

Н.М. Баталов

**Техническое основы машиностроительного
черчения**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621
ББК 34.4
Н11

Н11 **Н.М. Баталов**
Техническое основы машиностроительного черчения / Н.М. Баталов – М.: Книга по Требованию, 2023. – 500 с.

ISBN 978-5-458-28581-0

Книга содержит систематизированный комплекс технических положений, рекомендаций и современных требований, которыми надлежит руководствоваться при проектировании и разработке машиностроительных чертежей и других технических документов. Книга предназначена для студентов высших и средних технических учебных заведений и конструкторов.

ISBN 978-5-458-28581-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроительное черчение, как средство отображения на чертеже существующих и задуманных для осуществления предметов, изменяется и совершенствуется по мере развития производительных сил общества. При сопоставлении чертежей, выполненных в разные периоды промышленного развития, мы не можем не заметить существенной разницы между ними. Эта разница столь велика, что чертежи, относящиеся к раннему периоду промышленного развития, совершенно не пригодны для современного производства.

В процессе развития производительных сил изменяются требования, предъявляемые к чертежу, в соответствии с чем существенно обогащается содержание чертежа. Изменения способов графического изображения предметов на чертеже при этом менее значительны, но и они подчинены требованиям производства соответствующего периода промышленного развития. Таким образом, историю машиностроительного черчения мы должны рассматривать как отражение объективного процесса промышленного развития, а не как последовательное совершенствование технической графики на основе субъективных предложений отдельных авторов всевозможных руководств по черчению. Это, однако, не исключает признания положительной роли этих авторов, осуществивших в своих трудах систематизацию и обобщение накопленного производственного опыта.

Гаспар Монж считается творцом начертательной геометрии как науки, давшей теоретическое обоснование изображений на плоскости предметов, имеющих три измерения. Этот автор в своем труде¹ отмечает, что «Необходимость изображать на чертеже обе проекции на одном и том же листе, а также выполнять на нем все построения привела специалистов к мысли вращать вертикальную плоскость вокруг своего пересечения с горизонтальной плоскостью как на шарнире, до совмещения с горизонтальной плоскостью и строить проекции при таком совмещенном положении плоскостей». Это является объективным признанием требований производства и роли опыта специалистов (инженеров, мастеров) в становлении основного положения начертательной геометрии.

Следуя марксистско-ленинскому учению о периодизации развития производительных сил и производственных отношений, можно наметить

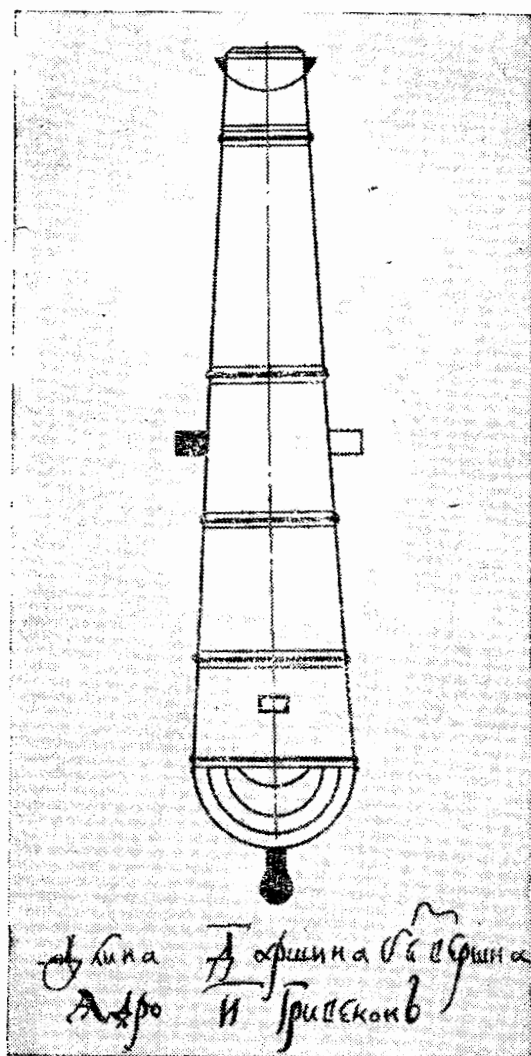
¹ Г а с п а р М о н ж, Начертательная геометрия, Ленинград 1947 (впервые издана во Франции в 1795 г.).

четыре основных периода развития технической графики, соответственно совпадающих с периодами ремесленного, мануфактурного, машинного и крупного машинного производств. Не претендуя на подробное изложение истории машиностроительного черчения, по которой имеются специальные исследования и публикации [49], ограничимся

рассмотрением особенностей указанных периодов.

Период ремесленного производства характеризуется отсутствием технического разделения труда — изделие от начала до конца изготовлялось мастером, иногда с помощью его учеников и подмастерьев. Форма и размеры изделия выбирались по обычаю. Даже в такой передовой отрасли ремесленного производства европейских стран, как кораблестроение, в первой половине XVII века «...всяк корабельный мастер делал по своему рассуждению, как кому покажется»¹. В таких условиях производства чертежи были не нужны.

Исследования материальной культуры периода ремесленного производства показывают, что изделия широкого потребления (серпы, ножи, замки и др.) многократно повторялись с сохранением формы и размеров. В условиях массового производства ремесленник делал эти изделия уже не «по своему рассуждению», а по образцу, применяя при этом шаблоны и разметку. Шаблоны заменяли чертежи; они сохранили свое зна-



Фиг. 1.

чение при последующем развитии плазово-шаблонного метода производства корпусов кораблей, кузовов автомашин и других крупных изделий, имеющих поверхности двойной кривизны, описанные теоретическими чертежами. Разметка изделия, нанесенная непосредственно на сортовом материале (например, на стальном листе), являлась прототипом чертежа, а процесс разметки, которую производил ремесленник с помощью циркуля и линейки, был подобен работе

¹ Письма и бумаги Петра I, Спб., т. I, стр. 500—501, 1887.

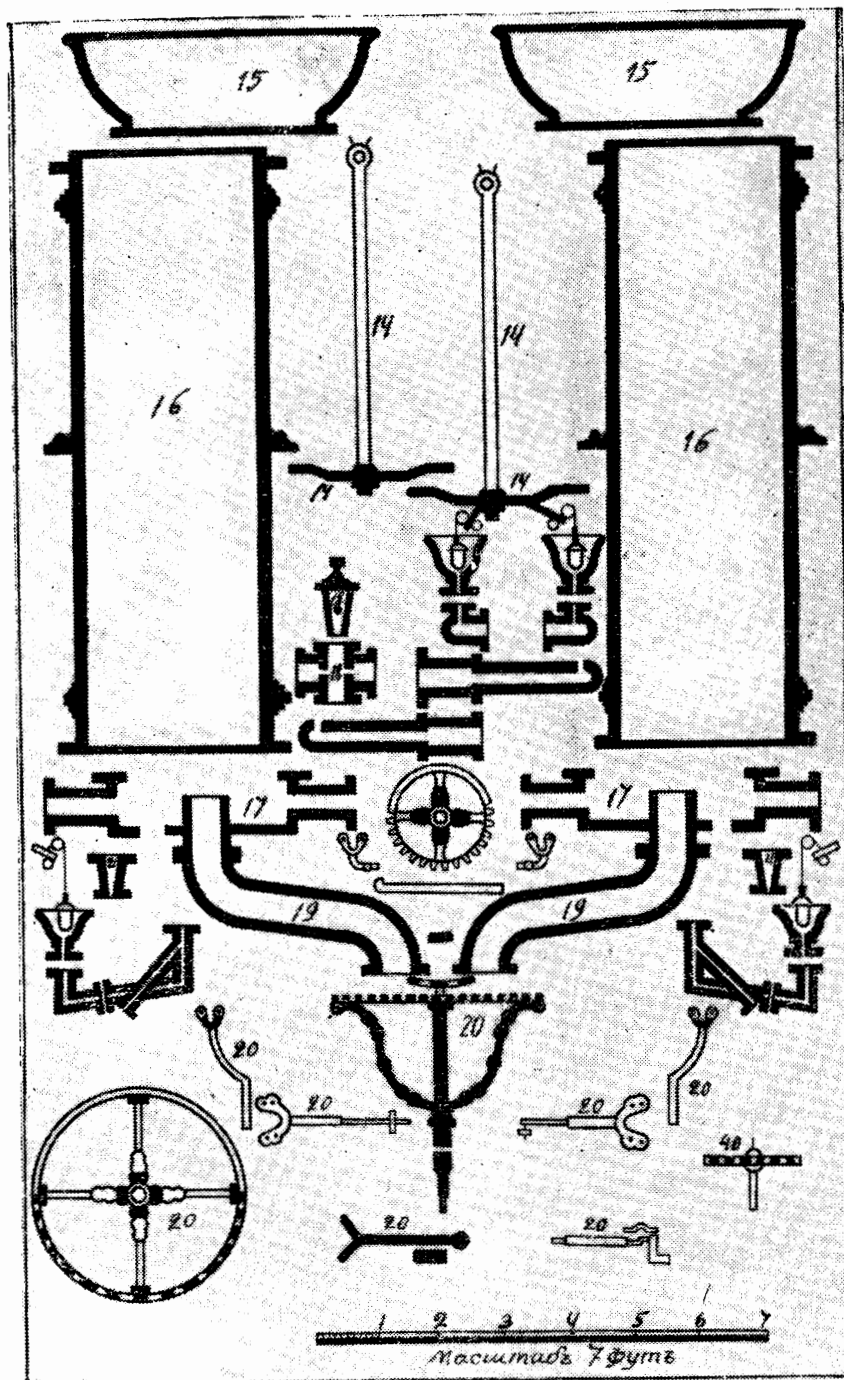
чертежника. В строительном деле прототипом чертежа можно считать план здания, размеченный непосредственно на поверхности земли.

В период расцвета ремесленного производства в строительном деле, раньше чем в других областях техники, наметилось разделение труда и возникла необходимость в чертежах, которые являлись бы средством передачи строителям замыслов зодчего. Первое применение чертежей в России относится по крайней мере к началу XVI века; в архивных материалах этого периода впервые встречается термин *чертеж* и имеются сведения о содержании такого документа.

Период мануфактурного производства характеризуется наличием крупных мануфактур, возникших взамен мелких ремесленных мастерских. Экономически выгодное разделение труда утвердилось в производстве. Появились первые машиностроительные чертежи. Сначала это были бумажные образцы — чертежи без размеров в качестве документов заказа и контроля. Затем возникла необходимость указывать на чертежах основные размеры, первоначально в виде текстовых записей (см. на фиг. 1). Производство сложных изделий требовало повышения точности и метрической определенности изображения на чертеже. Это привело к необходимости выполнения чертежей в масштабе методом прямоугольного (ортогонального) проектирования, который дает возможность сохранять основные размеры изображаемого предмета без искажений.

Современным методом прямоугольного проектирования выполнен, например, чертеж паровой машины русского изобретателя И. И. Ползунова, предназначенной для привода в действие заводских механизмов (фиг. 2). Подлинник этого чертежа был найден в 1936 г. Он датирован декабрем 1765 г. и имеет три подписи: механикуса Ивана Ползунова, представителя горного начальства и рисовавшего. Чертеж относится к периоду окончания постройки машины Ползунова (к сожалению, чертеж, приложенный к проекту машины, датированному 25 апреля 1763 г., до сих пор не обнаружен).

Кроме отказа от метода перспективного изображения, искажавшего размеры, в этом чертеже использованы такие возможности графического изображения, которые не были характерны для рисунка. На чертеже показано то, что нормально наблюдатель не видит — показано изображение воображаемого разреза машины, без которого невозможно было бы графически пояснить ее устройство и принцип действия. В отличие от рисунка, на этом чертеже имеются указания о размерах, величина которых оценивается путем сопоставления длины отрезка в изображении с масштабной шкалой, показанной на том же чертеже. В некоторой мере даны указания и о применяемых материалах (на чертеже ясно изображены грунт, древесина, кирпич). На втором листе этого чертежа (фиг. 3) для пояснения конструкции паровой машины изображены ее некоторые детали.



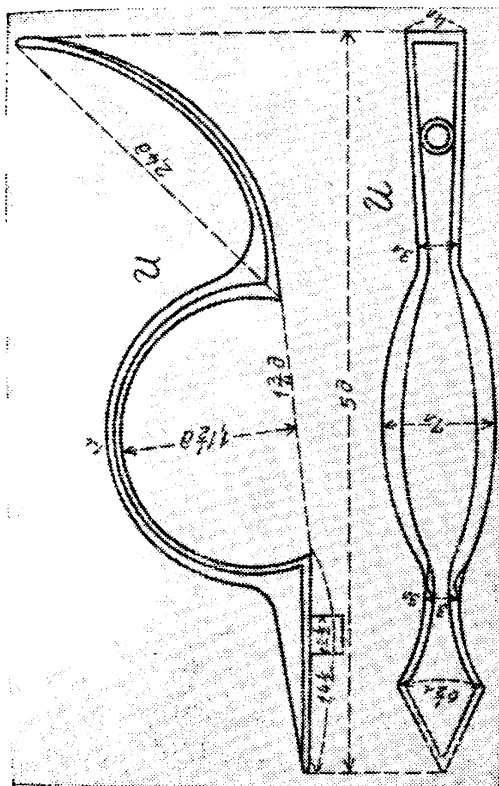
Фиг. 3.

Период машинного производства характеризуется дальнейшим разделением труда, а также требованиями взаимозаменяемости и повышения точности изделий. Это отразилось на дальнейшем обогащении содержания чертежей и их метрической определмости. Большинство деталей стали изображать на чертеже отдельно, для каждой детали стали указывать номинальные размеры ее элементов (фиг. 4), а для важнейших размеров — и предельные отклонения (см. примечание на фиг. 5).

В период крупного машинного производства чертеж становится важнейшим техническим документом производства, в котором, кроме геометрической формы и размеров всех составных частей изделия, указываются все конструктивные требования, предъявляемые к изображенному на чертеже предмету (шероховатость поверхностей, термическая обработка, антикоррозионные покрытия и др.). Для возможности надлежащей организации производства каждая составная часть изделия изображается на отдельном чертеже, создается система технической документации. В результате требований крупного машинного производства широкое развитие получила стандартизация машиностроительных чертежей и составных частей изделий.

В кратком историческом очерке нет необходимости подробнее останавливаться на характеристике этого периода, так как изложение требований крупного машинного (современного) производства к технической документации и показ способов выполнения этих требований являются основным содержанием данной книги. В качестве иллюстраций современных чертежей могут служить приложения, помещенные в конце книги.

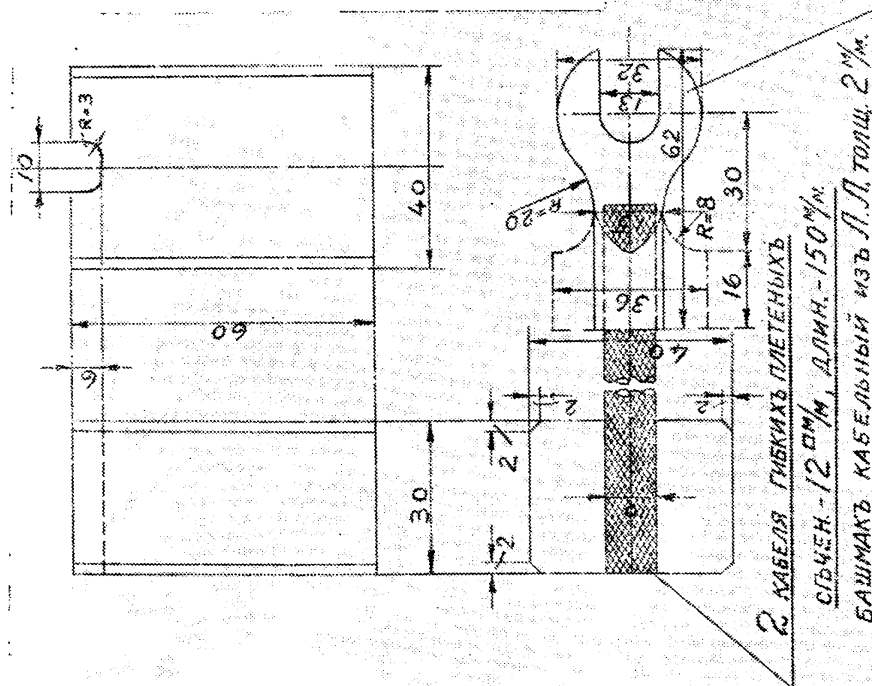
Совершенствование машиностроительного черчения осуществлялось на основе отхода от принципа пунктуального изображения предмета в сторону упрощения графики и введения условностей. Русские инженеры смело идут по этому прогрессивному пути развития машиностроительного черчения. На чертежах раннего периода встречались элементы, изображенные с предельной фотографической точностью, выполненные так же тщательно, как и изображения кирпичей и древесины на чертеже машины И. И. Ползунова (см. фиг. 2). На чертежах того времени можно было встретить нанесение теней на круглых валиках, особый «художественный» шрифт надписей и др. Все это носило на себе следы подражания зарубежным образцам. Впоследствии излишества на чертежах стали постепенно упраздняться, форма предмета при необходимости стала отражаться условным знаком (например, знак Φ около размера диаметра), шрифт надписей стал более простым и четким и др. Уже длительное время русские инженеры применяют условное изображение резьбы значительно более простое, чем изображение резьбы с нанесением поперечных линий, имитирующих ее внешний вид, которое применяется большинством фирм США и поныне. Русские инженеры смело внедрили в чертежах метрическую систему мер, как наиболее прогрессивную, взамен продолжавшей существовать



Фиг. 4.

ПРИМЕЧАНИЕ.

- а) УГЛИ ДОПУСКАЮТСЯ МЕНЬШЕ УКА-
ЗАННЫХ РАЗМЕР. ТОЛЬКО — 0.2 мм.
БОЛЬШЕ УКАЗАННЫХ РАЗМЕР. СЛЪ-
ДУЕТ БРАКОВАТЬ.
- б) КАБЕЛИ ВЪ УГЛЯХЪ ХОРОШО ПРОПЛАТЬ.
- в) КАБЕЛИ ВЪ БАШМАКАХЪ ХОРОШО ПРОПЛАТЬ



Фиг. 5.

2. КАБЕЛЯ ГИБКИХЪ ПЛЕТЕННЫХЪ
СЪЧЕТН. — 12 П/М, ДЛИН. — 150 М/М.
БАШМАКЪ КАБЕЛЬНЫЙ ИЗЪ Л. Л. ТОЛЩ. 2 М/М.
- КАБЕЛЬН. БАШМАКИ ОБЛУДИТЬ

в быту русской системы мер (аршины и вершки), в то время как в Англии и США до сих пор пользуются очень неудобной дюймовой системой, выражая части дюйма в виде простой и десятичной дроби.

Следует отметить, что в 1955 году в Нью-Йорке была издана книга У. Л. Хили и А. Х. Роу, «Упрощенные методы черчения» [35], [36], рекомендации которой в подавляющем большинстве для нас не новы, поскольку они используются в ведущих отраслях нашей промышленности в течение нескольких десятков лет. Но и в этой книге, призванной отразить опыт передовой фирмы США (Дженерал Электрик), авторы не отважились рекомендовать даже такие упрощения, которые одобрены международной организацией по стандартизации. В результате этого оставлено архаичное изображение резьбы, сложное обозначение диаметра (DIA), громоздкие обозначения размера и его предельных отклонений в дюймах с применением простых и десятичных дробей (например, $2\frac{3}{64}$; $1.752 \pm .002^*$ и др.). Вместе с тем в книге приведены некоторые прогрессивные положения, которые хотя и применялись на отдельных наших предприятиях, в целом, к сожалению, недостаточно освещались в нашей технической литературе и поэтому не имели широкого распространения.

В первые годы существования Советской власти имело место значительное разнообразие в выполнении машиностроительных чертежей различными предприятиями и организациями, что являлось следствием отсутствия единых правил и норм, касающихся оформления чертежей, построения изображений и применения условностей. В значительной мере этому разнообразию способствовали предшествовавшее многолетнее техническое влияние разных иностранных фирм на одни предприятия, самобытное развитие машиностроительного черчения на других предприятиях и отсутствие единой основы для преподавания машиностроительного черчения в высших и средних технических учебных заведениях. Первые же шаги в области индустриализации страны потребовали проведения неотложных мероприятий по созданию единой системы в машиностроительном черчении. Такая система была необходима для общности понимания чертежей, что в условиях развития технических связей между различными предприятиями и расширения взаимного обмена чертежами имело первостепенное значение.

Единая система правил и норм машиностроительного черчения в Советском Союзе впервые была разработана и опубликована в виде общесоюзных стандартов на чертежи (ОСТ 350—358) в конце 1928 г. Работа по созданию этих и пяти последующих стандартов (ОСТ 2650—2654), утвержденных в 1931 г., проводилась под руководством М. А. Саверина, профессора Московского высшего технического училища им. Баумана.

Первые общесоюзные стандарты на чертежи явились воплощением опыта отечественного машиностроительного черчения; они содержали в себе такие рекомендации, которые были отобраны в качестве лучших в результате рассмотрения и тщательного изучения обширных материалов различных предприятий и проектных организаций. Проекты стандартов подвергались всестороннему обсуждению, в ко-

* .002 означает 0,002.

тором принимали участие конструкторы и технологи машиностроительных предприятий в содружестве с представителями высшей технической школы. Это определило большой успех и авторитет разработанных стандартов, и, несмотря на то, что последние в то время не были обязательными (за исключением ОСТ 2650 «Условные обозначения допусков на чертежах»), они повсеместно стали применяться в практике машиностроительного черчения.

В деле популяризации стандартных правил и норм выполнения чертежей большую положительную роль сыграло постановление Всесоюзного комитета по стандартизации (1930 г.), согласно которому стандарты на чертежи (ОСТ 350—358) объявлялись обязательными для всех учебных заведений и технических издательств (для конструкторов стандарты на чертежи стали обязательными только с 1 мая 1935 г., после их пересмотра в 1934 г.).

Следует заметить, что правила и нормы, зафиксированные в общесоюзных стандартах, не являются догматическими, они изменяются и совершенствуются по мере того как развивается и совершенствуется машиностроение. Поэтому стандарты на машиностроительные чертежи подвергались пересмотру и утверждались в новой редакции в 1934, 1939, 1946, 1952 и 1959 гг.

Ныне действующие стандарты на машиностроительные чертежи изданы в виде отдельного сборника «Чертежи в машиностроении» [53].

Некоторые разрозненные стандарты (ОСТ 7531—39, ОСТ 7543—39 и ОСТ 26025), относящиеся главным образом к оформлению машиностроительных чертежей, к 1950 г. были пересмотрены и вместе с новыми стандартами подобного назначения изданы в виде отдельного сборника «Система чертежного хозяйства», регламентирующего вопросы оформления, обозначения (нумерации), изменения, дублирования, учета и хранения чертежей и других технических документов. К 1960 г. стандарты «Система чертежного хозяйства» были вновь пересмотрены и утверждены в новой редакции [54].

Каждый пересмотр стандартов сопровождался тщательным изучением накопленного опыта работы, рассылкой проекта многим предприятиям и организациям, всесторонним обсуждением проекта и отзывов опытными специалистами промышленности и преподавателями высшей технической школы.

При разработке новых проектов общесоюзных стандартов изучались иностранные стандарты на чертежи, а также материалы международной организации по стандартизации — первоначально ИСА (ISA), созданной в 1928 г., а затем ИСО (ISO — International Organization for Standardization), учрежденной на конференции в Лондоне в октябре 1946 г. Это, однако, не сказалось существенно на содержании общесоюзных стандартов, которые во многом лучшие соответствующих иностранных.

Стандарты «Чертежи в машиностроении», утвержденные в 1959—1960 г., как бы узаконивают достижения советского машиностроительного черчения последних лет и позволяют вести ускоренное проектирование на базе максимального упрощения чертежа без ущерба для его ясности. Эти стандарты разработаны с учетом рекомендаций ИСО. Основные положения этих стандартов одобрены на международной конференции в Москве в ноябре 1957 г. Реализация решений этой конференции в пересматриваемых национальных стандартах других стран позволит осуществить единую международную систему графиче-

ческих изображений и условностей в машиностроительном черчении. Эти условности являются своего рода международным языком, дающим возможность без особого труда читать чертежи другой страны, чем облегчаются возможности более тесного сотрудничества между странами в области обмена технической документацией и информацией.

В качестве примера того, что на современных машиностроительных чертежах изображения и технические указания в значительной мере являются условными, но понятными для человека любой национальности, в приложении 17 показан чертеж детали. На этом чертеже:

1) изображение, расположенное с правой стороны, соответствует виду на деталь слева;

2) резьба условно показана штриховыми линиями, которые даже отдаленно не напоминают собой изображение резьбы, пунктуально выполненное по общим правилам проекционного черчения;

3) размеры указаны с соблюдением ряда условностей: размерные числа даны в мм без особой оговорки; границы размера условно указаны стрелками; в заданную длину нарезанной части стержня (20^{+2}) включен стандартный сбеги резьбы;

4) запись размера фаски ($1,5 \times 45^\circ$) условно означает длину катета (1,5 мм) и угол наклона (45°) гипотенузы воображаемого треугольника на изображении фаски;

5) условный смысл имеет запись допустимых предельных отклонений размеров цифрами (длина нарезанной части стержня должна быть в пределах от 20 до 22 мм) и буквами (H_3 и C_5 означают стандартные предельные отклонения, величина которых зависит от величины номинального размера, от самой буквы и от индекса при ней, означающего класс точности);

6) лаконичная запись *M10 кл. 3* означает многое — она определяет метрическую резьбу с номинальным (наружным) диаметром 10 мм, со стандартным профилем резьбы, с соответствующими размерами среднего и внутреннего диаметра резьбы и с допустимыми предельными отклонениями размеров по 3-му классу точности;

7) обозначения шероховатости поверхностей ($\nabla 3$, $\nabla 4$, $\nabla 5$ и $\sim$) символизируют собой определенные требования конструктора к микрогеометрии поверхностей детали;

8) лаконичная запись *Твердость HRC 40 ... 45* определяет пределы требуемой твердости на поверхности детали, которая должна быть достигнута термической обработкой (нормализация, закалка и отпуск). Та же запись дает указание о методах измерения твердости (прибором Роквелла со шкалой C);

9) условный знак Φ характеризует круглую форму поперечного сечения детали в том месте, к которому относится размер, указанный непосредственно за этим знаком;

10) размеры *M10 кл. 3* и $\Phi 12H_3$ должны находиться в пределах заданных отклонений после гальванического покрытия, а все остальные размеры — до покрытия (согласно условности, установленной стандартом). Запись *Покрытие Ц.12* означает гальваническое цинкование (толщина слоя не менее 12 мк);

11) обозначение материала имеет свою условность; согласно чертежу деталь должна изготавливаться из стали марки 45 по ГОСТ 1051—50, поставляемой по ГОСТ 8560—57 в виде калиброванных прутков, поперечное сечение которых имеет форму шестигранника с номинальным размером (расстоянием между параллельными гранями) 17 мм, выполненным по 5-му классу точности.

Рассмотренный пример показывает, что для чтения чертежа, для выявления формы, размеров и других требований, предъявляемых к изображенному на чертеже предмету, необходимо знать основы машино-