

ПРЕДИСЛОВИЕ

Задачами предприятия любого уровня, производящего продукцию, являются: резкое снижение сроков подготовки производства, сокращение процесса освоения и выпуска новой продукции, повышение ее качества, снижение себестоимости, а следовательно, повышение конкурентоспособности данного предприятия на рынке аналогичной продукции. И эта интенсификация производства прежде всего отразилась на специалистах технологических служб предприятий, главных работниках производственного процесса, поскольку организация производства продукции и является их основной задачей. И это, естественно, еще в значительной мере повысило роль на производстве специалиста-технолога.

При подготовке современного производства технологом перерабатывается большой объем технологической информации. В ряде случаев поиск и нахождение оптимальных решений возможны лишь при широком использовании в процессе работ средств вычислительной техники, в частности ПК. В большинстве случаев оптимальной является работа в так называемом диалоговом режиме. В этом режиме наиболее формализованная часть технологических задач решается программно с использованием средств вычислительной техники, а дальнейшие пути решений на узловых участках проектирования выбирает технолог-программист или конструктор-технолог-программист. Это, однако, требует творческой работы, опыта, знаний и хорошей профессиональной подготовки от работающего специалиста. И, естественно, требует определенного объема справочной информации технологической направленности, которая далеко не всегда может быть быстро найдена в базах данных (БД) автоматизированных систем. К сказанному можно добавить, что ряд технологов на производстве работают вообще в полностью ручном режиме, когда основой для работы являются справочники и пособия.

Книга предназначена в помощь студентам всех курсов как учебное пособие при выполнении различных работ технологической направленности — курсовых проектов, домашних заданий, лабораторных работ, разделов дипломных проектов, при написании рефератов, а также при подготовке к экзаменам.

Содержатся сведения о технологическом процессе и его элементах, приведены правила оформления технологической документации — операционных эскизов, маршрутных и операционных карт, карт технического контроля. Кратко рассмотрены схемы разработки технологических процессов для различных видов производств. Приведены краткие сведения о схемах выбора режущего, вспомогательного и мерительного инструмента, а также оборудования. Даны схемы расчетов режимов резания на основные виды технологических операций. Приводятся общетехнические данные, используемые в процессах работы по оформлению технологических документов. Кратко рассмотрены направления автоматизации проектных технологических работ на основе CAD/CAM-систем.

При использовании книги следует иметь в виду краткость изложения материалов по ряду тем, что может быть скомпенсировано просмотром соответствующих источников, список которых приводится после каждой главы. По ряду тем в книге приведены адреса в сети Интернет, что резко расширяет ее информационность. Естественно, ряд табличных значений и характеристик необхо-

димо принимать как средние величины. В условиях рыночной экономики производством, поставкой одной и той же продукции занимается целый ряд фирм и организаций, и это, несомненно, сказывается на качественных характеристиках поставляемого товара одного вида и типа.

От авторов: за теплое и дружеское отношение и оказанную помощь в работе авторы выражают сердечную благодарность и признательность уважаемым рецензентам Н. А. Буниной и А. В. Титову, а за внимательный просмотр материала и за помощь в оформлении рукописи — инженеру М. И. Колодий.

Глава 1

ОБЩИЕ ДАННЫЕ

Таблица 1.1

1.1. АЛФАВИТЫ

Начертание букв	Название букв	Начертание букв	Название букв	Начертание букв	Название букв
Латинский алфавит					
<i>A a</i>	<i>ā</i>	<i>J j</i>	jot	<i>S s</i>	es
<i>B b</i>	bē	<i>K k</i>	kā	<i>T t</i>	tē
<i>C c</i>	cē	<i>L l</i>	el	<i>U u</i>	u
<i>D d</i>	dē	<i>M m</i>	em	<i>V v</i>	ū
<i>E e</i>	ē	<i>N n</i>	en	<i>W w</i>	дубль-вэ
<i>F f</i>	ef	<i>O o</i>	ō		
<i>G g</i>	gē	<i>P p</i>	pē	<i>X x</i>	ex
<i>H h</i>	hā	<i>Q q</i>	qū	<i>Y y</i>	ī Graeca
<i>I i</i>	ī	<i>R r</i>	er	<i>Z z</i>	zet
Греческий алфавит					
Α α	альфа	Ι ι	йота	Ρ ρ	ро
Β β	бета	Κ κ	каппа	Σ σ	сигма
Γ γ	гамма	Λ λ	ламбда	Τ τ	тау
Δ δ	дельта	Μ μ	мю	Υ υ	ипсилон
Ε ε	эпсилон	Ν ν	ню	Φ φ	фи
Ζ ζ	дзета	Ξ ξ	кси	Χ χ	хи
Η η	эта	Ο ο	омикрон	Ψ ψ	пси
Θ θ	тэта	Π π	пи	Ω ω	омега

Римская система нумерации

I	V	X	L	C	D	M
1	5	10	50	100	500	1000

1.2. ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

В настоящее время обязательным является применение единиц Международной системы единиц, а также десятичных кратных и дольных от них. Международная система единиц (международное сокращенное наименование *SI*, в русской транскрипции СИ) принята в 1960 г. XI Генеральной конференцией по мерам и весам (ГКМВ) и уточнена на последующих ГКМВ.

Наименование, обозначение и правила применения единиц СИ определены ГОСТ 8.417-81. Основные и дополнительные единицы СИ приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Основные и дополнительные единицы СИ

Величина		Единица	
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение
Основные			
Длина	<i>L</i>	метр	м
Масса	<i>M</i>	килограмм	кг
Время	<i>T</i>	секунда	с

Продолжение табл. 1.2

Величина		Единица	
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение
Основные			
Сила электрического тока	I	ампер	А
Термодинамическая температура	Θ	кельвин	К
Количество вещества	N	моль	моль
Сила света	J	кандела	кд
Дополнительные			
Плоский угол	—	радиан	рад
Телесный угол	—	стерадиан	ср

Определения основных и дополнительных единиц СИ

Метр равен 1 650 763,73 длин волн в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона-86.

Килограмм равен массе международного прототипа килограмма.

Секунда равна 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.

Ампер равен силе неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенных в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н.

Кельвин равен $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды. (Примечание: кроме температуры Кельвина (обозначение Т), допускается применять также температуру Цельсия (обозначение t). Интервал или разность температур допускается выражать как в кельвинах (К), так и в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$). Неправильно обозначение интервала или разности температур *град.*)

Моль равен количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 кг.

Кандела равна силе света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет 1/683 Вт/ср.

Радиан равен углу между двумя радиусами окружности, длина дуги между которыми равна радиусу (1 рад = $57^{\circ}17'44,8''$).

Стерадиан равен телесному углу с вершиной в центре сферы, вырезающему на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, равной радиусу сферы.

Производные единицы образуются из основных и дополнительных единиц СИ (табл. 1.3). Ряд производных единиц имеют специальные наименования (табл. 1.4). Производные единицы СИ со специальными наименованиями также используются для образования других произвольных единиц СИ (табл. 1.5). Допускаются к применению некоторые внесистемные единицы. Из единиц систем, ранее действовавших, временно допускаются к применению после января 1980 г. следующие единицы: морская миля, узел, карат, текс, оборот в секунду, оборот в минуту, бар, непер.

Таблица 1.3

**Некоторые производные единицы СИ, наименования которых образованы
из наименований основных и дополнительных единиц**

Наименование величины	Единица	
	Наименование	Обозначение
Площадь	квадратный метр	м^2
Объем, вместимость	кубический метр	м^3
Скорость	метр в секунду	м/с
Угловая скорость	радиан в секунду	рад/с
Ускорение	метр на секунду в квадрате	м/с^2
Угловое ускорение	радиан на секунду в квадрате	рад/с^2
Плотность	килограмм на кубический метр	кг/м^3
Удельный объем	кубический метр на килограмм	$\text{м}^3/\text{кг}$
Плотность электрического тока	ампер на квадратный метр	А/м^2
Напряженность магнитного поля	ампер на метр	А/м
Яркость	кандела на квадратный метр	кд/м^2

Таблица 1.4

Некоторые производные единицы СИ

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Выражение через основные и дополнительные единицы СИ
Частота	герц	Гц	с^{-1}
Сила, вес	ньютон	Н	$\text{м} \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$
Давление, механическое напряжение, модуль упругости	паскаль	Па	$\text{м}^{-1} \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	джоуль	Дж	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$
Мощность, поток энергии	ватт	Вт	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3}$
Количество электричества (электрический заряд)	кулон	Кл	$\text{с} \cdot \text{А}$
Электрическое напряжение, электрический потенциал, разность электрических потенциалов, электродвижущая сила	вольт	В	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{А}^{-1}$
Электрическая емкость	фарад	Ф	$\text{м}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^4 \cdot \text{А}^2$
Электрическое сопротивление	ом	Ом	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{А}^{-2}$
Электрическая проводимость	сименс	См	$\text{м}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^3 \cdot \text{А}^2$
Поток магнитной индукции, магнитный поток	вебер	Вб	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$
Плотность магнитного потока, магнитная индукция	тесла	Тл	$\text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$
Индуктивность, взаимная индуктивность	генри	Гн	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-2}$
Световой поток	люмен	лм	$\text{кд} \cdot \text{ср}$
Освещенность	люкс	лк	$\text{м}^{-2} \cdot \text{кд} \cdot \text{ср}$

Таблица 1.5

Некоторые производные единицы СИ

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Выражение через основные и дополнительные единицы СИ
Момент силы	ньютон-метр	Н·м	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$
Поверхностное натяжение	ньютон на метр	Н/м	$\text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$
Динамическая вязкость	паскаль-секунда	Па·с	$\text{м}^{-1} \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$
Пространственная плотность электрического заряда	кулон на кубический метр	Кл/м ³	$\text{м}^{-3} \cdot \text{с} \cdot \text{А}$
Электрическое смещение	кулон на квадратный метр	Кл/м ²	$\text{м}^{-2} \cdot \text{с} \cdot \text{А}$
Напряженность электрического поля	вольт на метр	В/м	$\text{м} \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{А}^{-1}$
Абсолютная диэлектрическая проницаемость	фарад на метр	Ф/м	$\text{м}^{-3} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^4 \cdot \text{А}^2$
Удельная энергия	джоуль на килограмм	Дж/кг	$\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$
Теплоемкость системы, энтропия системы	джоуль на кельвин	Дж/К	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$
Удельная теплоемкость, удельная энтропия	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг·К)	$\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$
Поверхностная плотность потока энергии	ватт на квадратный метр	Вт/м ²	$\text{кг} \cdot \text{с}^{-3}$
Теплопроводность	ватт на метр-кельвин	Вт/(м·К)	$\text{м} \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-1}$
Энергетическая сила света (сила излучения)	ватт настерадиан	Вт/ср	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{ср}^{-1}$

Установлены правила образования десятичных кратных и дольных единиц, а также их наименований и обозначений с помощью множителей и приставок (табл. 1.6). Присоединение к наименованию единиц двух или более приставок подряд не допускается. Например, вместо наименования единицы микромикрофарад следует писать — пикофарад. В связи с тем, что наименование основной единицы массы — килограмм — содержит приставку «кило», для образования кратных и дольных единиц массы используется доляная единица грамм (0,001 кг), и приставки надо присоединять к слову «грамм», например, миллиграмм (мг) вместо микрокилограмм (мккг). Дольную единицу массы — грамм — допускается применять и без присоединения приставки.

Таблица 1.6

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименование

Множитель	Приставка	Обозначение приставки	Множитель	Приставка	Обозначение приставки
10^{18}	<i>экса</i> (греч. — шесть разрядов по 10^3)	Э	10^{-1}	<i>деци</i> (лат. — десять)	д
10^{15}	<i>пета</i> (греч. — пять разрядов по 10^3)	П	10^{-2}	<i>санتي</i> (лат. — сто)	с
10^{12}	<i>тера</i> (греч. — огромный)	Т	10^{-3}	<i>милли</i> (лат. — тысяча)	м

Продолжение табл. 1.6

Множитель	Приставка	Обозначение приставки	Множитель	Приставка	Обозначение приставки
10^9	<i>гига</i> (греч. — гигант)	Г	10^{-6}	<i>микро</i> (греч. — малый)	мк
10^6	<i>мега</i> (греч. — большой)	М	10^{-9}	<i>нано</i> (греч. — карлик)	н
10^3	<i>кило</i> (греч. — тысяча)	к	10^{-12}	<i>пико</i> (итал. — маленький)	П
10^2	<i>гекто</i> (греч. — сто)	г	10^{-15}	<i>фемто</i> (дат. — пятнадцать)	ф
10	<i>дека</i> (греч. — десять)	да	10^{-18}	<i>атто</i> (дат. — восемнадцать)	а

В научно-технической литературе (и в практике тоже) использовались и еще используются различные системы единиц физических величин: СГС, МТС, МКГСС, МКС и др. Соотношение некоторых единиц этих систем с единицами СИ приведены в табл. 1.7...1.14. Единицы СИ в таблицах выделены. Вне таблиц приведены некоторые единицы, как правило, мало используемые в машиностроительном производстве, но имеющие применение в других областях народного хозяйства.

Использование в отечественной промышленности зарубежной техники, исполнение зарубежных заказов отечественными предприятиями вызывает необходимость в представлении единиц физических величин в системах, принятых в тех или иных странах. Естественно, это относится к тем странам мира, в которых система единиц СИ еще не получила должного распространения. Приводимые вне таблиц некоторые единицы зарубежных стран отмечены: США — ам., Великобритания — англ., международные — межд. Для справки приведены некоторые старые русские единицы — ст. рус.

Более подробно о системах единиц и их взаимных соотношениях см. [3, 2, 1].

Таблица 1.7

Соотношения между единицами угловой скорости

Единицы измерения		рад/с	об/с	об/мин	°/с
Название	Обозначение				
Радииан в секунду	рад/с	1	0,159	9,55	57,3
Оборот в секунду	об/с	6,28318	1	60	360
Оборот в минуту	об/мин	0,105	$1,667 \cdot 10^{-2}$	1	6
Градус в секунду	°/с	$1,745329 \cdot 10^{-2}$	$2,778 \cdot 10^{-3}$	0,167	1

Оборот (окружность) — об — 2π	= 6,28318 рад
Градус — ° — $(\pi/180)$	= $1,745329 \cdot 10^{-2}$ рад
Минута — ' — $(\pi/10800)$	= $2,908882 \cdot 10^{-4}$ рад
Секунда — " — $(\pi/648000)$	= $4,848137 \cdot 10^{-6}$ рад
1 градус (°) = 60 минут (')	= 3600 секунд (")
1 радиан (рад)	= 57,3°

Таблица 1.8

Соотношения единиц силы

Единицы измерения		дина	Н	сн	кгс
Название и определение	Обозначение				
Дина — сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 1 см на секунду в квадрате	дина (кг·см/с ²)	1	10 ⁻⁵	10 ⁻⁸	1,0197·10 ⁻⁶
Ньютон — сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 1 м на секунду в квадрате	Н (кг·м/с ²)	10 ⁵	1	10 ⁻³	0,10197
Стен — сила, сообщающая телу массой 1 т ускорение 1 м на секунду в квадрате	сн (т·м/с ²)	10 ⁸	10 ³	1	101,97
Килограмм-сила — сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 9,8066 м на секунду в квадрате	кгс (кг·9,8066м)/с ²	9,8066·10 ⁵	9,8066	9,8066·10 ⁻³	1

Паундаль	pdl — (ам., англ.)	= 0,138255 Н
Килопонд	k pdl — (ам., англ.)	= 9,8066 Н
Тонна	сила длинная — tonf — (англ.)	= 9,96402·10 ³ Н
Тонна	сила короткая — tonf — (ам.)	= 8,89644·10 ³ Н
Фунт	сила — lbf — (ам., англ.)	= 4,44822 Н
Унция	сила — ozf — (ам., англ.)	= 0,278014 Н

Таблица 1.9

Соотношения единиц давления (напряжения)

Единицы измерения		Па (Н/м ²)	кгс/м ² (мм вод. ст.)	атм	ат (кгс/см ²)	торр (мм рт. ст.)	кгс/мм ²
Название и определение	Обозначение						
Паскаль (ньютон на квадратный метр)	Па (Н/м ²)	1	0,10197	9,8692·10 ⁻⁶	1,0197·10 ⁻⁵	7,50·10 ⁻³	1,0197·10 ⁻⁷
Килограмм-сила на квадратный метр (миллиметр водяного столба)	кгс/м ² (мм вод. ст.)	9,8066	1	9,6784·10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	7,356·10 ⁻²	10 ⁻⁶
Атмосфера физическая	атм	1,0133·10 ⁵	1,0133·10 ⁴	1	1,0133	7,6·10 ²	1,0133·10 ⁻²
Атмосфера техническая (килограмм-сила на квадратный сантиметр)	ат (кгс/см ²)	9,8066·10 ⁴	10 ⁴	0,96784	1	7,356·10 ²	10 ⁻²
Торр (миллиметр ртутного столба)	торр (мм рт. ст.)	1,3332·10 ²	13,595	1,3157·10 ⁻³	1,359·10 ⁻³	1	1,359·10 ⁻⁵
Килограмм-сила на квадратный миллиметр	кгс/мм ²	9,8066·10 ⁶	10 ⁶	101,33	100	7,356·10 ³	1

Продолжение табл. 1.9

Фунт — сила на кв. ярд — lbf/yd ² — (ам., англ.)	= 5,320 Па (Н/м ²)
Фунт — сила на кв. фут — lbf/ft ² — (ам., англ.)	= 47,8803 Па (Н/м ²)
Фунт — сила на кв. дюйм — lbf/in ² — (ам., англ.)	= 6894,76 Па (Н/м ²)
Паундаль на кв. фут — pdl/ft ² — (ам., англ.)	= 1,48816 Па (Н/м ²)
Тонна — сила на кв. фут — tonf/ft ² — (ам.)	= 10725,2 Па (Н/м ²)
Дюйм водяного столба — in H ₂ O — (ам., англ.)	= 249,089 Па (Н/м ²)
Дюйм ртутного столба — in Hg — (ам., англ.)	= 3386,39 Па (Н/м ²)

Таблица 1.10

**Перевод значений силы (веса), давления, напряжения в единицы СИ:
ньютон (Н), паскаль (Па)**

Значения соответствуют: $n \text{ кгс} = N \text{ Н}$, $n \text{ кгс/мм}^2 = N \cdot 10^6 \text{ Па}$, $n \text{ кгс/см}^2 = N \cdot 10^4 \text{ Па}$.

Например: 21 кгс = 206 Н, 21 кгс/мм² = 206·10⁶ Па, 21 кгс/см² = 206·10⁴ Па. Округление до целого.

<i>n</i>	<i>N</i>	<i>n</i>	<i>N</i>	<i>n</i>	<i>N</i>	<i>n</i>	<i>N</i>
кгс кгс/мм ² кгс/см ²	Н 10 ⁶ Па 10 ⁴ Па	кгс кгс/мм ² кгс/см	Н 10 ⁶ Па 10 ⁴ Па	кгс кгс/мм ² кгс/см	Н 10 ⁶ Па 10 ⁴ Па	кгс кгс/мм ² кгс/см	Н 10 ⁶ Па 10 ⁴ Па
1	9,8	31	304	61	598	91	892
2	19,6	32	314	62	608	92	902
3	29,4	33	324	63	618	93	912
4	39,2	34	333	64	628	94	922
5	49,0	35	343	65	637	95	932
6	58,8	36	353	66	647	96	941
7	68,6	37	363	67	657	97	951
8	78,4	38	373	68	667	98	961
9	88,2	39	382	69	677	99	971
10	98,0	40	392	70	687	100	980
11	108	41	402	71	696	101	990
12	118	42	412	72	706	102	1000
13	127	43	422	73	716	103	1010
14	137	44	432	74	726	104	1019
15	147	45	441	75	736	105	1030
16	157	46	451	76	745	106	1039
17	167	47	461	77	755	107	1049
18	176	48	471	78	765	108	1059
19	186	49	481	79	775	109	1069
20	196	50	490	80	785	110	1079
21	206	51	500	81	794	111	1088
22	216	52	510	82	804	112	1098
23	225	53	520	83	814	113	1108
24	235	54	530	84	824	114	1118
25	245	55	539	85	834	115	1128
26	255	56	549	86	844	116	1137
27	265	57	559	87	853	117	1147
28	274	58	569	88	863	118	1157
29	284	59	579	89	873	119	1167
30	294	60	588	90	883	120	1177

Таблица 1.11

Соотношение единиц скорости

Единицы измерения		мм/мин	см/с	м/с	м/мин	км/ч
Определение	Обозначение					
Миллиметр в минуту	мм/мин	1	0,00166	0,0000166	0,001	$6 \cdot 10^{-5}$
Сантиметр в секунду	см/с	600	1	0,01	0,6	0,036
Метр в секунду	м/с	$60 \cdot 10^3$	100	1	60	3,6
Метр в минуту	м/мин	1000	1,66	0,0166	1	0,06
Километр в час	км/час	16 666,66.	27,778	0,2778	16,6666	1

Единицы, применяемые в США и Великобритании

Дюйм (25,4 мм) в секунду	in/s	= 0,0254 м/с	= 1,524 м/мин
Фут (304,8 мм) в секунду	ft/s	= 0,3048 м/с	= 18,288 м/мин
Ярд (914,4 мм) в секунду	yd/s	= 0,9144 м/с	= 54,864 м/мин
Род (5,0292 м) в секунду	rod/s	= 5,0292 м/с	= 301,752 м/мин
Фатом (морская сажень = 1,8288 м) в секунду	fath/s		= 109,728 м/мин
Миля (законная, ам. = 1,60934 км) в секунду	mile/s		= 96 560,4 м/мин
Фут (304,8 мм) в час	ft/h		= 0,00508 м/мин
Миля (законная, ам. = 1,60934 км) в час	mile/h	= 0,47704 м/с	
Миля (морская, межд. = 1,852 км) в час — узел	kn		= 30,8666 м/мин

Таблица 1.12

Соотношение единиц работы и энергии

Единицы измерения		эрг	Дж	кгс·м	Вт·ч	кал	кВт·ч	ккал
Название	Обозначение							
Эрг	эрг	1	10^{-7}	$1,0197 \cdot 10^{-8}$	$2,7778 \cdot 10^{-11}$	$2,3884 \cdot 10^{-8}$	$2,78 \cdot 10^{-14}$	$2,3884 \cdot 10^{-11}$
Джоуль (ватт-секунда)	Дж (Вт·с)	10^7	1	0,10197	$2,7778 \cdot 10^{-4}$	0,23884	$2,78 \cdot 10^{-7}$	$0,239 \cdot 10^{-3}$
Килограмм-сила на метр	кгс·м	$9,8066 \cdot 10^7$	9,80665	1	$2,724 \cdot 10^{-3}$	2,3427	$2,724 \cdot 10^{-6}$	$2,343 \cdot 10^{-3}$
Ватт-час	Вт·ч	$3,6 \cdot 10^{10}$	$3,6 \cdot 10^3$	$3,6709 \cdot 10^2$	1	$8,6001 \cdot 10^2$	0,001	0,86001
Калория	кал	$4,1868 \cdot 10^7$	4,1868	0,42685	$1,1628 \cdot 10^{-3}$	1	$1,1628 \cdot 10^{-6}$	0,001
Киловатт-час	кВт·ч	$3,6 \cdot 10^{13}$	$3,6 \cdot 10^6$	$3,6709 \cdot 10^5$	1000	$8,6 \cdot 10^5$	1	$8,6 \cdot 10^2$
Килокалория	ккал	$4,1868 \cdot 10^{10}$	4186,8	426,85	1,1628	1000	$1,628 \cdot 10^3$	1

Фунт — сила-фут — lbf·ft — (ам., англ.)	= 1,35582 Дж = 0,1383 кгс·м
Фунт — сила-дюйм — lbf·in — (ам., англ.)	= 0,11298 Дж = 0,01152 кгс·м
Паундаль-фут — pdl·ft — (ам., англ.)	= 0,0421 Дж = 4,297 гс·м
Фунт — сила-ярд — lbf·yd — (ам., англ.)	= 4,06745 Дж = 0,41148 кгс·м
Британская единица теплоты — Btu — (англ.)	= 1055,06 Дж

Таблица 1.13

Соотношение единиц мощности, теплового потока

Единицы измерения		эрг/с	Вт (Дж/с)	кгс·м/с	л.с.	кал/с
Название	Обозначение					
Эрг в секунду	эрг/с	1	10^{-7}	$1,0197 \cdot 10^{-8}$	$1,3596 \cdot 10^{-10}$	$2,3884 \cdot 10^{-8}$
Ватт (джоуль в секунду)	Дж (Вт·с)	10^7	1	0,10197	$1,3596 \cdot 10^{-3}$	$2,3884 \cdot 10^{-1}$
Килограмм-сила на метр в секунду	кгс·м/с	$9,8066 \cdot 10^7$	9,8066	1	$1,3333 \cdot 10^{-2}$	2,3427
Лошадиная сила	л.с.	$7,355 \cdot 10^9$	$7,355 \cdot 10^2$	75	1	175,67
Калория в секунду	кал/с	$4,1868 \cdot 10^7$	4,1868	0,42693	$5,6924 \cdot 10^{-3}$	1

Фунт — сила·фут в секунду — lbf·ft/s — (ам., англ.)	= 1,35582 Вт
Фунт — сила·дюйм в секунду — lbf·in/s — (ам., англ.)	= 0,11298 Вт
Паундаль·фут в секунду — pdl·ft/s — (ам., англ.)	= 0,0421 Вт
Фунт — сила·ярд в секунду — lbf·yd/s — (ам., англ.)	= 4,06745 Вт
Британская единица теплоты в секунду — Btu/s — (англ.)	= 1055,06 Вт
Британская единица теплоты в час — Btu/h — (англ.)	= 0,293067 Вт
Лошадиная сила британская — hp — (англ.)	= 745,7 Вт

Таблица 1.14

Соотношение единиц длины

Единицы измерения		Å	нм	мкм	мм	см	м	дм (in)
Название	Обозначение							
Ангстрем	Å	1	0,1	10^{-4}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-10}	$0,39 \cdot 10^{-8}$
Нанометр (миллимикрон)	нм	10	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-9}	$0,39 \cdot 10^{-7}$
Микрометр (микрон)	мкм	10 000	1000	1	10^{-3}	10^{-4}	10^{-6}	$0,3937 \cdot 10^{-4}$
Миллиметр	мм	10^7	10^6	1000	1	0,1	0,001	0,03937
Сантиметр	см	10^8	10^7	10^4	10	1	0,01	0,3937
Метр	м	10^{10}	10^9	10^6	1000	100	1	39,37
Дюйм	дм (in)	$2,54 \cdot 10^8$	$2,54 \cdot 10^7$	$2,54 \cdot 10^4$	25,4	2,54	$2,54 \cdot 10^{-2}$	1

Мил — mil — (ам., англ.)	= $2,54 \cdot 10^{-5}$ м = 1/1000 дюйма = 0,0254 мм
Калибр — cl — (ам., англ.), точка — (ст. рус.)	= 0,000254 м = 1/100 дюйма = 0,254 мм
Линия малая — l — (ам., англ.)	= $2,117 \cdot 10^{-3}$ м = 1/12 дюйма
Линия большая — l gr — (ам., англ.), линия (ст. рус.) = 0,00254 м = 1/10 дюйма	= 100 мил = 2,54 мм
Дюйм — (ст. рус.)	= 0,0254 м = 10 линий = 100 точек = 25,4 мм
Дюйм — in — (ам., англ.)	= 0,0254 м = 10 б. линий = 100 калибров = 25,4 мм
Фут — ft — (ам., англ., ст. рус.)	= 0,3048 м = 12 дюймов
Ярд — yd — (ам., англ.)	= 0,9144 м

Сажень — (ст. рус.)	= 2,1336 м = 7 футов
Верста — (ст. рус.)	= 1066,8 м = 500 саженьей
Миля законная — mile — (ам.)	= 1609,34 м
Миля морская — n.mile — (межд., ам.)	= 1852 м = 10 кабельтов
Миля морская — n.mile — (англ.)	= 1853,18 м

1.3. СВЕДЕНИЯ ИЗ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ

Правила выполнения проектно-конструкторской документации устанавливаются стандартами ЕСКД. Стандарты определяют виды изделий, стадии разработки, комплектность конструкторской документации и др., а также определяют виды чертежей и способы их выполнения, правила нанесения размеров, предельных отклонений, условные графические обозначения и т. д. [1.4, 1.5, 1.6, 1.7].

Формат и масштабы чертежей. Формат бумаги для выполнения чертежей выбирают с учетом габаритных размеров каждой проекции и расстояний между проекциями, обычно принимаемых равными 20...25 мм. Форматы имеют следующие обозначения и размеры.

Обозначение: А5, А4, А3, А2, А1, А0.

Размер сторон листа, мм: 210×148; 297×210; 297×420; 594×420; 594×841; 1189×841.

Дополнительные форматы образуют увеличением сторон основных форматов в целое число раз на величину, кратную размерам формата А4.

Масштабом называют отношение линейных размеров изображения на чертеже к соответствующим действительным линейным размерам изображаемого предмета. Установлены следующие масштабы:

– натуральная величина — 1:1;

– для уменьшения: 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;

– для увеличения: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Масштаб, указываемый в предназначенной для этого графе основной подписи, обозначается по типу 1:1; 1:2 и т. д., а в остальных случаях с буквой М: М 1:1; М 2,5:1 и т. д. При любом масштабе изображения на чертеже проставляют только действительные размеры изображенного предмета.

Типы линий. На чертежах применяются следующие типы линий (рис. 1.1):

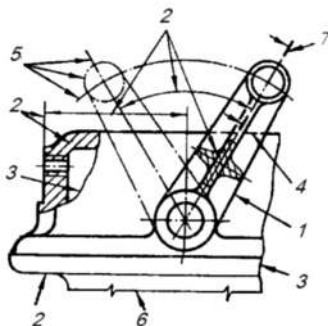


Рис. 1.1

Типы линий на чертежах

1 — сплошная основная толщиной от 0,6 до 1,5 мм (линия видимого контура);

2 — сплошная тонкая толщиной от 0,3 до 0,5 мм (контур наложенного сечения, размерные и выносные линии, штриховка);

3 — сплошная волнистая толщиной от 0,3 до 0,5 мм (линия обрыва);

4 — штриховая толщиной от 0,3 до 0,5 мм (линия невидимого контура и линия перехода невидимая);

5 — штрихпунктирная тонкая толщиной от 0,3 до 0,5 мм (линии: осевые, центровые, сечения; оси симметрии для наложенных или вынесенных сечений);

6 — сплошная тонкая с изломами толщиной от 0,3 до 0,5 мм (длинная линия обрыва);

7 — разомкнутая толщиной от 0,6 до 2,8 мм (линия сечения).

Штрихпунктирная утолщенная линия толщиной от 0,3 до 1,0 мм применяется для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью механизма или отдельных его частей в крайнем или промежуточном положении, а также границ зон поверхности с различной термообработкой или отделкой.

Нанесение размеров. Нанесение размеров выполняется при помощи размерных линий и размерных чисел (рис. 1.2).

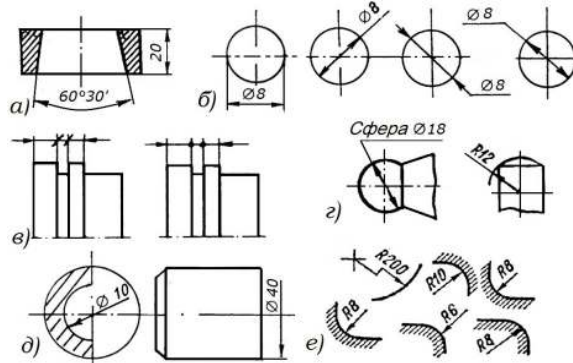


Рис. 1.2

Нанесение на чертежах размеров

1. Линейные размеры указывают на чертеже в миллиметрах, не обозначая единицу измерения. К числам угловых размеров присоединяют обозначение соответствующих единиц измерения: градусов, минут, секунд (рис. 1.2а).

2. Размерные числа наносят над размерной линией ближе к ее середине, сбоку на ее продолжении или на полке линии-выноски (рис. 1.2б).

3. При недостатке места для стрелок на размерах, расположенных цепочкой, допускается заменять стрелки засечками (под углом 45°) или четкими точками (рис. 1.2в).

4. При указании размера диаметра перед размерным числом наносят знак \varnothing . Перед размерным числом радиуса ставят букву R . Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы допускается ставить слово «Сфера» (рис. 1.2г).

5. Размерные линии допускается проводить с обрывом и со стрелкой только у одного конца при указании размеров симметричного предмета или симметрично расположенных элементов, если их вид или разрез изображен только до оси симметрии или с обрывом (рис. 1.2д).

6. При указании размера дуги радиуса окружности положение ее центра указывают при необходимости. При большой величине радиуса допускается приближать центр к дуге, показав размерную линию с изломом под углом 90° (рис. 1.2e).

Ряд размеров на чертеже наносится при использовании определенных знаков (рис. 1.3).

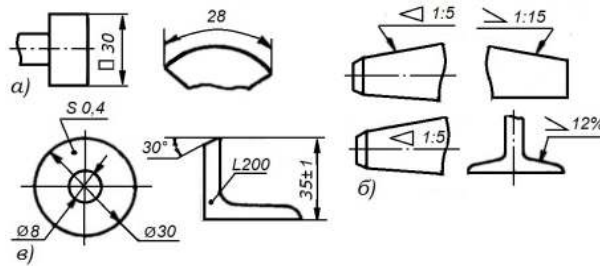


Рис. 1.3

Нанесение на чертежах размеров с использованием знаков

1. Допускается условное обозначение квадрата знаком \square . В контуре квадратной части детали при изображении ее в одной проекции допускается плоскую поверхность обозначать диагоналями. Над размерным числом, указывающим размер дуги, наносят знак \frown (рис. 1.3a).

2. Перед размерным числом, характеризующим конусность, указывают знак, перед размерным числом, определяющий уклон, — знак \triangleright (рис. 1.3б).

3. Толщина S детали и ее длина L , если деталь изображена в одной проекции, могут быть указаны символами с указанием размера (рис. 1.3в).

Определенные правила существуют для простановки одинаковых размеров, размеров из двух элементов, для указания покрытий и термообработки, упрощенного задания размеров отверстий (рис. 1.4).

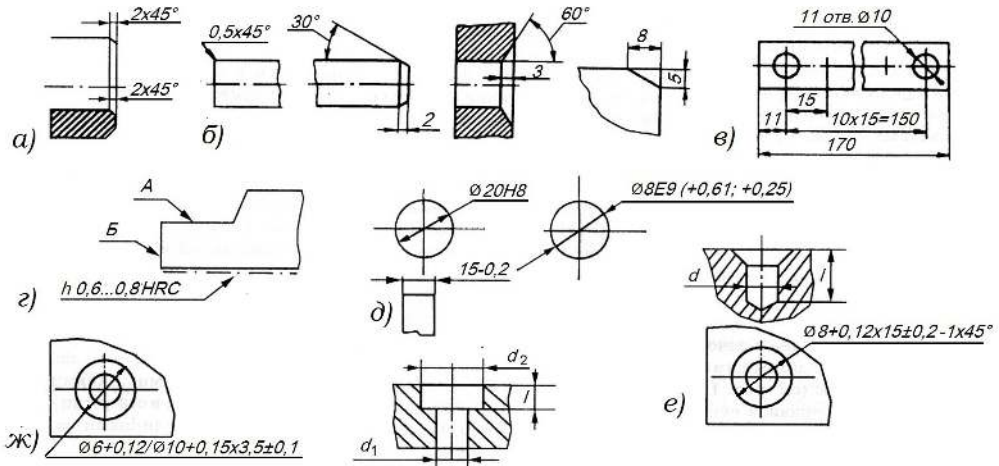


Рис. 1.4

Нанесение на чертежах размеров, обозначение покрытий, термообработки

1. Фаски с углом 45° обозначают двумя цифрами; первая указывает величину катета фаски в мм, вторая — угол (рис. 1.4a).

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru