

**Справочная
книга
слесаря**

АО "Петрозаводскмаш"
2000 г.

Содержание

	<u>Стр.</u>
1. Слесарные работы.....	3
1.1 Разметка.....	3
1.2 Сверловка.....	3
1.3 Зенкерование, зенкование, развертывание.....	5
1.4 Нарезка резьбы.....	6
1.5 Гибка труб.....	15
1.6 Изготовление пружин.....	15
1.7 Клепка.....	17
1.8 Рубка металла.....	18
1.9 Правка деталей.....	18
1.10 Шабрение.....	19
1.11 Притирочно-доводочные работы.....	21
1.12 Полирование, шлифование.....	23
1.13 Требования ОСТ 26-08-948-73 и ОСТ 26.291-94 к изготовлению продукции.....	26
2. Средства измерения и контроля.....	28
2.1 Линейки измерительные металлические.....	28
2.2 Рулетки измерительные.....	28
2.3 Штангенинструменты.....	28
2.4 Приборы для измерения углов.....	29
2.5 Концевые меры, шупы, линейки.....	30
2.6 Измерение отклонений от плоскостности и параллельности.....	30
2.7 Калибры, шаблоны, измерение резьб.....	31
2.8 Индикаторный инструмент.....	34
2.9 Микрометрический инструмент.....	35
3. Допуски и посадки.....	40
3.1 Системы допусков и классы точности.....	42
3.2 Понятия о зазорах, натягах и посадках (таблица допусков и посадок).....	42
3.3 Шероховатость поверхности.....	49
3.4 Форма и расположение поверхности.....	50
4. Материаловедение.....	64
4.1 Материалы – металлы.....	64
4.2 Смазочные материалы.....	66
4.3 Прокладочные и набивочные материалы.....	68
4.4 Термическая и химико-термическая обработка стали.....	70
4.5 Определение твердости металлов.....	71
5. Технологические расчеты.....	73
5.1 Коэффициенты линейного расширения металлов и сплавов.....	73
5.2 Расчет температуры нагрева охватывающей детали при сборке посадок с натягом.....	74
5.3 Расчет усилия запрессовки и распрессовки.....	74
5.4 Расчет натягов и зазоров по допускам.....	75
5.5 Удельный вес часто встречающихся материалов.....	76
5.6 Допустимые постоянные нагрузки и моменты затяжки для болтов с основной метрической резьбой при продольном нагружении.....	77

6.	Сборочные работы.....	78
6.1	Статическая балансировка.....	78
6.2	Подготовка деталей к сборке.....	78
6.3	Шпоночные и шлицевые соединения.....	79
6.4	Подшипники.....	80
6.5	Соединительные муфты.....	81
6.6	Зубчатые муфты.....	82
6.7	Ременные и цепные передачи.....	85
6.8	Выверка взаимного положения валов.....	87
6.9	Сборка резьбовых соединений.....	87
6.10	Сборка посадок с натягом.....	88
6.11	Испытание изделий.....	90
7.	Маркировка продукции.....	91
8.	Консервация и упаковка продукции.....	91
9.	Основы экономики и нормирования.....	92
10.	Техника безопасности и охрана труда.....	95
11.	Использованная литература и ссылочные документы.....	96

В справочной книге слесаря приведены основные практические сведения о слесарных работах, средствах измерения и контроля, допусках и посадках, материаловедении, технологических расчетах, сборочных работах и выверках.

Справочная книга разработана на основе « Программы для подготовки и повышения квалификации рабочих на производстве » и учитывает требования « Единого тарифно – квалификационного справочника работ и профессий рабочих » 1990 г. выпуска. Расчитана на слесарей – сборщиков и слушателей курсов производственно – технического обучения. Учитывает опыт производства работ в АО « Петрозаводскмаш » и содержит ссылки на нормативно – техническую документацию предприятия.

1. Слесарные работы

1.1. Разметка

Разделяется плоская и объемная. Точность $0,25 \pm 0,5$ мм.

Последовательность разметки :

- изучить чертеж, обратив внимание на припуски ;
- осмотреть и дефектовать заготовку ;
- определить базы (обработанные кромки или осевые) ;
- окрашивание детали - материалы :
мел 1 кг + 8 л. воды → кипятить + 50 г жидкого столярного клея → кипятить ;
натирают мелом ;
раствор медного купороса 3 чайных ложки на стакан воды .
Цветной металл и стальной прокат не окрашивают.
- проверить плоскостность разметочной плиты. Щуп $0,01 \pm 0,03$ проходит на длине

200 - 300 мм между линейкой и плитой. Плиту натирают графитом.

Инструмент :

плита, штангенциркуль, масштабные линейки, чертилка, керн, молоток, рейсмус и т.д.

Приемы работы :

- вся разметка от одной базы ;
- керн ставят точно центром в линию - через 20 - 100 мм на прямой и 5 - 10 мм на перегибах. На обработанных в чистовую наносят на боковые поверхности. Возможна разметка по шаблонам.

Брак и меры предупреждения.

- брак заготовки, несоответствия плиты, приспособлений, мерителя ;
- неправильное чтение чертежа, нарушение базирования ;
- неверная установка детали ;
- неправильное пользование инструментом и приспособлениями ;
- небрежность.

1.2. Сверловка

Биение сверла - $0,05 - 0,3$ мм ($\varnothing 3 \div \varnothing 60$)

Угол сверла к кругу при заточке $\approx 60^\circ$.

Углы заточки - сталь - $116^\circ - 118^\circ$

медь - 125°

латунь, алюминий, силумин, баббит, титан - 140°

оргстекло - 70°

эбонит - 85°

пластмасса - 60° .

Охлаждающая жидкость : для стали - СОЖ,

для нержавеющей сталей - олеиновая кислота,

для чугунов - СОЖ, керосин.

Сверление в 2
прохода :

\varnothing отверстия, мм	\varnothing 1 сверла, мм
25 - 30	15
30 - 35	20
35 - 50	25

Приемы сверления :

1. Глухие отверстия сверлить по втулке до упора или по масштабной линейке.
2. Сверление у края неполных отверстий осуществляют с приставной пластиной из подобного материала.
3. При сверловке на наклонной (цилиндрической) поверхности готовят площадку \perp оси сверления.
4. Ступенчатые (2 способа) : малый - большой \varnothing и наоборот.
5. Кольцевое сверление до 150 мм в мягких материалах при помощи спец. оправок.
6. Глубокое сверление ($L > 5\varnothing$) сверлить с периодическим выводом сверла.
7. Термопластичные материалы (капрон, полиэтилен, винипласт и др.) обрабатывают с охлаждением 5 % раствором эмульсии в воде и остро заточенным инструментом.
8. Резину сверлят сверлом - лопаточкой.
9. Терморезистивные материалы (текстолит, гетинакс, фенопласт) - охлаждают воздухом.

Брак при сверлении :

1. Грубая поверхность просверленного отверстия - тупое или неправильно заточенное сверло, большая подача, недостаточное охлаждение.
2. Диаметр превышает заданный - неправильный выбор \varnothing сверла, неправильная заточка, люфт в узле шпинделя.
3. Смещение оси отверстия - неправильная разметка, слабое крепление детали на столе, биение сверла и увод в сторону.
4. Перекос оси отверстия - неправильная установка детали, неперпендикулярность шпинделя к поверхности, большой нажим при подаче сверла.

Сверла изготавливают :

1. Из инструментальной стали 9ХС, У12А.
2. Из быстрорежущей - Р18, Р6М5, Р9К10, Р14Ф4. Твердость 62 - 66 НРС.
3. Твердосплавные ВК8, ВКК8М, Т15К6. Целые до $\varnothing 6$, выше с пластинками.

Ответственное расположение отверстий

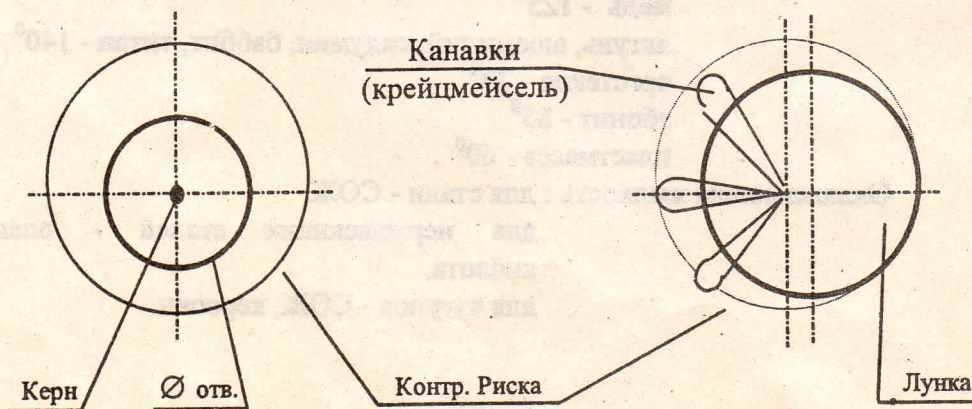


Рис. 1

Рис. 2

Если контуры углубления (лунки) смещены относительно контура контрольных рисок будущего отверстия (см. рис. 2), то от центра лунки в ту сторону, куда нужно сместить центр отверстия, крейцмейселем прорубают 2 - 3 канавки. Затем вновь надсверливают, убеждаются в правильности.

1.3. Зенкерование, зенкование, цекование и развертывание отверстий

Зенкерование - обеспечивает точность 8 - 13 квалитетов и шероховатость $1,6 \div 3,2$.

Бывают конические и цилиндрические, до $\varnothing 12 \div 35$ цельные, $\varnothing 24 \div 100$ насадные.

Зенкование цилиндрическое и конусное $\angle 60, 90, 120$.

Охлаждение - эмульсия.

Припуски : до $\varnothing 25$ мм - 1 мм

$\varnothing 26 - 35$ мм - 1,5 мм

$\varnothing 36 - 45$ мм - 2 мм.

Цекование - зачистка торцевых поверхностей под крепеж.

Дефекты, возникающие при зенкеровании и способы их устранения :

1. Увод зенкера - несовпадение оси зенкера и детали.
2. Низкая стойкость зенкера - неправильно выбран режим резания, неправильная заточка зенкера, недостаточное охлаждение.
3. Разбивание отверстия - неправильная установка зенкера (несовпадение осей), образование нароста на режущей части.
4. Неудовлетворительная чистота поверхности - износ режущей кромки зенкера, повышенная величина подачи и припуска.

Точность обработки отверстий в сплошном материале в зависимости от вида инструмента :

1. Квалитет 7. Сверло, полочистовой зенкер, черновая развертка, чистовая развертка.
2. Квалитет 8. Сверло, полочистовой зенкер, развертка.
3. Квалитет 11. Сверло, полочистовой зенкер (развертка).
4. Квалитет 12. Сверло.

Глубина резания $t = 0,5 \div 1$ мм.

Развертками получают отверстия 7 и 8 квалитетов, шероховатость Ra 5,0 - 1,0 и даже Ra 0,63 - 0,32.

Значение припусков при развертывании

Припуск	\varnothing отверстия, мм					
	3 - 6	7 - 18	19 - 30	31 - 50	51 - 80	81 - 100
На черновую развертку	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5
На чистовую развертку	0,05	0,05	0,1	0,1	0,15	0,2
Общий	0,2	0,25	0,35	0,4	0,55	0,7

**Диаметры сверл для сверления
под конические штифты**

Наименьший Ø штифта	2	3	4	6	8	10	13	16	20
Ø сверла	2	3	4	6	7,8	9,8	12,8	15,8	19,7

1.4. Нарезка резьбы

Нарезание метчиками.

Комплекты метчиков :

- 3 шт. - первый снимает 60 %, второй - 30 %, третий зачищает и калибрует.
2 шт. - первый снимает 2/3 металла, второй (чистовой) - 1/3 металла.

Материал метчиков У12 и 9ХС.

Диаметр отверстия по таблицам (грубо - размер резьбы минус шаг резьбы).

Охлаждение :сталь - машинное масло, эмульсия ;

 нержавеющая сталь - алейновая кислота ;

 чугун, алюминий - керосин, эмульсия ;

 медь - скипидар.

Удаление поломанных метчиков :

1. Травление азотной кислотой.
2. Выворачивание 3-х штыревой вилкой с керосином.
3. Плоскогубцами за выступающий конец.
4. Отжечь метчик и высверлить.
5. Приваркой планки, электрода или отломившегося хвостовика.
6. Электроискровым способом.

Нарезание плашками.

Диаметр стержня должен быть на 0,2 - 0,4 мм меньше наружного диаметра резьбы.

Материал плашек : У12, 9ХС, Р9 и Р18.

Элементы резьбы : профиль, угол профиля, шаг, наружный, средний и внутренний диаметр резьбы.

Виды резьб : метрическая

 дюймовая

 прямоугольная

 упорная

 трапецеидальная

 круглая

 одно- и многозаходная.

Обозначение резьб на чертежах

1. Метрическая резьба

Крупный шаг в обозначении не указывают, а мелкий указывают обязательно. Указание поля допуска обязательно.

Пример обозначения : M20 - 6H.

Левые резьбы имеют добавление LH в обозначении.

Пример обозначения : M20 LH - 6H.

В многозаходных резьбах указывают ход, а в скобках шаг (P) и его значение.

Пример обозначения :

M24 x 10 (P1) - 6H, где 10 - ход; P1 - шаг = 1 мм.

2. Трубная цилиндрическая

В условное обозначение резьбы входит буква G, размер резьбы в дюймах, класс точности среднего диаметра резьбы - A или B (менее точный) и длина свинчивания, если она превосходит нормальную.

Пример обозначения : G 3/8 - A - 20 ;

где 3/8 - условный проход трубы в дюймах (1'' = 25,4 мм),

A - класс точности среднего диаметра резьбы,

20 - длина свинчивания (стандартная величина в условном обозначении не указывается) .

3. Резьба трубная коническая

Наружная резьба обозначается буквой R, а внутренняя - Rc.

Левые резьбы обозначаются LH.

Пример обозначения : R 1 1/2 LH - наружная резьба,

Rc 1 1/2 LH - внутренняя резьба.

1 1/2 - условный проход трубы в дюймах.

4. Резьба коническая дюймовая

Пример обозначения : K 3/4 '' .

3/4 '' - условный проход трубы в дюймах.

5. Резьба метрическая коническая

В отверстиях нарезается внутренняя метрическая цилиндрическая резьба.

Пример обозначения : M20 x 1,5.

Наружная резьба коническая.

Пример обозначения : МК 20 x 1,5.

Для левой резьбы применяется обозначение - LH.

Пример обозначения : МК 20 x 1,5 LH.

6. Резьба Эдиссона круглая

Пример обозначения : Кр. 12 x 2,54 ;

где 2,54 - шаг резьбы в мм.

7. Резьба круглая

Пример обозначения : Rd 16 ,

левая : Rd 16 LH.

8. Резьба трапецидальная

Примеры обозначений :

однозходная - Тг 40 x 6 - 8e ;

где 40 - наружный диаметр резьбы,

6 - шаг резьбы,

8e - поле допуска.

Тоже левая - Тг 40 x 6 LH - 8e.

Многозаходная (трехзаходная) - Тг 40 x 9 (P3) - 6e ;

где 40 - наружный диаметр резьбы в мм,

9 - ход в мм,

3 - шаг в мм,

6e - поле допуска.

9. Резьба упорная

Примеры обозначений :

S 80 x 20 - 7h ;

где 80 - наружный диаметр резьбы в мм,

20 - шаг в мм,

7h - поле допуска.

Левая - S 80 x 20 LH - 7h.

Многозаходная (четырехзаходная)

S 80 x 20 (P5) - 7h ;

где 80 - наружный диаметр резьбы в мм,

20 - ход в мм,

5 - шаг в мм,

7h - поле допуска,

P - обозначение шага.

10. Резьба упорная усиленная с углом профиля 45°

Пример обозначения :

S 200 x 12 x 45° ;

где 200 - наружный диаметр резьбы в мм,

12 - шаг резьбы в мм,

45° - угол профиля.

11. Специальные резьбы

Специальные резьбы со стандартным профилем, но не стандартным шагом или диаметром обозначают Сп.

Пример обозначения :

Сп М40 x 1,5 - 6g ;

где Сп - специальная резьба,

М40 - наружный диаметр метрической резьбы,

1,5 - шаг в мм,

6g - поле допуска.

**Диаметры отверстий под нарезание
трубной цилиндрической резьбы**

Номинальный размер резьбы, дюйм	Число ниток на 1"	Шаг	Диаметр отверстия под резьбу
1/8	28	0,907	8,62 ^{+0,20}
1/4	19	1,337	11,50 ^{+0,25}
3/8	19	1,337	15,00 ^{+0,25}
1/2			18,68 ^{+0,28}
3/4	14	1,814	24,17 ^{+0,28}
1			30,34 ^{+0,36}
1 1/4			39,00 ^{+0,36}
1 1/2			44,90 ^{+0,36}
2			56,70 ^{+0,36}
2 1/2	11	2,309	72,27 ^{+0,43}
3			84,97 ^{+0,43}
4			110,12 ^{+0,43}
5			135,52 ^{+0,43}
6			160,92 ^{+0,43}

**Диаметры стержней под нарезание
метрической резьбы плашкой**

Резьба с крупным шагом	
Диаметр резьбы	Диаметр стержня
M3 x 0,5	2,94 ^{-0,06}
M3,5 x 0,6	3,42 ^{-0,08}
M4 x 0,7	3,92 ^{-0,08}
M4,5 x 0,75	4,42 ^{-0,08}
M5 x 0,8	4,92 ^{-0,08}
M6 x 1	5,92 ^{-0,08}
M8 x 1,25	7,90 ^{-0,10}
M9 x 1,25	8,90 ^{-0,10}
M10 x 1,5	9,90 ^{-0,10}
M11 x 1,5	10,88 ^{-0,10}
M12 x 1,75	11,88 ^{-0,12}
M16 x 2	15,88 ^{-0,12}
M18 x 2,5	17,88 ^{-0,12}
M20 x 2,5	19,86 ^{-0,14}
M22 x 2,5	21,86 ^{-0,14}
M24 x 3	23,86 ^{-0,14}
M27 x 3	26,86 ^{-0,14}
M30 x 3,5	29,86 ^{-0,14}
M33 x 3,5	32,83 ^{-0,17}
M36 x 4	35,83 ^{-0,17}
M39 x 4	38,80 ^{-0,17}

Резьба с мелким шагом	
Диаметр резьбы	Диаметр стержня
M4 x 0,5	3,96 ^{-0,08}
M4,5 x 0,5	4,46 ^{-0,08}
M5 x 0,2	4,96 ^{-0,08}
M6 x 0,2	
M6 x 0,75	5,96 ^{-0,08}
M7 x 0,2	
M7 x 0,75	6,95 ^{-0,10}
M8 x 0,2	
M8 x 0,75	7,95 ^{-0,10}
M9 x 0,2	
M9 x 0,75	8,95 ^{-0,10}
M10 x 0,2	
M10 x 0,75	9,95 ^{-0,10}
M10 x 1,0	
M11 x 0,75	10,94 ^{-0,12}
M12 x 0,75	
M12 x 1,0	11,94 ^{-0,12}
M12 x 1,5	
M14 x 0,75	
M14 x 1,0	13,94 ^{-0,12}
M14 x 1,5	
M15 x 1,5	14,94 ^{-0,12}

Диаметр резьбы	Диаметр стержня
M16 x 0,5	15,94 ^{-0,12}
M16 x 1,0	
M16 x 1,5	
M18 x 0,5	17,94 ^{-0,12}
M18 x 1,0	
M18 x 1,5	
M20 x 0,5	19,93 ^{-0,14}
M20 x 1,0	
M20 x 1,5	
M22 x 0,5	21,93 ^{-0,14}
M22 x 1,0	
M22 x 1,5	
M24 x 0,5	23,93 ^{-0,14}
M24 x 1,0	
M24 x 1,5	
M25 x 1,0	24,93 ^{-0,14}
M25 x 2,0	
M26 x 1,5	25,93 ^{-0,14}
M27 x 0,5	26,93 ^{-0,14}
M27 x 1,0	
M27 x 1,5	
M27 x 2,0	
M28 x 1,0	27,93 ^{-0,14}
M28 x 1,5	
M28 x 2,0	
M30 x 0,5	29,93 ^{-0,14}
M30 x 1,0	
M48 x 4,0	47,92 ^{-0,17}

Диаметр резьбы	Диаметр стержня
M30 x 1,5	29,93 ^{-0,14}
M30 x 2,0	
M32 x 1,5	31,92 ^{-0,17}
M32 x 2,0	
M33 x 0,5	32,92 ^{-0,17}
M33 x 1,0	
M33 x 1,5	
M33 x 2,0	34,92 ^{-0,17}
M35 x 2,0	
M36 x 1,0	35,92 ^{-0,17}
M36 x 1,5	
M36 x 2,0	37,92 ^{-0,17}
M38 x 1,5	
M39 x 1,0	38,92 ^{-0,17}
M39 x 1,5	
M39 x 2,0	39,92 ^{-0,17}
M40 x 1,5	
M40 x 2,0	41,92 ^{-0,17}
M42 x 1,0	
M42 x 1,5	
M42 x 2,0	44,92 ^{-0,17}
M45 x 1,0	
M45 x 1,5	
M45 x 2,0	47,92 ^{-0,17}
M45 x 4,0	
M48 x 1,0	47,92 ^{-0,17}
M48 x 1,5	
M50 x 1,5	49,92 ^{-0,17}
M50 x 2,0	

Диаметры обточки стержней под нарезание дюймовой резьбы плашкой

Диаметр резьбы, дюйм	Стержень под резьбу
3/16	4,53 ^{-0,16}
1/4	6,10 ^{-0,20}
5/16	7,68 ^{-0,20}
3/8	9,26 ^{-0,20}
7/16	10,80 ^{-0,20}
1/2	12,34 ^{-0,20}
9/16	13,92 ^{-0,20}
5/8	15,49 ^{-0,20}
3/4	18,65 ^{-0,20}

Диаметр резьбы, дюйм	Стержень под резьбу
7/8	21,74 ^{-0,28}
1	24,89 ^{-0,28}
1 ¹ / ₈	28,00 ^{-0,34}
1 ¹ / ₄	31,16 ^{-0,34}
1 ¹ / ₂	37,47 ^{-0,34}
1 ⁵ / ₈	40,55 ^{-0,50}
1 ³ / ₄	43,72 ^{-0,50}
1 ⁷ / ₈	46,85 ^{-0,50}
2	50,00 ^{-0,50}

**Диаметр сверл для обработки отверстий
под нарезание дюймовой резьбы**

Диаметр резьбы, дюйм	Диаметр сверла	
	Сталь, латунь	Чугун, бронза
1/4	5,1	5,0
5/16	6,5	6,4
3/8	8,0	7,8
1/2	10,5	10,3
5/8	13,5	13,3
3/4	16,5	16,2
7/8	19,5	19,0

Диаметр резьбы, дюйм	Диаметр сверла	
	Сталь, латунь	Чугун, бронза
1	22,3	21,8
1 ¹ / ₈	25,0	24,6
1 ¹ / ₄	28,0	27,6
1 ¹ / ₂	33,7	33,4
1 ³ / ₄	39,2	38,5
2	44,6	43,7

**Диаметр сверл для обработки отверстий
под нарезание трубной цилиндрической резьбы**

Диаметр резьбы, дюйм	Диаметр сверла
1/8	8,9
1/4	11,9
3/8	15,4
1/2	19,25
5/8	21,25
3/4	24,75
7/8	28,5

Диаметр резьбы, дюйм	Диаметр сверла
1	31,00
1 ¹ / ₈	35,75
1 ¹ / ₄	39,75
1 ³ / ₈	42,20
1 ¹ / ₂	45,60
1 ³ / ₄	51,60
2	57,50

**Диаметры сверл для обработки отверстий
под нарезание метрических резьб с крупным шагом, мм**

Диаметр резьбы	Диаметр сверла
M2 x 0,40	1,60
M2,2 x 0,45	1,75
M2,5 x 0,45	2,05
M3 x 0,5	2,50
M3,5 x 0,6	2,90
M4 x 0,7	3,30
M4,5 x 0,75	3,80
M5 x 0,8	4,20
M6 x 1,0	5,00
M7 x 1,0	6,00
M8 x 1,25	6,70
M9 x 1,25	7,70
M10 x 1,5	8,50
M11 x 1,5	9,50
M12 x 1,75	10,20

Диаметр резьбы	Диаметр сверла
M14 x 2	12,0
M16 x 2	14,0
M18 x 2,5	15,4
M20 x 2,5	17,4
M22 x 2,5	19,4
M24 x 3	20,9
M27 x 3	23,9
M30 x 3,5	26,4
M33 x 3,5	29,4
M36 x 4	31,9
M39 x 4	34,9
M42 x 4,5	37,4
M45 x 4,5	40,4
M48 x 5	42,8
M52 x 5	46,8

**Диаметры сверл для обработки отверстий
под нарезание метрических резьб с мелким шагом, мм**

Диаметр резьбы	Диаметр сверла
M2 x 0,25	1,75
M2,2 x 0,25	1,95
M2,5 x 0,35	2,15
M3 x 0,35	2,65
M3,5 x 0,35	3,15
M4 x 0,5	3,50
M4,5 x 0,5	4,00
M5 x 0,2	4,50
M6 x 0,2	5,5
M6 x 0,75	5,2
M7 x 0,2	6,5
M7 x 0,75	6,2
M8 x 0,2	7,5
M8 x 0,75	7,2
M9 x 0,2	8,5
M9 x 0,75	8,2
M10 x 0,2	9,5
M10 x 0,75	9,2
M10 x 1,0	8,7
M11 x 0,75	10,2
M12 x 0,75	11,2
M12 x 1,0	10,7
M12 x 1,5	10,5
M14 x 0,75	13,2
M14 x 1,0	12,7
M14 x 1,5	12,5
M15 x 1,0	14,0
M15 x 1,5	13,5
M16 x 0,5	15,25
M16 x 1,0	15,0
M16 x 1,5	14,5
M18 x 0,5	17,25
M18 x 1,0	17,00
M18 x 1,5	16,5
M20 x 0,5	19,25
M20 x 1,0	19,0
M20 x 1,5	18,5
M22 x 0,5	21,25
M22 x 1,0	21,00
M22 x 1,5	20,50
M24 x 0,5	23,25
M24 x 1,0	23,0
M24 x 1,5	22,5
M25 x 1,5	23,5
M25 x 2,0	23,00

Диаметр резьбы	Диаметр сверла
M26 x 1,5	24,5
M27 x 0,5	26,25
M27 x 1,0	26,00
M27 x 2,0	25,00
M28 x 1,0	27,0
M28 x 1,5	26,5
M28 x 2,0	26,00
M30 x 0,5	29,25
M30 x 1,0	29,0
M30 x 1,5	28,5
M30 x 2,0	28,0
M32 x 1,5	30,5
M32 x 2,0	30,0
M33 x 0,5	32,3
M33 x 1,0	32,0
M33 x 1,5	31,5
M33 x 2,0	30,0
M35 x 1,5	33,5
M36 x 1,0	35,0
M36 x 1,5	34,5
M36 x 2,0	34,0
M38 x 1,5	36,5
M39 x 1,0	38,0
M39 x 1,5	37,5
M39 x 2,0	37,0
M40 x 1,5	40,5
M40 x 2,0	38,0
M42 x 1,0	41,0
M42 x 1,5	40,5
M42 x 2,0	40,0
M42 x 4,0	37,9
M45 x 1,0	44,0
M45 x 1,5	43,5
M45 x 2,0	43,0
M45 x 4,0	40,9
M48 x 1,0	47,0
M48 x 1,5	46,5
M48 x 4,0	43,9
M50 x 1,5	48,5
M50 x 2,0	46,9
M52 x 1,0	51,0
M52 x 1,5	50,5
M52 x 2,0	48,9
M55 x 4,0	47,9

Диаметры сверл для обработки отверстий без последующего развертывания на конус под коническую резьбу с углом профиля 60°

Диаметр резьбы, дюйм	Диаметр сверла при числе полных ниток резьбы	
	1 - 2	3 - 4
1/16	6,3	6,2
1/8	8,7	8,4
1/4	11,2	10,7
3/8	14,75	14,25
1/2	18,25	17,50

Диаметр резьбы, дюйм	Диаметр сверла при числе полных ниток резьбы	
	1 - 2	3 - 4
3/4	23,5	22,75
1	29,5	29,0
1 1/4	38,5	37,5
1 1/2	44,5	43,5
2	57,0	56,0

Диаметры сверл для обработки отверстий с последующим развертыванием на конус под коническую резьбу с углом профиля 60°

Диаметр резьбы, дюйм	Диаметр сверла
1/16	6,0
1/8	8,4
1/4	10,7
3/8	14,0
1/2	17,5

Диаметр резьбы, дюйм	Диаметр сверла
3/4	22,75
1	28,50
1 1/4	37,50
1 1/2	43,50
2	55,00

Диаметры стержней под нарезание резцом трубной цилиндрической резьбы

Диаметр резьбы, дюйм	Диаметр стержня
1/8	9,48 -0,1
1/4	12,86 -0,12
3/8	16,36 -0,12
1/2	20,64 -0,14
5/8	22,61 -0,14
3/4	26,11 -0,14

Диаметр резьбы, дюйм	Диаметр стержня
7/8	29,88 -0,14
1 1/8	37,55 -0,17
1 3/8	43,98 -0,17
1 1/2	47,37 -0,17
1 3/4	53,34 -0,20
2	59,21 -0,20

Дефекты при нарезании резьбы :

Результат	Причина
1. Рваная резьба	Затупившийся метчик, неудовлетворительное охлаждение, перекос метчика относительно отверстия.
2. Тупая резьба	Завышенный диаметр отверстия, низкая твердость метчика, неправильная его заточка, вязкий материал детали.
3. Неудовлетворительная чистота поверхности профиля резьбы	Неправильная заточка метчика, его затупление, низкое качество охлаждающей жидкости, некачественный материал детали, высокая скорость резания.
4. Провал по калибрам	Неправильная установка метчика, его биение, снятие метчиком стружки при его вывертывании, высокая скорость резания, некачественная охлаждающая жидкость, неправильная регулировка резбонарезного патрона.
5. Тугая резьба	Неточные размеры метчика, большая шероховатость резьбы.
6. Конусность резьбы	Неправильное вращение метчика (разбивание верхней части отверстия), отсутствие у метчика обратного конуса.
7. Несоблюдение размеров резьбы	Неправильные размеры метчика, перекос метчика при установке и срезание резьбы при обратном ходе метчика.
8. Ухудшение качества резьбы	Выкрашивание зубьев метчика, неточность размеров метчика, неравномерная подача метчика (удар о деталь) в начале резания резьбы.
9. Брак резьбы из-за поломки метчика	Повышенная хрупкость метчика, трещины, недостаточная глубина отверстия, малый объем стружечных каналов и неправильный отвод стружки, защемление стружки при вывертывании метчика, заниженный диаметр отверстия под резьбу.
10. Срыв резьбы	Диаметр просверленного отверстия меньше требуемого, затупившийся метчик, стружка забивается в каналах метчика.

1.5. Гибка труб

Способы гибки труб

Материал трубы	Ø трубы (мм)	Радиус гiba (мм)	Способы гибки	Наполнитель
Саль отожженная	до 10	более 50	Холодная	без наполнителя
	10 – 30	более 200	холодная или горячая	песок
	более 30	—	горячая	песок
Медь и латунь отожженная	до 10	до 100.	холодная	без наполнителя
	свыше 10	—	холодная	канифоль
	свыше 10	—	горячая	песок

Длина нагреваемого участка трубы (мм)

$$L = \alpha \cdot d / 15,$$

где α - угол гiba трубы, градусы;

d - наружный диаметр трубы, мм.

Наполнитель уплотняют постукиванием по трубе. При горячей гибке в пробках делают маленькие отверстия. Шов на трубе должен быть сбоку или снаружи гiba. Плохое, неплотное заполнение трубы, недостаточный или неравномерный прогрев приводят к образованию складок или разрывов. Канифоль после гибки выплавляют, начиная с конца трубы. После гибки медную или латунную трубы необходимо отжечь при температуре 600 - 700° С и охладить на воздухе. Дюралюминиевые трубы перед гибкой отжигают при $t = 350 - 400^{\circ}\text{C}$ (от прикосновения к трубе обугливается бумага) и охлаждают в воде. При горячей гибке стальную трубу нагревают горелкой до $t = 850 - 900^{\circ}\text{C}$ (вишнево-красный цвет). Допускается повторный нагрев. Тонкостенные медные трубы перед гибкой отжигают.

1.6. Изготовление пружин

Изготовление спиральных пружин состоит из навивки, отделки торцов, термической обработки и технологических испытаний.

Длина заготовки пружины (мм):

$$L = \pi D_0 \cdot n + \text{технологический припуск},$$

где D_0 - средний диаметр пружины, мм

n - число витков.

Пружины, изготовленные из проволоки диаметром до 8 мм, навивают в холодном состоянии с последующей термической обработкой (отпуск).

Пружины общего назначения, работающие при небольших нагрузках, навивают холодным способом из стальной углеродистой холоднотянутой проволоки.

Ответственные пружины изготавливают из качественной углеродистой и легированной стали 60Г, 55С2, 50ХГ, 50ХФА и др.

Торцы пружины торцуют шлифовкой с применением оснастки.

Диаметр оправки для навивки пружин :

$$D = k \cdot D_{вн} \quad (\text{мм}),$$

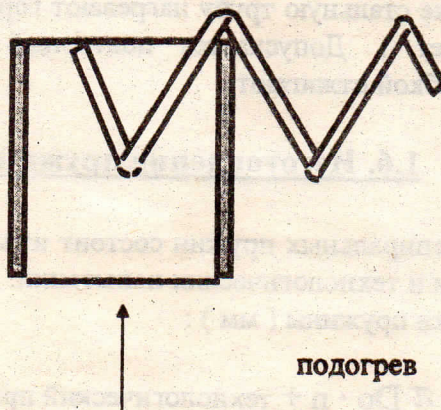
где k - коэффициент из таблицы,
 $D_{вн}$ - внутренний диаметр пружины.

Предел прочности при растяжении материала проволоки $\sigma_{в}$ кг/см ²	Коэффициент k	$\sigma_{в}$ кг/см ²	k
100 - 150	0,95	225 - 250	0,86
150 - 175	0,91	250 - 275	0,84
175 - 200	0,89	275 - 300	0,83
200 - 225	0,87	свыше 300	0,82

$\sigma_{в}$ - взять из ГОСТ по материалам.

Заправка концов пружин в виде полуколец проводится с помощью круглогубцев или разрезного приспособления.

Для нагрева одного витка для обжатия илигиба его необходимо нагревать через отверстие трубы.



1.7. Клепка

Клепка подразделяется на горячую и холодную (до 10 мм).

При холодной клепке \varnothing отверстия под заклепку $> \varnothing$ заклепки на 0,1 - 0,2 мм.

При горячей клепке $>$ на 0,5 - 1 мм \varnothing заклепки.

Длина заклепки с полукруглой головкой :

$$l = S + (1,2 \div 1,5) d ,$$

где S - общая длина складываемых деталей, мм

d - диаметр стержня заклепки, мм.

Длина заклепки с потайной головкой

$$l = S + (0,8 \div 1,2) d ,$$

Диаметр стальных заклепок

$$d = \sqrt{2S} ,$$

где S - толщина склепываемых листов.

Шаг t клепки :

- для однорядных швов заклепками с потайной головкой $t = 3d$;

- для двухрядных швов заклепками с цилиндрическими головками $t = 4d$.

Расстояние между рядами заклепок при двухрядном шве

$$m = 2d ,$$

Расстояние от центра отверстия до края склепываемого листа

$$l = (1,5 \div 2) d ,$$

Погрешности заклепочных соединений.

- смещение оси заклепки - неправильное совмещение осей отверстий под заклепки ;
- изгиб стержня заклепки в отверстии - чрезмерное увеличение \varnothing отверстия по сравнению с \varnothing заклепки ;
- сдвиг стержня заклепки в отверстиях сопрягаемых деталей : увеличенный \varnothing отверстия , несовпадение осей , плохая фиксация деталей ;
- выпучивание стержня заклепки между поверхностями склепываемых деталей - слабое сжатие деталей перед клепкой или плохая зачистка торцов отверстий.

1.8. Рубка металла.

При рубке металла в тисках детали возвышаются над губками на 3-4 мм.

При прорубке канавок крещейселем за один проход прорубают 1,5-2 мм. Чистовой проход 0,5 - 0,8 мм. Угол наклона зубила к горизонту $30 - 35^\circ$.

Материал для изготовления зубила и крещейселя У7, У8 и У8А.

Твердость рабочей части HRC 53 - 56 (30 мм по длине), хвостовая часть HRC 30 - 35 (15 мм).

Углы заточки зубила :

Чугун и бронза	- 75°
Сталь	- 60°
Латунь и медь	- 45°
Цинк и алюминий	- 35°

1.9. Правка деталей и заготовок.

Основные приемы правки металла в ручную см.

Холодная правка деталей с небольшим отклонением осуществляют легкими ударами и прессом. Точность правки 0,1 - 0,25 на 1 м длины. Валы больших диаметров правят чеканкой - наклепом см. (4) стр. 231.

Правка деталей в нагретом состоянии.

В месте максимального прогиба, установленного прогибом вверх, вала оставляют окно $l = 0,12D$ и по окружности $0,3D$ остальное закрывают мокрым асбестом. Нагрев до $t = 500-550^\circ\text{C}$ (темно-бурое свечение).

Во время нагрева вал еще больше выгибается, а в процессе охлаждения выправляется.

Нагревать можно несколько раз.

Время нагрева вала $\varnothing 250$ мм при изгибе 0,6 мм составляет около 15 минут (горелка № 7), в 1,5 раза больше (горелка № 6), в 2,0 раза больше (горелка № 5).

Затем вал отжигают. Вращая нагревают по всей окружности до $300-350^\circ\text{C}$ при скорости не более $150-200^\circ$ в час. При 350°C выдерживают не менее 1 часа, после чего место нагрева быстро изолируют несколькими слоями асбеста.

При горячей правке листового металла t нагрева $780-800^\circ\text{C}$ (темно-вишневый цвет).

1.10. Шабрение.

Припуски на шабрение поверхностей (мм)

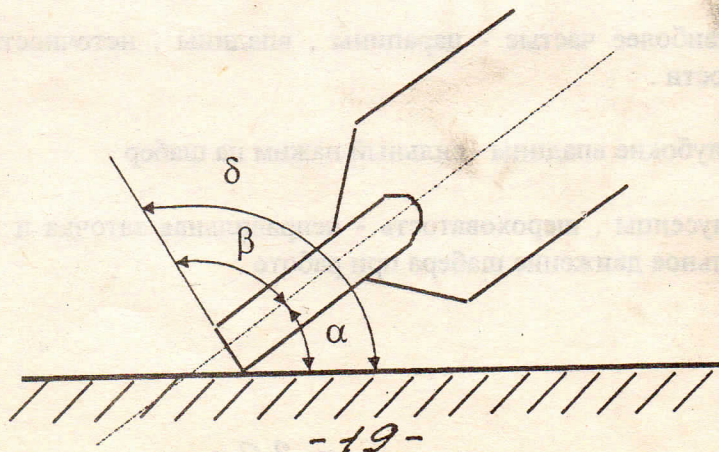
Ширина плоскости	Длина плоскости, мм				
	100 - 500	500 - 1000	1000 - 2000	2000 - 4000	4000 - 6000
До 100	0,1	0,15	0,2	0,25	0,30
100 - 500	0,15	0,2	0,25	0,30	0,40
500 - 1000	0,18	0,25	0,35	0,45	0,50

Могут быть уменьшены за счет точности обработки под шабрение.

Припуски на шабрение отверстий (мм)

Диаметры отверстий	Длина отверстия, мм			
	До 100	100 - 200	200 - 300	Свыше 300
До 80	0,05	0,08	0,12	-
80 - 180	0,10	0,15	0,20	0,20
180 - 360	0,15	0,2	0,25	0,30
Свыше 360	0,20	0,25	0,30	0,35

Точность при шабрении от 0,003 до 0,01 мм.
 За один проход снимается слой металла толщиной 0,005 - 0,007 мм.
 Толщина стружки не более 0,01 - 0,03 мм.
 Материал шабера У12А, Р18, ШХ15, У10.
 Твердость режущей кромки HRC 56 - 64. Могут быть пластины из
 твердого сплава.



Углы установки, заострения и резания при шабрении.

Обрабатываемый материал	Угол установки α		Угол заострения β		Угол резания δ	
	Плоский шабер	Трех-гранный шабер	Плоский шабер	Трех-гранный шабер	Плоский шабер	Трех-гранный шабер
Сталь	15° - 25°		75° - 90°	65° - 75°	90° - 115°	90° - 100°
Чугун						
Бронза			90° - 100°	75° - 85°	105° - 125°	

Точность шабрения (число пятен на квадрат 25 x 25 мм) :

- 5 - 6 пятен - при прогонке направляющих скольжения тяжелых машин при малых скоростях . Ширина шабера 20 - 25 мм , длина штриха > 10 мм ;
- 6 - 10 пятен Ra 2,5 - для базовых плоскостей плотных стыков ;
- 10 - 18 пятен Ra 1,25 - для направляющих скольжения станков средних размеров и для привалочных плоскостей . Ширина шабера 12 - 16 мм , длина штриха 5 - 10 мм ;
- не менее 22 пятен Ra 0,63 - для контрольных и шабровочных плит и линеек , для направляющих скольжения в прецизионных станках . Ширина шабера 5 - 10 мм , длина штриха 3 - 5 мм .

При проверке на краску применяют синьку , сажу , ультрамарин и т. п. разведенные на масле .

Проверяют или по сопрягаемой детали или по поверочной плите , пробке , калибру , линейке .

Дефекты при шабрении .

Наиболее частые - царапины , впадины , неточность обрабатываемой поверхности .

Глубокие впадины - сильный нажим на шабер .

Заусенцы , шероховатость - неправильная заточка и заправка шабера , неправильное движение шабера при работе .

Неточность шабруемой поверхности - применение неправильного и неточного проверочного инструмента , неправильное пользование инструментом . Неправильное перемещение по проверочной поверхности.

Полное покрытие поверхности краской - толстый слой краски .

Наличие блестящих полос - шабрение в одном направлении .

Неравномерное расположение пятен - шабрение длинными штрихами .

Образование рисок - плохая заправка шабера , заусенцы на его кромках , наличие твердых примесей в краске .

1.11. Притирочно - доводочные работы.

Притирка проводится двумя способами :

1. Притирка сопрягаемых деталей .
2. Притирка по притиру .

Припуск на притирку 0,01 - 0,02 .

На доводку 0,001 - 0,025 .

Притировочные материалы.

Чистота поверхности Ra	Зернистость абразивного материала
0,32 - 0,16	40 - 20
0,16 - 0,08	28 - 14
0,08 - 0,04	20 - 7
0,04 - 0,02	10 - 3
0,02 - 0,01	3

Паста ГОИ

Грубая	Светло- зеленая	50 , 40	} Шлифующая способность № пасты мкм
		35 , 30	
		25 , 20	
Средняя	Темно- зеленая	15 , 10	
		7 , 4 , 1	
Тонкая	Черная- с зеленым отливом		

Производительность алмазного порошка равна 1 .

Остальные относительно :

карбид бора	0,63
карбид кремния	0,29
пасты ГОИ	0,28
корунд	0,18
наждак	0,03

Алмазные пасты .

Зернистость	Цвет пасты и этикетки
60 / 40 ; 40 / 28	красный
28 / 20 ; 20 / 14 ; 14 / 10	голубой
10 / 7 ; 7 / 5 ; 5 / 3	зеленый
3 / 2 ; 2 / 1 ; 1 / 0	желтый

Условные обозначения :

Содержание алмазов

Н - нормальная

П - повышенная

В - высокая

По смываемости

В - водоразбавимые

О - растворителями

ВО - универсальные и то и другое

По консистенции

М - мажеобразные

Т - твердые

Вид алмазного порошка АМ или САМ.

Смазывающие жидкости : масло ,
олеиновая кислота ,
техническое сало .

Причины брака.

1. Негладкая и нечистая поверхность - применение абразивных порошков с крупным зерном.
2. Неточность размеров , искажение геометрической формы - применение неправильных притиров , неправильная установка притира или детали , большой припуск на притирку .
3. Коробление тонких деталей - нагрев детали в процессе притирки свыше $50 - 55^{\circ}$.

1.12. Полирование , шлифование .

Шлифовальные круги подразделяются :

ПП - плоско - прямые
ЧЦ - чашечно - цилиндрические
ЧК - чашечно - конические

° Абразивные материалы кругов :

Наждак и корунд - натуральные карборунд и электрокорунд.

Связки : керамические ,
бакелитовые ,
вулканитовые .

Для шлифовки используют круги зернистостью 50 - 200 , для зачистки 16 - 40.

Шкурка шлифовальная водостойкая - ЭС
№ 16 - 125 - шлифзерно
№ 3 - 12 - шлифпорошок

Припуск на полировку и зачистку 0,05 - 0,3 мм .

Полировкой можно поднять чистоту за один переход на 1 - 2 класса .

Последовательность переходов .

№ перех	Наименование перехода	Зернистость абразива	Классы шероховатости
1	Грубая обдирка (зачистка)	100 - 200	6
2	Шлифование (зачистка)	32 - 80	7 - 8
3	Полирование : предварительное	3 - 25	8 - 9
4		окончательное	M40 - M28
5	Зеркальное полирование	M10 - M5 и тонкая паста ГОИ	11 - 12

Исходная чистота для полировки - 8
Окончательная - 12

Для полировки деталей из стали окружная скорость для войлочных кругов и абразивного порошка 20 - 30 м/сек , с использованием паст 30 - 50 м/сек .

Давление на деталь 3 - 5 кг .

Полировальные круги изготавливают из фетра , войлока , тканей и абразивных ремней .

Шлифовальные материалы и области применения

1. Титанистый электрокорунд 37А - для обработки сталей.
2. Циркониевый электрокорунд 38А - для обдирочного шлифования.
3. Сферокорунд ЭС - для обработки цветных металлов, резины, пластмассы, кожи.
4. Техническое стекло Т1Г (в виде шлифовальной шкурки) - для обработки дерева.
5. Корунд 92Е - для полировки стекла и металлов.
6. Кремень 81 Кр⁴ (шлифовальная шкурка) - для дерева, кожи, эбонита.
7. Синтетический алмаз АС2 - для обработки твердых сплавов и хрупких материалов.

Применение абразивных инструментов различной зернистости

Зернистость М40 до М5 - для доводки особо точных деталей - Ra = 0,10 мкм.

Зернистость 8 и 6 - для чистового и тонкого шлифования твердого сплава, стекла и неметаллических материалов и доводки режущего инструмента.

Зернистость 12 и 10 - отделочное шлифование - Ra ≅ 0,4 мкм.

Зернистость 25, 20 и 16 - для чистового шлифования и шлифования хрупких материалов - Ra ≅ 0,8 мкм.

Зернистость 40 и 32 - для предварительного и чистового шлифования - Ra ≅ 1,5 мкм.

Зернистость 50 и 63 - предварительное шлифование и отделка - Ra ≅ 1,5 мкм.

Зернистость 125, 100 и 80 - обдирочное шлифование.

Твердость абразивного материала и его применение

1. Мягкие и среднемягкие М2 - СМ2 - для заточки инструмента, закаленных сталей и цветных металлов.
2. Среднемягкие и средние СМ2 и С2 - для чистового шлифования закаленных сталей.
3. Среднетвердые и твердые СТ2 - Т2 - для обдирочного и предварительного шлифования и хонингования.
4. Весьма твердые и чрезвычайно твердые для правки шлифовальных кругов и шлифования с малым съемом металла.

Структура абразивных инструментов и их применение

Структура (номер структуры) - определяет содержание шлифовального материала и обозначается номером (чем больше номер, тем меньше в абразивном инструменте шлифовального материала).

Структура 1 - 3 - для шлифования с малым съемом.

Структура 3, 4 - шлифование твердых и хрупких материалов.

Структура 5, 6 - шлифование закаленных сталей.

Структура 7, 8 - внутреннее и плоское шлифование.

Структура 9 - 12 - скоростное шлифование, шлифование резьбы, профильное шлифование.

Структура 14 - 16 - шлифование неметаллических материалов и устранения ожогов и трещин.

1.13 Требования ОСТ к изготовлению продукции

ОСТ 26 - 08 - 948 - 73

Если в чертеже детали имеется ссылка на ОСТ 26-08-948-73, то обязательно выполнять следующие работы :

1. На обработанных поверхностях не допускаются заусенцы, задиры, забоины, раковины, трещины.
2. Острые кромки должны быть притуплены $R = 0,5$ или фаской $0,5 \times 45^\circ$, внутренние углы R не менее 1 мм, если другого не указано на чертеже.
3. Для деталей толщиной от 0,8 до 2 мм - $R = 0,3$ мм или фаской $0,8 \times 45^\circ$.
4. На поверхностях, обработанных шлифованием, риски и царапины не должны превышать:

Числовое значение шероховатости, R_a , мкм	Размеры рисок и царапин			Число рисок и царапин на поверхности площадью 100×100 мм
	Длина	Ширина	Глубина	
2,5 - 1,25	8	0,15	0,05	12
1,25 - 0,63	8	0,12	0,04	10
0,63 - 0,32	6	0,10	0,03	8
0,32 - 0,16	4	0,08	0,02	6
0,16 - 0,08	4	0,05	0,01	4

5. Шероховатость обрабатываемых поверхностей деталей, изготавливаемых без чертежей, должна быть в пределах $R_z = 40 - 80$ мкм.
6. Шероховатость фасок и радиусов скругления не должна грубее $R_z = 20$, если нет указаний на чертеже.
7. Неуказанные предельные отклонения размеров должны выполняться :
 - а) отверстия - по $H 14$
 - б) вала - по $h 14$
 - в) остальных - по $\pm \frac{IT14}{2}$
8. Допуски угловых размеров должны соответствовать 17 - й степени точности, если нет указаний в чертеже.
9. Отклонение формы и расположение обработанных поверхностей должны выдерживаться по 12 качеству.
10. Профиль резьбы должен иметь шероховатость не грубее $R_a = 5$ мкм, резьба должна быть чистой, без заусенцев и следов дробления, видных невооруженным глазом. Навинчивание гайки должно обеспечиваться на всей длине резьбы от руки.
11. На ходовых винтах и гайках начало первой нитки должно быть обработано до толщины не менее 1 мм. острые грани не допускаются.
12. Допуск перпендикулярности осей крепежных резьбовых отверстий к базовой торцевой поверхности детали не более 0,3 мм на 100 мм длины.
13. Для резьб, если поле допуска не указано на чертеже, допуски должны быть выполнены не грубее :
 - а) для метрической резьбы - с полем допуска для наружных резьб - 8g, для внутренних - 7H;

- б) для трапецеидальной резьбы - с полем допуска для наружной резьбы - 8e, для внутренних - 8H ;
 в) для трубной цилиндрической резьбы - класс В.
14. На обработанных поверхностях не допускаются заусенцы, задиры, забоины, раковины, трещины. Острые кромки должны быть притуплены R 0,5 мм или фаской 0,5 x 45°, внутренние углы не менее 1 мм. Для деталей толщиной от 0,8 до 2 мм - R0,3 или фаской 0,8 x 45°.
15. Профиль резьб должен иметь шероховатость поверхности не грубее Ra = 5 мкм. Резьба должна быть чистой, без заусенцев и следов дробления, видимых невооруженным глазом. На резьбе не допускаются видимые пороки материала и механические повреждения, если они по глубине выходят за пределы среднего диаметра резьбы и, если общая протяженность рванин и выкрашивание по длине не превышает половину витка.

ОСТ 26.291 - 94

Если в чертеже детали имеется ссылка на ОСТ 26.291-94, то обязательно выполнить следующие работы :

1. На листах, плитах должна быть маркировка материала - марка стали.
2. Предельные отклонения размеров, если в чертеже не указаны, должны быть :

для механически обрабатываемых поверхностей :

отверстий - H14 ; валов - h14 ;

остальных - $\pm \frac{IT14}{2}$

Для деталей, у которых обрабатывается одна сторона и допуск не указан, предельные отклонения должны быть :

для размеров до 500 мм :

отверстий - H17 ; валов - h17 ;

остальных - $\pm \frac{IT17}{2}$,

для размеров от 500 до 3150 мм :

отверстий - H16 ; валов - h16 ;

остальных $\pm \frac{IT16}{2}$,

для всех других размеров :

отверстий - H15 ; валов - h15 ;

остальных $\pm \frac{IT15}{2}$

3. Допуск перпендикулярности оси резьбовых отверстий должен быть в пределах :

до 10 мм	- 0,16 мм
от 10 до 16 мм	- 0,20 мм
от 16 до 25 мм	- 0,25 мм
от 25 до 40 мм	- 0,30 мм
от 40 до 60 мм	- 0,40 мм
от 60 до 100 мм	- 0,50 мм

2. Средства измерений и контроля

Цена деления шкалы прибора – значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы.

Точность измерения – качество измерения, отражающее близость результатов к истинному значению измеряемой величины.

Предел измерений – наибольшее и наименьшее значение диапазона измерений.

2.1. Линейки измерительные металлические

Точность измерения « на глаз » 0,25 мм.

Длины – 150, 300, 500, 1000 мм.

Допустимые отклонения линеек :

± 0,10 при длине до 300 мм ;

± 0,15 при длине 300 – 500 мм ;

± 0,20 при длине 500 – 1000 мм.

2.2. Рулетки измерительные

Изготавливаются пяти типов и трех классов точности.

Длина шкалы от 1 до 100 метров.

Допустимые отклонения действительной длины пропорциональны длине шкалы и классу точности от 0,5 до 14 мм.

2.3. Штангенинструменты

Штангенциркули со значениями отсчета по нониусу 0,02 ; 0,05 и 0,1 мм предназначаются для измерения наружных и внутренних размеров до 2000 мм.

Типы :

ШЦ – I – двухсторонние с глубиномером, точность измерения 0,1 мм, предел измерения 0 – 125 мм.

ШЦ I – I – односторонние с покрытием из твердого сплава с глубиномером, точность измерения 0,1 мм, предел измерений 0 – 125 мм.

ШЦ – I – двухсторонние, точность измерения 0,05 мм, предел измерений 150, 200, 320 мм.

ШЦ – III – односторонние, точность измерения 0,02 мм, предел измерения до 2000 мм.

Штангенглубиномеры со значениями отсчета по нониусу 0,05 мм, предназначенные для измерения размеров (глубины) со следующими пределами измерений : 0 – 160 ; 0 – 200 ; 0 – 315 ; 0 – 400 мм.

Длина основания 120 мм.

Штангенрейсмасы применяют для измерения и разметки размеров до 2500 мм. Значения отсчета по нониусу 0,05 – 0,1 мм и пределы измерения : 0 – 250 ; 40 – 400 ; 60 – 630 ; 100 – 1000 ; 600 – 1600 ; 1500 – 2500 мм. Вылет ножек штангенрейсмаса не должен быть меньше 50 ; 60 ; 125 ; 160 мм.

2.4. Приборы для измерения углов

Угольники поверочные 90°

Наибольшая сторона размером до 1600 мм.

Типы угольников : УЛ – лекальные ; УЛП – лекальные плоские ; УЛЦ – лекальные цилиндрические ; УП – слесарные плоские ; УШ – слесарные с широким основанием.

Угломеры с нониусом применяют для измерения углов и изготавливают двух типов :

УН – для измерения наружных углов от 0 до 180° и внутренних от 40 до 180° с величиной отсчета по нониусу 2 и 5' ;

УМ – для измерения наружных углов от 0 до 180° с величиной отсчета по нониусу 2,5 и 15'. Цена деления шкалы основания угломеров должна быть 1°.

Погрешность показаний угломеров не должна превышать $\pm 2'$ при величине отсчета по нониусу 2', $\pm 5'$ при величине отсчета по нониусу 5' и $\pm 15'$ при величине отсчета по нониусу 15'.

Угломеры оптические применяют для измерения контактным методом углов от 0 до 180° между плоскостью и образующей цилиндра или конуса.

Цена деления - 5'.

Увеличение лупы 40 крат.

Длина сменных лапок 150 и 300 мм.

Погрешность измерений $\pm 2'30''$.

Механические квадранты с уровнем применяют для измерения и установки углов наклона от 0 до 90° в вертикальной плоскости.

Квадранты изготавливают двух типов :

К - 1 для работы в диапазоне температур от -50 до +50°С ;

К - 2 для работы в диапазоне температур от -50 до +75°С.

Меры угловые призматические

Применяются для передачи размера единицы плоского угла от эталонов, образцовым и рабочим угловым мерам, и приборам для проверки и градуировки угловых мер и угловых приборов, для измерений углов изделий.

Изготавливают следующие типы :

1 – угловые меры с одним рабочим углом и со срезанной вершиной ;

2 – угловые меры с одним рабочим рабочим углом (остроугольные) ;

3 – угловые меры с четырьмя рабочими углами ;

4 – многогранные угловые призматические меры ;

5 – угловые меры с тремя рабочими углами.

По точности изготовления угловые меры типов 1, 2 и 3 должны быть трех классов 0; 1 и 2; многогранные призмы типа 4 – четырех классов точности 00; 0; 1 и 2; угловая мера типа 5 – класса точности 1.

Синусные линейки с расстоянием между осями роликов 100 – 500 мм предназначены для измерения наружных углов от 0 до 45°.

Изготавливают следующие типы линеек:

ЛС – без опорной плиты, с одним наклоном;

ЛСО – с опорной плитой, с одним наклоном;

ЛСД – с опорной плитой, с двумя наклонами.

По точности синусные линейки выпускают двух классов 1 и 2.

Автоколлиматоры визуальные применяют для измерения малых углов (до $\pm 2^0$).

Рабочее расстояние 10 – 30 метров.

Цена деления до 0,2".

2.5. Концевые меры, щупы, линейки

Меры длины плоскопараллельные концевые применяют для проверки и градуировки мер и измерительных приборов, проверки калибров.

С помощью мер устанавливают правильность размеров при изготовлении инструментов, приспособлений и изделий. С их помощью выполняют контрольно – поверочные работы, наладку станков и т.п.

Изготавливают 0; 1; 2; 3 классов точности. Самый точный 0 класс.

Меры комплектуются в наборы.

Размер устанавливается набором пластин различной толщины.

Щупы применяют для проверки зазоров. Длина 100 и 200 мм, ширина 10 мм, толщина 0,02 – 1 мм. Щупы могут быть классов точности 1 и 2. При длине до 100 мм щупы поставляют наборами номер 1; 2; 3; и 4 в зависимости от размерного ряда входящих пластин.

Поверочные линейки изготавливают следующих типов:

ЛД – лекальные с двухсторонним скосом;

ЛТ – лекальные трехгранные;

ЛЧ – лекальные четырехгранные;

ШП – с широкой рабочей поверхностью прямоугольного сечения;

ШД – с широкой рабочей поверхностью двутаврового сечения;

ШМ – с широкой рабочей поверхностью, мостики;

УТ – угловые трехгранные.

Класс точности 0; 1; 2.

2.6. Измерение отклонений от плоскостности и прямолинейности

Плиты поверочные и разметочные.

При проверке шаброванных плит « на краску » число пятен в квадрате со стороной 25 мм должно быть не менее:

30 – для плит классов точности 01 и 0;

25 – для плит класса точности 1;

20 – для плит класса точности 2.

Размеры плит от 160 x 160 до 2500 x 1600 мм.

Уровни рамные и брусковые.

Рамные уровни предназначены для контроля горизонтального и вертикального расположения поверхностей. Брусковые уровни предназначены для контроля горизонтального расположения поверхностей.

Цена деления может быть: 0,02; 0,05; 0,10; 0,15 мм/м. Это перемещение пузырька ампулы на одно деление шкалы, выраженное в мм на 1 метр.

Угол наклона величиной в 0,01 мм/м соответствует в градусной мере 2".

Длина рабочей поверхности: 100; 150; 200; 250 мм.

Уровни с микрометрической подачей предназначены для измерения наклона плоских и цилиндрических поверхностей относительно горизонтального перемещения, для измерения плоскостности и прямолинейности горизонтально расположенных поверхностей: направляющих станков, рам, плит и т.д.

Пределы измерений $+10$ мм/м и ± 30 мм/м.

Цена деления $0,01$ мм/м и $0,10$ мм/м.

Уровни гидростатические применяют для проверки плоскостности длинных направляющих станков, плоских плит, столов, круговых направляющих.

Наибольшая измеряемая разность высот $- 2,5$ м.

Цена деления $0,01$ мм/м.

Размер основания измерительной головки 100×100 мм.

Карусельные плоскомеры применяют для контроля плоскостности горизонтально расположенных поверхностей крупных базовых деталей. Наибольший диаметр окружности, ограничивающий измеряемую поверхность $- 1800$ мм. Цена деления $0,002$ мм.

Оптическая струна применяется для измерения отклонений от прямолинейности и плоскостности поверхностей большой протяженности.

Предел измерений, м..... $0,2 - 30$.

Цена деления, мм..... $0,001$.

Пределы регистрируемых отклонений, мм..... $\pm 0,05$.

С помощью специальных приспособлений оптической струной можно измерить несоосность отверстий и валов.

Теодолит $-$ является основным угломерным прибором, которым пользуются при выполнении геодезических работ. Работу на теодолите «Электронный цифровой теодолит» смотри в инструкции по эксплуатации ДТ-5, являющейся приложением к прибору.

Отвесы применяют для проверки вертикального положения деталей. При работе с отвесом для приведения его в спокойное состояние весок опускают в сосуд с маслом.

2.7. Калибры, шаблоны, измерение резьб

Конические втулки применяют для измерения конусов в случае, когда база расположена со стороны меньшего основания конуса. Для проверки конусов инструментов и конусов в изделиях используют конические втулки, снабженные предельными рисками или ступенчатым срезом.

Калибрами проверяют сопрягаемые конические пары с конусностью $1:30$.

Коническими пробками контролируют конические отверстия в тех случаях, когда база расположена со стороны меньшего основания конуса.

Для проверки конусов Морзе используют пробки следующих номеров: $0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$.

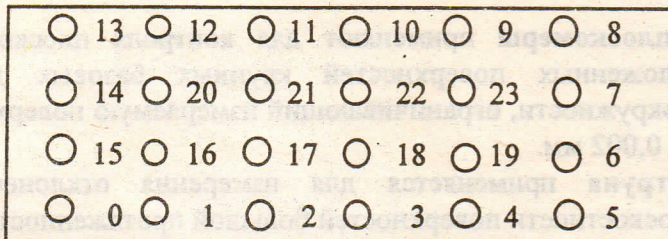
Шаблоны. Наружные конусы проверяют шаблонами наблюдением на просвет.

Контроль плоскости уровнем

Наклон участка поверхности определяют брусковыми уровнями.

Отсчет выполняют по смещению пузырька. Показания уровня равно алгебраической полусумме обоих отсчетов. Отсчет считают положительным, если пузырек перемещается по ходу перемещения уровня, что соответствует подъему поверхности. Отсчет считают отрицательным, если пузырек перемещается в противоположную сторону перемещения уровня, что соответствует опусканию (снижению) поверхности.

Сначала проверяемая плоскость размечается на точки измерения.



Сначала измерения проводят по замкнутому контуру в точках 0, 1, 2, 3 ... 15.

Затем измеряют в точках 15, 16 ... 6 и 14, 20, 21, 22, 23, 7.

Подставку перемещают последовательно на все участки поверхности. Показания отсчитываются по обоим концам пузырька при двух положениях уровня, отличающихся на 180° . Результирующее показание определяют по четырем отсчетам. При обработке результатов измерений учитывают наклон поверхности как в продольном, так и в поперечном направлениях.

Примечание :

Контроль прямолинейности и плоскостности производить гидростатическим уровнем, установив одну головку неподвижно, а другую перемещать так, как указано выше, или электронным уровнем.

Калибры для контроля валов. Для контроля валов применяют скобы жесткие листовые, штампованные и литые (со вставными губками), а также скобы регулируемые.

На калибры наносятся следующие данные:

- номинальный размер изделия, для которого предназначается калибр;
- обозначение посадки и номер качества;
- цифровые величины предельных отклонений поверхности в миллиметрах;
- назначение – ПР (проходной) или НЕ (непроходной).

На односторонние двухпредельные калибры обозначения ПР и НЕ не наносят.

Непроходная часть калибра отличается от проходной наличием фаски на измерительных губках.

Скобы листовые двусторонние для размеров 1 – 50 мм и односторонние – двух- и однопредельные – для размеров 1 – 180 мм. Их применяют для проверки малоответственных деталей и для межоперационного контроля.

Скобы листовые с пластинками из твердого сплава используют для контроля валов диаметрами:

- 3 - 10 (2 - 5-й класс точности);
- 10,5 – 100 и 102 – 180 мм.

Скобами гладкими регулируемые двухпредельными с односторонней регулировкой контролируют валы диаметром до 340 мм.

Калибры для контроля отверстий. Пробки двухсторонние со вставками применяют для измерения отверстий диаметром 1 – 6 мм.

Пробки двухсторонние с неполными непроходными вставками применяют для отверстий диаметром 50 – 75 мм.

Пробки непроходные с неполными вставками – для отверстий 50 – 100 мм.

Пробки с насадками двухсторонние, проходные и непроходные изготавливают диаметром 500 – 1000 мм.

Штихмасы и нутромеры сферические проходные диаметром 250 – 1000 мм и непроходные диаметром 75 – 1000 мм. Непроходные снабжаются кольцевой проточкой.

Калибры для контроля линейных размеров и радиусные шаблоны. Калибры изготавливают для проверки длин деталей, измерения высот, уступов, пазов и т.д.

Калибрами листовыми предельными двухсторонними контролируют пазы размерами 2 – 50 мм. На непроходной стороне имеется фаска.

Скобы листовые предельные двухсторонние служат для измерения длин 10 – 400 мм.

Калибрами листовыми с рисками проверяют длину деталей размерами 15 – 200 мм; калибрами листовыми предельными – высоты от 1 до 100 мм; калибрами листовыми двухсторонними – уступы наружные и внутренние от 1 до 50 мм.

Для измерения радиусов служат радиусные шаблоны. Выпускаются тремя наборами от 1 до 25 мм.

Измерение резьб. Микрометры со вставками применяют для измерения среднего диаметра наружной резьбы. Резьбовые вставки могут быть призматическими и коническими.

Калибры резьбовые нерегулируемые применяются для проверки метрической, дюймовой и трубной цилиндрической резьб.

Шаблоны резьбовые, представляющие собой стальную пластину с зубцами, являются прикладным инструментом для определения шага резьбы изделия. Они комплектуются в два набора:

- набор № 1, предназначенный для определения шага метрических резьб, состоит из 20 резьбовых шаблонов;
- набор № 2, предназначенный для определения шага трубной резьбы, состоит из 16 резьбовых шаблонов.

Толщина резьбового шаблона 0,5 – 1 мм.

2.8. Индикаторный инструмент

Глубиномеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм предназначены для измерения с помощью набора измерительных стержней пазов и отверстий, а также высоты уступов до 100 мм.

Пределы измерений, мм: 0 – 10; 10 – 20; 20 – 30; 30 – 40; 40 – 50; 50 – 60; 60 – 70; 70 – 80; 80 – 90; 90 – 100.

Индикаторы часового типа предназначены для измерения длин деталей относительным методом или для проверки взаимного положения деталей в машинах, их геометрической формы и т.д.

Типы:

- тип I – с перемещением измерительного стержня параллельно шкале и с пределом измерений, мм: 0 – 5; 0 – 10; 0 – 2; 0 – 3;
- тип 2 – торцевые с перемещением измерительного стержня перпендикулярно шкале и с пределом измерений 0,2 и 0,3 мм.

Индикаторы рычажно-зубчатые с ценой деления 0,01 мм, с изменяемым положением измерительного рычага относительно корпуса изготавливают двух типов:

ИРБ – боковые со шкалами, параллельными оси измерительного рычага в среднем положении;

ИРТ – торцевые со шкалами, перпендикулярными к оси измерительного рычага в среднем положении и к плоскости его поворота.

Индикаторный нутромер применяют для абсолютных измерений отверстий.

Пределы измерений составляют от 2 до 1000 мм в зависимости от типоразмера прибора. Цена деления нутромеров нормальной точности составляет 0,01 мм, повышенной точности 0,001 и 0,002 мм.

2.9. Микрометрический инструмент

Рычажные микрометры изготавливаются с верхним пределом измерения до 20000 мм и отсчетным устройством с ценой деления 0,002 и 0,01 мм.

МР – рычажные, для измерения наружных размеров до 100 мм.

МРЗ – рычажные зубомерные для измерения длины общей нормали зубчатых колес.

МРИ – рычажные, оснащенные отсчетным устройством.

Микрометры с ценой деления 0,01 мм изготавливают следующих типов:

МК – гладкие для измерения наружных размеров. Пределы измерений 0 – 600 мм.

МЛ – листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент. Пределы измерений 0 – 25 мм.

МТ – трубные для измерения толщины стенок труб. Пределы измерений 0 – 25 мм.

МЗ – зубомерные для контроля длины общей нормали зубчатых колес с модулем от

1 мм. Пределы измерений 0 – 100 мм.

МГ – микрометрические головки. Пределы измерений 0 – 10 мм.

МП – микрометры для проволоки. Пределы измерений 0 – 25 мм.

Нутромеры микрометрические с индикаторной головкой, цена деления которых 0,01 мм, применяют для измерения внутренних размеров изделий. Пределы измерений, мм:

50 – 75; 75 – 175; 75 – 600; 150 – 1250; 600 – 2500; 1250 – 4000; 250 – 6000.

Нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм.

С ценой деления 0,01 в пределах 2 – 10 мм.

С ценой деления 0,02 в пределах 10 – 260 мм.

Пределы измерения и глубина измерения находятся в пропорциональной зависимости.

Скобы с отсчетным устройством.

Цена деления 0,002 и 0,01 мм и имеют пределы измерений до 1000 мм.

СР – скобы рычажные, пределы измерения 0 – 150 мм; цена деления 0,002 мм.

СИ – скобы индикаторные, оснащенные измерительной головкой. Предел измерения 0 – 1000 мм, цена деления 0,01 мм.

**Выбор средств измерений для контроля внутренних
линейных размеров (валов) от 1 до 500 мм**

Условные обозначения посадок	Интервалы размеров											
	от 1 до 3	от 3 до 6	от 6 до 10	от 10 до 18	от 18 до 30	от 30 до 50	от 50 до 80	от 80 до 120	от 120 до 180	от 180 до 250	от 250 до 315	от 315 до 400
h6 ; g6 ; f6 ; js6 ; k6 ; m6 ; n6 ; p6 ; r6 ; s6 ; t6	Измерительные средства Микрометр рычажный МР 100 с ценой деления 0,002 мм ГОСТ 4381 - 80 ** для размеров до 100 мм Микрометр рычажный МРИ 500 с ценой деления 0,002 мм ГОСТ 4381 - 80 ** для размеров свыше 100 мм											
s7 ; f7 ; h7 ; js7 ; k7 ; m7 ; n7 ; s7 ; u7	Скоба рычажная СР 150 с ценой деления 0,002 мм ГОСТ 11098 - 78 ** для размеров до 150 мм Скоба индикаторная СИ - 500 с ценой деления 0,01 мм ГОСТ 1098 - 78** свыше 250 мм											
s8 ; d8 ; e8 ; f8 ; n8 ; js8 ; u8 ; k8 ; z8	Микрометр гладкий МК с ценой деления 0,01 мм ГОСТ 6507 - 78** для интервалов размеров св. 10 мм до 500 мм Микрометр рычажный МР 100 с ценой деления 0,002 мм ГОСТ 4381 - 80 ** для размеров до 10 мм Микрометр гладкий МК с ценой деления 0,01 мм ГОСТ 6507 - 78** для интервалов размеров св. 6 мм до 500 мм											
d9 ; c9 ; f9 ; h9 ; js9	Микрометр гладкий МК с ценой деления 0,01 мм ГОСТ 6507 - 78**											
d10 ; h10 ; js10 ; d11 ; d11 ; c11 ; b11 ; h11 ; js11	Микрометр гладкий МК с ценой деления 0,01 мм ГОСТ 6507 - 78**											
h13 ; js13	Микрометр гладкий МК с ценой деления 0,01 мм ГОСТ 6507 - 78** для интервалов размеров до 50 мм Штангенциркули с ценой деления 0,05 мм ГОСТ 166 - 80 для интервалов размеров до 180 мм											
h14 ; js14	Штангенциркули с ценой деления 0,1 мм ГОСТ 166 - 80 для интервалов размеров св. 180 до 500 мм											

**Выбор средств измерений для контроля внутренних
линейных размеров (отверстий) от 1 до 500 мм**

Условные обозначения посадок	Интервалы размеров												
	от 1 до 3	от 3 до 6	от 6 до 10	от 10 до 18	от 18 до 30	от 30 до 50	от 50 до 80	от 80 до 120	от 120 до 180	от 180 до 250	от 250 до 315	от 315 до 400	от 400 до 500
Н 7	Измерительные средства												
	Предельные калибры - пробки для интервалов размеров от 1 до 75 мм ** Нутромеры индикаторные ГОСТ 868 - 72 при замене отсчетного устройства измерительной головкой с ценой деления 0,002 мм и установкой по концевым мерам длины 1 класса с боковиками для интервалов размеров от 6 мм до 500 мм												
Н 8	Предельные калибры - пробки для интервалов размеров от 1 до 75 мм **												
	Нутромеры индикаторные ГОСТ 868 - 72 при замене отсчетного устройства измерительной головкой с ценой деления 0,002 мм и установкой по концевым мерам длины 1 класса для интервалов размеров от 6 мм до 120 мм Нутромеры индикаторные ГОСТ 868 - 72 с ценой деления 0,01 мм и установкой по микрометру для интервалов размеров от 120 мм до 500 мм												
Н 9 Н 20 Н 11	Предельные калибры - пробки для интервалов размеров от 1 мм до 75 мм **												
	Нутромеры индикаторные ГОСТ 868 - 72 с ценой деления 0,01 мм и установкой по микрометру для интервалов размеров от 6 мм до 500 мм												
Н 12	Предельные калибры - пробки для интервалов размеров от 1 мм до 75 мм **												
	Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,05 мм ГОСТ 166 - 80 для интервалов размеров от 30 до 120 мм Штангенциркули с ценой деления 0,1 мм ГОСТ 166 - 80 для интервалов размеров от 120 до 500 мм												
Н 13 ; Н 14	Штангенциркули с ценой деления 0,1 мм ГОСТ 166 - 80 для интервалов размеров от 6 до 500 мм												

Примечание : * таблицы составлены на основании СТП 0401 - 114 - 81.

** настройка измерительных средств производится по плоско - параллельным мерам I - II класса.

*** настройка измерительных средств производится по установочным мерам.

Нормальные условия выполнения линейных измерений

1. Температура окружающей среды $20^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$.
2. Относительная влажность окружающего воздуха $58\% \pm 20\%$.
3. Направление линии измерения линейных размеров до 160 мм :
 - у наружных поверхностей - вертикальное,
 - в остальных случаях - горизонтальное.
4. Относительная скорость движения внешней среды равна нулю.
5. Положение плоскости измерения углов - горизонтальное.
6. Значение внешних сил равно нулю.

Пределы допускаемого отклонения (\pm) температуры измеряемой детали и рабочего пространства от нормальной, C°

Размеры, мм	К В А Л И Т Е Т Ы		
	1 - 5	6 - 8	9 - 10
До 18	1,5	3	4
18 - 50	1	2	3
50 - 500	0,5	1	2

Если в рабочее пространство помещается деталь с отклонением от нормальной температуры большим, чем указано в таблице, то деталь выдерживается в рабочем пространстве.

Время выдержки измеряемой детали до начала измерений в рабочем пространстве

Масса измеряемой детали, мм	К В А Л И Т Е Т Ы		
	1 - 5	6 - 8	9 - 10
	Начальное отклонение температуры, C°		
	2,5	3,5	5
До 10	4	3	2
Св. 10 до 50	8	6	4
50 - 200	14	10	7
200 - 500	20	16	12

Средства измерения должны выдерживать в условиях, указанных в табл. Не менее 24 час до начала измерений. При выборе средств измерения следует учитывать, что погрешность измерения обычно больше погрешности самого измерительного инструмента.

Зависимые и независимые допуски

Независимым называется допуск расположения, числовое значение которого постоянно для всех деталей, изготавливаемых по данному чертежу.

Зависимым называется допуск расположения, числовое значение которого переменное для различных деталей, изготавливаемых по данному чертежу, и зависит от действительных размеров нормируемого или базового элемента.

В чертежах или технических требованиях зависимый допуск задается своим минимальным значением, которое допускается превышать на величину, соответствующую отклонению действительного размера (наибольшего предельного размера вала или наименьшего предельного размера отверстия).

Зависимые допуски расположения более экономичны и выгодны, чем независимые, т.к. они позволяют применять менее точные, но более экономичные способы обработки и оборудование.

3. Допуски и посадки

С какой бы точностью детали не выполнялись, выдержать их размеры абсолютно точно не возможно, поэтому для изготовления деталей предусматриваются допустимые отклонения от номинального размера.

Номинальным размером называется размер, полученный из расчета на прочность, жесткость и т.п., исходя из конструкторских и технологических соображений и служащий началом отсчета отклонений.

Действительным размером называется размер, полученный в результате непосредственного измерения с наивысшей практически допустимой точностью. Действительный размер годной детали должен быть не больше наибольшего и не меньше наименьшего допустимых предельных размеров.

Предельными размерами называются два предельные значения размера, между которыми должен находиться действительный размер. Большой из них называется наибольшим предельным размером, а меньший - наименьшим предельным размером.

Допуском размера называется разность между наибольшими и наименьшими предельными размерами. Величина допуска обозначается в десятых и сотых долях миллиметра, а также в микрометрах. Допуск указывают в виде двух отклонений от номинального : верхнего и нижнего. Допуск на чертеже может быть показан числовой величиной верхнего и нижнего отклонений или буквами и цифрами, характеризующими посадку и класс точности.

Например :

$$\varnothing 36 \pm 0,008. = \varnothing 36 j_s6$$

$$\varnothing 36 \begin{matrix} -0,010 \\ -0,027 \end{matrix} = \varnothing 36 q6$$

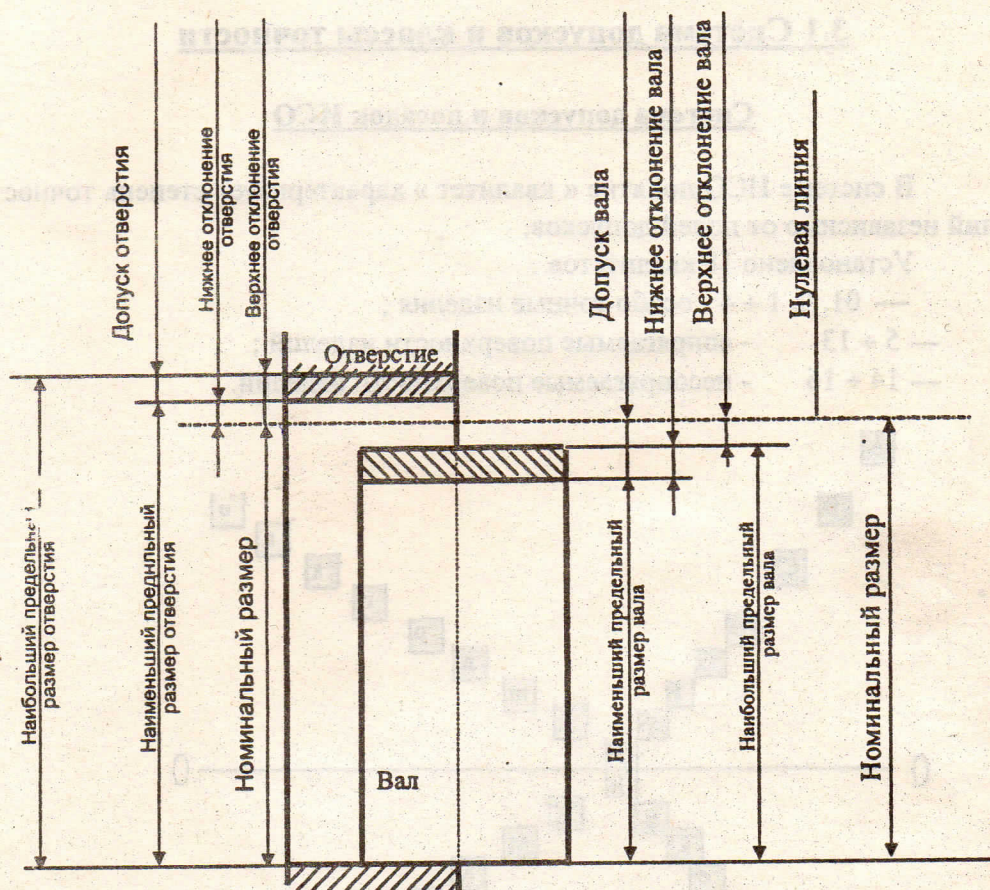
$$\varnothing 36 \begin{matrix} +0,039 \\ +0,027 \\ +0,002 \end{matrix} = \varnothing 36 \frac{H8}{K7}$$

Верхним предельным отклонением называется алгебраическая разность между наибольшим предельным размером и номинальным, а нижним предельным отклонением - алгебраическая разность между наибольшим предельным размером и номинальным.

Отклонения могут быть положительными, если предельный размер больше номинального, и отрицательным, если предельный размер меньше номинального.

Чем меньше допуск, тем сложнее изготовление детали.

Положительные допуски откладываются вверх, а отрицательные - вниз от нулевой линии.



Пример расчета допусков

Обозначение	$\varnothing 36 \pm 0,008 = \varnothing 36 js6$	$\varnothing 36 \begin{smallmatrix} -0,010 \\ -0,027 \end{smallmatrix} = \varnothing 36 q6$
Номинальный размер, мм	36	36
Верхнее предельное отклонение, мм	+ 0,008	- 0,010
Нижнее предельное отклонение, мм	- 0,008	- 0,027
Наибольший предельный размер, мм	$36 + 0,008 = 36,008$	$36 - 0,010 = 35,990$
Наименьший предельный размер, мм	$36 - 0,008 = 35,992$	$36 - 0,027 = 35,973$
Допуск размера, мм	$36,008 - 35,992 = 0,016$	$35,990 - 35,973 = 0,017$

За основную принята система отверстия, при которой нижний допуск отверстия равен нулю.

Осуществление посадок обеспечивается соответствующим изменением предельных размеров валов.

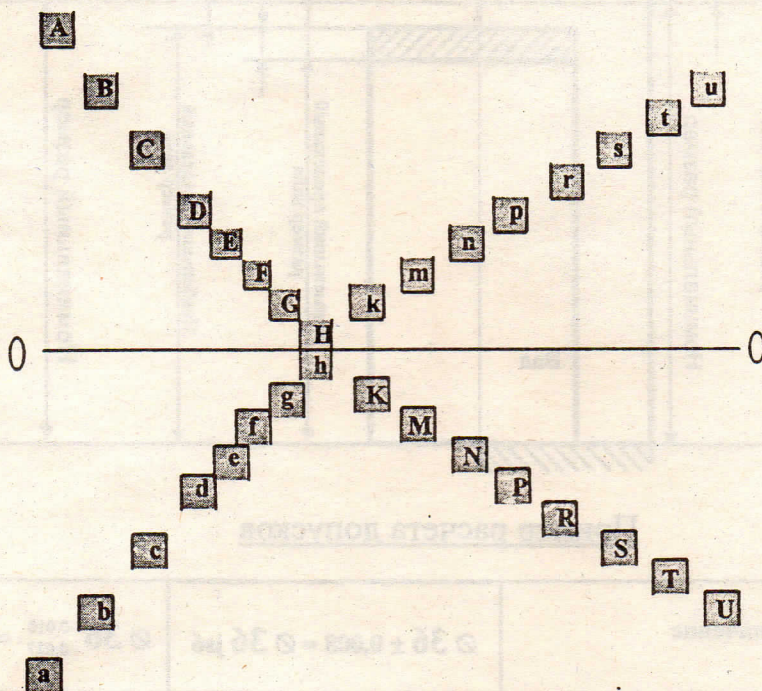
3.1 Система допусков и классы точности

Система допусков и посадок ИСО

В системе ИСО понятие «квалитет» характеризует степень точности изделий независимо от полей допусков.

Установлено 18 квалитетов:

- 01, 0, 1 ÷ 4 - особо точные изделия;
- 5 ÷ 13 - сопрягаемые поверхности изделий;
- 14 ÷ 16 - несопрягаемые поверхности изделий.

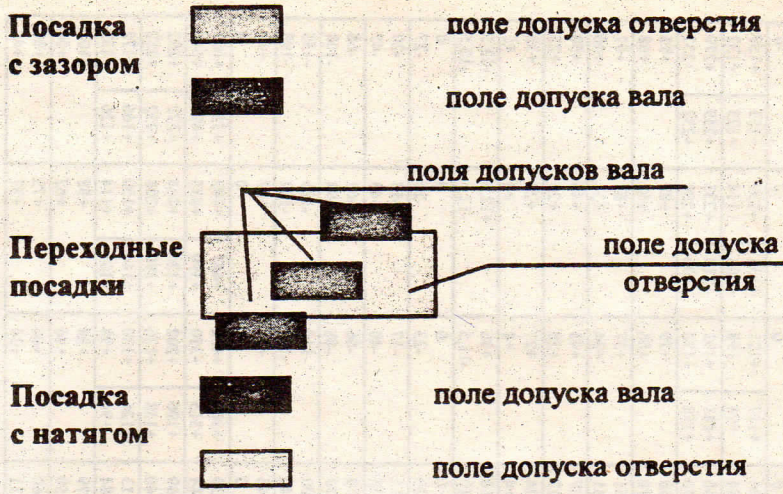


3.2. Понятия о зазорах, натягах и посадках

Характер соединения деталей определяется разностью между диаметром отверстия и диаметром вала и называется посадкой.

Предусмотрены три вида:

- посадки с зазором (подвижные);
- посадки с натягом (прессовые);
- переходные (возможен и зазор, и натяг).



ГОСТ 25347-82 (ИСО 286-2:1973) Система допусков и посадок (Система ISO 286-2:1973)

Таблица допусков и посадок (система отверстия)

Посадка		Номинальные размеры в мм, допуски в мкм																							
		от 1 до 3	св 3 до 6	6 - 10	10 - 18	18 - 24	24 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 65	65 - 80	80 - 100	100 - 120	120 - 140	140 - 160	160 - 180	180 - 200	200 - 225	225 - 250	250 - 280	280 - 315	315 - 355	355 - 400	400 - 450	450 - 500
A1	H6	+6	+8	+9	+11	+13	+16	+19	+22	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pr1	r5	+14	+20	+25	+31	+37	+45	+54	+69	+81	+83	+86	+86	+86	+86	+86	+86	+86	+86	+86	+86	+86	+86	+86	+86
		+10	+15	+19	+23	+28	+34	+41	+51	+63	+65	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68
Pr2	s5	+18	+24	+29	+36	+44	+54	+66	+86	+110	+118	+126	+126	+126	+126	+126	+126	+126	+126	+126	+126	+126	+126	+126	+126
		+14	+19	+23	+28	+35	+43	+53	+71	+92	+92	+92	+92	+92	+92	+92	+92	+92	+92	+92	+92	+92	+92	+92	+92
Г1	p5	+10	+17	+21	+26	+31	+37	+45	+52	+61	+61	+61	+61	+61	+61	+61	+61	+61	+61	+61	+61	+61	+61	+61	+61
		+16	+12	+15	+18	+22	+26	+32	+37	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43
Г1	n5	+8	+13	+16	+20	+24	+28	+33	+38	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45
		+4	+8	+10	+12	+15	+17	+20	+23	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27
Г1	m5	+6	+9	+12	+15	+17	+20	+24	+28	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33
		+2	+4	+6	+7	+8	+9	+11	+13	+15	+15	+15	+15	+15	+15	+15	+15	+15	+15	+15	+15	+15	+15	+15	+15
H1	k5	+4	+6	+7	+9	+11	+13	+15	+18	+21	+21	+21	+21	+21	+21	+21	+21	+21	+21	+21	+21	+21	+21	+21	+21
		0	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
Ц1	js5	+2	+2,5	+3	+4	+4,5	+5,5	+6,5	+7,5	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9
		-2	-2,5	-3	-4	-4,5	-5,5	-6,5	-7,5	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
C1	h5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-4	-5	-6	-8	-9	-11	-13	-15	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18
Д1	g5	-2	-4	-5	-6	-7	-9	-10	-12	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14
		-6	-9	-11	-14	-16	-20	-23	-27	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32
Х1	f6	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43	-43
		-12	-18	-22	-27	-33	-41	-49	-58	-68	-68	-68	-68	-68	-68	-68	-68	-68	-68	-68	-68	-68	-68	-68	-68
А	e7	-14	-20	-25	-32	-40	-50	-60	-72	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85	-85
		-24	-32	-40	-50	-61	-75	-90	-107	-125	-125	-125	-125	-125	-125	-125	-125	-125	-125	-125	-125	-125	-125	-125	-125
А	H7	+10	+12	+15	+18	+21	+25	+30	+35	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pr	u7	+27	+35	+43	+51	+62	+69	+85	+95	+117	+132	+159	+179	+210	+230	+250	+282	+304	+330	+367	+402	+447	+492	+535	+603
		+18	+23	+28	+33	+41	+48	+60	+70	+87	+102	+124	+144	+170	+190	+210	+236	+258	+284	+315	+350	+390	+435	+490	+540
Pr	s6	+20	+27	+32	+39	+48	+59	+72	+86	+117	+125	+133	+133	+133	+133	+133	+133	+133	+133	+133	+133	+133	+133	+133	+133
		+14	+19	+23	+28	+35	+43	+53	+59	+71	+92	+100	+108	+108	+108	+108	+108	+108	+108	+108	+108	+108	+108	+108	+108
Pr	r6	+16	+23	+28	+34	+41	+50	+60	+62	+88	+90	+93	+93	+93	+93	+93	+93	+93	+93	+93	+93	+93	+93	+93	+93
		+10	+15	+19	+23	+28	+34	+41	+43	+51	+63	+65	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68
Пл	p6	+12	+20	+24	+29	+35	+42	+51	+59	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68	+68
		+6	+12	+15	+18	+22	+26	+32	+37	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43	+43
Г	п6	+10	+16	+19	+23	+28	+33	+39	+45	+52	+52	+52	+52	+52	+52	+52	+52	+52	+52	+52	+52	+52	+52	+52	+52
		+4	+8	+10	+12	+15	+17	+20	+23	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27	+27

Номинальные размеры в мм, допуски в мкм

Посадка	от 1 до 3		6-10		14-18		18-24		30-40		40-50		50-65		65-80		80-100		100-120		120-140		140-160		160-180		180-200		200-225		225-250		250-280		280-315		315-355		355-400		400-450		450-500			
	от 1 до 3	от 1 до 3 до 6	6-10	6-10 до 6	14-18	14-18 до 6	18-24	18-24 до 6	30-40	30-40 до 6	40-50	40-50 до 6	50-65	50-65 до 6	65-80	65-80 до 6	80-100	80-100 до 6	100-120	100-120 до 6	120-140	120-140 до 6	140-160	140-160 до 6	160-180	160-180 до 6	180-200	180-200 до 6	200-225	200-225 до 6	225-250	225-250 до 6	250-280	250-280 до 6	280-315	280-315 до 6	315-355	315-355 до 6	355-400	355-400 до 6	400-450	400-450 до 6	450-500	450-500 до 6		
О	+25	+30	+36	0	+43	0	+52	0	+62	0	+62	0	+74	0	+87	0	+100	0	+100	0	+100	0	+100	0	+115	0	+115	0	+115	0	+115	0	+130	0	+130	0	+140	0	+140	0	+155	0				
С	+32	+41	+50	0	+60	0	+81	0	+99	0	+109	0	+133	0	+173	0	+253	0	+253	0	+233	0	+253	0	+308	0	+330	0	+330	0	+336	0	+336	0	+356	0	+356	0	+379	0	+379	0	+437	0		
Т	+18	+23	+28	0	+33	0	+41	0	+60	0	+70	0	+87	0	+124	0	+190	0	+190	0	+170	0	+190	0	+236	0	+258	0	+258	0	+284	0	+284	0	+315	0	+315	0	+390	0	+390	0	+490	0		
Н9	+34	+46	+56	0	+67	0	+97	0	+119	0	+136	0	+168	0	+232	0	+343	0	+343	0	+311	0	+343	0	+422	0	+457	0	+457	0	+497	0	+497	0	+556	0	+556	0	+679	0	+679	0	+837	0		
u8	+20	+28	+34	0	+40	0	+54	0	+80	0	+97	0	+122	0	+178	0	+230	0	+230	0	+248	0	+230	0	+350	0	+385	0	+385	0	+425	0	+425	0	+475	0	+475	0	+590	0	+590	0	+740	0		
x8	+40	+53	+64	0	+77	0	+106	0	+151	0	+175	0	+218	0	+256	0	+312	0	+312	0	+428	0	+478	0	+528	0	+647	0	+647	0	+712	0	+712	0	+791	0	+791	0	+989	0	+989	0	+1197	0		
z8	+26	+35	+42	0	+60	0	+88	0	+112	0	+136	0	+172	0	+210	0	+258	0	+258	0	+365	0	+415	0	+465	0	+520	0	+575	0	+640	0	+640	0	+710	0	+710	0	+900	0	+900	0	+1100	0		
С3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
h8	-14	-18	-22	0	-27	0	-33	0	-39	0	-39	0	-46	0	-54	0	-63	0	-63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
h9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Х3	-25	-30	-36	0	-43	0	-52	0	-62	0	-62	0	-74	0	-87	0	-100	0	-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Х3	-14	-20	-25	0	-32	0	-40	0	-50	0	-50	0	-60	0	-72	0	-85	0	-85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Х3	-39	-50	-61	0	-75	0	-92	0	-112	0	-112	0	-134	0	-159	0	-185	0	-185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Х3	-6	-10	-13	0	-16	0	-20	0	-25	0	-25	0	-30	0	-36	0	-43	0	-43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Х3	-31	-40	-49	0	-59	0	-72	0	-87	0	-87	0	-104	0	-123	0	-143	0	-143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ш3	-20	-30	-40	0	-50	0	-65	0	-80	0	-80	0	-100	0	-120	0	-145	0	-145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ш3	-45	-60	-79	0	-93	0	-117	0	-142	0	-142	0	-174	0	-207	0	-245	0	-245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
А3а	+40	+48	+58	0	+70	0	+84	0	+100	0	+100	0	+120	0	+140	0	+160	0	+160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
С3а	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
А4	+60	+75	+90	0	+110	0	+130	0	+160	0	+160	0	+190	0	+220	0	+250	0	+250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
С4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h11	-60	-75	-90	0	-110	0	-130	0	-160	0	-160	0	-190	0	-220	0	-250	0	-250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Х4	-20	-30	-40	0	-50	0	-65	0	-80	0	-80	0	-100	0	-120	0	-145	0	-145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Х4	-80	-105	-130	0	-160	0	-195	0	-240	0	-240	0	-290	0	-340	0	-395	0	-395	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ш4	-270	-270	-280	0	-290	0	-300	0	-320	0	-320	0	-340	0	-360	0	-380	0	-380	0	-460	0	-520	0	-580	0	-660	0	-740	0	-820	0	-920	0	-1050	0	-1200	0	-1350	0	-1500	0	-1650	0		
Ш4	-330	-345	-370	0	-400	0	-430	0	-480	0	-480	0	-550	0	-600	0	-630	0	-630	0	-710	0	-770	0	-830	0	-950	0	-1030	0	-1100	0	-1240	0	-1560	0	-1710	0	-1900	0	-2050	0				
А5	+100	+120	+150	0	+180	0	+210	0	+250	0	+250	0	+300	0	+350	0	+400	0	+400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
С5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
h12	-100	-120	-150	0	-180	0	-210	0	-250	0	-250	0	-300	0	-350	0	-400	0	-400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Х5	-140	-140	-150	0	-150	0	-160	0	-180	0	-180	0	-200	0	-220	0	-240	0	-240	0	-260	0	-280	0	-310	0	-340	0	-380	0	-420	0	-480	0	-540	0	-600	0	-680	0	-760	0	-840	0		
Х5	-240	-260	-300	0	-330	0	-370	0	-420	0	-420	0	-490	0	-570	0	-660	0	-660	0	-660	0	-680	0	-710	0	-800	0	-840	0	-880	0	-1000	0	-1060	0	-1170	0	-1250	0	-1390	0	-1470	0		

Обозначение основных отклонений отверстий и валов

Отверстия	A	B	C	CD	E	F	F	G	H	Js	J	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	X	Z	Z	ZB	ZC	
	Валы	a	b	c	cd	e	ef	f	fg	g	h	js	j	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	x	z	za	zb
Назначение	Для посадок с зазором														Для посадок с натягом													
	Для увеличения зазоров ←														Для уменьшения натягов →													

Зазором называется положительная разность между диаметрами отверстия и вала, создающая свободу их относительного движения (отверстие больше вала).

Натягом называется отрицательная разность между диаметром отверстия и диаметром вала до сборки, создающая после сборки неподвижное соединение (вал больше отверстия).




3.3. Шероховатость поверхности



Для оценки качества поверхности применяются :

1. Среднее арифметическое отклонение профиля (обозначается Ra).
2. Средняя высота неровностей профиля по 10 точкам (обозначается Rz).


Обозначение шероховатости

Шероховатость указывается в мкм (микрометрах).

-  - поверхность образуется удалением металла (точение, фрезерование, сверление и т.д.).
-  - поверхность может быть получена любым видом обработки.
-  - поверхность должна быть образована без удаления металла или поверхность по данному чертежу не обрабатывается (сохраняется в "состоянии поставки").

 () - одинаковая шероховатость Ra20 на всех поверхностях, где не указана шероховатость (обозначение ставится в правом верхнем углу чертежа).

Обозначение Ra на чертежах не пишется, а пишется Rz

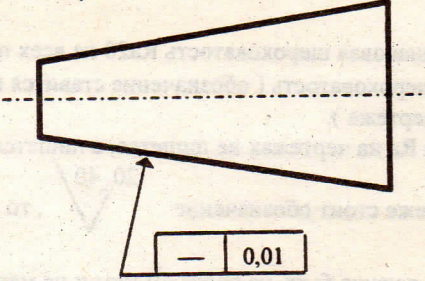
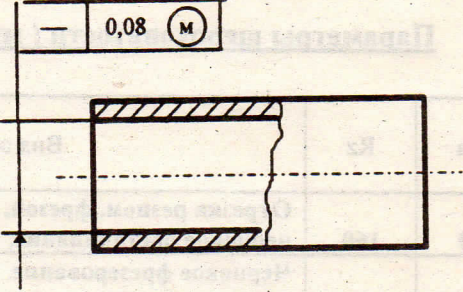
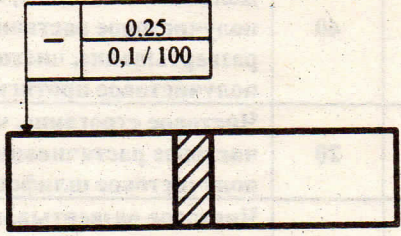
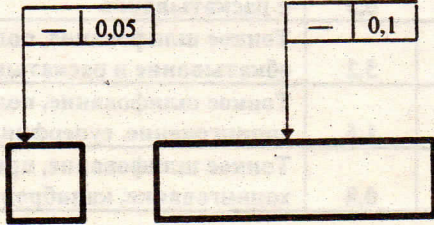
Если на чертеже стоит обозначение  , то это значит, что шероховатость

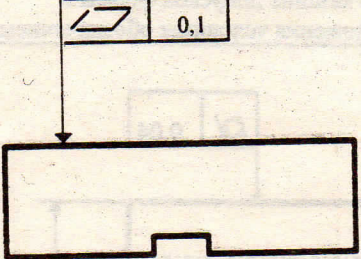
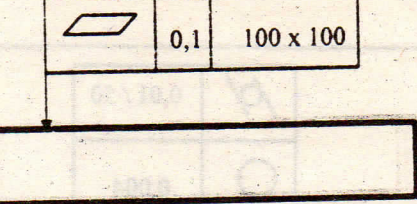
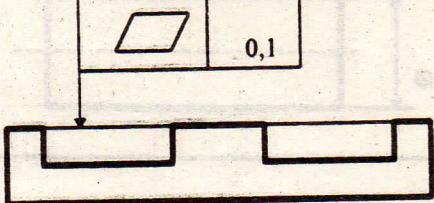
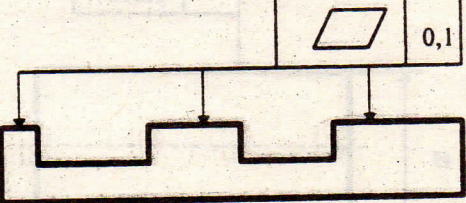
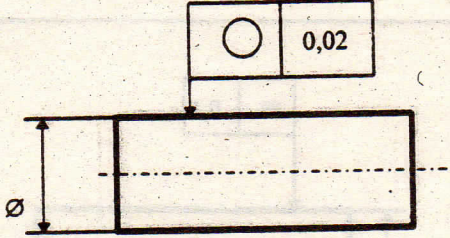
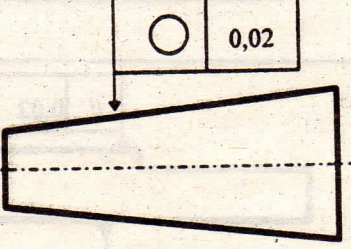
поверхности должна быть не более 40 мкм и не менее 20 мкм.

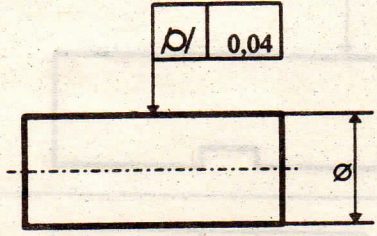
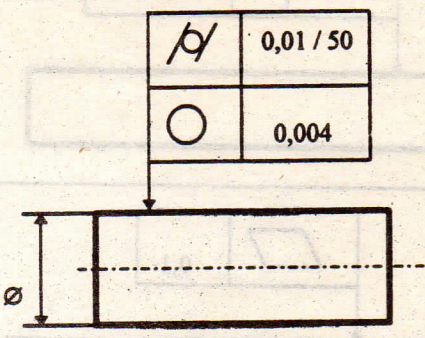
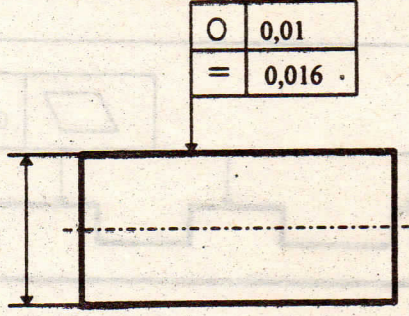
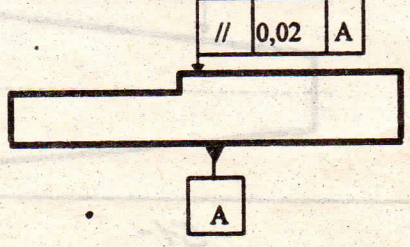
Параметры шероховатости (мкм)

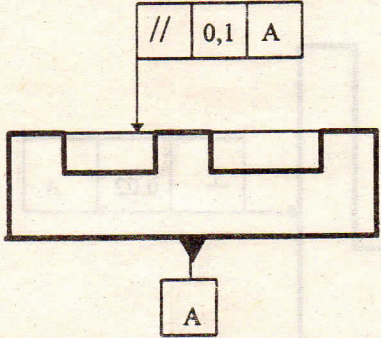
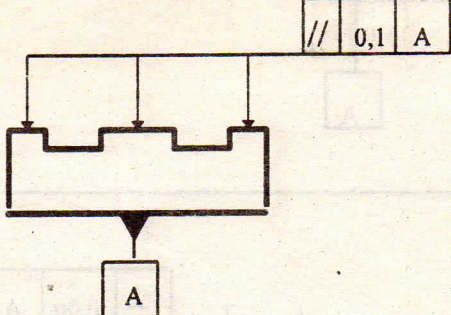
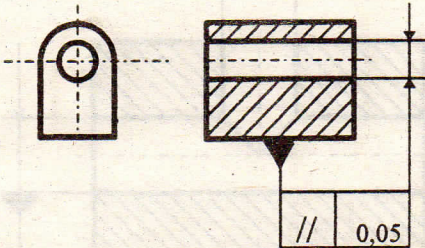
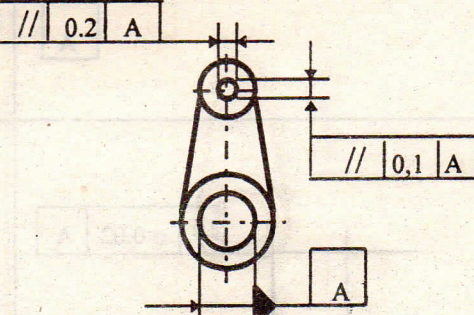
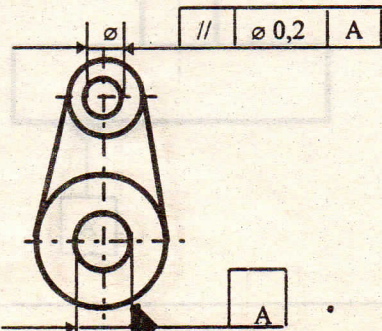
Класс шероховат.	ISO	Ra	Rz	Вид обработки
2	25	40	160	Отрезка резцом, фрезой, обдирочное обтачивание, черновое растачивание, черновое долбление
3	12,5	20	80	Черновое фрезерование, черновое строгание, обдирочное обтачивание, сверление, черновое зенкерование, черновое растачивание
4	6,3	10	40	Долбление чистовое, получистовое обтачивание, получистовое растачивание, получистовое развертывание, чистовое фрезерование, получистовое протягивание
5	3,2	5	20	Чистовое строгание, чистовое зенкерование, чистовое растачивание, грубое шабрение, получистовое шлифование
6	1,6	2,5	10	Чистовое развертывание, чистовое точение, опиловка, зачистка, чистовое шлифование, чистовое протягивание
7	0,8	1,25	6,3	Чистовое шлифование, полирование, обкатывание и раскатывание
8	0,4	0,63	3,2	Тонкое шлифование, полирование, притирка, обкатывание и раскатывание
9	0,2	0,32	1,6	Тонкое шлифование, полирование, доводка, хонингование, суперфиниширование, зачистка
10	0,1	0,16	0,8	Тонкое шлифование, притирка, полирование, хонингование, калибровка

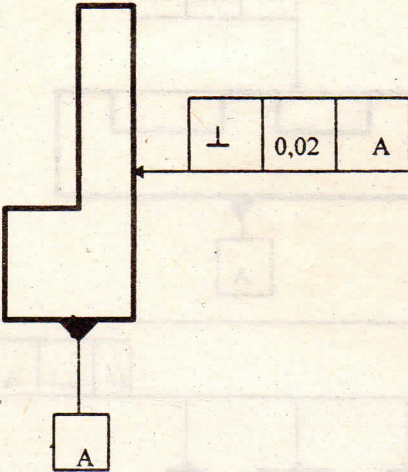
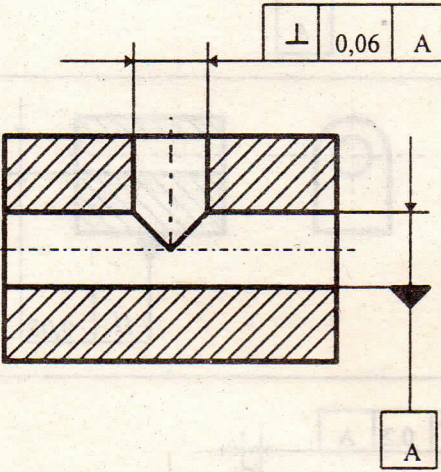
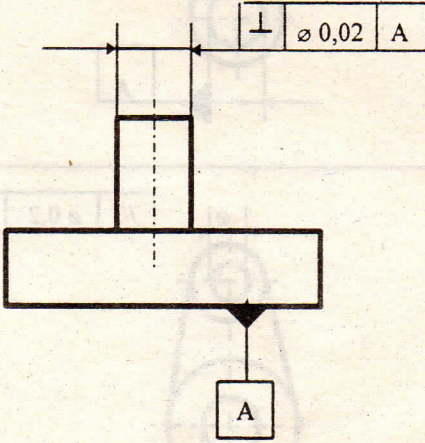
3.4. Примеры указания на чертежах допусков формы и расположения поверхностей

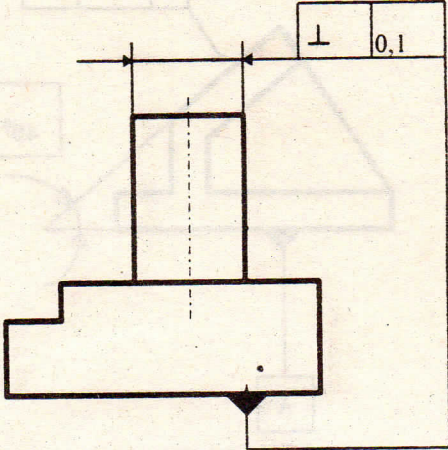
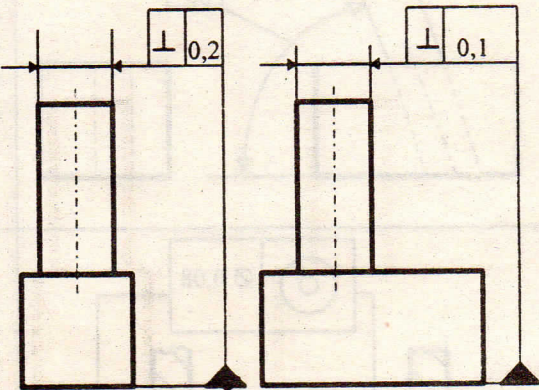
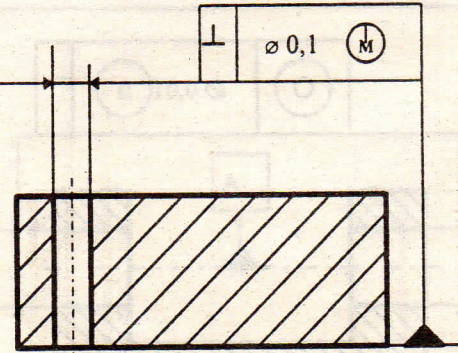
Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
<p>1. Допуск прямолинейности (наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей прямой)</p>		<p>Допуск прямолинейности образующей конуса 0,01 мм</p>
		<p>Допуск прямолинейности оси отверстия ϕ 0,08 мм (допуск зависимый)</p>
		<p>Допуск прямолинейности поверхности 0,25 мм на всей длине и 0,1 мм на длине 100 мм</p>
		<p>Допуск прямолинейности поверхности в поперечном направлении 0,05 мм, в продольном - 0,1 мм</p>

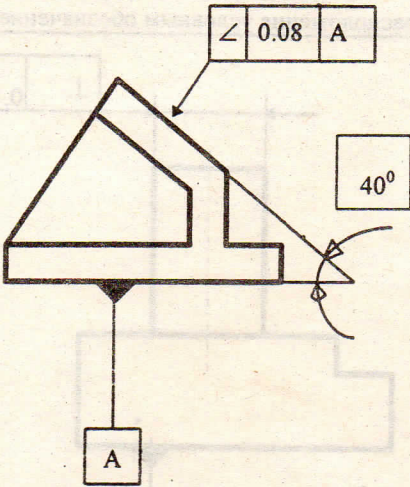
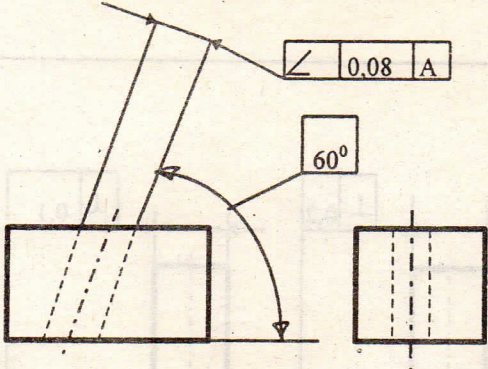
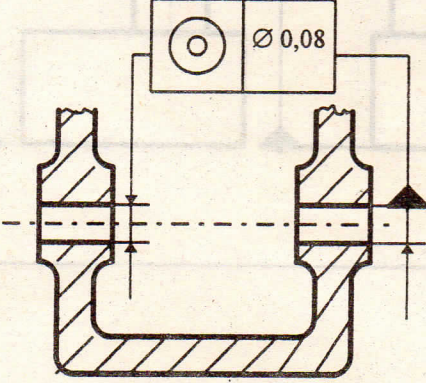
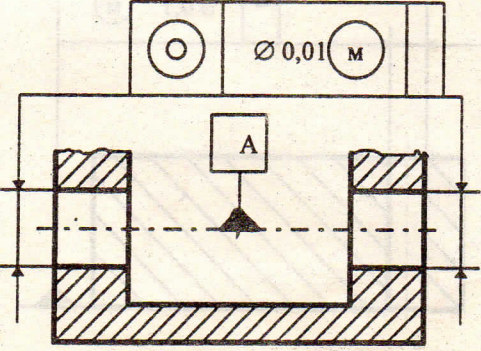
Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
2. Допуск плоскостности (наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости)		Допуск плоскостности поверхности 0,1 мм
		Допуск плоскостности поверхности 0,1 мм на площади 100 x 100 мм
		Допуск плоскостности поверхностей относительно общей прилегающей плоскости 0,1 мм
		Допуск плоскостности каждой поверхности 0,1 мм
3. Допуск круглости (наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности)		Допуск круглости вала 0,02 мм
		Допуск круглости конуса 0,02 мм

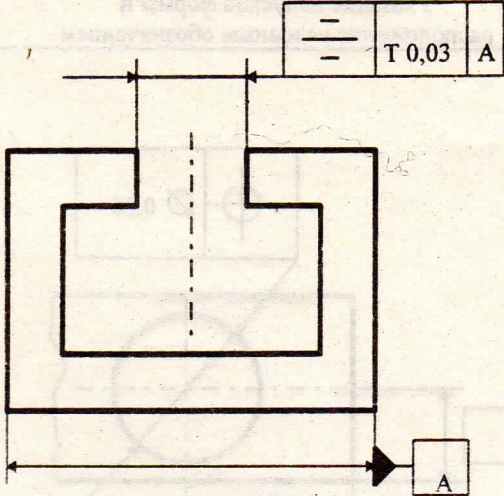
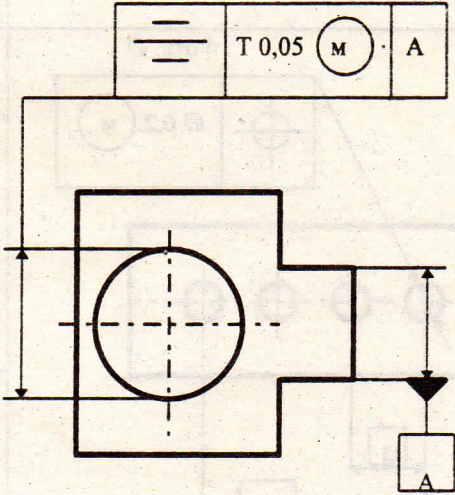
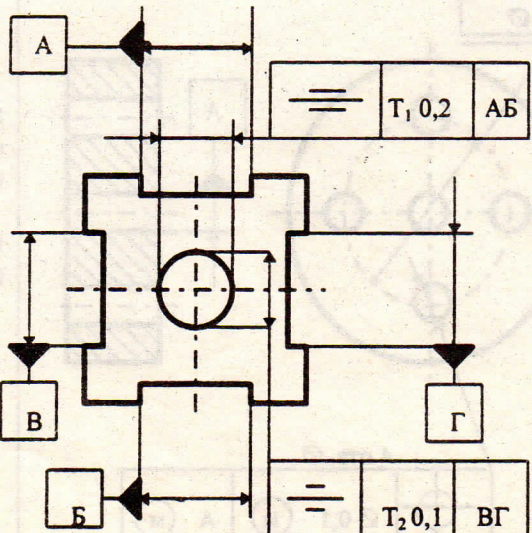
Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
<p>4. Допуск цилиндричности (наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра)</p>		<p>Допуск цилиндричности вала 0,04 мм</p>
<p>5. Допуск профиля продольного сечения. (Наибольшее расстояние от точек образующих реальную поверхность, лежащих в плоскости, проходящих через ее ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля).</p>		<p>Допуск цилиндричности вала 0,01 мм на длине 50 мм . Допуск круглости вала 0,004 мм.</p>
<p>5. Допуск профиля продольного сечения. (Наибольшее расстояние от точек образующих реальную поверхность, лежащих в плоскости, проходящих через ее ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля).</p>		<p>Допуск круглости вала 0,01 мм. Допуск профиля продольного сечения вала 0,016 мм.</p>
<p>6. Допуск параллельности (разность наибольшего и наименьшего расстояний между плоскостями).</p>		<p>Допуск параллельности поверхности относительно поверхности A 0,02 мм</p>

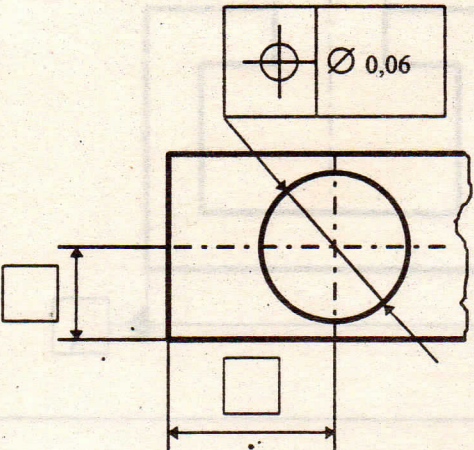
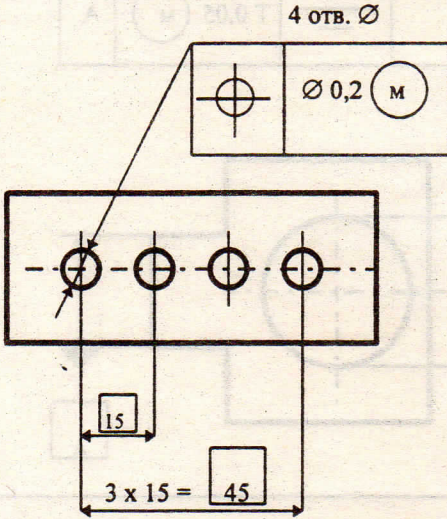
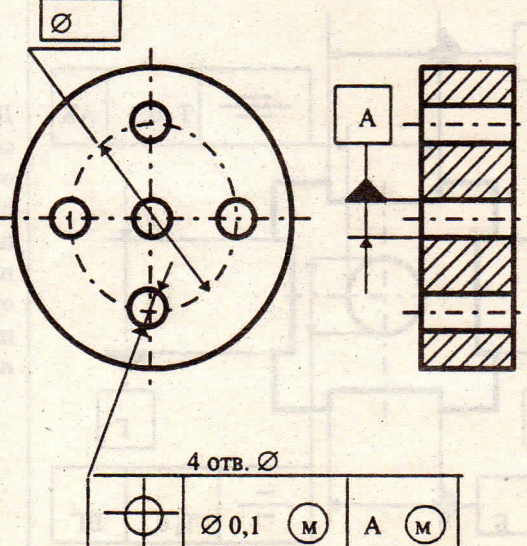
Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
7. Допуск параллельности		<p>Допуск параллельности общей прилегающей плоскости поверхностей относительно поверхности A 0,1 мм</p>
		<p>Допуск параллельности каждой поверхности относительно поверхности A 0,1 мм</p>
		<p>Допуск параллельности оси отверстия относительно основания 0,05 мм</p>
		<p>Допуск параллельности осей отверстий в общей плоскости 0,1 мм. Допуск перекоса осей отверстий 0,2 мм. База - ось отв. A</p>
		<p>Допуск параллельности оси отверстия относительно оси отверстия A 0,2 мм</p>

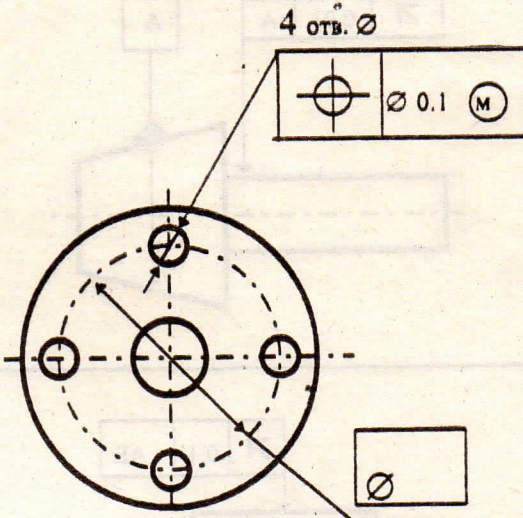
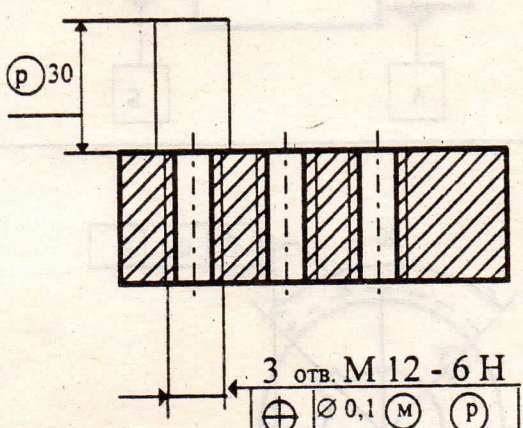
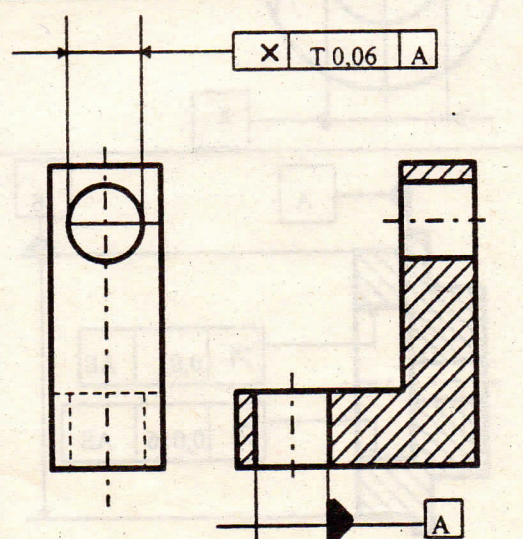
Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
<p>8. Допуск перпендикулярности (отклонение угла между плоскостями от прямого угла $[90^\circ]$, выраженное в линейных единицах).</p>		<p>Допуск перпендикулярности поверхности относительно поверхности A 0,02 мм</p>
		<p>Допуск перпендикулярности оси отверстия относительно оси отверстия A 0,06 мм</p>
		<p>Допуск перпендикулярности оси выступа относительно поверхности A ø 0,02 мм.</p>

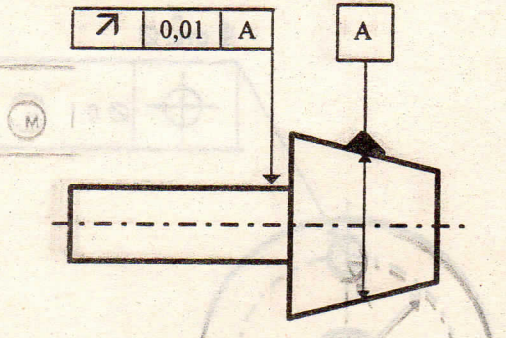
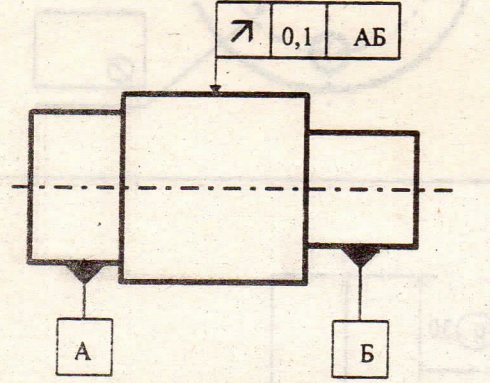
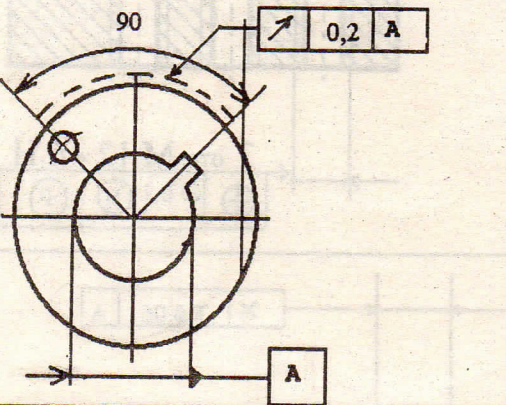
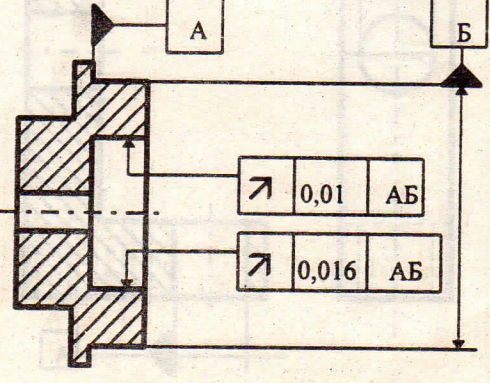
Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
9. Допуск перпендикулярности		<p>Допуск перпендикулярности оси выступа относительно основания 0,1 мм.</p>
		<p>Допуск перпендикулярности оси выступа в поперечном направлении 0,2 мм, в продольном направлении 0,1 мм. База - основание.</p>
		<p>Допуск перпендикулярности оси отверстия относительно поверхности $\varnothing 0,1$ мм (допуск зависимый)</p>

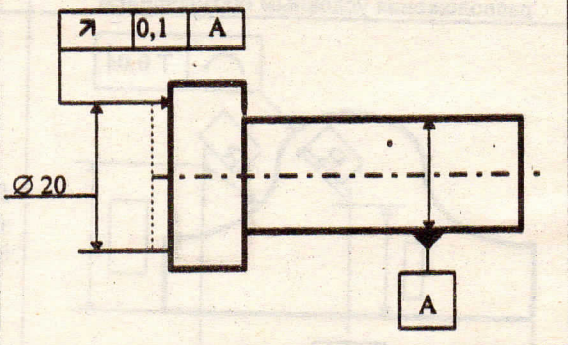
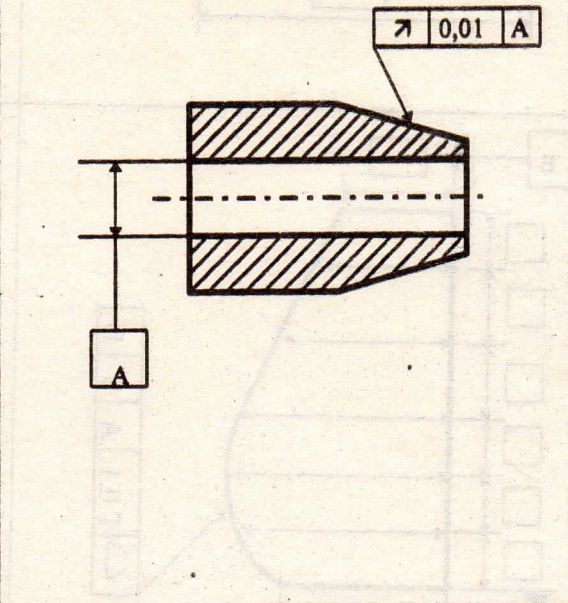
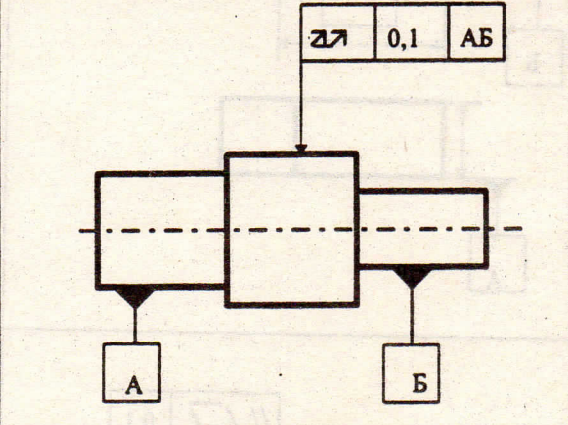
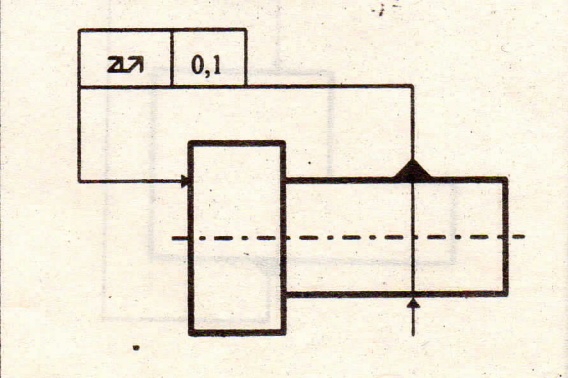
Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
<p>10. Допуск наклона (разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной поверхности до плоскости, расположенной под номинальным углом относительно базы или базовой оси).</p>		<p>Допуск наклона поверхности относительно поверхности A 0,08 мм.</p>
		<p>Допуск наклона оси отверстия относительно поверхности A 0,08 мм.</p>
<p>11. Допуск соосности (наибольшее расстояние между осью рассматриваемой поверхности вращения и осью базовой поверхности).</p>		<p>Допуск соосности отверстия относительно отверстия $\varnothing 0,08$ мм.</p>
		<p>Допуск соосности двух отверстий относительно их общей оси $\varnothing 0,01$ мм.</p>

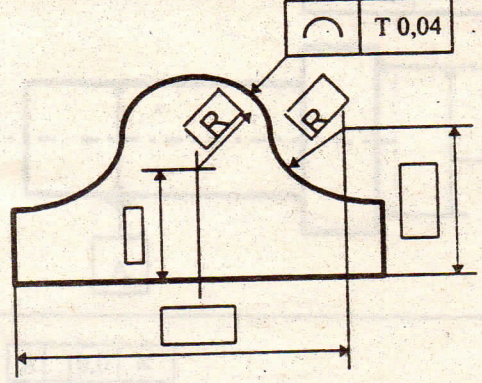
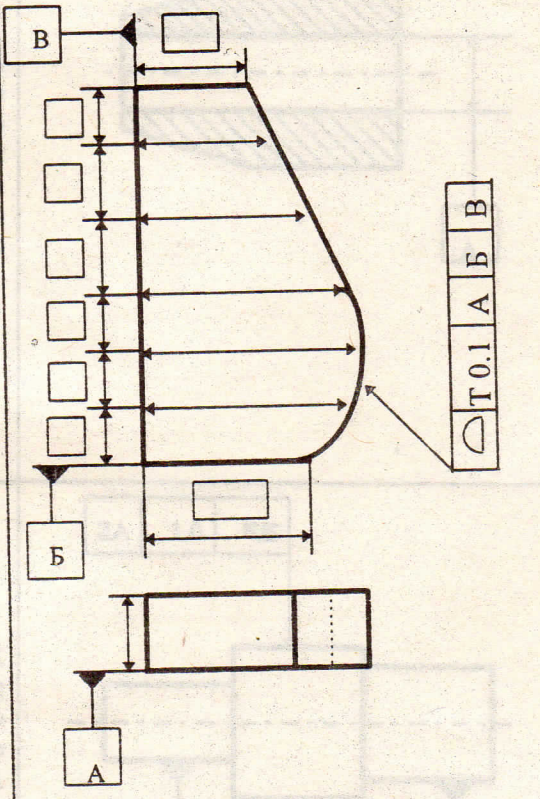
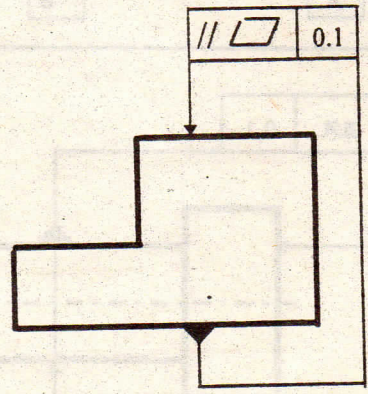
Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
<p>12. Допуск симметричности (наибольшее расстояние между плоскостью симметрии (осью) рассматриваемого элемента и плоскостью симметрии базового элемента).</p>		<p>Допуск симметричности паза T 0,05 мм. База - плоскость симметрии поверхностей А.</p>
		<p>Допуск симметричности отверстия T 0,05 мм (допуск зависимый). База - плоскость симметрии поверхности А.</p>
		<p>Допуск симметричности оси отверстия относительно общей плоскости симметрии пазов АБ T₁ 0,2 мм и относительно общей плоскости симметрии пазов ВГ T₂ 0,1 мм.</p>

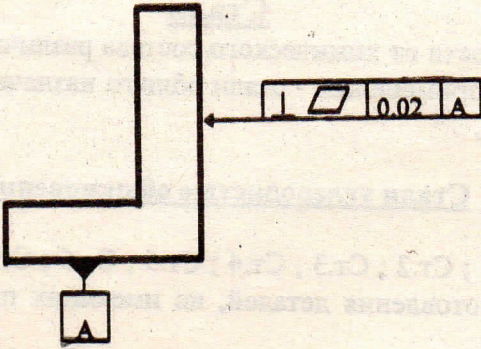
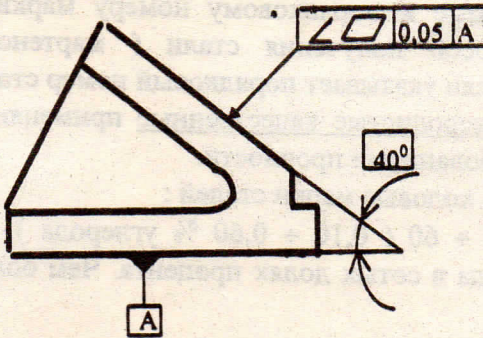
Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
<p>13. Позиционный допуск (наибольшее расстояние между реальным расположением элемента (его оси, центра или плоскости) и его номинальным расположением).</p>		<p>Позиционный допуск оси отверстия $\varnothing 0,06$ мм</p>
		<p>Позиционный допуск осей отверстий $\varnothing 0,2$ мм (допуск зависимый).</p>
		<p>Позиционный допуск осей 4-х отверстий $\varnothing 0,1$ мм (допуск зависимый). База - ось отверстия A (допуск зависимый).</p>

Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
<p>14. Позиционный допуск (наибольшее расстояние между реальным расположением элемента (его оси , центра или плоскости симметрии) и его номинальным расположением).</p>		<p>Позиционный допуск 4-х отверстий \varnothing 0,1мм (допуск зависимый).</p>
		<p>Позиционный допуск 3-х резьбовых отверстий \varnothing 0,1 мм (допуск зависимый) на участке, расположенном вне детали и выступающем на 30 мм от поверхности.</p>
<p>15. Допуск пересечения осей (наименьшее расстояние между осями) номинально пересекающимися).</p>		<p>Допуск пересечения осей отверстий T 0,06 мм.</p>

Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
<p>16. Допуск радиального биения (разность наибольшего и наименьшего расстояния от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной базовой оси).</p>		<p>Допуск радиального биения вала относительно оси конуса 0,01 мм.</p>
		<p>Допуск радиального биения поверхности относительно общей оси поверхностей А и В 0,1 мм.</p>
		<p>Допуск радиального биения участка поверхности относительно отверстия А 0,2 мм.</p>
		<p>Допуск радиального биения отверстия 0,01 мм. Первая база - поверхность А. Вторая база - ось поверхности В. Допуск торцового биения относительно тех же баз 0,016 мм.</p>

Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
<p>17. Допуск торцового биения (разность наибольшего и наименьшего расстояния от точек реального профиля торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси).</p>		<p>Допуск торцового биения на диаметре 20 мм относительно оси поверхности A 0,1 мм</p>
<p>18. Допуск биения в заданном направлении (разность наибольшего и наименьшего расстояния от точек реального профиля поверхности вращения в сечении рассматриваемой поверхности конусом, ось которого совпадает с базовой осью, а образующая имеет заданное направление до вершины этого конуса).</p>		<p>Допуск биения конуса относительно оси отверстия A в направлении, перпендикулярном к образующей конуса 0,01 мм.</p>
<p>19. Допуск полного радиального биения (разность наибольшего и наименьшего расстояний от всех точек реальной поверхности).</p>		<p>Допуск полного радиального биения относительно общей оси поверхностей A и B 0,1 мм.</p>
<p>20. Допуск полного торцового биения (разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек всей торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной к базовой оси).</p>		<p>Допуск полного торцового биения поверхности относительно оси поверхности 0,1 мм.</p>

Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
<p>21. Допуск формы заданного профиля (наибольшее отклонение точек реального профиля от номинального профиля, определяемого по нормали к номинальному профилю).</p>		<p>Допуск формы заданного профиля T 0,04 мм.</p>
<p>22. Допуск формы заданной поверхности (наибольшее отклонение точек реальной поверхности от номинальной поверхности, определяемое по нормали к номинальной поверхности).</p>		<p>Допуск формы заданной поверхности относительно поверхностей А, Б, В T 0,1 мм.</p>
<p>23. Суммарный допуск параллельности и плоскостности (разность наибольшего и наименьшего расстояния от точек реальной поверхности до базовой плоскости).</p>		<p>Суммарный допуск параллельности и плоскостности поверхности относительно основания 0,1 мм.</p>

Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условным обозначением	Положения
<p>24. Суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности (разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой плоскости).</p>		<p>Суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности поверхности относительно основания 0,02 мм.</p>
<p>25. Суммарный допуск наклона и плоскостности (разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной поверхности до плоскости, расположенной под номинальным углом относительно базы).</p>		<p>Суммарный допуск наклона и плоскостности поверхности относительно основания 0,05 мм.</p>

Примечания :

- В приведенных примерах допуски соосности, симметричности, позиционные, пересечение осей, формы заданного профиля и заданной поверхности указаны в диаметральном выражении.
Допускается указывать их в радиусном выражении, например :

⊙ R 0.04

⊖ T/2 0.025 A

- Указание допусков формы и расположения поверхностей в текстовых документах или в технических требованиях чертежа следует проводить по аналогии с текстом пояснений к условным обозначениям допусков формы и расположения, приведенным в настоящем приложении.

При этом поверхности, к которым относятся допуски формы и расположения или которые приняты за базу, следует обозначать буквами или приводить их конструктивные наименования.

Допускается вместо слов « допуск зависимый » указывать знак (M) и вместо указаний перед числовым значением символов \varnothing ; R; T; T/2 запись текстом, например: « позиционный допуск оси 0,1 мм в диаметральном выражении » или « допуск симметричности 0,12 мм в радиусном выражении ».

4. Материаловедение

4.1. Материалы - металлы

Стали

В зависимости от химического состава различают стали углеродистые и легированные, по применению - стали общего назначения (конструкционные) и инструментальные.

Стали углеродистые обыкновенные

Ст.0 ; Ст.1 ; Ст.2 ; Ст.3 ; Ст.4 ; Ст.5 ; Ст.6 ; Ст.7 - Являются основным материалом для изготовления деталей, не имеющих повышенных требований прочности.

Чем выше номер стали, тем больше ее твердость.

Добавляемые к порядковому номеру марки стали буквы М, Б, К указывают на способ получения стали (мартеновский, бессемеровский, конверторный). Число указывает порядковый номер стали.

Стали углеродистые качественные применяются в деталях машин с повышенными требованиями прочности.

Наиболее ходовые марки сталей :

Сталь 10 ÷ 60 (0,10 ÷ 0,60 % углерода). Число означает среднее содержание углерода в сотых долях процента. Чем больше номер, тем прочнее материал.

Стали легированные конструкционные общего назначения

Обозначение марок стали связана с ее химическим составом. Двухзначное число с левой стороны маркировки показывает среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Буквы показывают :

Н - никель, Х - хром, Г - марганец, С - кремний, В - вольфрам, Ф - ванадий, М - молибден, Т - титан, Р - бор.

Цифра после соответствующей буквы обозначает содержание этого элемента в процентах. При содержании элемента до 1 % единица опускается.

Стали повышенного качества обозначаются буквой « А » в конце марки.

Например : 20ХГСА - обозначает хромокремнемарганцовистую сталь со средним содержанием углерода 0,20 %, хрома около 1 %, марганца около 1 % и кремния до 1 %, повышенного качества.

Легированные стали общего назначения идут на изготовление ответственных деталей станков и машин.

Стали инструментальные делятся на углеродистые, легированные и быстрорежущие.

Углеродистые - У17 ÷ У13 (0,7 ÷ 1,3 % углерода).

Легированные инструментальные стали идут главным образом на изготовление инструмента, применяемого для работы на станках, а также для измерительного инструмента и штампов.

Например : 9ХС ; ХГС ; ХВ5.

Чугуны

Содержание углерода более 2 %.

По структуре различают отливки из серого, белого, отбеленного и ковкого чугуна.

По химическому составу различают легированный и нелегированный.

Обозначают :

СЧ - серый чугун

КЧ - ковкий чугун

ВЧ - высокопрочный чугун

ЖЧ - жаростойкий чугун

АЧС - антифрикционный чугун,

за которыми следуют два числа через дефис.

Первое из этих чисел обозначает временное сопротивление разрыву (в кГ/мм^2), а второе - предел прочности при изгибе для серых чугунов и относительное удлинение (в %) для ковких чугунов.

Например : СЧ 21 - 40

КЧ 35 - 10.

Цветные сплавы и металлы

Бронза - сплав меди с оловом, марганцем, алюминием, фосфором, никелем и др. элементами.

Делятся на оловянистые и специальные (безоловянистые).

Маркировка : первые буквы « Бр » - бронза, далее буквенные обозначения элементов, входящих в состав, за ними цифры, указывающие среднее содержание элементов в процентах.

Например : Бр.ОФ 6,5 - 0,15 - оловянистофосфористая бронза, содержащая 6,5 % олова, 0,15 % фосфора, остальное - медь.

Латунь - сплав меди с цинком. Это простая и специальная, содержащая дополнительно некоторое количество легирующих элементов.

Маркировка : первая буква « Л » - латунь, следующая за ней цифра обозначает среднее содержание меди в процентах, следующие буквы - это легирующие элементы, цифры - их содержание в процентах.

Легирующие элементы в бронзах и латунях :

А - алюминий, **МЦ** - марганец, **К** - кремний, **С** - свинец, **О** - олово,

Н - никель, **Ж** - железо, **Ф** - фосфор.

Например : ЛАЖМЦ 66-6-3-2 - специальная алюминиево-железисто-марганцовистая латунь, содержащая 66 % меди, 6 % - алюминия, 3 % - железа, 2 % - марганца, остальное - цинк.

Дюралюминий - сплав алюминия с медью 4 ÷ 5 %, магнием, марганцем, кремнием и железом по 0,5 % .

Делится на три группы :

- нормальный (литье, трубы, проволока) ;
- с повышенной пластичностью (заклепки) ;
- с повышенной прочностью (то же что и нормальный).

Маркировка : Д1 + Д20.

Силумин - сплав алюминия с 8 + 14 % кремния.

Обладает хорошими литейными качествами.

Медь - обладает высокой электропроводностью отличается пластичностью.

Маркировка : М0 ; М1 ; М2 ; М3 ; М4 .

М0 - наиболее чистый.

Алюминий - обладает хорошей пластичностью, электро - и теплопроводностью.

Маркировка : А0 + А85. Алюминий технический, чистота А0 - 99 %, А85 - 99,85 %.

Баббиты - применяются для заливки подшипников и вкладышей.

Делят на три группы :

- оловянистые, олова не менее 72 % ;
- оловянисто - свинцовые, олова 5 ÷ 17 %, свинца 64 ÷ 72 %.
- безоловянистые (свинцовистые), не менее 80 % свинца.

Маркировка : Б - 83 - 83 % олова, 10 ÷ 12 % сурьмы и 5,5 ÷ 6,5 % меди.

Б - 16 - 15 ÷ 17 % олова, 15 ÷ 17 % сурьмы, 1,5 ÷ 2 % меди и остальное свинец.

БК - кальциевый баббит (0,75 ÷ 1,1 %), натрий (0,65 ÷ 0,95 %), остальное свинец.

Наиболее ценным по свойствам является Б - 83.

4.2. Смазочные материалы

Смазочные материалы разделяют на жидкие, консистентные и специальные.

Смазочные материалы выбирают в зависимости от условий работы механизмов :

- нагрузки на трущиеся части ;
- скорости вращающихся и движущихся частей ;
- температуры окружающей среды .

Чем больше нагрузка, тем выше должна быть вязкость масла.

Чем выше скорость, тем меньше вязкость масла.

Чем ниже температура окружающей среды, тем меньше вязкость масла и наоборот.

Смазочные масла по применению делятся на :

- моторные (для двигателей) ;
- специальные (турбинные, компрессорные, изоляционные) ;
- трансмиссионные (передачи) ;
- промышленные ;
- различного назначения.

Масла, рекомендуемые для смазки

Марка масла	Вязкость кинематическая	Область применения
Автомобильные масла M8A M12Г	Чем больше цифра, тем гуще масло	для карбюраторных двигателей
	8	
	12	
Индустриальные общего назначения И5А И50А	4 - 5 47 - 45	для смазывания промышленного оборудования, где не требуются спец. масла
Турбинные Т22 Т57	20 - 23 55 - 59	для подшипников турбоагрегатов и систем регулирования в качестве гидравлической жидкости
Цилиндровые тяжелые 38 52	32 - 50 50 - 70	для смазывания паровых машин и механизмов, работающих с большими нагрузками
Трансмиссионные масла		
для гипоидных передач ТС ГИП	20,5 - 32,4	для смазывания зубчатых передач и подшипников путем заполнения коробок скоростей и рулевого управления
троллейбусное		
Л	28 - 36	
З	20 - 28	
осевое		
Л	42 - 60	
ТАД - 17	17,5	

Пластичные смазочные материалы

Смазочный материал	Допустимая рабочая температура, С ⁰	Область применения
Смазка ВНИИ НП - 225	от -60 до +250	Противозадирная смазка и работающая при высоких нагрузках
Смазка ВНИИ НП - 232	до +120	— " —
Смазка ЛИМОЛ	до +120	— " —
Смазка ЛИТОЛ 24	от -40 до +130	Многоцелевая антифрикционная водостойкая смазка. Заменитель : солидол С, солидол УС - 1. 1 - 13, жировая, Увеличивает сроки замены в 2 - 4 раза
Смазка ЦИАТИМ - 201	от -60 до +90	Предназначена для смазки приборов и механизмов, работающих с малыми усилиями
Смазка ЦИАТИМ - 203	от -50 до +90	Предназначена для высоких удельных нагрузок

Пластичные смазочные материалы применяют, когда невозможна чистая замена масла, если масло не держится в местах смазывания, или когда смазываемое место детали находится под большими нагрузками и смазочное масло выдавливается.

4.3. Прокладочные и набивочные материалы

Мастики и мази используют для лучшего уплотнения плоских стыков, работающих при давлении до 2,5 МПа на водопроводах и до 1,5 МПа на паропроводах.

Например : паста « Феникс », мазь « Герметик ».

Набивки сальниковые волокнистые и комбинированные, сухие и пропитанные применяют для герметизации сальников машин и аппаратуры.

Набивки, пропитанные антифрикционным составом используют также для смазывания сальников.

Набивки изготовляют трех типов : крученые, плетеные и скатанные.
Некоторые набивки рекомендуется перед монтажом прессовать в виде колец по размерам сальниковой коробки.

Прокладочные материалы

Наименование материала	Характеристика материала, мм	Рабочая среда	Температура, С°	Давление МПа не более
Паронит ПОН	Листы 300 * 400... 1500 * 3000,	вода, пар,	450	5,0
	толщина 0,3 - 6	бензин, керосин, масло.	20	7,5
Картон асбестовый	800 * 1000, толщина 2 - 12	горючие газы.	450	0,15
Картон технический	толщина 0,2 - 1,5	вода, нефть, масло.	40	1,0
Шнур асбестовый	диаметр 3 - 25	—	400	—
Резина (пластина)	толщина 1 - 20	вода, воздух, щелочи, кислоты.	от - 30 до + 60	0,3
Бумага чертежная промасленная	листы	масло, керосин.	—	—
Пенька	волокна	вода	40	0,3
Медь	марок М1, М3	пар, вода.	250	3,5 10
Свинец	листы	кислоты	—	0,2
Полихлор - винил		кислоты, бензин.	60	4,0
Алюминий	толщина листа 2 - 4	пар, нефть, масла.	300 - 400	2 6
ФУМ	лист, лента, толщина 0,08 - 3, шнур	агрессивны е среды	от -60 до +250	

Прокладки из бумаги и картона пропитывают в индустриальном масле, из пеньки - маслом или суриком.

4.4. Термическая и химико - термическая обработка стали

При термической обработке стали в результате теплового воздействия изменяется ее структура.

К термической обработке относится отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

При химико - термической обработке изменяется не только структура металла, но и химический состав его поверхностного слоя, который насыщается каким - либо химическим элементом. К ней относятся цементация, цианирование, азотирование и хромирование.

Отжиг - нагрев до определенной температуры, выдержка и медленное охлаждение вместе с печью или в раскаленном песке. При отжиге понижается твердость стали, улучшается обработка резанием, повышается вязкость металла, уничтожаются внутренние остаточные напряжения, появившиеся в результате предшествующей обработки.

Температура 780 - 870 °С.

Нормализация - нагрев стали до температуры отжига с охлаждением на воздухе. Цель нормализации - получение мелкозернистой однородной структуры, устранение наклепа после обработки резанием.

Температура 820 - 930 °С.

Закалка - необходима для повышения твердости и прочности инструмента или деталей. Закалка заключается в нагреве деталей до заданной температуры и быстром охлаждении в воде или масле. Вызывает внутренние напряжения.

Температура 710 - 870 °С.

Отпуск - производится после закалки. Цель отпуска - снижение вредного действия внутренних напряжений, оставшихся после закалки, уменьшение хрупкости металла, повышение вязкости.

Температура 160 - 600 °С.

Цементация - насыщение поверхностного слоя углеродом (цементируются стали, содержащие 0,3 % углерода). После цементации повышается прочность и твердость поверхностного слоя металла, а также увеличивается износостойкость деталей.

Азотирование - насыщение поверхностного слоя стальных деталей азотом при температуре 480 ° - 650 °С в течение 10 - 80 часов в специальных печах, глубина азотируемого слоя 0,5 - 0,8 мм. Прочность, твердость и износостойкость этого слоя возрастает и дальнейшая термообработка не требуется.

Цианирование - насыщение поверхностного слоя металла одновременно углеродом и азотом для придания ему высокой твердости и износостойкости. Изделие нагревают в составах цианистых солей: Углеродистые стали нагревают до 750 ° - 850 °С, а быстрорежущие до 500 ° - 560 °С.

Хромирование - поверхностное насыщение деталей хромом для повышения их твердости, износостойчивости и антикоррозийной стойкости.

Определение температуры по цвету нагретого металла смотри таблицу.

Цвета побежалости, цвета каления и соответствующие им температуры

Цвет каления	Температура, °С	Цвет побежалости	Температура, °С
Темно-коричневый	550 - 580	Светло-желтый	220
Коричнево-красный	580 - 650	Темно-желтый	240
Темно-красный	650 - 730	Коричнево-желтый	255
Темно-вишнево-красный	730 - 770	Коричнево-красный	265
Вишнево-красный	770 - 800	Пурпурно-красный	275
Светло-вишнево-красный	800 - 830	Фиолетовый	285
Светло-красный	830 - 900	Васильково-синий	295
Оранжевый	900 - 1050	Светло-синий	314
Темно-желтый	1050 - 1150	Серый	330
Светло-желтый	1150 - 1250		
Ярко-желтый	1250 - 1300		

4.5. Определение твердости металлов

Между показателями твердости и пределом прочности (временным сопротивлением на разрыв « σ_B ») существует соотношение: так приближенно отношение σ_B к НВ составляют:

- для сталей 0,32 - 0,35
- для стального литья 0,3 - 0,4
- для меди 0,34 - 0,4
- для латуни 0,4 - 0,5
- для алюминия 0,35 - 0,4
- для дюралюминия 0,36 - 0,37

Перевод значений твердости смотри таблицу.

Перевод значений твердости

Диаметр отпечатка по Бринелю	По Бринелю НВ	По Роквеллу HRC	По Виккерсу	По Шору
5	143	—	143	23
4,8	156	—	155	26
4,6	170	4	171	28
4,4	187	9	186	30
4,2	207	14	208	33
4	229	20	228	36
3,8	255	25	255	40
3,6	285	29	285	44
3,4	321	33	320	49
3,2	363	39	380	54
3	415	43	435	61
2,8	477	49	534	68
2,6	555	56	650	78
2,4	653	64	868	91
2,35	682	66	941	94
2,3	712	68	1022	98
2,25	745	70	1116	102
2,2	780	72	1220	106

5. Технологические расчеты

5.1. Коэффициенты линейного расширения металлов и сплавов

Коэффициентом линейного расширения « α » называется увеличение единицы длины тела (1 мм) при нагреве на 1° , умноженный на 10^6 или 1000000.

Пример :

Определить длину стальной линейки, нагретой до температуры 60° , если при температуре 20° ее длина была 500 мм. Линейка изготовлена из углеродистой стали.

Необходимо :

Коэффициент линейного расширения $\alpha = 11,5$ умножить на первоначальную длину (500 мм), на повышение температуры ($60^{\circ} - 20^{\circ} = 40^{\circ}$), а результат разделить на 1000000

$$500 + \frac{11,5 \times 40 \times 500}{1000000} = 500 + 0,23 = 500,23 \text{ мм}$$

Коэффициент линейного расширения смотри в таблице в интервале температур $20 - 500^{\circ} \text{C}$ (большие значения при больших температурах).

Коэффициенты линейного расширения ($\alpha \cdot 10^6$ мм)

Металлы и сплавы	$\alpha \cdot 10^6$ для интервала температур, $^{\circ} \text{C}$			
	20 - 100	20 - 200	20 - 300	20 - 500
Алюминий	23,9	24,3	26,5	—
Бронза	17,6	17,9	18,2	—
Латунь	17,8	18,8	20,9	—
Медь	17,1	17,3	17,6	18,6
Олово	23,8	24,2	—	—
Сталь углеродистая	12,0	13,0	13,5	14,3
Сталь хромистая	11,2	11,8	12,4	13,6
Свинец	29,1	30,0	31,3	—
Серебро	19,6	19,8	20,0	20,6
Чугун	11,0	11,6	12,2	13,2
Стекло	—	—	3,2	—
Фторопласт	55	—	282	—

5.2. Расчет температуры нагрева, охватывающий детали при сборке посадок с натягом

Температура нагрева t находится по формуле :

$$t = \frac{\Delta \max + S}{\alpha \cdot d} + t_n (C^0),$$

где : $\Delta \max$ - максимальный натяг (мм),

S - необходимый при запрессовке зазор, ориентировочно равен $0,01 \sqrt{d}$ (мм),

α - коэффициент линейного расширения ($\alpha \cdot 10^6$),

d - внутренний диаметр, охватывающий детали (мм),

t_n - окружающая температура.

При длительной сборке « t » увеличивается на $10 \div 30$, но не более $400^0 C$, т.к. появляется быстрое окисление металла и ослабевает прочность соединения.

5.3. Расчет усилия запрессовки и распрессовки

Усилие запрессовки « P » определяется по формуле :

$$P = \frac{\alpha (D/d + 0.3) i \cdot \ell}{D/d + 6.35}$$

где i - максимальный натяг, мм ;

D - наружный диаметр охватывающей детали, мм ;

d - диаметр отверстия охватывающей детали, мм ;

ℓ - длина запрессовки, мм ;

α - коэффициент = 4,3 для чугуна, напрессуемого на вал ; = 4,3 для стали, напрессуемой на вал.

Силу распрессовки принимают на $10 \div 15$ % больше силы запрессовки.

Если позволяет конструкция сборочной единицы, то направление выпрессовки целесообразно сохранить таким же, как и при запрессовке.

В процессе запрессовки принимают различные смазки, предохраняющие поверхности от задиrow, уменьшающие коэффициент трения и снимающие потребную силу запрессовки.

Например :

При запрессовке вала диаметром 60 мм во втулку с натягом 0,02 мм. Коэффициент трения без смазки 0,39, усилие запрессовки 10000 кгс, соответственно при смазке маслом 0,031 и 8800 кгс, при ртутной смазке 0,184 и 4900 кгс, при сульфит-малибденовой смазке (ВНИИНП 232 и т.п.) 0,1 и 2900 кгс.

5.4. Расчет натягов и зазоров по допускам

Подвижные посадки

Разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала определяет наибольший зазор.

Разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала определяет наименьший зазор.

К подвижным относятся посадки с обозначением на чертеже :

a ; b ; c ; cd ; d ; e ; ef ; f ; fg ; g ; h

Например : Допуска выбираем по таблице допусков и посадок

$$\begin{array}{r} \phantom{\text{---}} \phantom{\text{---}} \\ \phantom{\text{---}} \phantom{\text{---}} \\ \phantom{\text{---}} \phantom{\text{---}} \\ \phantom{\text{---}} \phantom{\text{---}} \\ \phantom{\text{---}} \phantom{\text{---}} \\ \phantom{\text{---}} \phantom{\text{---}} \end{array} \begin{array}{r} + 35 \\ 0 \\ - 36 \\ - 71 \end{array}$$

Наибольший зазор : $(100 + 0,035) - (100 - 0,071) = 100,035 - 99,929 = 0,106 \text{ мм}$

Наименьший зазор : $(100 + 0) - (100 - 0,036) = 100 - 99,964 = 0,036 \text{ мм}$

Неподвижные посадки

Разность между наибольшим предельным размером вала и наименьшим предельным размером отверстия определяет наибольший натяг.

Разность между наименьшим предельным размером вала и наибольшим предельным размером отверстия определяет наименьший натяг.

К неподвижным относятся посадки с обозначением на чертеже :

p ; r ; s ; t ; u ; v ; x ; y ; z ; za ; zb ; zc

Например : Допуска выбираем по таблице допусков и посадок

$$\begin{array}{r} \phantom{\text{---}} \phantom{\text{---}} \\ \phantom{\text{---}} \phantom{\text{---}} \\ \phantom{\text{---}} \phantom{\text{---}} \\ \phantom{\text{---}} \phantom{\text{---}} \\ \phantom{\text{---}} \phantom{\text{---}} \end{array} \begin{array}{r} + 22 \\ 0 \\ + 69 \\ + 54 \end{array}$$

Наибольший натяг : $(100 + 0,069) - (100 + 0) = 100,069 - 100,000 = 0,069$ мм.
 Наименьший натяг : $(100 + 0,054) - (100 + 0,022) = 100,054 - 100,022 = 0,032$ мм.

Переходные посадки

У переходных посадок разность диаметров отверстия и вала относительно мала и возможны как натяги, так и зазоры.

К переходным относятся посадки с обозначением на чертеже :

js ; j ; k ; m ; n

Например : Допуска выбираем по таблице допусков и посадок

$$\begin{array}{r} \\ \\ \varnothing 100 \text{ --- } = \varnothing 100 \text{ ---} \\ \\ \end{array}$$

Зазор : $(100 + 0,022) - (100 + 0,013) = 100,022 - 100,013 = 0,009$ мм.
 Натяг : $(100 + 0,018) - (100 + 0) = 100,018 - 100,000 = 0,018$ мм.

5.5. Удельный вес часто встречающихся материалов

Материал	Удельный вес, кг / м ³
Алюминий	2500 - 2700
Сталь	8100
Латунь	8100 - 8700
Медь	8300 - 8900
Свинец	11300 - 11400
Чугун	7030 - 7130
Береза	690 - 1030
Сосна, ель	310 - 760
Бетон	1800 - 2500
Песок	1400 - 1600

5.6. Допустимые постоянные нагрузки и моменты затяжки для болтов с основной метрической резьбой при продольном нагружении

Нормы на глубину завинчивания винтов и шпилек в детали составляют :

- 1) в стальные детали $H = d$;
- 2) в чугунные детали $H = 1.5 d$;
- 3) в алюминиевые детали $H = (2.5 \div 3) d$,
где d - диаметр резьбы.

Допустимые нагрузки и моменты затяжки смотри таблицу :

где А - неконтролируемая затяжка, нагрузка без учета усилия затяжки ;

Б - контролируемая затяжка, точный учет нагрузок, включая усилие затяжки.

Диаметр резьбы, мм	Сталь Ст.3			Сталь 35			Сталь 40Х		
	нагрузка, кгс		Момент затяжки, кгс · см	нагрузка, кгс		Момент затяжки, кгс · см	нагрузка, кгс		Момент затяжки, кгс · см
	А	Б		А	Б		А	Б	
8	140	620	54	220	900	86	340	1200	172
10	240	1000	110	380	1500	170	560	2000	340
12	360	1400	190	580	2100	300	850	2800	600
16	750	2700	480	1200	4000	770	1900	5400	1500
20	1400	4300	950	2400	6500	1500	3500	8600	3000
24	2300	6200	1600	4000	9500	2600	5600	12400	5200
27	3300	8200	2400	5300	12000	3800	7400	16400	7600
30	4500	10000	3200	7400	15000	5200	10000	20000	10400
36	7000	14600	5800	11000	22000	9200	15000	29000	18400

6. Сборочные работы

6.1. Статическая балансировка

Статическая балансировка заключается в устранении неуравновешенности, которая возникает при смещении центра тяжести детали относительно оси ее вращения. Это относится к деталям, имеющим сравнительно большой диаметр и малую длину.

Основные операции балансировки включают в себя :

1. Подбор и подготовка балансировочного стенда и оснастки.
2. Установка детали на стенд.
3. Прокатка балансируемой детали для прикатки.
4. Определение массы и места крепления уравнивающих грузов.
5. Уравновесить временным грузом в диаметрально противоположном "тяжелой точке" месте.
6. Убедиться, что деталь находится в состоянии безразличного равновесия.
7. Провести контроль балансировки, рассчитав массу контрольного груза (m_k) по формуле :

$$m_k = \frac{M_0}{R},$$

где M_0 - допускаемая остаточная неуравновешенность, Г·см ;
 R - радиус установки временных уравнивающих грузов, см.

8. Устранить дисбаланс заданным способом (установка постоянных уравнивающих грузов или снятие металла механической обработкой).
9. Провести контрольную балансировку. Подробный порядок проведения статической балансировки смотри " Технологическую инструкцию - Статическая балансировка узлов и деталей машин " - 0401.25000.00021 АО "Петрозаводскмаш" 1987 г.

6.2. Подготовка деталей к сборке

Подготовка деталей к сборке включает в себя :

1. Проверить документацию, утверждающую качество поступающих деталей, провести входной контроль комплектующих изделий.
2. Провести осмотр, очистку, промывку деталей и сборочных единиц, комплектующих. Порядок работы моечной машины смотри "Технологическую инструкцию для работы на моечной машине HDS 690", АО "Петрозаводскмаш", 1998 г.
3. Подготовить детали к сборке. Подробный порядок проведения подготовки деталей к сборке смотри " Технологический процесс на подготовку деталей к сборке " АО "Петрозаводскмаш" 1992 г.

6.3. Шпоночные и шлицевые соединения

Перед сборкой проверяют и обмеряют поверхности собираемых деталей и устраняют забоины, заусенцы, задиры и другие дефекты.

Клиновые шпонки. При сборке соединения при помощи клиновой шпонки необходимо следить за тем, чтобы шпонка плотно прилегала по дну паза вала и втулки и имела зазоры по боковым стенкам. Уклоны на рабочей поверхности шпонки и в пазу втулки должны совпадать, иначе деталь будет сидеть на валу с перекосом. Точность посадки проверяют щупом с обеих сторон ступицы. При этом проверяют отсутствие зазора между дном паза ступицы и рабочей гранью шпонки. Несовпадение уклонов подгоняют припиливанием.

Боковой зазор между пазом и шпонкой не должен превышать величин, мм :

Ширина шпонки	Высота шпонки	Зазор
12 - 18	5 - 11	0,35
20 - 28	8 - 16	0,4
32 - 50	11 - 28	0,5
60 - 100	32 - 50	0,6

Призматические шпонки. Шпонка в паз устанавливается легкими ударами медного молотка. Отсутствие бокового зазора между шпонкой и пазом проверяют щупом. После установки охватываемой детали проверяют наличие бокового зазора. В собранном соединении между верхней гранью призматической шпонки и основанием паза ступицы должен быть зазор, мм :

Диаметр вала	25 - 90	90 - 170	Свыше 170
Зазор	0,3	0,4	0,5

Шлицевые соединения. Могут быть подвижные и неподвижные. Неподвижные после сборки проверяют на биение, а подвижные - на угловое смещение. При сборке ответственные соединения проверяют краской на прилегание.

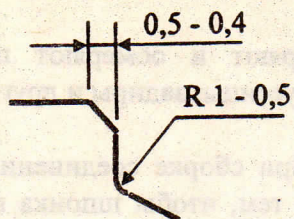
Применяют прямобочные, эвольвентные, трапецеидальные и треугольные шлицевые соединения.

Прямобочные шлицевые соединения различают на центрирование по боковым сторонам зубьев, если точность центрирования не имеет существенного значения, но требуется обеспечить достаточную прочность соединения (карданный вал).

Если необходима кинематическая точность, применяют центрирование по наружному и внутреннему диаметру.

Центрирование по наружному диаметру, как более экономичное, применяют для термически не обработанных охватываемых деталей.

При центрировании по наружному диаметру фаски или скругления делают на углах зубьев вала, а при центрировании по внутреннему диаметру - в углах впадин отверстия.



Эвольвентное шлицевое соединение имеет повышенную прочность, лучшее центрирование и свойство самоустанавливаться втулок на валу.

Центрирование эвольвентных шлицевых соединений производят по боковым сторонам зубьев.

Когда необходима особенно высокая точность вращения, применяют центрирование по наружному диаметру.

Перед сборкой тщательно проверить или удалить забоины, заусенцы, зашлифовать острые края и снять фаски. Сопрягаемые поверхности смазать.

6.4. Подшипники

Подшипники скольжения

Делятся на две группы :

- неразъемные в виде цельных втулок или в виде отверстий в корпусных деталях, залитых антифрикционным сплавом ;
- разъемные, с вкладышами и без вкладышей.

Сборка неразъемных подшипников заключается в запрессовке втулок в корпус, стопорении от проворачивания и в пригонке отверстия по валу. После запрессовки внутренний диаметр втулки уменьшается. В этом случае втулку расшабривают или обрабатывают разверткой.

Сборку разъемных подшипников начинают с пригонки их вкладышей по наружному диаметру к корпусу подшипника по краске и щупу (щуп 0,25 не должен проходить в месте соприкосновения). Затем на шейке вала устанавливают подшипник с вкладышем, предварительно покрытым тонким слоем краски и равномерно затягивают болты. Проворачивают, разбирают, подгонку (как правило шабрением) проводят до тех пор, пока пятно контакта не составит 70 - 80 %.

Радиальный зазор между шейкой и верхним вкладышем проверяют щупом или по свинцовому оттиску.

Диаметр подшипника, мм	до 500	500 - 1000	свыше 1000
Зазор в долях диаметра	0,001 - 0,002	0,0015 - 0,0003	0,001 - 0,0003

Свинцовая проволока должна быть на 0,2 - 0,3 мм более предполагаемого зазора и длиной 20 - 25 мм.

Подшипники качения

Подготовку подшипников качения, установку и регулировку смотри "Технологическую инструкцию - сборка и установка подшипников качения" 0401.25001.00001 АО "Петрозаводскмаш", 1989 г.

Как правило, устанавливаемые осевые и радиальные зазоры указываются в технической документации на сборку. В их отсутствии смотри таблицу.

Осевые зазоры в подшипниках качения, мм

Серия	Диаметр вала, мм			
	до 30	30 - 50	50 - 80	80 - 120
Осевые зазоры, мм				
Конические				
Легкая	0,03 - 0,10	0,04 - 0,11	0,05 - 0,13	0,06 - 0,015
Широкая, средняя, средне- широкая	0,04 - 0,11	0,05 - 0,13	0,06 - 0,15	0,07 - 0,18
Радиально - упорные				
Легкая	0,02 - 0,06	0,03 - 0,09	0,04 - 0,10	0,05 - 0,12
Средняя и тяжелая	0,03 - 0,09	0,04 - 0,10	0,05 - 0,12	0,06 - 0,15
Двойные упорные				
Легкая	0,03 - 0,08	0,04 - 0,10	0,05 - 0,12	0,06 - 0,15
Средняя и тяжелая	0,05 - 0,11	0,06 - 0,12	0,07 - 0,14	0,10 - 0,18

6.5. Соединительные муфты

Жесткие муфты

Подразделяют на втулочные, продольно-свертные и фланцевые.

Втулочные и продольно-свертные муфты не имеют баз для выверки, поэтому перед их установкой необходимо проверить соосность валов при помощи линейки и шупа.

Биение концов вала не должно превышать 0,01 - 0,02 мм.

Базами для проверки соосности валов при сборке служат торцы и ободы полумуфт.

Торцовое и радиальное биение муфт не должно превышать 0,03-0,04мм.

У фланцевых муфт центрирующий выступ и выточка должны иметь разницу в диаметрах 0,03 - 0,08 мм. Торцовое биение 0,02 - 0,03 мм. Соединительные болты должны плотно входить в отверстия.

Втулочно - пальцевые муфты

В них проверяют прилегание втулок к поверхности отверстия. Для этого половину муфты смещают по отношению к другой и определяют количество пальцев, участвующих в работе, и щупом проверяют их прилегание к поверхности отверстия. Зазор не должен превышать 0,3 - 0,6 мм.

Упругие пружинные муфты

Муфту собирают в следующем порядке : насаживают полумуфты на концах валов, проверяют соосность валов, укладывают пружину в пазы полумуфт и ставят кожух. В процессе сборки проверяют зазоры между пружинами и втулками кожухов при помощи свинцовых оттисков.

Зубчатые муфты

Допуск радиального биения окружности выступов зубьев втулки составляет 0,04 - 0,1 мм в зависимости от диаметра. Отклонение оси каждой втулки относительно оси обоймы не должно быть более 30' (минут). Соосность соединительных валов надо контролировать по буртам, предусмотренным на втулках. Болты устанавливаются без зазора.

6.6. Зубчатые передачи

Общая терминология.

Модуль - длина части диаметра делительной окружности, приходящаяся на один зуб; численно модуль равен диаметру делительной окружности "d" делимому на число зубьев зубчатого колеса "z". Модуль обозначается буквой "m" и измеряется в мм.

$$m = \frac{d}{z} = \frac{D_e}{z+2} = \frac{t}{\pi},$$

где D_e - окружность выступов (диаметр колеса),
 t - шаг зацепления.

Радиальный зазор - кратчайшее расстояние между вершиной зуба и основанием впадины сопряженного колеса "С".

Боковой зазор - кратчайшее расстояние между нерабочими профильными поверхностями сменных зубьев, когда их рабочие поверхности находятся в контакте.

Отношение числа оборотов n_1 и радиуса r_1 ведущего вала к числу оборотов n_2 и радиуса r_2 ведомого вала называется передаточным числом "i".

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{r_1}{r_2}$$

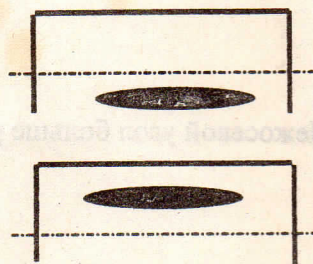
Зубчатые передачи подразделяются :

- цилиндрические с прямым зубом,
- цилиндрические с косым зубом,
- с шевронным зубом,
- колесо - рейка,
- коническое,
- червячное.

Радиальный и боковой зазоры указываются в технических требованиях чертежа и измеряются щупом или мягкой выжимкой толщиной 1,5 предполагаемого зазора. Устанавливается 3 пластинки по колесу. После сплющивания зазор определяется, как среднее арифметическое из 3-х замеров.

Точность сборки проверяется на краску. Зубья колеса меньшего диаметра покрывают тонким слоем краски и проворачивают на один оборот. Нормы контакта зубьев указываются в технических требованиях чертежа и зависят от степени точности передачи.

Погрешность сборки цилиндрических передач



Недостаточный зазор

Увеличенный зазор

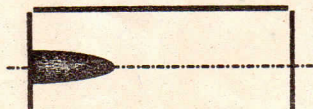
Возможные причины :

1. Излишняя или недостаточная толщина зуба у одного или у обоих колес; в этом случае необходима замена колес или использование корпуса с другим межцентровым расстоянием.
2. Межосевое расстояние в корпусе недостаточное или повышенное. Устранить погрешность можно путем перепрессовки втулок в корпусе и их повторное растачивание.



Неравномерный зазор в зацеплении

Рекомендуется найти положение с наименьшим зазором, расцепить зубчатые колеса, одно из них повернуть на 180° и снова сцепить. Если после этого характер зацепления станет прежним, то причину следует искать во втором зубчатом колесе. Если же в том месте, где зазор до перестановки был минимальным, он стал максимальным, то причина погрешности лежит в первом зубчатом колесе, которое и нужно заменить.



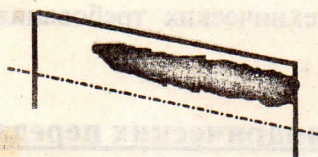
Перекос отверстия зубчатого колеса или шейки вала.

Если зуб колеса утоплен со стороны торца и при поворачивании на 180° положение не меняется, то имеет место перекося оси отверстия в корпусе. Эту погрешность можно исправить запрессовкой новой втулки и ее расточкой или перепрессовкой пальца зубчатого колеса, если оно посажено на палец.

Проверка и регулирование конических зубчатых передач

Боковой зазор в конических передачах можно изменить, при сдвигании вершин зазор уменьшается, раздвигая зазор увеличивается.

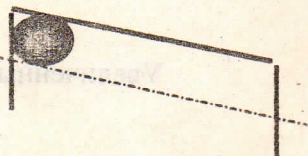
Перемещение производится за счет установки прокладок.



Недостаточный зазор, колеса чрезвычайно сближены



Межосевой угол больше расчетного



Межосевой угол меньше расчетного

Если на зубьях ведущего или ведомого колеса следы краски расположены плотно, на одной стороне зуба на узком конце, а на другой стороне на широком, то это свидетельствует о перекося осей зубчатых колес.

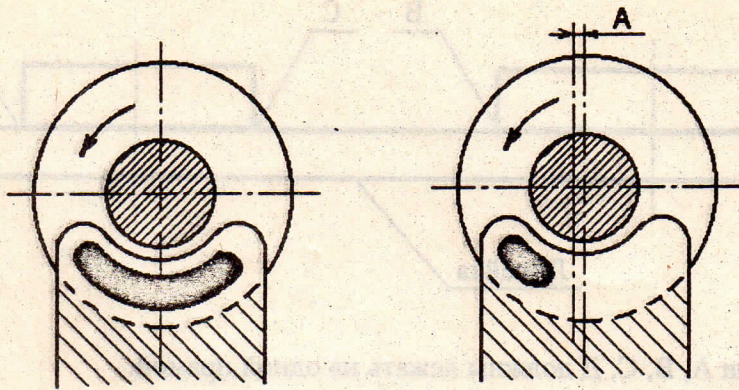
Проверка и регулирование червячных передач

Правильность установки червячного колеса по отношению к червяку проверяют с помощью шаблонов, отвесов, точной линейки, призмы и уровня.

В собранной передаче правильность установки червячной передачи контролируется по краске. С этой целью тонкий слой краски наносят на винтовую поверхность червяка и вводят его в зацепление с колесом.

Если передача собрана правильно, то краска покрывает зуб колеса не менее чем на 50 - 60 % по длине и высоте.

Если червяк смещен относительно колеса вправо или влево, то отпечатки получаются неполными. И таких случаях колесо сдвигают в соответствующую сторону и крепят.



Колесо двинуть влево

В собранных передачах величину бокового зазора “Сп”, указанную в технических требованиях чертежа, определяют по повороту червяка при мертвом ходе.

Если червяк повернется на угол φ , то при числе заходов червяка, равным “ Z_1 ” осевом модуле колеса “ m ” зазор в зацеплении будет составлять :

$$C_p = \frac{\varphi m Z_1}{412} \text{ мкм}$$

Угол φ определяют при помощи двух рычагов, крепящихся на червяке и оси колеса. Червяк поворачивают до начала движения рычага колеса, по показанию индикатора червяка

“X” определяют угол поворота “ φ ” :

$$\varphi = \frac{X \cdot L}{3600} \text{ (сек)},$$

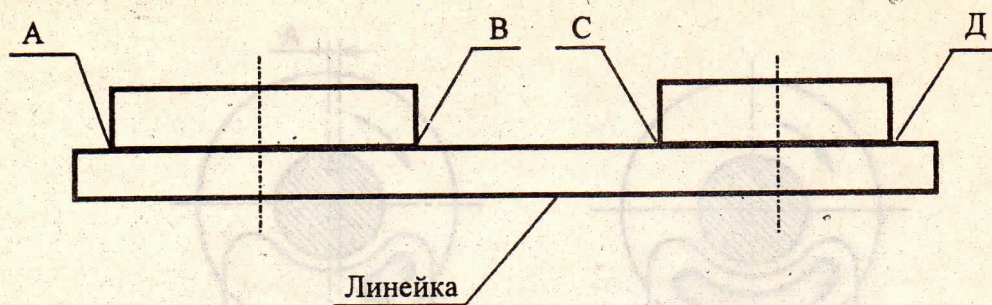
где L - длина рычага.

6.7. Ременные и цепные передачи

При сборке ременных передач необходимо обеспечить параллельность валов ведущего и ведомого шкивов и совпадение средних плоскостей обоих шкивов.

Параллельность валов проверяют нутромером, рулеткой, линейкой, измеряя расстояние между валами в двух точках.

Совпадение средних плоскостей проверяют по боковым поверхностям ободов, прикладывая линейку или натягивая струну.



Точки А, В, С, Д должны лежать на одной прямой.
Допуск указывается в ТТ чертежа.

При сборке шкивы следует проверять на торцовое и радиальное биение, см. таблицу.

Биение	Диаметр шкива, мм			
	до 150	150 - 300	300 - 600	св. 600
Торцовое	0,10	0,15	0,25	0,40
Радиальное	0,05	0,08	0,12	0,25

Способы соединения концов ремней

Применяют следующие способы :

склеивание, вулканизация, жесткие и шарнирные металлические соединения, сшивание.

Склеивание - лучший способ соединения. Для кожаных ремней применяют косое склеивание, для прорезиненных - ступенчатое.

Размеры уступов при соединении ремней, мм

Ширина ремня	до 150	150 - 200	250 - 500	св. 500
Длина уступа	90	125	150	175

Цепные передачи собирают с соблюдением тех же правил что и у ременных.

Биение	Диаметр звездочек, мм				
	до 100	100 - 200	200 - 300	300 - 400	св. 400
Радиальное	0,25	0,5	0,75	1	1,2
Торцовое	0,3	0,5	0,8	1	1,5

При работе цепь должна иметь провисание. Величина провисания определяется условиями работы. Для горизонтальных и наклонных (до 45°) стрела провисания не более 2 % межцентрового расстояния, а для передачи с наклоном более 45° и вертикальных стрела провисания равна 0,2 % между центрами.

6.8. Выверка взаимного положения валов

Соосность валов проверяют по полумуфтам, а в случае их отсутствия - непосредственно по поверхности концов валов.

Валы могут иметь угловое, продольное и поперечное смещение.

Методику и технологию выверки взаимного положения валов узлов машин, в зависимости от применяемых муфт смотри технологическую инструкцию 0401.25183.00002

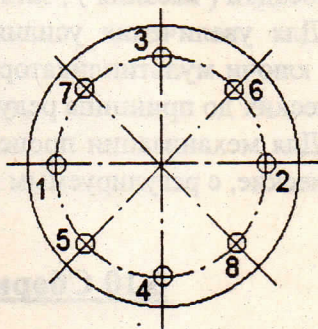
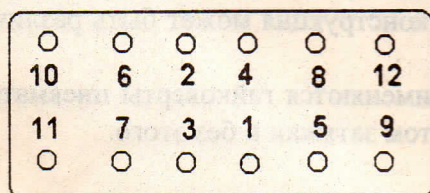
“ Выверка взаимного расположения валов узлов машин ” АО “Петрозаводскмаш ”, 1989 г.

6.9. Сборка резьбовых соединений

Порядок затяжки многоболтовых соединений. Для исключения возможности перекоса и коробления сборку проводят в следующей последовательности :

1. Все гайки или головки винтов доводят до соприкосновения с плоскостью детали или шайб.
2. Затягивают все гайки с небольшим усилием на $1/4 - 1/3$ оборота (в установленной последовательности).
3. Все гайки затягивают на $1/2 - 1/3$ оборота и после этого полностью (в той же последовательности).

Последовательность - смотри рисунок. Цифры указывают последовательность затяжки.



При соединении деталей с наклонными поверхностями устанавливают косые шайбы.

В собранном состоянии стержень болта (шпильки) не должен выступать над гайкой более, чем на 2 - 3 витка резьбы.

Длина нарезанной части шпилек и глубина отверстий для них должны составлять, мм

(d - диаметр шпильки ; p - шаг резьбы)

	Стальная деталь	Чугунная деталь
Общая глубина сверления	$1.5 d + 4 p$	$1.6 d + 2 p$
Длина нарезки	$1.0 d + 4 p$	$1.25 d + 2 p$
Длина нарезки шпильки	$1.0 d$	$1.3 d$

Надежность работы резьбовых соединений в значительной мере зависит от правильной сборки, т.е. затяжку следует производить равномерно, с крутящим моментом одной величины.

Величина крутящего момента при затяжке определяется по формуле

$$M = P \cdot L \quad \text{кГ} \cdot \text{м} (\text{Н} \cdot \text{м}),$$

где M - крутящий момент при затяжке в $\text{кГ} \cdot \text{м} (\text{Н} \cdot \text{м})$;
 P - сила, приложенная к рукоятке ключа, $\text{кГ} (\text{Н})$;
 L - плечо, т.е. расстояние от точки приложения силы до зева ключа, м .

Крутящие моменты затяжек, зависящие от диаметра резьбы и материала крепежа, смотри главу 5.5 настоящего справочника.

Ограничение крутящего момента простейшим способом - это ограничение длины ключа.

Более точное достигается ключами двух типов :

1. Предельные, автоматически отключающиеся при достижении определенного момента заранее заданного.
2. Динамометрические - с указанием величины прилагаемого момента при затяжке.

А также могут быть и менее распространенные способы : затяжка гайки или болта на определенный, заранее установленный угол, отсчитываемый с момента посадки (касания) ; затяжка с замером удлинения шпильки или болта.

Для увеличения усилия затяжки существуют усилители крутящего момента - ключи мультипликаторы, Их конструкция может быть различной, от гидравлических до принципа редуктора.

Для механизации процесса применяются гайковерты пневматические и электрические, с регулируемым моментом затяжки и без этого.

6.10 Сборка посадок с натягом

Сборка посадок с натягом тремя наиболее распространенными способами :

- запрессовкой,
- с предварительным нагревом,
- способом охлаждения охватываемой детали.

Перед сборкой детали осматривают на соответствие чистоты поверхности ; отсутствию заусенцев ; наличие заходных фасок.

Обязательно проводят обмер охватывающей и охватываемой детали в нескольких плоскостях и сечениях с целью определения геометрии деталей (отсутствию конусности, овальности и т.п.) и соответствию натяга указанному в чертеже.

Определяют способ стоповки устанавливаемой детали.

Сборка методом запрессовки

Расчет усилия запрессовки смотри главу 5. 3 настоящего справочника.

Для уменьшения усилия запрессовки детали необходимо покрыть тонким слоем противозадирной смазки ВНИИПТ - 225 или ВНИИПТ - 232.

Процесс запрессовки может производиться в зависимости от требуемого усилия одним из следующих способов :

- Детали небольшого диаметра при помощи молотка через специальную оправку.
- Детали большого диаметра и с большими натягами запрессовываются на различных прессах.
- Соединение охватываемой детали, имеющей резьбу, производится с помощью гидрогаек, а также гидрогаек с подачей масла по каналам в зазор соединения.

Непременное условие данного вида запрессовки - это наличие заходных фасок 15° - 20° на охватываемой детали и 20° - 30° на охватывающей детали и обеспечение отсутствия перекоса при движении деталей.

Сборка с предварительным нагревом

Сборка с предварительным нагревом охватывающей детали применяют главным образом при больших диаметрах деталей или натягах более 0,1 мм, либо в случае, когда мощность имеющегося оборудования недостаточна для запрессовки деталей в холодном состоянии.

Расчет температуры нагрева, обеспечивающую необходимый зазор (равный двум натягам) для соединения деталей смотри главу 5. 2 настоящего справочника.

Нагрев может производиться следующими способами :

- в масляной ванне детали небольшого размера, температура нагрева 100° - 120° С,
- газовой горелкой, когда отсутствуют другие способы нагрева,
- в печи, когда одновременно необходимо греть и собирать несколько деталей,
- индуктором (детали типа подшипник, шестерня, труба),
- с помощью намотки на охватывающую деталь нихромовой проволоки с асбестом (валы и рубашки большой длины). Деталь на токарном станке обматывается слоем асбеста, затем нихромовой лентой или проволокой, затем вновь асбестом. Деталь тщательно укрывается теплоизолирующим материалом для снижения тепловых потерь. Параметры нагрева :
 - напряжение 220 В
 - сечение нихрома около 50 мм^2
 - число витков намотанного нихрома 15 - 20 на 1 метр длины
 - время нагрева 2 - 4 часа.

Степень разогрева детали контролируют по достигнутой температуре или по увеличению диаметра нагреваемой детали.

Свыше 400° С детали нагревать не рекомендуется ввиду структурных ухудшений металла.

Сборка способом охлаждения охватываемой детали

Применяют для небольших тонкостенных деталей, которые должны быть посажены в массивные детали (штифты, оси и т.п.)

Детали охлаждают в специальных сосудах, наполненных жидким воздухом, кислородом или азотом, что создает разницу 190° - 210° С или в твердой углекислоте (сухой лед), которая создает разность температур 100° С.

Перед закладкой деталей в сосуд и в процессе установки необходимо тщательно избегать попадания на детали масла, в противном случае возможен взрыв хладагента.

Методику сборки методом охлаждения в жидком азоте смотри Инструкцию по

“ Запрессовке деталей методом охлаждения в жидком азоте ” АО “Петрозаводскмаш”, 1990 г.

6.11. Испытание изделий

Испытания могут быть :

- на работоспособность,
- обкатка,
- на прочность,
- на герметичность.

Проверка на работоспособность заключается в имитации на холостом ходу или рабочем режиме работы изделия.

Обкатка производится как от штатных электродвигателей, так и электродвигателей технологических постоянного тока мощностью до 110 КВт.

Испытание на прочность и герметичность производится как гидравлические (масло, вода), так и пневматические избыточным давлением.

Испытаниям на герметичность обязательно должны предшествовать испытания на прочность.

Методику, порядок и безопасность проведения на прочность и герметичность смотри Инструкцию № 43 по охране труда при проведении испытаний гидравлическим и пневматическим давлением изделий. АО “Петрозаводскмаш”, 1999 г.

7. Маркировка продукции

Маркировка и клеймение продукции – это основной метод ее идентификации с целью обеспечения прослеживаемости изделий и их составных частей на всех этапах производства, поставки, монтажа.

Способы нанесения должны обеспечивать сохранность маркировок и клейм в условиях изготовления, а также при транспортировании, хранении, монтаже и эксплуатации продукции.

Устанавливаются следующие способы маркирования:

- краской или маркером;
- ударный;
- дихлоретановыми чернилами;
- гравированием;
- травлением;
- электроискровой.

Маркировку наносят непосредственно на изделие или на бирку (ярлык).

Утраченную маркировку восстанавливает снявший ее.

Методику и требования к маркированию смотри СТП 0401-712-98 «Идентификация и прослеживаемость продукции ».

8. Консервация и упаковка продукции

Консервация является защитой от коррозии. Консервация может быть межоперационной (на время изготовления) и предохраняющей на время транспортировки и хранения.

Межоперационная консервация производится в соответствии с СТП-45-93 « Межоперационная консервация изделий ».

Предохраняющая консервация производится в соответствии с инструкцией на окраску и консервацию, входящую в состав конструкторской документации.

Перед нанесением консервации поверхность необходимо очистить.

В зависимости от характера загрязнения и металла изделия применяют для обезжиривания водно – щелочные растворы и эмульсии; в случае, когда эти средства очистки не эффективны, применяют органические растворители.

Консервацию металлических изделий производят нанесением на всю поверхность изделия или отдельных частей его слоя смазки или ингибированных полимерных покрытий путем упаковки в ингибированную бумагу, помещением в атмосферу, насыщенную парами ингибитора, помещением в герметизированный пленочный чехол с силикогелем или инертной атмосферой.

9. Основы экономики и нормирования

Основные технико – экономические показатели

Основные производственные фонды – средства труда (здания, сооружения, передаточные устройства, машины и оборудование, транспортные средства и др.), с помощью которых изготавливается продукция. Они служат длительный срок, сохраняют в процессе производства свою натуральную форму и переносят свою стоимость на готовую продукцию частями по мере износа. Пополняются за счет капитальных вложений.

Капитальные вложения – затраты на создание новых, реконструкцию и расширение действующих основных фондов. Осуществляется за счет прибыли предприятия, кредитов банка и амортизационных средств.

Себестоимость продукции – выраженные в денежной форме затраты предприятия на производство и сбыт продукции. В себестоимость включается стоимость сырья, материалов, топлива, энергии и других предметов труда, амортизационных отчислений, зарплаты производственного персонала предприятия, прочие денежные расходы.

Рентабельность предприятия – один из показателей эффективности хозяйственной деятельности предприятия. Исчисляется, как выраженное в процентах отношение прибыли предприятия к стоимости основных производственных фондов и оборотных средств.

Товарная продукция – выработанная предприятием готовая продукция и законченная работа производственного характера на сторону. Исчисляется в оптовых ценах (без налога с оборота). Оптовая цена должна возмещать каждому предприятию затраты на производство и реализацию продукции и обеспечение определенного чистого дохода в виде прибыли.

Валовая продукция – показатель, характеризующий в денежном выражении (в оптовых ценах без налога с оборота) общий объем производства предприятия. В валовую продукцию включаются – стоимость готовых изделий, выработанных за отчетный период в основных, вспомогательных, подсобных и побочных цехах; стоимость полуфабрикатов своей выработки, отпущенные на сторону и работы промышленного характера, выполненные предприятием по заказам со стороны, изменение остатков (прирост или уменьшение) незавершенного производства.

Норма времени – время, установленное на производство единицы продукции или выполнения определенной производственной операции.

Норма выработки – количество продукции или операций, которые рабочий должен производить в единицу времени (час, смену, месяц).

Оборотные производственные фонды – предметы труда, используемые в производстве (сырье, материалы, топливо, тара, зап. части для ремонта и др.). Они полностью потребляются в каждом производстве и приобретаются за счет оборотных средств.

Оборотные средства – выраженные в денежной форме, средства предприятия, вложенные в производственные запасы (сырье, материалы, топливо и др.); незавершенное производство, готовую продукцию, затраты на освоение новой продукции (расходы будущих лет). Часть оборотных средств находится на счете предприятия в банке, а также в расчетах с покупателями (дебиторская задолженность).

Производительность труда – эффективность затрат труда, определяемая количеством продукции, которая производится работником в единицу времени или затратами труда на единицу продукции. Рост производительности труда – главный фактор увеличения общественного продукта и повышения эффективности общественного производства.

Прибыль – чистый доход предприятия, разница между оптовой ценой (без налога с оборота), по которой предприятие реализует свою продукцию и ее себестоимостью. Часть прибыли остается в распоряжении предприятия для развития производства. Другая часть поступает в государственный бюджет.

Увеличение объема производства и реализации продукции в результате улучшения использования производственной мощности предприятия, снижение трудовых затрат и производственной заработной платы на единицу продукции в связи с повышением интенсивного использования активных производственных фондов, удельное снижение цеховых и общезаводских расходов вследствие улучшения обслуживания, содержания и ремонта основных производственных фондов – все это приводит к увеличению массы прибыли.

Из прибыли производятся взносы в бюджет за основные производственные фонды и нормируемые оборотные средства. Эти взносы, обязательные платежи в бюджет и суммы в уплату процентов за банковский кредит, являются первоочередными платежами, после которых часть оставшейся прибыли направляются на формирование фондов экономического стимулирования: фонда материального поощрения, фонда социально – культурных мероприятий и жилищного строительства и фонда развития производства.

Техническое нормирование слесарно – сборочных работ

Расчет норм штучного времени производится суммированием оперативного времени на выполнение различных сборочных приемов, комплексов приемов вспомогательного времени. Время на подготовительно – заключительную работу, обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности исчисляется в процентном отношении от суммы времени выполнения основных сборочных приемов и вспомогательного времени, т.е. оперативного времени.

Подсчет штучного времени $T_{шт}$ производится по формуле

$$T_{шт} = (\sum t_{в} + \sum t_{оп}) \times \left(1 - \frac{a_{пз} + a_{обс} + a_{отл}}{100} \right) \times K_1,$$

где $\sum t_b$ – сумма вспомогательного времени на установку деталей и узлов в приспособление, их перемещение вручную и при помощи подъемных средств, измерения в процессе сборки.

$\sum t_{оп}$ – сумма оперативного времени на выполнение основных сборочных приемов и их комплексов.

$a_{пз}$ – время на подготовительно – заключительную работу $2,5 \div 5 \%$ от оперативного и вспомогательного времени.

$a_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места $2,5 \div 3,5 \%$.

$a_{отл}$ – время на отдых и личные потребности $2,5 \div 5 \%$.

K_1 – поправочный коэффициент, учитывающий масштаб выпуска изделий в месяц $1 \div 0,75$.

Время на разборку узлов и изделий после проведения испытаний нормируется с коэффициентом $0,6 - 0,8$.

$a_{пз}$; $a_{обс}$; $a_{отл}$ в процентном отношении зависят от сложности работ, делящейся на группы: простая, средней сложности, сложная.

$t_{оп}$ и t_b нормируются по таблицам с учетом всех переходов, входящих в операцию.

Пример :

Операция : ввертывание винтов отверткой.

Содержание работ по переходам:

1. Взять винт, вручную ввернуть на 2 – 3 нитки.
2. Установить отвертку в шлиц винта.
3. Ввернуть винт окончательно.

А также данная норма зависит от :

- инструмента: ручная ;
- отвертки : слесарная, коловоротная ;
- отвертки : ручная или механическая ;
- диаметра винта ;
- шага винта ;
- длины ввертывания.

При выворачивании винта $K = 0,9$.

Оплата труда

Повременной называется такая форма оплаты труда, при которой заработок работнику начисляется по установленной тарифной ставке или окладу за фактически отработанное время.

При сдельной оплате труда заработная плата работнику начисляется в заранее установленном размере за каждую единицу выполненной работы или изготовленной продукции.

10. Техника безопасности и охрана труда

Техника безопасности – это один из разделов охраны труда, который предусматривает организационные и технические методы обеспечения безопасности труда.

Основное содержание мероприятий заключается в профилактике травматизма, т.е. предупреждении несчастных случаев на производстве.

Значительную часть охраны труда составляет производственная санитария, основное содержание которой заключается в обеспечении санитарно – гигиенических условий труда, способствующих сохранению здорового самочувствия работающих, а также предупреждению профессиональных заболеваний.

Основными условиями безопасной работы при выполнении сборочных операций являются :

1. Правильная организация рабочего места,
2. Пользование только исправным инструментом.
3. Строгое соблюдение производственной дисциплины и правил техники безопасности, изложенных в следующих инструкциях:
 - Инструкция по технике безопасности для слесарей № 3 ;
 - Инструкция по технике безопасности для стропальщиков № 16 ;
 - Инструкция № 43 по охране труда при проведении испытаний гидравлическим и пневматическим давлением изделий ;
 - Сборник типовых схем строповки и кантовки грузов в цехах литейного производства ;
 - Сборник типовых схем строповки и кантовки грузов в цехах механо – сборочного производства ;
 - Сборник типовых схем строповки и кантовки грузов в цехах сварочного производства (части I, II, III).

11.Использованная литература и ссылочные документы

1. С.П. Григорьев « Практика слесарно – инструментальных работ ». 1983 г.
2. С.П. Григорьев « Практика слесарно – сборочных работ ». 1985 г.
3. В.П. Молодкин « Справочник молодого слесаря ». 1976 г.
4. В.Н. Яковлев « Справочник слесаря – монтажника ». 1983 г.
5. И.С. Большаков « Справочник слесаря ». 1974 г.
6. В.М. Раскатов « Машиностроительные материалы ». 1980 г.
7. М.П. Новиков « Основы технологии сборки машин и механизмов ». 1980 г.
8. М.А. Сергеев « Справочник слесаря – сборщика ». 1967 г.
9. А.С. Зенкин « Справочник молодого слесаря – сборщика ». 1985 г.
10. Инструкция № 43 « По охране труда при проведении испытаний гидравлическим и пневматическим давлением изделий ». АО « Петрозаводскмаш ». 1999 г.
11. Инструкция «По запрессовке деталей методом охлаждения в жидком азоте». АО « Петрозаводскмаш ». 1990 г.
12. Технологическая инструкция 0401.25183.00002 « Выверка взаимного расположения валов узлов машин ». АО « Петрозаводскмаш ». 1998 г.
13. Технологическая инструкция 0401.25001.00001 « Сборка и установка подшипников качения ». АО « Петрозаводскмаш ». 1989 г.
14. Технологическая инструкция « Для работы на моечной машине HDS 690 ». АО « Петрозаводскмаш ». 1998 г.
15. Технологическая инструкция 0401.25000.00021 « Статическая балансировка узлов и деталей машин ». АО « Петрозаводскмаш ». 1987 г.
16. Технологический процесс 0401.60.1.88.00065 « На подготовку деталей к сборке ». АО « Петрозаводскмаш ». 1992 г.
17. СТП 0401-712-98 « Идентификация и прослеживаемость продукции ». АО « Петрозаводскмаш ». 1998 г.
18. СТП 0401-45-93 «Межоперационная консервация изделий». АО «Петрозаводскмаш».1993 г.
19. Инструкция по технике безопасности для слесарей № 3. АО « Петрозаводскмаш ». 1999 г.
20. Инструкция по технике безопасности для стропальщиков № 16. АО « Петрозаводскмаш ». 1998 г.
21. Сборник типовых схем строповки и кантовки грузов в цехах литейного производства. АО « Петрозаводскмаш ». 1999 г.
22. Сборник типовых схем строповки и кантовки грузов в цехах механо-сборочного производства. АО « Петрозаводскмаш ». 1999 г.
23. Сборник типовых схем строповки и кантовки грузов в цехах сварочного производства. Части I, II, III. АО « Петрозаводскмаш ». 1999 г.
24. ОСТ 26.291-94 « Сосуды и аппараты стальные сварные ». Общие технические требования.
25. ОСТ 26-948-73 « Оборудование целлюлозно-бумажное ». Общие технические требования.

Составили :

заместитель главного технолога

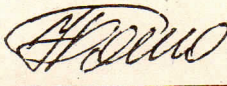
 / А.И. Хайми /

ведущий технолог

 / С.А. Иванов /

Согласовано :

директор ЦПП « Профессионал »

 / Н.В. Ропотихин /

**Замечания и предложения подавать в технологический
отдел.**