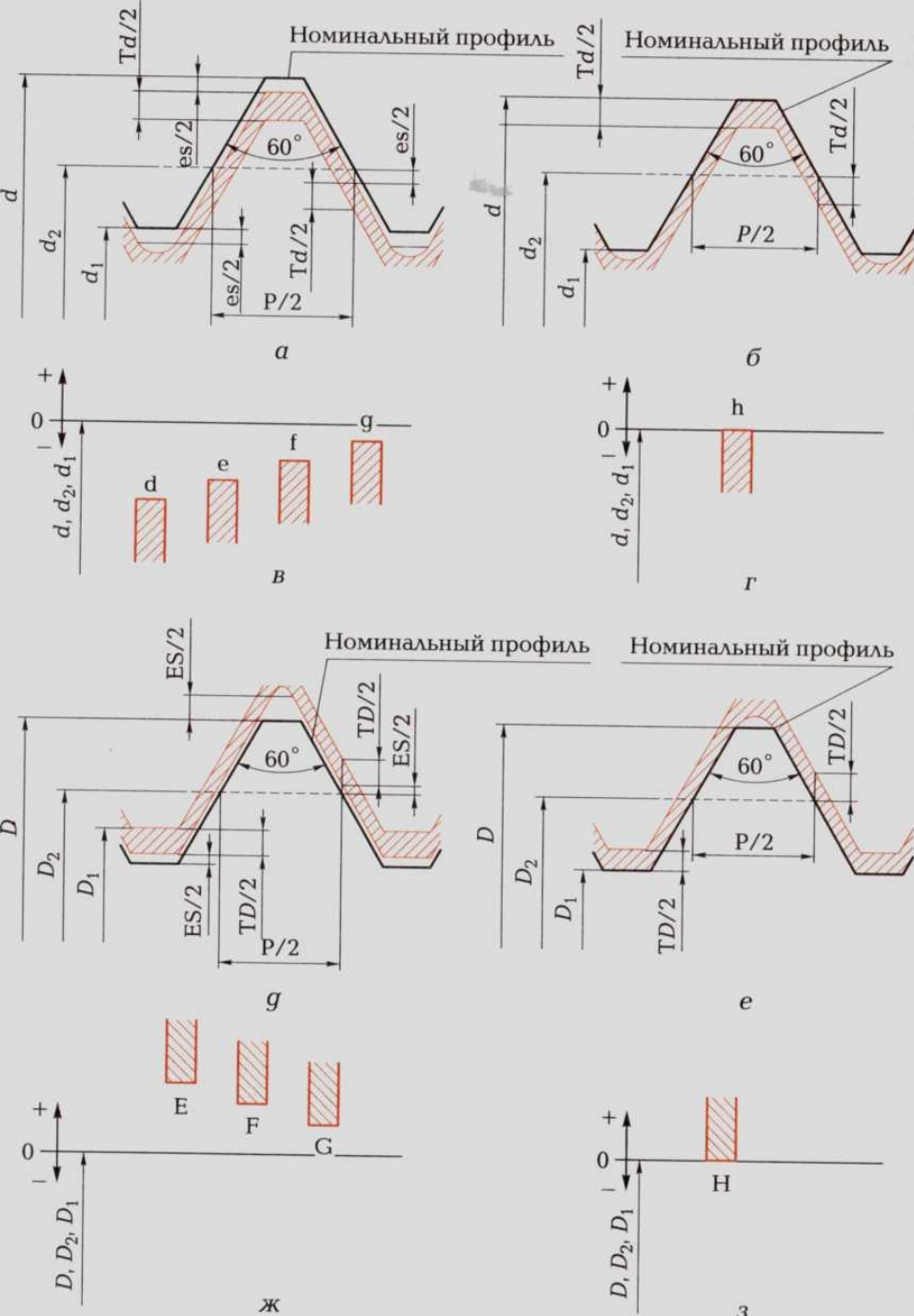


Соединение болта с гайкой

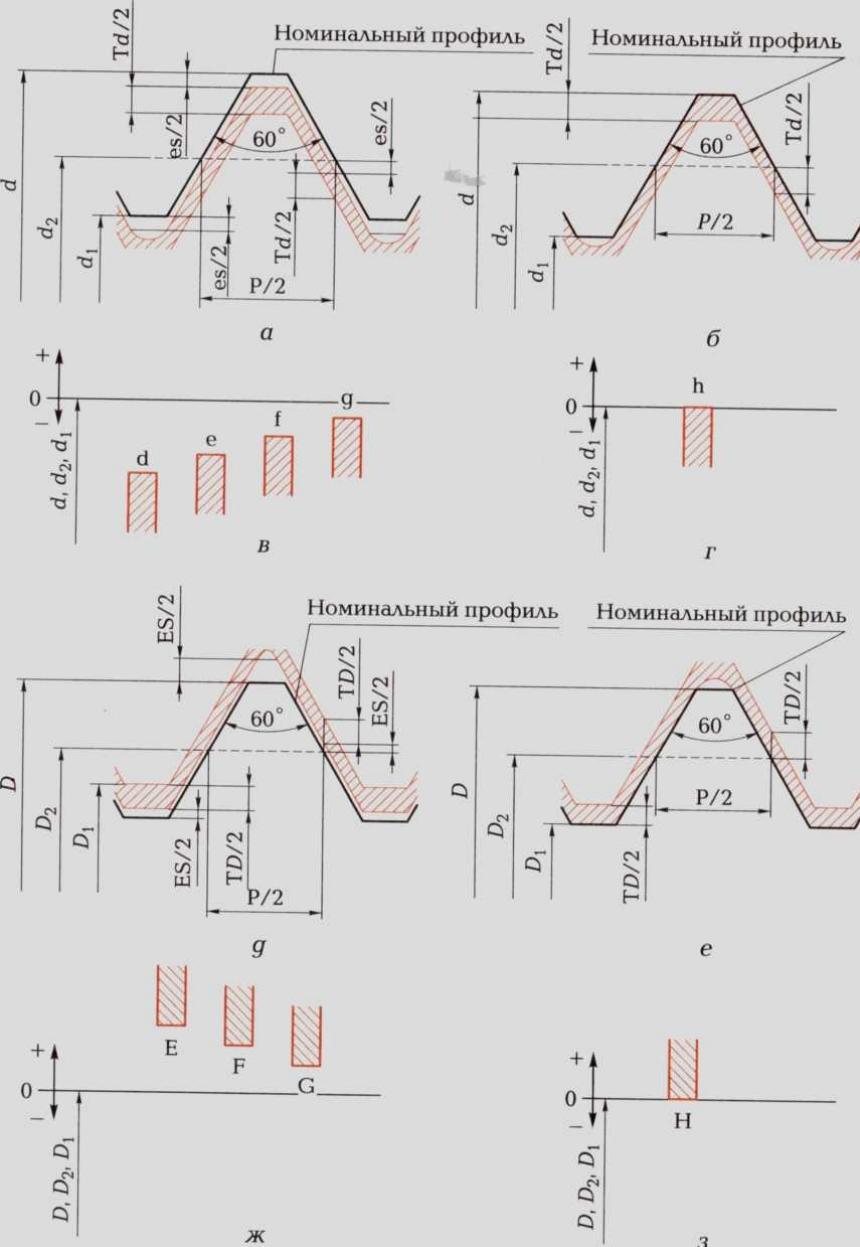
- Основным среди диаметров резьбы является **средний**, так как он определяет положение винтовой поверхности относительно оси резьбы. Контакт болта и гайки при свинчивании происходит (см. рис. а) по винтовой поверхности (по боковым сторонам профиля).

Взаимозаменяемость метрических резьб

- Взаимозаменяемость резьбовых соединений обеспечивается установлением предельных контуров резьбы болта и гайки путем нормирования отклонений на ряд параметров резьбы. Действительные контуры резьбы, получившиеся при изготовлении, не должны выходить за предельные контуры. Нормируются следующие параметры резьбы болта и гайки. Для болта стандартом установлены отклонения среднего d_2 и наружного d диаметров (рис. а... г); для гайки — среднего D_2 и внутреннего D_1 диаметров (рис. д...з).



Расположение полей допусков метрической резьбы при посадках с зазором:



а — для болта с основными отклонениями d , e , f и g ;

б — для болта с основным отклонением h ;

в — основные отклонения метрической резьбы d , e , f и g ;

г — основные отклонения метрической резьбы h ;

д — поля допусков метрической резьбы для гайки с основными отклонениями E , F , G ;

е — поле допуска метрической резьбы для гайки с основным отклонением H ;

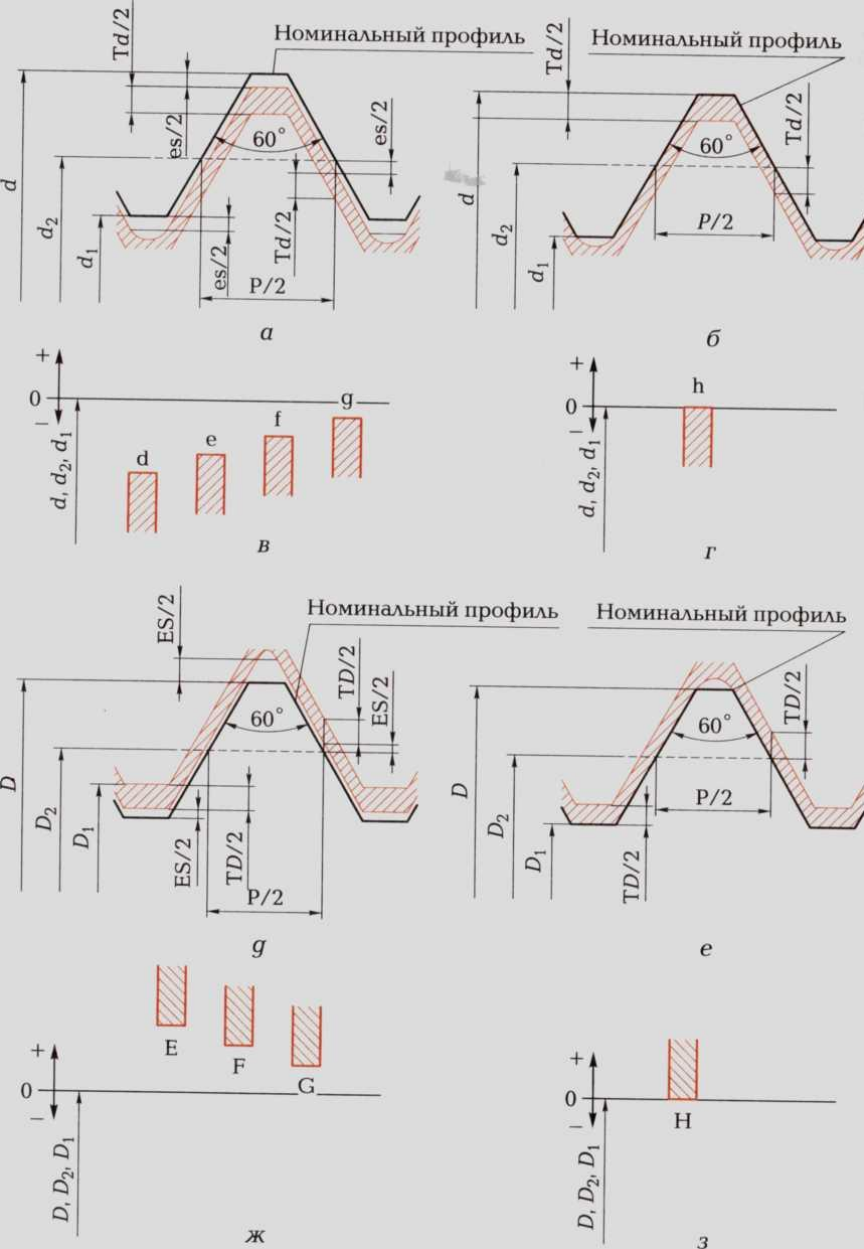
ж - основные отклонения метрической резьбы E , F , G ;

з — основное отклонение метрической резьбы H

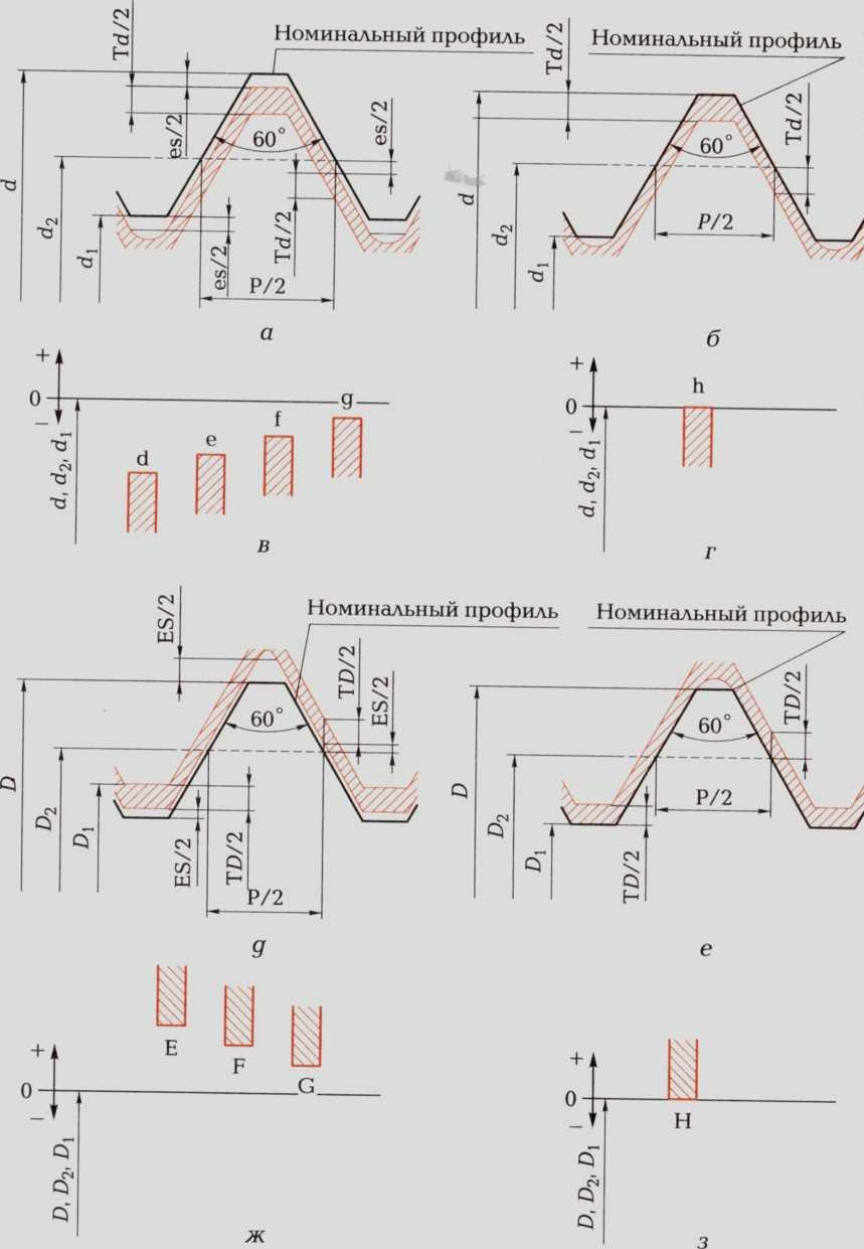
- Для образования поля допуска диаметров d_1 (внутренний диаметр резьбы болта) и D (*наружный диаметр резьбы гайки*) второе отклонение стандартом не назначается; основное — H, E, h, g и другие — задано в стандарте. Форма впадин по указанным диаметрам обеспечивается инструментом при нарезании резьбы.

- В таблицах ГОСТ 16093 — 2004 также отсутствуют допуски на шаг и угол профиля, так как предельные погрешности шага и угла профиля пересчитаны и включены в допуск среднего диаметра, который называется ***суммарным***.

- Суммарный допуск среднего диаметра является суммой допуска собственного среднего диаметра $T'd_2$ ($T'D_2$) как линейной величины и двух диаметральных компенсаций предельных погрешностей шага f_p угла профиля f_α :
- $Td_2 = T'd_2 + f_p + f_\alpha$; $TD_2 = T'D_2 + f_p + f_\alpha$,
- где Td_2 — суммарный допуск на средний диаметр наружной резьбы (для внутренней TD_2);
- f_p — диаметральная компенсация погрешности шага, $f_p = 1,73\Delta P$ (ΔP — погрешность шага, мкм);
- f_α — диаметральная компенсация угла профиля, $f_\alpha = 0,36P(\Delta \alpha/2)$ ($\Delta \alpha/2$ — погрешность угла, мин).



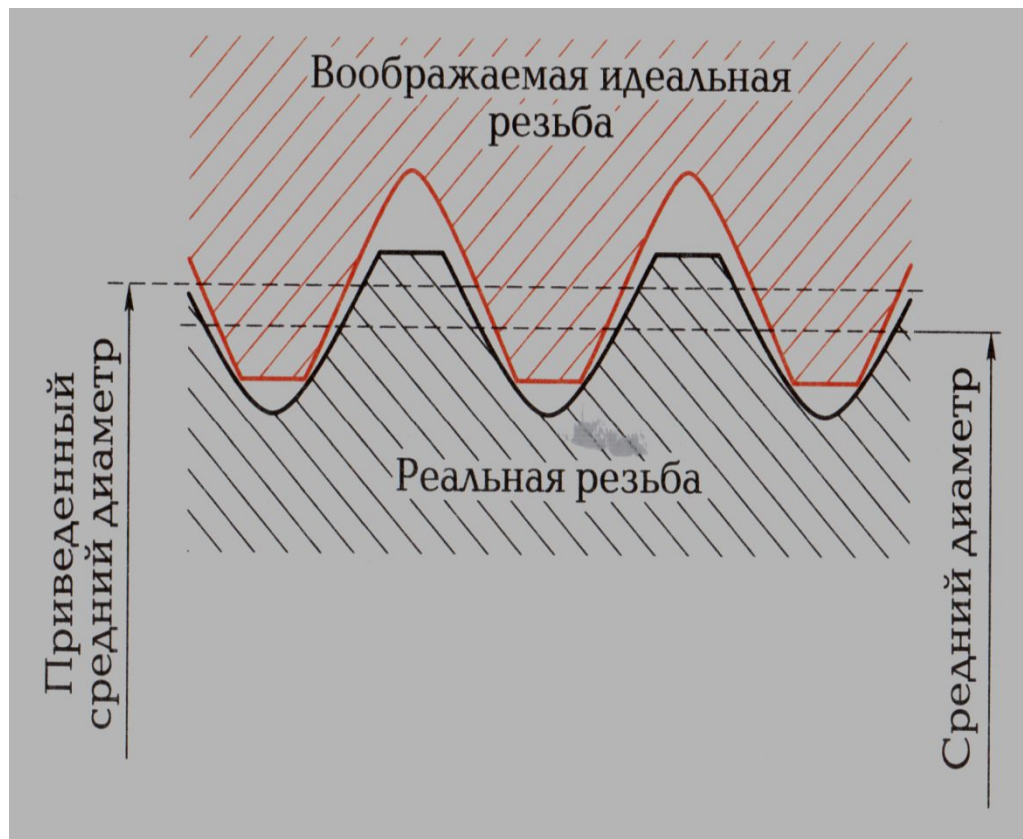
- Диаметральная компенсация погрешностей половины угла профиля f_α** — это величина, на которую необходимо уменьшить средний диаметр болта или увеличить средний диаметр гайки, не выходя за пределы его поля допуска, чтобы обеспечить их свинчиваемость с проходными резьбовыми калибрами при наличии погрешности в половине угла профиля.



- Диаметральная компенсация погрешностей шага резьбы f_p** — это величина, на которую необходимо уменьшить средний диаметр болта или увеличить средний диаметр гайки, не выходя за пределы табличного допуска на средний диаметр, чтобы обеспечить их свинчиваемость с проходными резьбовыми калибрами при наличии погрешностей шага.

- Из-за наличия погрешностей резьбовые поверхности болта и гайки никогда не соприкасаются по всей винтовой поверхности, а касаются только на отдельных участках. Основное требование для крепежной резьбы — **обеспечение свинчивания**, поэтому представляется возможным изменять средний диаметр у болта или гайки и добиваться свинчивания при ошибках шага и профиля. При этом контакт резьбы болта и гайки будет обеспечен, но не по всей поверхности.

- **Свинчиваемость можно считать обеспеченной, если разность средних диаметров резьб болта и гайки не меньше сумм диаметральных компенсаций шага и половины угла профиля обеих деталей.** Для упрощения контроля резьб и расчета допусков введено понятие **приведенного среднего диаметра резьбы**, учитывающего влияние на свинчиваемость величин $d_2(D_2)$, f_p и f_α .



- Приведенный средний диаметр резьбы

Деталь	Класс точности	Поле допуска при длине свинчивания		
		<i>S</i>	<i>N</i>	<i>L</i>
Наружная резьба (болт)	Точный	—	4h, 4g	—
	Средний	5h6h, 5g6g	6h, 6g, 6f, 6e, 6d	7g6g
	Грубый	—	8g	—
Внутренняя резьба (гайка)	Точный	4H	4H5H, 5H	6H
	Средний	5H	6H, 6G	7H
	Грубый	—	7H, 7G	8H

В табл.2 приведены поля допусков наружной (болт) и внутренней (гайка) резьб, используемых для образования посадок с зазором. В отличие от гладких соединений при обозначении поля допуска резьбы на первом месте указывается степень точности, а на втором — основное отклонение.

Деталь	Класс точности	Поле допуска при длине свинчивания		
		<i>S</i>	<i>N</i>	<i>L</i>
Наружная резьба (болт)	Точный	—	4h, 4g	—
	Средний	5h6h, 5g6g	6h, 6g, 6f, 6e, 6d	7g6g
	Грубый	—	8g	—
Внутренняя резьба (гайка)	Точный	4H	4H5H, 5H	6H
	Средний	5H	6H, 6G	7H
	Грубый	—	7H, 7G	8H

Примечания:

1. Для получения различных посадок можно применять любые сочетания полей допусков резьбы болтов и гаек.
2. Поля допусков, заключенные в рамки, рекомендуются для предпочтительного применения.
3. При длинах свинчивания *S* и *L* допускается применять поля допусков, установленные для длин свинчивания *N*.
4. Наиболее распространенной посадкой для крепежных метрических резьб является 6H/6g

Длина свинчивания (участок взаимного перекрытия резьб) в силу конструктивных особенностей резьбовых соединений оказывает влияние на качество и характер сопряжения. Установлено три группы длин свинчивания:

S — короткая;

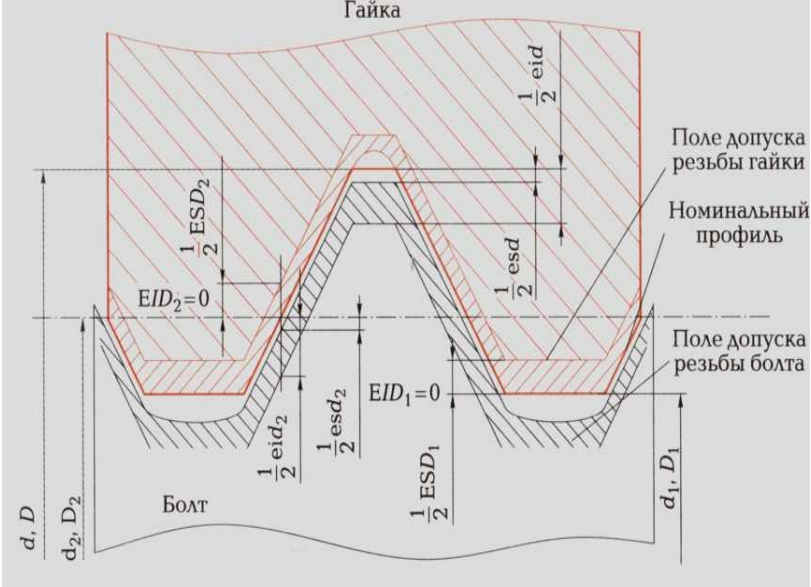
N — нормальная;

L — длинная.

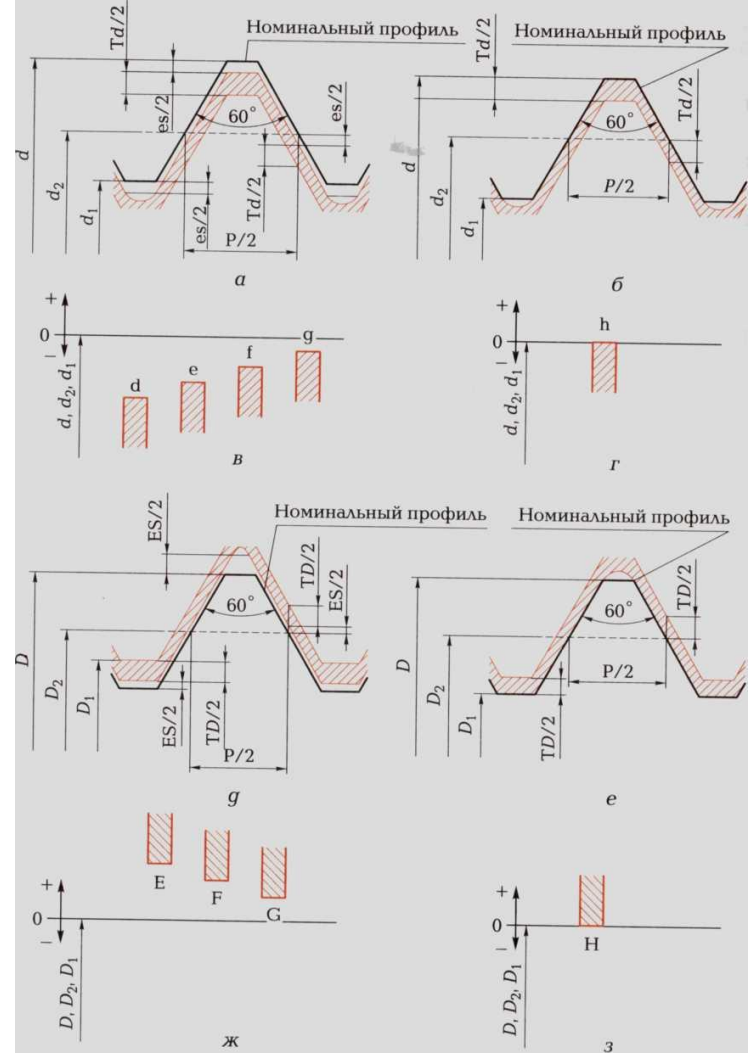
- К группе *N* относятся резьбы с длиной свинчивания не менее $2,24P d^{0.2}$ не более $6,7P d^{0.2}$.
- Длины свинчивания менее $2,24P d^{0.2}$ относятся к группе *S*.
- Длины свинчивания более $6,7P d^{0.2}$ — к группе *L*.
- Точные значения длин свинчивания установлены ГОСТ 16093 — 2004.

- *Класс точности* — понятие условное (на чертежах указывают поля допусков), используемое для сравнительной оценки точности резьбы (табл. 2).
- Точный класс рекомендуется для ответственных резьбовых соединений;
- средний класс — для резьб общего назначения;
- грубый класс — для резьб, нарезаемых на горячекатаных заготовках, в длинных глухих отверстиях и т. п.

- Резьбовые соединения могут выполняться на посадках
- с зазором (ГОСТ 16093 — 2004)
- с натягом (ГОСТ 4608 — 81)
- переходных (ГОСТ 2483 — 81).



- Схема расположения полей допусков резьбового соединения на посадке **6H/6g**



- При изображении схемы расположения полей допусков резьбового соединения они откладываются от номинального профиля в соответствии с основными отклонениями (рис. а...г — для болта, рис. д...з — для гайки).

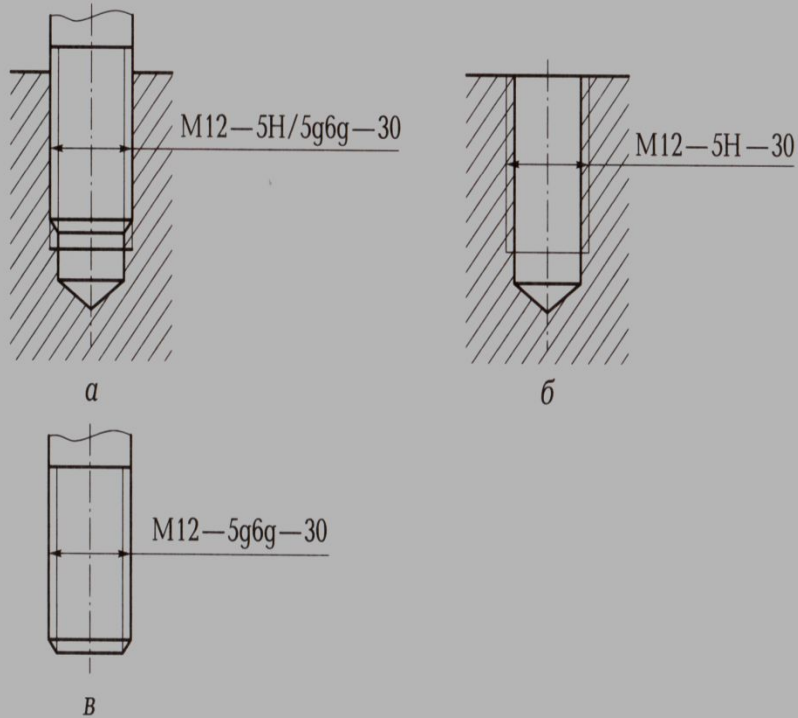
Условные обозначения полей допусков и посадок резьбовых соединений на чертежах

Обозначение поля допуска резьбы болта M24 — 5g6g — определяет отклонения для среднего — 5д (на первом месте) и наружного — 6g (на втором месте) диаметров.

Для гайки M24 — 4H5H — на первом месте указывается поле допуска (отклонения) среднего диаметра — 4H, а на втором месте — поле допуска (отклонения) внутреннего диаметра — 5H.

Если обозначение поля допуска наружного диаметра у болта или внутреннего диаметра у гайки совпадает с обозначением поля допуска среднего диаметра, то его в обозначении не приводят. Например, M24 — 6G — обозначение поля допуска среднего 6G и внутреннего 6G диаметров гайки; M24 — 6h — обозначение поля допуска среднего 6h и наружного 6h диаметров болта.

В этих обозначениях цифры определяют степень точности (4, 5 и др.), а буквы (H, G, h и др.) — основные отклонения.



- Обозначения посадки (а) и полей допусков деталей резьбового соединения для внутренней резьбы (б) и наружной резьбы (в)

- Посадка резьбового соединения обозначается дробью, в числителе которой — поле допуска диаметров гайки, а в знаменателе — поле допуска диаметров резьбы болта. Например: M24 x 1LN - 6H/ 6g - резьбовое сопряжение с левой резьбой и мелким шагом $P = 1$.
- На рисунке приведен пример обозначения посадки резьбового соединения M12 —5H/5g6g — 30 и полей допусков деталей соединения: гайки M12 —5H — 30 и болта M12 —5g6g — 30.