

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

И

СКИЦИРОВАНИЕ.

ПОСОБИЕ ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХЪ ТЕХНИКОВЪ И УЧАЩИХСЯ.

СОСТАВИЛЪ

инженеръ-механикъ, Н. К. Пафнутьевъ,

Преподаватель Императорскаго Московскаго Техническаго
училища.



ПРЕДИСЛОВІЕ.

Чертежъ, какъ и всякое графическое изображеніе, имѣетъ задачей выразить линіями на плоскости пространственныя формы того или иного предмета. Примѣняемый въ техническихъ чертежахъ методъ изображенія въ проекціяхъ даетъ возможность упростить приемы изображенія и передать съ необходимой точностью и полнотой какъ формы, такъ и всѣ размѣры частей предмета. Но проекціонный методъ, являясь методомъ условнымъ, заставляетъ насъ при черченіи переходить отъ непосредственнаго зрительнаго впечатлѣнія къ воображаемому представленію формъ предмета; этогъ, такъ сказать, геометрической образъ предмета, сложившійся въ воображеніи, руководитъ чертежникомъ при составленіи отдѣльныхъ проекцій предмета на чертежѣ. Не исключается и тотъ случай, когда чертежъ дѣлается съ натуры; по модели, пользуясь зрительной памятью, воображеніе легче создаетъ себѣ тотъ пространственный образъ предмета, къ которому чертежникъ и обращается тотчасъ же, какъ только глазъ его переходитъ отъ модели къ проекціямъ чертежа. Такимъ образомъ будетъ ли предметомъ чертежа натура, или изображаемыя формы будутъ черпаться изъ другого источника (изъ чертежей, братья на память изъ накопленнаго запаса видѣнныхъ ранѣе формъ), во всякомъ случаѣ чертежникъ долженъ имѣть передъ умственнымъ взоромъ отчетливый образъ предмета изображенія; безъ такого опредѣленно сложившагося въ головѣ представленія формъ предмета составленіе чертежа не можетъ вестись сознательно, и невозможно ожидать поэтому полнаго и вѣрнаго изображенія этихъ формъ на чертежѣ.

Машиностроительный чертежъ имѣетъ дѣло съ передачей на бумагу техническихъ, иначе конструктивныхъ, формъ машинъ; переходя отъ простаго случая—представленія и изображенія готовыхъ формъ—къ болѣе сложной работѣ воображенія, направленной къ планомѣрному видоизмѣненію этихъ формъ и созданію новыхъ, получимъ то, что называется конструктивной мыслью. Орудіемъ этой мысли

является способность ума къ созданію пространственныхъ представлений, чертежъ же даетъ опору и служитъ средствомъ выраженія этой мысли. Поэтому чертежъ, какъ средство выраженія конструктивныхъ идей, по справедливости называютъ языкомъ техники; всякій инженеръ долженъ овладѣть этимъ языкомъ, чтобы умѣть правильно излагать на немъ свою конструктивную мысль и свободно понимать чужую. Понять или прочесть чертежъ,—это значитъ составить себѣ по отдѣльнымъ проекціямъ ясное представленіе изображенныхъ конструктивныхъ формъ.

Способность воображенія къ созданію пространственныхъ представлений присуща каждому человѣку, но какъ всё человѣческія способности нуждается въ дальнѣйшемъ развитіи. Изученіе техническихъ предметовъ является непрерывной школой, упражняющей эту способность; техническое черченіе, наряду съ прочими своими задачами, даетъ ей первую дисциплину. Очень важно поэтому, чтобы начинающій техникъ сразу сталъ на правильный путь и видѣлъ центръ тяжести своихъ чертежныхъ работъ въ правильной и полной передачѣ формъ проекціями; а для этого при составленіи чертежа онъ долженъ постоянно контролировать себя, связывая мысленно изображенія отдѣльныхъ проекцій въ цѣльное представленіе о формахъ предмета. При работахъ съ натуры это не можетъ представить особыхъ трудностей; при работахъ съ чертежей формы, затрудняющія воображеніе, слѣдуетъ набрасывать въ перспективно-эскизномъ изображеніи. Перспективный эскизъ на ряду съ моделью является единственнымъ средствомъ, которое можетъ помочь воображенію выяснить тѣ формы, которыя трудно схватить непосредственно по проекціямъ. Во всякомъ случаѣ сознательное отношеніе къ чертежу возможно только при наличности яснаго представленія формъ предмета изображенія, что начинающіе чертежники должны всегда имѣть въ виду.

Въ практикѣ машиностроенія чертежъ служитъ посредникомъ между конструкторомъ и мастеромъ; онъ является руководствомъ для мастерскихъ, при изготовленіи отдѣльныхъ частей машинъ и сборкѣ ихъ въ цѣлое. Въ каждомъ данномъ случаѣ чертежъ долженъ давать мастеру все, что тому требуется и такъ, какъ требуется.

Машиностроительный чертежъ прежде всего долженъ давать ясное, вполне опредѣленное представленіе о внѣшней формѣ предмета, подлежащаго изготовленію, и указывать всё размѣры его; указаніе размѣровъ должно дѣлаться въ соотвѣтствіи съ приемами измѣренія въ мастерскихъ; далѣе онъ долженъ указывать родъ матеріаловъ и обработку. Всё указанія, передаваемые чертежомъ, должны

носить опредѣленный и законченный характеръ, не оставляющій мѣста сомнѣніямъ или разнымъ толкованьямъ начерченнаго; степень полноты указаній можетъ и должна измѣняться, примѣняясь къ требованіямъ отдѣльныхъ случаевъ. Разумная экономія чертежнаго труда также требуетъ, чтобы содержаніе и характеръ изображенія, при возможной простотѣ приѣмовъ исполненія чертежа, сообразовались съ назначеньемъ чертежа.

Приступающіе къ черченію должны прежде всего усвоить обычные приѣмы чертежнаго изображенія и научиться сознательно примѣнять ихъ, имѣя въ виду основную задачу чертежа: точную и опредѣленную, но вмѣстѣ съ тѣмъ возможно сжатую и ясную передачу формъ проекціями. Эта чисто геометрическая часть задачи черченія можетъ и должна быть усвоена съ самаго начала; вторая, техническая часть—связь чертежа съ требованьями техники машиностроительнаго дѣла—можетъ быть лишь отмѣчена и затронута въ общихъ и внѣшнихъ чертахъ.

Предлагаемая книжка и имѣетъ задачей дать указанія начинающимъ техникамъ въ очерченныхъ выше предѣлахъ. Первая глава вкратцѣ знакомитъ ихъ съ методомъ изображенія въ проекціяхъ; во второй и третьей главахъ они найдутъ систематическое изложеніе приѣмовъ и правилъ изображенія чертежомъ; на ряду съ этимъ разъясняется условный характеръ приѣмовъ изображенія и ихъ соотвѣтствіе назначенію чертежа. Четвертая глава посвящена ознакомленію съ главнѣйшими видами заводскихъ чертежей и тѣми требованьями, которыя предъявляетъ къ нимъ практика. Въ пятой главѣ иллюстрированы общераспространенные сокращенные приѣмы изображеній. Въ шестой главѣ приведены указанія по техникѣ вычерчиванія, ограниченныя лишь самымъ необходимымъ.

Послѣдняя седьмая глава посвящена различнымъ родамъ эскизовъ. Особое вниманіе въ ней удѣлено освѣщенію самаго темнаго вопроса для учащихся—о роли и значеніи эскиза въ проектныхъ работахъ.

Перспективное скицированіе, методъ котораго излагается въ концѣ книги, должно быть поставлено на первое мѣсто при занятіяхъ черченьемъ; появившись сравнительно недавно, оно все болѣе и болѣе входитъ въ жизнь и въ школахъ, и въ иллюстраціонную часть технической литературы (пока, кажется, исключительно нѣмецкой). Несомнѣнная польза этихъ эскизовъ для развитія способности пространственныхъ представленій при сравнительной легкости ихъ исполненія вполне оправдываетъ ихъ примѣненіе въ школьныхъ занятіяхъ черченьемъ и проектированьемъ. Но для того, чтобы они могли принести всю пользу

и сдѣлаться въ рукахъ учащихся дѣйствительнымъ орудіемъ конструктивной мысли, требуется приобрести предварительно достаточный навыкъ путемъ методическаго упражненія; это легче достижимо при классной системѣ обученія; при иномъ характерѣ занятій, какъ въ высшей школѣ, студенты должны развить необходимый навыкъ путемъ достаточныхъ самостоятельныхъ упражненій, придерживаясь при этомъ методическаго построенія проекцій, но не зарисовывая ихъ произвольно: сперва—основательное усвоеніе метода, впоследствии—известная свобода въ его примѣненіи, но не наоборотъ.

Поясняющіе изложеніе чертежи большей частью заимствованы изъ книги проф. Ридлера «Машиностроительное черченіе».

Чтобы облегчить учащимся пользованіе книжкой, какъ справочникомъ, а также и избѣжать повтореній въ разныхъ мѣстахъ книги, сдѣланы ссылки на страницы, содержащія подробности затрогиваемыхъ попутно вопросовъ.

Н. Пафнутьевъ.

Москва, октябрь 1913.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

I. Методъ проекціоннаго изображенія.

	<i>Стр.</i>
Ортогональныя проекціи; главныя, добавочныя и частичныя проекціи. Аксонометрическая проекція (параллельная перспектива); ея значенія въ машино-строительномъ черченіи. Взаимная связь между ортогональными проекціями предмета	1—7

II. Составленіе ортогональныхъ проекцій.

1. Контурныя линіи; линіи перехода	8—11
2. Среднія линіи или оси	12
3. Разрѣзы; совмѣщеніе вида и разрѣза въ одной проекціи. Ступенчатый разрѣзъ. Частичный разрѣзъ. Свѣченія	12—17
4. Общія правила для разрѣзовъ. Условныя и особыя приемы исполненія разрѣзовъ	17—24
5. Обозначеніе размѣровъ. Масштабъ чертежа. Размѣрныя линіи и цифровыя размѣры. Необходимость и значеніе цифровыхъ размѣровъ. Геометрическія и техническія требованія къ цифровымъ размѣрамъ. Общія указанія по постановкѣ цифровыхъ размѣровъ	24—34
6. Обозначеніе матеріаловъ. Таблица штриховокъ и цвѣта красокъ. Неправильныя приемы обозначенія матеріаловъ. Спецификаціи или перечни частей	34—36
7. Обозначеніе обработки	36—38

III. Число проекцій и взаимное размѣщеніе ихъ на чертежѣ.

1. Необходимое число проекцій. Значеніе опредѣленнаго порядка въ взаимномъ размѣщеніи проекцій на листѣ	39—41
2. Нѣмецкій способъ расположенія проекцій на чертежѣ	41—44
3. Американскій способъ расположенія проекцій на чертежѣ	44—45
4. Сравненіе нѣмецкаго и американскаго способовъ расположенія проекцій	45—46
5. Какой изъ двухъ способовъ расположенія проекцій слѣдуетъ примѣнять	46—47

IV. Различныя виды машиностроительныхъ чертежей.

1. Детальныя рабочія чертежи. Ихъ задача и происходящія отсюда требованія къ нимъ. Масштабъ ихъ. Нѣкоторые особыя приемы изображенія	48—50
2. Чертежи общаго вида машинъ (монтажныя), ихъ назначеніе и требованія къ нимъ. Масштабъ. Характеръ изображенія, примѣненіе разрѣзовъ. Особыя требованія, касающіяся движущихся и подвижныхъ частей. Обозначеніе цифровыхъ размѣровъ	50—53
3. Чертежи установочныя. Чертежи фундаментовъ для машинъ и общіе планы установокъ. Масштабъ для нихъ. Обозначеніе цифровыхъ размѣровъ	53

V. Сокращенныя изображенія.

	<i>Стр.</i>
Общая соображенія	54
1. Упрощеніе изображеній деталей на общихъ (сборочныхъ) чертежахъ. Пропуски повторяющихся деталей	54—56
2. Упрощенное вычерчиваніе „нормальныхъ“ деталей“. Изображеніе винтовой рѣзбы остроугольной и ленточной; приближенное вычерчиваніе болтовъ	56—59
3. Сокращенія въ вычерчиваніи нѣкоторыхъ деталей машинъ простой или достаточно общеизвѣстной формы. Шпонки, клинья, крюки и т. п. Фасонныя части трубъ. Шляпы. Блоки. Храповыя и зубчатыя колеса. Парныя модели	59—64

VI. Исполненіе и отдѣлка чертежей.

Значеніе техники черченія и характеръ отдѣлки машиностроительнаго чертежа	65
1. Чертежные инструменты и принадлежности	65—68
2. Порядокъ и приемы вычерчиванія	68—69
3. Карандашный чертёжъ. Планъ составленія чертежа; предварительный эскизъ; послѣдовательность порядка работы; откладываніе размѣровъ. Законченность черного чертежа	69—71
4. Отдѣлка чертежей	71
Отдѣлка карандашомъ; наводка контурныхъ, осевыхъ и размѣрныхъ линий. Штриховка размѣровъ	71—72
Отдѣлка тушью и красками. Матеріалы и принадлежности для такой отдѣлки. Толщина и цвѣтъ линий разнаго значенія. Заливка размѣровъ красками; оставленіе бликовъ. Цифровые размѣры	72—75
Переводъ на кальку. Сорта калекъ. Ходъ чертежной работы	75
5. Надписи на чертежахъ	76

VII. Эскизы.

Цѣль эскизовъ, отличіе эскиза отъ чертежа	77
1. Эскизы съ натуры. Назначеніе такихъ эскизовъ. Характеръ исполненія; особенности составленія эскиза въ связи съ приемами исполненія его. Переходныя линіи. Техника и порядокъ эскизной работы. Цифровые размѣры. Инструменты для съемки размѣровъ съ натуры. Исправленіе неровностей формы необработаннаго литья	77—83
2. Проектные эскизы. Цѣль такихъ эскизовъ. Характеръ и приемы исполненія этихъ эскизовъ въ связи съ потребностями конструктора. Значенія перспективныхъ эскизовъ. Примѣръ примѣненія этихъ эскизовъ въ проектныхъ работахъ. Порядокъ и послѣдовательность въ ходѣ проектной работы. Примѣръ планомѣрной разработки проекта динамомашины	83—91
3. Перспективныя эскизы. Методъ построенія изображеній въ параллельной перспективѣ. Диметрическая и изометрическая проекція	92—94
Особенныя приемы составленія эскизныхъ изображеній въ параллельной перспективѣ	94—95
Перспективныя эскизы квадрата, прямоугольниковъ и призматическихъ тѣлъ	96
Построеніе въ эскизахъ проекцій круга. Эскизы цилиндра. Различныя положенія предмета, изображеннаго въ эскизѣ	96—99
Плоскія сѣченія цилиндра, конуса и шара; проекція тѣла вращенія	99—102
Построеніе пересѣченій геометрическихъ тѣлъ между собой; взаимныя пересѣченія цилиндровъ, цилиндра и конуса, цилиндра и шара	102—103
Общая указанія по составленію перспективныхъ эскизовъ деталей машинъ	103—106

I. Методъ проекціоннаго изображенія.

Чтобы получить изображение какого-либо предмета на чертежѣ пользуются способомъ проекцій.

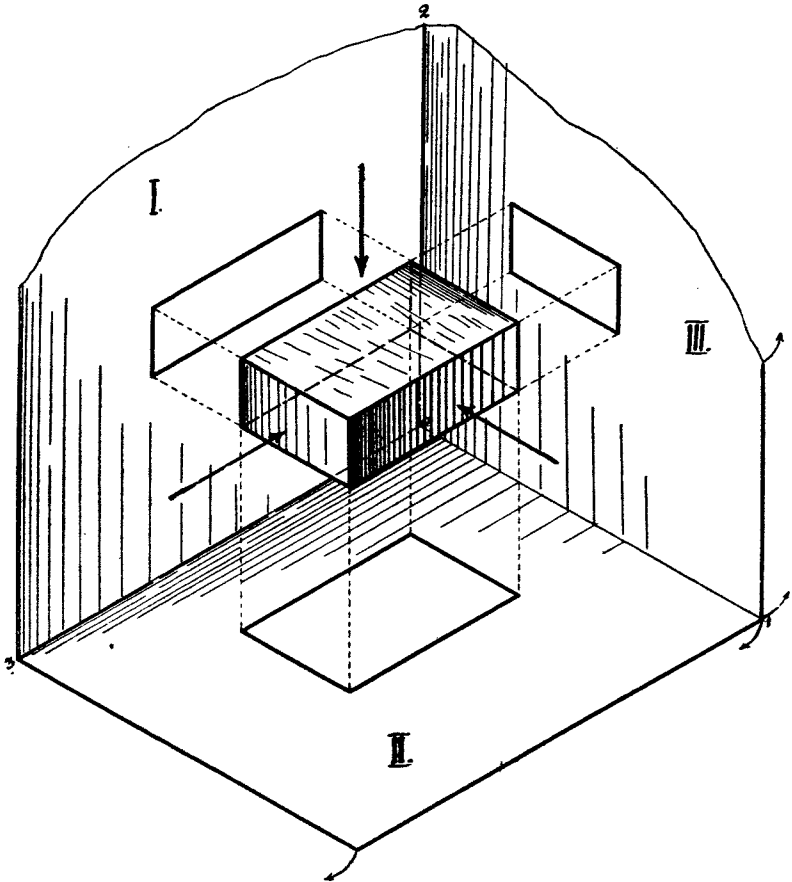
Въ машиностроительномъ черченіи примѣняются исключительно прямоугольныя проекціи; такая проекція получится, если изъ точекъ поверхности предмета, опредѣляющихъ геометрически элементы его внѣшней формы опустить перпендикуляры на плоскость проекцій и точки пересѣченія этихъ перпендикуляровъ съ плоскостью проекцій соединить линіями, соотвѣтствующими линіямъ контура предмета.

На фиг. 1 наглядно представлено построеніе прямоугольныхъ проекцій призмы, взятыхъ на три отдѣльныхъ плоскости; горизонтальную II и вертикальныя I и III, поставленныя подѣ прямымъ угломъ другъ къ другу; тонкими пунктирными линіями показаны проектирующіе перпендикуляры. Такая система проекцій (на 2 или 3 взаимно перпендикулярныхъ плоскости) извѣстна подѣ названіемъ ортогональныхъ проекцій.

Ортогональной проекціи предмета на данную плоскость можно дать еще иное, болѣе простое и наглядное опредѣленіе: вообразимъ себѣ наблюдателя, смотрящаго на предметъ и удаленнаго отъ предмета на такое разстояніе, что лучи зрѣнія, идущіе изъ глаза наблюдателя къ предмету можно считать параллельными между собой; если наблюдатель встанетъ такъ, что лучи его зрѣнія совпадутъ съ проектирующими перпендикулярами къ данной плоскости, то проекція на эту плоскость будетъ представлять собою изображеніе предмета такъ, какъ его видитъ этотъ наблюдатель.

Условимся считать длинную боковую грань нашей призмы за переднюю ея сторону; тогда проекція на плоскость I дастъ **видъ спереди**, проекція на плоскость II—**видъ сверху** и проекція на плоскость III—**видъ слѣва**. При этомъ предполагается, что глазъ наблюдателя перемѣщается каждый разъ такъ, что лучи его зрѣнія направляются перпендикулярно къ каждой изъ плоскостей проекцій; на фиг. 1 это пояснено посредствомъ стрѣлокъ.

Чтобы имѣть всѣ три проекціи лежащими въ одной и той же плоскости, остается плоскости II и III, воображаемая въ пространствѣ подъ прямыми углами къ плоскости I, совмѣстить съ плоскостью I, вращая ихъ около осей O2 и O3 по направленію, указанному на фиг. 1

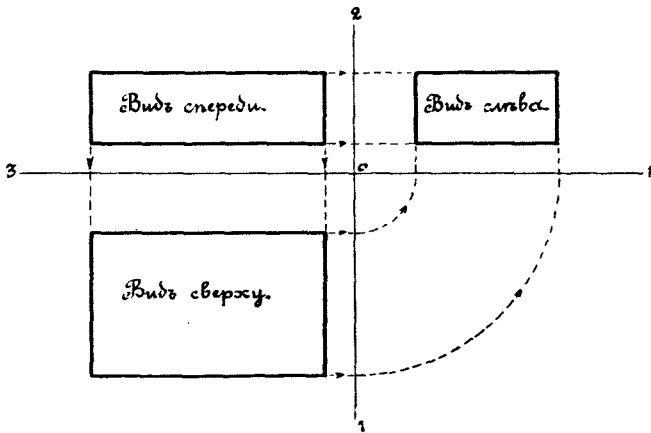


Фиг. 1. Ортогональная проекція призмы въ пространствѣ.

стрѣлками; получается чертежъ призмы въ трехъ проекціяхъ, показанный на фиг. 2.

Въ дополненіе къ тремъ плоскостямъ проекцій, взятымъ на фиг. 1. можемъ вообразить еще три плоскости I', II' и III', соотвѣтственно имъ параллельныя, но поставленныя съ противоположныхъ имъ сторонъ предмета (такимъ образомъ мы воображаемъ проектируемый предметъ какъ бы заключеннымъ въ кубъ или параллелепипедъ, образованный изъ плоскостей проекцій). Подобно предыдущему можемъ и на этихъ плоскостяхъ получить еще три проекціи, а именно: на плоскости I'—видъ сзади, на II'—видъ снизу и на III'—видъ справа. Совмѣщая эти плоскости съ плоскостью чертежа, которую принимаемъ

совпадающей съ плоскостью I (мы можемъ, напр., представить себѣ, что кубъ или параллелепипедъ проекцій разрѣзанъ по ребрамъ и его грани развернуты, какъ пояснено на фиг. 3) получимъ на чертежѣ шесть **главныхъ** проекцій или видовъ даннаго предмета, взятыхъ

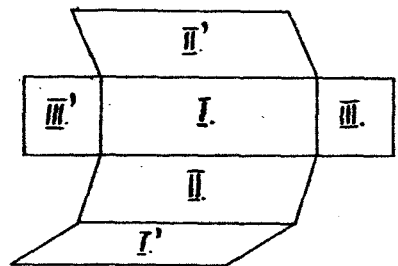


Фиг. 2. Ортогональныя проекціи призмы на чертежѣ.

по тремъ взаимно-перпендикулярнымъ направлѣніямъ и съ 2-хъ противоположныхъ сторонъ по каждому.

Указавъ на возможное число главныхъ проекцій или видовъ, слѣдуетъ оговориться, что такое большое число видовъ можетъ потребоваться лишь въ исключительныхъ случаяхъ; въ большинствѣ же достаточно уже 3-хъ или 4-хъ видовъ для исчерпывающаго изображенія формы предмета на чертежѣ, но при этомъ отдѣльные виды могутъ различно комбинироваться между собою.

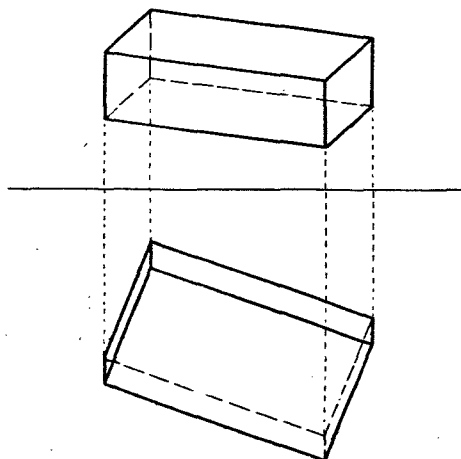
Помимо этихъ главныхъ направлѣній проектированія и соответствующихъ имъ главныхъ плоскостей проекцій, приходится иногда брать проекцію и на какую-либо иную плоскость (при условіи только, что эта новая плоскость перпендикулярна къ одной изъ главныхъ); такія проекціи, въ отличіе отъ главныхъ, будемъ называть **добавочными** или также **частичными**, когда на нихъ спроектированъ не весь предметъ, а только какая-нибудь часть его.



Фиг. 3.

Проекція, дающая видъ спереди и полученная на плоскости I, за которую принимаютъ прямо плоскость чертежа, является **основной** проекціей и по отношенію къ ней именно опредѣляется, какъ направлѣніе проектированія, такъ и мѣсто на чертежѣ всѣхъ остальныхъ проекцій (см. стр. 39); въ случаѣ многихъ видовъ или проекцій, она

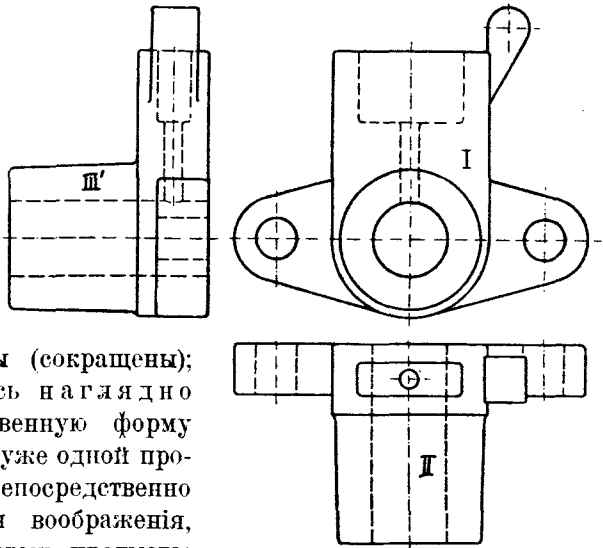
занимает центральное мѣсто на листѣ (см. фиг. 3). Какую сторону предмета выбрать для этой основной проекціи вообще говоря, безразлично, но на дѣлѣ всегда приходится считаться съ разными практическими соображеніями (напр., удобство размѣщенія проекцій на листѣ даннаго формата, изображеніе въ естественномъ положеніи, а не вверху ногами и т. д.); точно такъ же и предметъ мы можемъ вообразить себѣ поставленнымъ въ любое положеніе относительно плоскостей проекцій. Но такъ какъ цѣль машиностроительнаго чертежа заключается не только въ указаніи формы предмета, но и въ опредѣленіи его размѣровъ, то предметъ ставится всегда въ такое положеніе, чтобы его три главныхъ измѣренія (длина, ширина, высота) были параллельны соответственнымъ плоскостямъ проекцій. При такомъ положеніи предмета эти три измѣренія будутъ проектироваться въ



Фиг. 4.

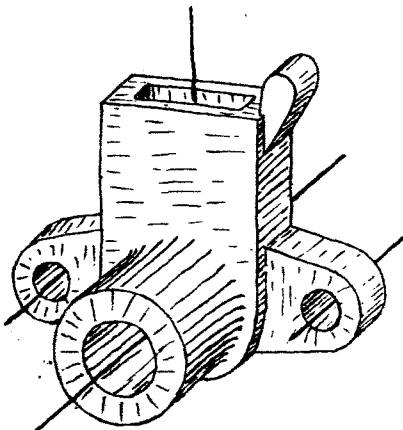
истинную величину (безъ сокращенія) и легко могутъ быть отмѣрены на проекціяхъ. При этомъ однако мы получаемъ на каждой проекціи только два главныхъ измѣренія, третье же, какъ перпендикулярное къ плоскости, пропадаетъ (напр., проекція призмы на плоскости Π обращается въ прямоугольникъ и не обнаруживаетъ совсѣмъ ея вертикальныхъ граней). Нужно поэтому имѣть вообще не менѣе двухъ ортогональныхъ проекцій для того, чтобы можно было опредѣлить размѣры предмета по всѣмъ тремъ направлениямъ. Кромѣ того, вслѣдствіе отсутствія на каждой проекціи одного измѣренія, изображение предмета, даваемое каждой проекціей въ отдѣльности, выходитъ плоскимъ, не производитъ впечатлѣнія пространства и нужна извѣстная работа воображенія для того, чтобы по нѣсколькимъ такимъ проекціямъ создать себѣ представленіе о пространственной формѣ предмета. Поэтому для всякаго техника чрезвычайно важно развить въ себѣ способность быстро схватывать воображеніемъ и отчетливо представлять себѣ пространственно то, что на листѣ изображено въ видѣ нѣсколькихъ, такъ сказать скрывающихъ пространство проекцій. Такая работа воображенія представляетъ извѣстныя трудности, особенно въ началѣ занятій черчениемъ; но что въ концѣ-концовъ здѣсь дѣло только въ приобрѣтеніи извѣстнаго навыка, показываетъ уже то, что мастера и рабочіе машиностроительныхъ заводовъ, не прошедшіе не только технической, но часто и вообще никакой школы, прекрасно умѣютъ прочитать и разобрать даже и сложные чертежи.

Чтобы лучше пояснить сказанное, привожу на фиг. 4 прямоугольные проекции той же призмы, что на фиг. 1 и 2, но поставленной наклонно к плоскостям проекций. На каждой проекции мы видим уже грани по всем трем измерениям, т.-е. по длине, ширине и высоте, но все размеры по направлению этих измерений в проекциях будут искажены (сокращены); каждая проекция здесь наглядно передает пространственную форму предмета и достаточно уже одной проекции, чтобы по ней непосредственно глазом, не напрягая воображения, схватить видную форму предмета; то же самое еще лучше иллюстрируется фиг. 5 и 6; легкая штриховка на фиг. 6 еще усиливает наглядность проекции при наклонном положении предмета.



Фиг. 5. Ортогональная проекция технической детали.

Подобныя проекции (такъ наз. прямоугольная аксонометрия или параллельная перспектива), отличающіяся большою наглядностью изображенія, также находят примѣненіе въ машиностроительномъ черчении, но не въ чертежахъ, а въ видѣ эскизовъ (см. стр. 92).



Фиг. 6. Перспективный эскиз (аксонометрическая проекция).

Точное вычерчиваніе такихъ проекцій слишкомъ сложно, главнымъ образомъ влѣдствіе искаженія размѣровъ; это же обстоятельство — искаженіе размѣровъ и притомъ различное по разнымъ направленіямъ — не даетъ возможности по проекціи составить себѣ правильное представленіе о взаимномъ соотношеніи размѣровъ и о пропорціи отдѣльныхъ частей предмета: глазъ видитъ на чертежѣ не то соотношеніе размѣровъ по разнымъ направленіямъ, какое есть въ дѣйствительности. Между тѣмъ для конструктора очень важно имѣть возможность по чертежу судить о ве-

личинѣ и соотношеніи размѣровъ, какъ это и позволяютъ дѣлать ортогональныя проекціи. Поэтому аксонометрическая проекція умѣстна только тамъ, гдѣ нужно наглядно выяснитъ геометрическую форму предмета, но не его размѣры; а для этой цѣли вполне достаточно сдѣлать эскизъ съ приближеннымъ соблюденіемъ масштаба. Такая проекція (въ видѣ перспективнаго эскиза) является чрезвычайно полезной для начинающихъ техниковъ и конструкторовъ: посредствомъ такого эскиза глазъ приходитъ на помощь недостаточно еще развитому воображенію и способствуетъ отчетливости представленія въ головѣ формы предмета по обычному чертежу. Перспективный эскизъ, по отношенію къ машиностроительному чертежу, имѣетъ свое самостоятельное значеніе, какъ средство для развитія способности воображенія (пространственныхъ представленій); для конструктора такой эскизъ является до извѣстной степени промежуточной формой, въ которой онъ закрѣпляетъ элементы или варианты своей конструктивной мысли, прежде чѣмъ она будетъ окончательно установлена и выражена на чертежѣ въ ортогональныхъ проекціяхъ. Начинющимъ техникамъ и учащимся слѣдуетъ поэтому съ самаго начала освоиться съ методомъ перспективныхъ эскизовъ и приобрести необходимый навыкъ для быстрого и легкаго ихъ воспроизведенія.

Обращаясь къ ортогональнымъ проекціямъ, необходимо отмѣтить и твердо усвоить себѣ геометрическую связь, существующую между отдѣльными проекціями одного и того же предмета; она состоитъ въ томъ, что каждой точкѣ, каждой линіи одной проекціи соотвѣтствуютъ свои, вполне опредѣленныя точки и линіи на всѣхъ остальныхъ проекціяхъ. Видимымъ образомъ эта связь между отдѣльными проекціями выражается помощью проектирующихъ линій ¹⁾, показанныхъ на фиг. 2 пунктиромъ; на машиностроительныхъ чертежахъ проектирующія линіи обычно отсутствуютъ (онѣ проводятся въ черновомъ карандашномъ чертежѣ при построеніи проекцій, затѣмъ по отдѣлкѣ чертежа ихъ стираютъ), но геометрически правильное взаимное положеніе проекцій сохраняется и подчеркивается проведеніемъ общихъ для двухъ или болѣе проекцій осей (линій симметріи, см. стр. 12); линіи 01, 02, 03 фиг. 2, представляющія совмѣщенное положеніе линій взаимнаго пересѣченія плоскостей проекцій, не проводятся на чертежахъ совсѣмъ, такъ какъ разстоянія предмета изображенія отъ плоскостей проекцій для насъ совершенно безразличны: безразличны поэтому также и взаимныя разстоянія между отдѣльными проекціями, но послѣднія желательно всегда помѣщать поближе другъ къ другу, какъ въ видахъ экономіи мѣста на листѣ, такъ и главнымъ образомъ по-

¹⁾ При совмѣщеніи плоскостей каждыя два проектирующихъ перпендикуляра одной и той же точки образуютъ одну линію, перпендикулярную къ линіи пересѣченія плоскостей проекцій (сравн. фиг. 1 и 2) или иначе: двѣ проекціи одной и той же точки пространства должны лежать на одномъ перпендикулярѣ къ линіи пересѣченія плоскостей проекцій.

тому, что при чтении чертежа легче отыскивать связь между отдельными частями проекций: при отсутствии проектирующих линий этому помогают и цифровые размеры, если они в нужных местах будут повторены на 2-х (или даже на нескольких) проекциях.

Зная метод ортогональных проекций и порядок совмещения плоскостей проекций с плоскостью чертежа, очень не трудно установить и понять взаимную связь между отдельными проекциями; для этого требуется лишь некоторая доля внимания и самонаблюдения в этом направлении при первых работах по черчению. Однако у начинающих чертежников приходится очень часто встречать ошибки, которые прямо указывают на недостаточность ясного сознания необходимой связи между проекциями; строя проекции без помощи проектирующих линий, путем откладывания размеров по масштабной линейке, они часто не замечают, что один и тот же размер на разных проекциях откладывают неодинаковым, что кривизна, наклоны или перегибы линий контура в разных проекциях не согласуются между собой и т. д.

II. Составленіе ортогональныхъ проекцій.

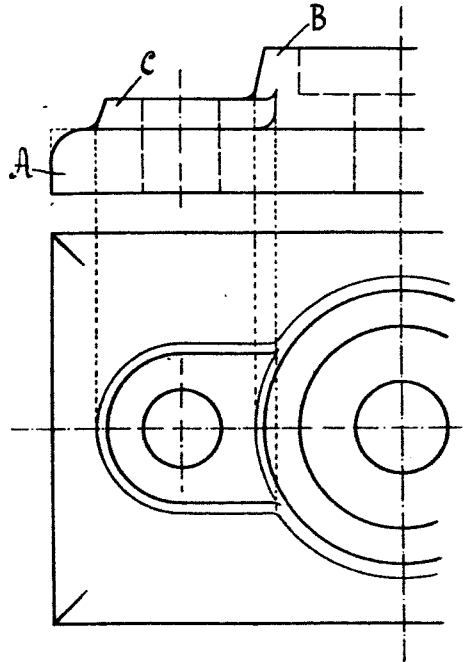
Какъ при составленіи отдѣльныхъ проекцій, такъ и при окончательной отдѣлкѣ чертежа приходится отличать линіи разнаго назначенія; однѣ изъ нихъ—контурныя—служатъ для выраженія проекціей внѣшней (геометрической) формы предмета, другія—осевыя и размѣрныя—необходимы для правильнаго и яснаго указанія размѣровъ послѣдняго. Кромѣ того, при составленіи проекцій пользуются и нѣкоторыми особенными приѣмами и условностями, имѣющими цѣлью, съ одной стороны, придать чертежу большую выразительность и ясность, а съ другой стороны упростить задачу чертежника. Излагая далѣе въ систематическомъ порядкѣ относящіяся сюда свѣдѣнія и прибавляя къ нимъ указанія относительно обозначенія цифровыхъ размѣровъ, будемъ имѣть рядъ элементарныхъ правилъ, которыя начинающему необходимо хорошо усвоить, такъ какъ они, будучи общераспространенными, являются и безусловно обязательными.

1. Контурныя линіи являются проекціями реберъ и вообще линій пересѣченія поверхностей, образующихъ внѣшнюю форму предмета; къ нимъ же относятся и линіи отдѣла видимой части предмета отъ невидимой; всѣ эти линіи вмѣстѣ и даютъ въ проекціи изображеніе геометрической формы предмета. Линіи контура, находящіяся на лицевой, обращенной къ наблюдателю, сторонѣ предмета и потому видимыя имъ, проводятся сплошными, достаточно толстыми линіями, чтобы онѣ отчетливо выдѣлялись отъ прочихъ линій проекціи; кромѣ нихъ часто указываютъ въ проекціи и контурныя линіи, лежащія на противоположной наблюдателю сторонѣ предмета и потому невидимыя имъ, которыя въ отличіе отъ первыхъ проводятъ пунктирными и болѣе тонкими линіями (пунктиръ изъ однѣхъ черточекъ); такимъ же образомъ можно показывать и контурныя линіи, лежащія внутри предмета (пустоты, выемки и т. п., см. фиг. 5). Видимыя контурныя линіи обязательно вычерчивать всѣ; невидимыя можно показывать лишь по мѣрѣ надобности, поскольку онѣ полезны для уясненія изъ чертежа формы предмета; пользуясь ими можно очевидно сократить число необходимыхъ видовъ въ проекціяхъ, такъ какъ при этомъ въ одной проекціи какъ бы совмѣщаются два вида, съ двухъ прямо противо-

положныхъ сторонъ. Такой приёмъ является обычнымъ; необходимо однако наблюдать, чтобы слишкомъ большое количество этихъ пунктированныхъ линий не сдѣлало проекціи черезъ чуръ пестрой и запутанной и потому трудной для чтенія; въ такихъ случаяхъ лучше дать лишнюю проекцію, чѣмъ рисковать испортить ясность и удобопонятность чертежа.

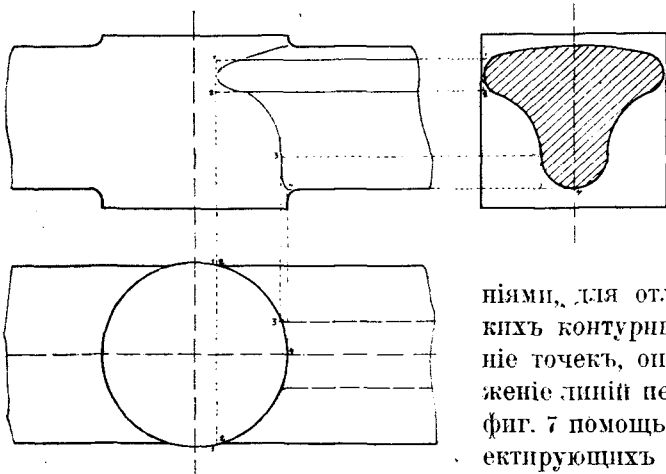
Воспроизведеніе въ ортогональныхъ проекціяхъ контурныхъ линий вычерчиваемаго предмета является дѣломъ очень простымъ, требующимъ только извѣстной работы воображенія и, главное, хорошо сложившагося, отчетливаго представленія въ головѣ формы вычерчиваемаго предмета. Особеннаго построенія могутъ потребовать лишь кривыя взаимнаго пересѣченія поверхностей образующихъ вышнюю форму предмета. Однако въ большинствѣ случаевъ поверхности, входящія въ составъ вышней формы деталей машинъ, не ограничиваются рѣзко другъ отъ друга, геометрическая линия пересѣченія поверхностей замѣняется скругленнымъ пояскомъ, дѣлающимъ переходъ отъ одной поверхности къ другой постепеннымъ и часто замѣтнымъ для глаза лишь благодаря свѣту и тѣни. Это отсутствіе рѣзко очерченныхъ переходовъ характерно для техническихъ формъ и отличаетъ ихъ отъ геометрическихъ формъ, мыслимыхъ съ точными линиями пересѣченія. Передача этихъ скругленныхъ переходовъ въ проекціяхъ контурными линиями (я буду называть ихъ линиями перехода въ отличіе отъ прочихъ, рѣзкихъ линий контура) связана съ нѣкоторой неопредѣленностью, что обыкновенно затрудняетъ начинающихъ; очень часто они и совсѣмъ «не видятъ» этихъ переходовъ и не вычерчиваютъ ихъ, отчего проекція получается мало выразительной, слишкомъ плоской; если чертежъ и можно будетъ понять, то во всякомъ случаѣ полнота передачи формъ проекціей будетъ нарушена. Для поясненія сказаннаго приведу нѣсколько примѣровъ.

Вышняя форма детали, изображенной на фиг. 7 состоитъ изъ основной плиты *A*, усѣченнаго конуса *B* и двухъ приливовъ подъ



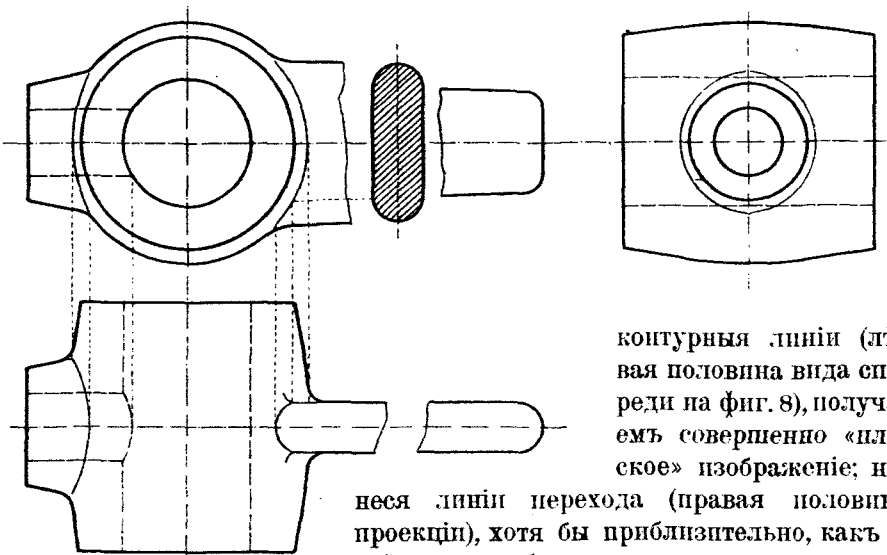
Фиг. 7. Изображеніе переходныхъ линий.

гайки, т. наз. платиковъ *C* (на фиг. показано по $\frac{1}{2}$ проекцій): переходы отъ конуса къ плитѣ и отъ боковыхъ наклонныхъ стѣнокъ платиковъ къ плитѣ и къ поверхности конуса выполнены скругленными и даютъ на видѣ сверху линіи перехода, которыя на фиг. 7 проведены болѣе тонкими линіями, для отличія ихъ отъ рѣзкихъ контурныхъ линій. Построеніе точекъ, опредѣляющихъ положеніе линій перехода, показано на фиг. 7 помощью пунктирныхъ проектирующихъ линій.



Фиг. 8. Изображеніе переходныхъ линій.

На фиг. 8 имѣемъ присоединеніе ножки, профиль которой показанъ въ сѣченіи на проекціи бокового вида, къ цилиндрической втулкѣ. Переходъ отъ ножки къ втулкѣ выполненъ съ закругленьями и самая ножка имѣетъ скругленный профиль: вычерчивая только



Фиг. 9. Изображеніе переходныхъ линій.

контурныя линіи (лѣвая половина вида спереди на фиг. 8), получаемъ совершенно «плоское» изображеніе; на- неся линіи перехода (правая половина проекціи), хотя бы приблизительно, какъ и сдѣлано на фиг. 8, получаемъ достаточно наглядное выраженіе формы проекціей вида спереди.

На фиг. 9 къ втулкѣ, имѣющей форму тѣла вращения, присоединяется конусъ и ручка, форма которой пояснена поперечнымъ сѣченіемъ. Линіи перехода на фиг. 9 обведены болѣе тонко, а пунктир-

ными проектирующими линиями показано нахождение характерных точек кривых переходовъ.

Опираясь на эти примѣры, можно указать, какъ общее правило: для построения въ проеціяхъ переходныхъ линій нужно отвѣститься отъ закругленій, свойственныхъ техническимъ формамъ, и строить эти линіи, какъ линіи пересѣченія геометрическихъ формъ, положенныхъ въ основу формъ техническихъ.

Необходимо замѣтить, что совершенно точное построение линій переходовъ на машиностроительномъ чертежѣ излишне; въ самомъ дѣлѣ, разъ чертежъ указываетъ достаточно опредѣленно основныя формы пересѣкающихся тѣлъ и ихъ взаимное положеніе (и то, и другое для чертежа обязательно), то линіи ихъ пересѣченія получаются въ натурѣ сами собой; онѣ не имѣютъ по этому на чертежѣ самостоятельнаго, что-либо опредѣляющаго значенія (хотя начинающіе чертежники и склонны придавать имъ такое значеніе, см. стр. 32); нанесеніемъ линій переходовъ на чертежѣ можетъ преслѣдоваться только одна цѣль: надлежащая полнота выраженія формъ проеціей, возможная наглядность и удобопонятность чертежа: а для этого достаточно замѣтить построеніемъ лишь немногія, характерныя точки кривыхъ перехода и при вычерчиваніи замѣнить кривую дугами круга и прямыми (какъ и на фиг. 8 и 9). Понятно, что линіи перехода будутъ выполнять поставленную выше цѣль только при условіи, что ихъ чертанія не будутъ очень уклоняться отъ своего дѣйствительнаго вида, а потому проводить ихъ на глазъ не слѣдуетъ: найти построеніемъ одну, много три точки, опредѣляющія положеніе и теченіе кривой, требуетъ не много труда и времени. На практикѣ въ передачахъ на чертежахъ переходныхъ линій наблюдается полная непослѣдовательность: встрѣчается и пропускъ этихъ линій и нанесеніе излишнихъ. Такъ какъ переходныя линіи имѣютъ лишь вспомогательное значеніе, то это разнообразіе въ приемахъ изображенія не лишаетъ чертежъ его пракческаго значенія, но тѣмъ не менѣе создаетъ лишнія затрудненія при чтеніи и пониманіи начерченнаго. Приведенное выше правило вноситъ полную опредѣленность и послѣдовательность въ вычерчиваніе переходныхъ линій.

Обычно мѣста переходовъ въ техническихъ формахъ выполняются въ видѣ закругленій, т.-е. имѣютъ профиль дуги круга касательной къ контурамъ обонхъ пересѣкающихся тѣлъ. Все сказанное выше и относится именно къ этимъ простымъ переходамъ. Но бываютъ случаи, когда переходъ отъ одной формы къ другой выполняется по параболѣ или иной кривой; такіе удлиненные переходы не могутъ уже подводиться подъ наше правило: такъ какъ при этомъ приходится говорить уже не о переходныхъ линіяхъ, а о переходныхъ формахъ (поверхностяхъ), то непосредственное распространеніе этого простаго правила на эти случаи, встрѣчаю-

шіеся сравнительно рѣдко, можетъ приводить уже къ уродливому выраженію формъ проекціей.

2. Среднія линіи, оси, или осевыя линіи. При вычерчиваніи въ проекціяхъ деталей машинъ, имѣющихъ форму тѣлъ вращенія или вообще форму тѣлъ, обладающихъ одной или двумя плоскостями симметріи, на всѣхъ проекціяхъ проводятъ такъ наз. среднія или осевыя линіи, представляющія геометрическія оси тѣлъ или слѣды плоскостей симметріи (поставленныхъ всегда перпендикулярно къ плоскости проекціи). При этомъ оси, относящіяся ко всѣму изображаемому предмету, наз. **главными**, въ отличіе отъ второстепенныхъ, относящихся къ деталямъ основной формы или отдѣльнымъ составнымъ частямъ предмета.

Отдѣльныя проекціи одного и того же предмета всегда располагаютъ на листѣ такъ, чтобы главныя оси ихъ лежали на однѣхъ и тѣхъ же прямыхъ, и часто главная ось проводится непрерывно черезъ двѣ (или болѣе) проекціи, тогда какъ второстепенныя оси прерываются вблизи выхода ихъ изъ предѣловъ той части проекціи, къ которой онѣ относятся.

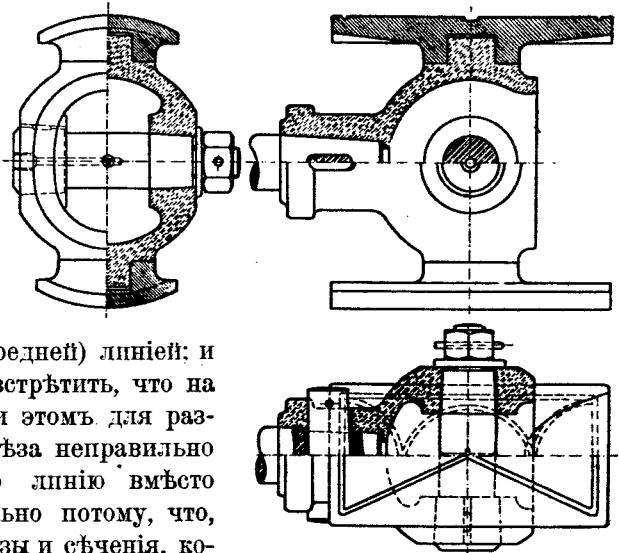
Для отличія среднихъ линій отъ другихъ линій чертежа ихъ проводятъ пунктиромъ, составленнымъ изъ черточекъ и точекъ (см. ф. 5—9); если чертежъ исполняется въ краскахъ, то осевыя линіи проводятся сплошными синими (иногда также красными, что менѣе цѣлесообразно); второстепенныя оси можно проводить такими же линіями, какъ и главныя оси, но болѣе тонко.

Среднія или осевыя линіи являются необходимой принадлежностью машиностроительнаго чертежа: онѣ служатъ основой при вычерчиваніи отдѣльныхъ проекцій, давая имъ необходимую геометрическую связь (см. стр. 6); онѣ необходимы и для правильной и цѣлесообразной постановки цифровыхъ размѣровъ (см. стр. 25).

3. Разрѣзы. Выше было указано, что внутренность предмета можетъ быть пояснена въ проекціяхъ помощью пунктирныхъ контурныхъ линій (см. фиг. 5); но этотъ приѣмъ, за исключеніемъ самыхъ простыхъ случаевъ, имѣетъ лишь подсобное значеніе и для изображенія внутренности предмета обыкновенно прибѣгаютъ къ разрѣзу. Съ этой цѣлью предполагаютъ, что предметъ разрѣзанъ плоскостью, параллельной плоскости проекціи, и часть предмета, находящаяся между глазомъ наблюдателя и сѣкущей плоскостью, удалена; оставшуюся часть предмета проектируютъ обычнымъ порядкомъ. Въ проекціи разрѣза такимъ образомъ долженъ получиться весь видимый контуръ разрѣзанной части предмета, а посредствомъ пунктирныхъ линій по мѣрѣ надобности можетъ быть поясненъ и невидимый контуръ этой части; проекцію площади сѣченія, въ отличіе отъ контура мѣсть, не задѣтыхъ разрѣзомъ, покрываютъ краской или штриховкой (фиг. 10); измѣняя цвѣта красокъ и фасоны штриховокъ, разрѣзами обычно пользуются для обозначенія, между прочимъ, и рода матеріаловъ (см. стр. 34).

Разрѣзы обыкновенно дѣлаются въ главныхъ проекціяхъ предмета; такъ какъ разрѣзъ представляетъ собою въ сущности тотъ же видъ, но только на часть предмета, то во многихъ случаяхъ онъ можетъ вполне замѣнить и видовую проекцію (т.е. видъ полнаго предмета); поэтому примѣненіе разрѣзовъ часто не требуетъ увеличенія числа проекцій, вообще необходимаго для изображенія даннаго предмета. Къ тому же машины и ихъ детали обыкновенно имѣютъ симметричныя формы; плоскости симметріи въ проекціяхъ даютъ среднія линіи, раздѣляющія проекцію на двѣ совершенно одинаковыя половины; въ такихъ случаяхъ уже по одной половинѣ проекціи можно составить представленіе обо всемъ предметѣ и потому достаточно разрѣзать не весь предметъ а только половину его. Такимъ образомъ въ одной проекціи совмѣщаются и видъ, и разрѣзъ предмета (фиг. 10).

При такомъ обычномъ для симметричныхъ формъ приемѣ изображенія обѣ половины проекціи должны раздѣляться только осевой (средней) линіей; и однако не рѣдкость встрѣтить, что на иныхъ чертежахъ при этомъ для раздѣленія вида отъ разрѣза неправильно проводятъ контурную линію вмѣсто осевой. Это неправильно потому, что, во-первыхъ, всѣ разрѣзы и сѣченія, которые мы дѣлаемъ на чертежѣ, суть только условныя и воображаемыя дѣйствія и нельзя поэтому линію раздѣла отождествлять съ дѣйствительно существующей линіей контура; и, во-вторыхъ, раздѣленіе вида и разрѣза средней линіей служитъ непосредственнымъ указаньемъ на то, что предметъ симметриченъ, что другая, не вычерчиваемая, половина проекціи какъ вида, такъ и разрѣза, тождественна съ первой. Замѣна средней линіи контурной при разрѣзѣ половины проекціи, т.е. смѣшеніе воображаемыхъ только-линій и линій, существующихъ въ натурѣ, часто приводитъ начинающихъ къ абсурдному заключенію, вслѣдствіе котораго они и на другихъ проекціяхъ вычерчиваютъ предметъ безъ вырѣзанной четверти его. Во избѣжаніе недоразумѣній, нужно вообще подчеркнуть, что выполненіе разрѣза въ одной проекціи ни къ чему не обязываетъ по отношенію къ остальнымъ проекціямъ даннаго предмета и что разрѣзы въ разныхъ проекціяхъ одного и того же предмета могутъ дѣлаться совершенно независимо другъ отъ друга.

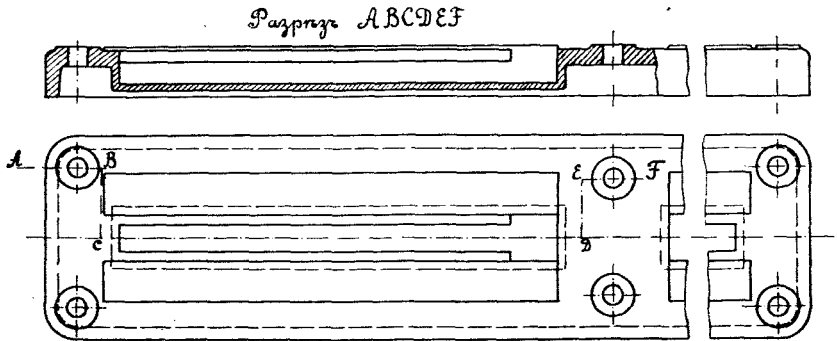


Фиг. 10.

Кромѣ того иногда случается, что половины проекцій вида и разрёза приходится вычерчивать отдѣльно другъ отъ друга (фиг. 33); въ такихъ случаяхъ уже никому не придетъ въ голову замѣнить среднюю линію контурной и обратить такимъ образомъ половину проекціи въ проекцію предмета, представляющаго половину первоначально взятаго. Очевидно, что дѣло не мѣняется, если обѣ половины проекцій начертимъ вмѣстѣ, при общей оси.

Пользованіе половинами проекцій требуетъ нѣкоторой осторожности въ случаяхъ, когда предметъ, при симметричности основной формы, имѣетъ незначительныя детальныя различія въ видѣ мелкихъ приливовъ, установительныхъ винтовъ и т. п.; во избѣжаніе недоразумѣній нужно позаботиться, чтобы всѣ эти мелкія различія, нарушающія полную симметрію формы предмета, были съ несомнѣнностью и полнотой указаны на другихъ проекціяхъ предмета.

Въ большинствѣ случаевъ разрёзы дѣлаются по средней плоскости; слѣдъ плоскости разрёза обыкновенно помѣчается буквами,

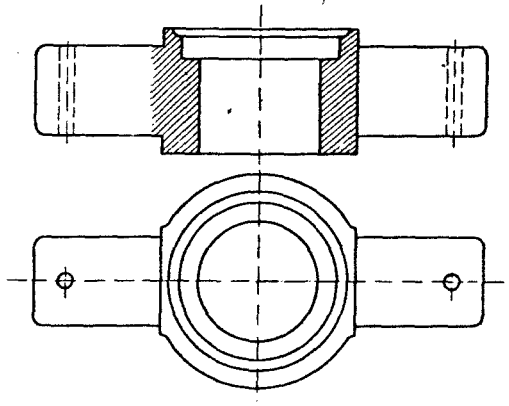


Фиг. 11. Ступенчатый разрёзъ.

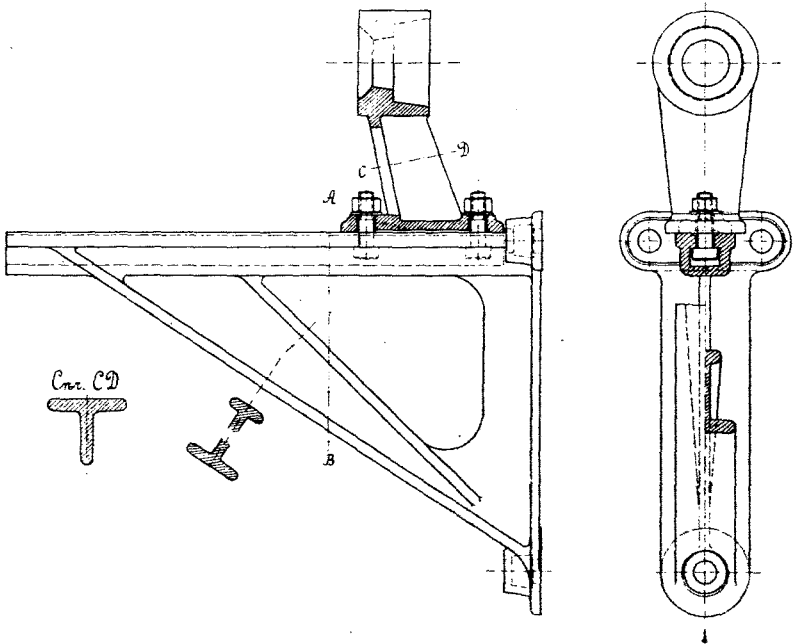
напр., *AB* на фиг. 13, и на проекціи разрёза дѣляется надпись «разрёзъ по *AB*». Такія поясняющія надписи въ простыхъ и само собой понятныхъ случаяхъ часто пропускаютъ; но онѣ становятся необходимыми, если разрёзъ дѣлаютъ не по средней плоскости или когда дѣляется рядъ разрёзовъ даннаго предмета нѣсколькими параллельными плоскостями. Въ последнемъ случаѣ часто въ одной проекціи соединяютъ нѣсколько разрёзовъ, направляя разрёзъ ступенями, какъ показано на фиг. 11; но при этомъ никакихъ слѣдовъ ступеней *BC* и *DE* въ проекціи разрёза не показываютъ, такъ что такой разрёзъ въ проекціи ничѣмъ не отличается отъ разрёза одной плоскостью; ходъ разрёза поясняется ломаной линіей, буквами и надписью какъ на фиг. 11. Слѣды плоскостей разрёза обычно проводятся на чертежѣ такими же линіями, какъ и осевыя (среднія) линіи, т.-е. пунктиромъ изъ черточекъ и точекъ или сплошными синей тушью.

Иногда бываетъ неудобно или просто излишне разрёзать всю половину проекціи, а нужно вскрыть разрёзомъ лишь часть ея (фиг. 12); въ такихъ случаяхъ слѣдуетъ отдѣлять вырѣзку отъ осталь-

ной части проекции неровной линіей, указывающей какъ бы на изломъ въ этой части, но не доводитъ разрѣза до контурной линіи, какъ на фиг. 12 (правая половина проекции); ограниченіе вырѣза линіей контура способствуетъ сбивчивому представленію, что неразрѣзанный контуръ лежитъ за плоскостью разрѣза и не задѣвается ею, чего на самомъ дѣлѣ нѣтъ. Можно также не проводить по краю вырѣза неровной линіи тушью, а просто ограничить неровно площадь заливки краской или штриховки (лѣвая половина фиг. 12). Упомянутое выше неудобство полного разрѣза встрѣчается тогда, когда нѣкоторыя части предмета перерѣзаются по косому направлению, отчего въ разрѣзѣ получились бы для нихъ случайное, а не нормальное поперечное сѣченіе (фиг. 13 и 14).



Фиг. 12. Правая половина — неправильное ограниченіе вырѣза; лѣвая половина правильна.

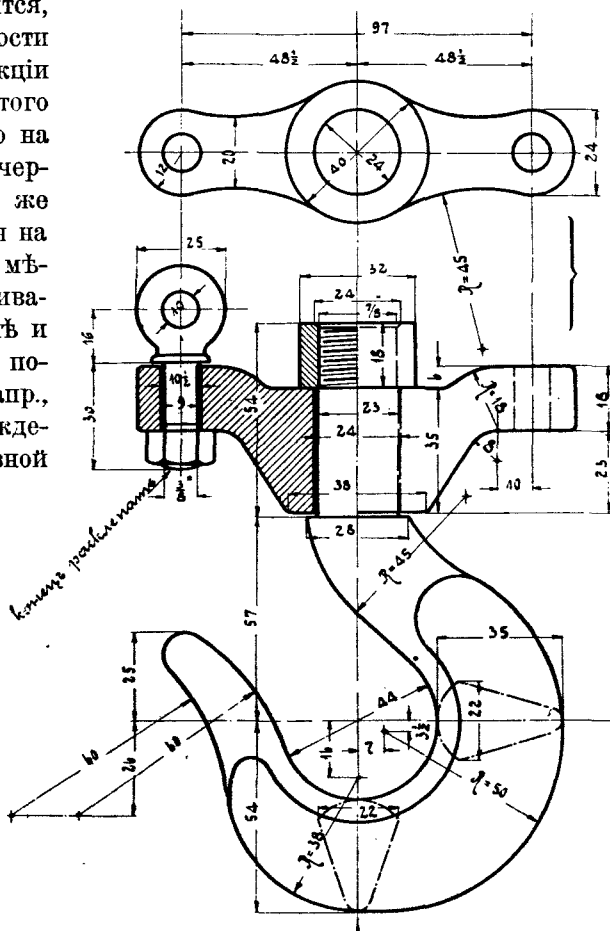


Фиг. 13 и 14. Правая половина фиг. 14 содержитъ косое сѣченіе части кронштейна плоск. АВ, что недопустимо; лѣвая половина указываетъ, какъ надо поступить при желаніи разрѣзать верхнюю часть кронштейна. На фиг. 13 разрѣзаны основаніе и втулка подставки, при чемъ разрѣзъ основанія неправильно ограниченъ контурными линіями (сравни. фиг. 12 и 20).

Такихъ косыхъ сѣченій въ чертежахъ не допускается, поэтому въ такихъ случаяхъ остается или вовсе отказаться отъ разрѣза въ главной проекціи, или, разрѣзавъ часть предмета, прервать разрѣзъ передъ кососрѣзаемою частью (лѣв. пол. фиг. 14) и для послѣдней дать особо ея нормальное поперечное сѣчение (фиг. 13). Такія сѣченія лучше всего помѣщать вблизи главной проекціи той части, къ которой сѣчение относится, при чемъ слѣдь плоскости сѣченія на этой проекціи служить осью для этого сѣченія, повертываемаго на 90° для совмѣщенія съ чертежомъ (фиг. 13). Если же для такого расположенія на чертежѣ не оказывается мѣста, то сѣчение вычерчиваютъ гдѣ-либо въ сторонѣ и при этомъ обязательно поясняютъ надписью, напр., «Сѣч. *CD*», его происхождение, обозначая на главной проекціи слѣдь плоскости *CD*. Часто такія сѣченія прямо накладываютъ на проекцію пересѣченной части (фиг. 15); въ такомъ случаѣ нужно контуръ сѣченія обводить линиями отличными отъ контура проекціи, напр., красной тушью, покрывая площадь сѣченія красной же штриховкой; если же чертежъ отдѣляется безъ красокъ и безъ цвѣтныхъ линий, то обыкновенно ограничиваются только наложеніемъ профиля сѣченія, составляя его линію изъ черточекъ и одной или двухъ точекъ (см. фиг. 15).

Поперечными сѣченіями часто пользуются для выясненія формы отдѣльныхъ частей простыхъ деталей, не требующихъ разрѣзовъ въ главныхъ проекціяхъ (фиг. 15); часто это ведетъ къ уменьшенію числа необходимыхъ проекцій и упрощаетъ чертежъ и работу чертежника.

Относительно примѣненія разрѣзовъ можно замѣтить вообще, что



Фиг. 15.

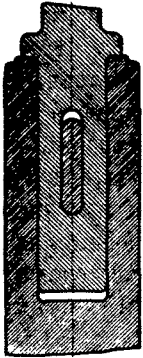
отдѣлка разрѣзовъ на чертежѣ требуетъ отъ чертежника большей затраты труда и времени, чѣмъ отдѣлка видовыхъ проекцій; но, съ другой стороны, разрѣзъ яснѣе, рѣзче и опредѣленнѣе выражаетъ форму предмета, чѣмъ видовая проекція. Онъ легче въ чтеніи, чѣмъ видовая проекція съ пунктирными линиями, поэтому широкое пользованіе разрѣзами является обычнымъ въ машиностроительномъ черченіи. Во всѣхъ болѣе или менѣе сложныхъ чертежахъ и въ особенности при изображеніи предметовъ, составленныхъ изъ нѣсколькихъ отдѣльныхъ деталей, разрѣзы становятся необходимыми; но и въ детальныхъ чертежахъ (см. стр. 48), гдѣ чаще представляется возможность обойтись безъ разрѣзовъ, все-таки разрѣзъ въ большинствѣ случаевъ предпочтительнѣе; скорѣе можно сказать, что слѣдуетъ пользоваться пунктирными (невидимыми) линиями на разрѣзѣ для замѣны ими видовыхъ проекцій, чѣмъ наоборотъ,—дѣлать ихъ на видовой проекціи взамѣнъ разрѣза; къ тому же примѣненіе пунктированныхъ контуровъ требуетъ большой осмотрительности, ибо большое количество пунктировъ всегда вредитъ ясности чертежа.

Въ заключеніе можно сказать, что разрѣзъ, за исключеніемъ лишь самыхъ простыхъ случаевъ, всегда полезенъ на чертежѣ. Откидывая несомнѣнные случаи, слѣдуетъ рекомендовать всѣ сомнѣнія о томъ, нуженъ или не нуженъ разрѣзъ, разрѣшать въ пользу разрѣза; это тѣмъ болѣе необходимо, что среди учащихся обычно наблюдается стремленіе обходиться безъ разрѣзовъ, замѣняя послѣдніе пунктирными линиями на видовыхъ проекціяхъ.

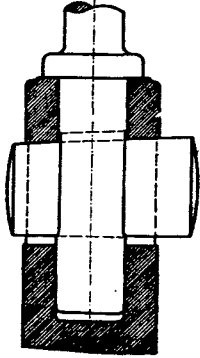
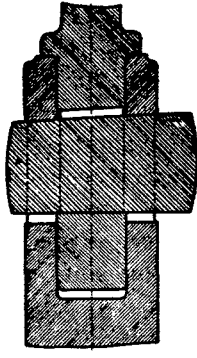
4. Общія правила для разрѣзовъ. При исполненіи разрѣзовъ въ техническихъ чертежахъ примѣняются и нѣкоторыя условности въ приѣмахъ изображенія, которыя являются настолько общепринятыми, что для нихъ не требуется дѣлать на чертежахъ никакихъ особыхъ поясненій; предполагается, что онѣ должны быть извѣстны каждому технику. Относительно приводимыхъ ниже правилъ вообще надо замѣтить, что въ практикѣ и особенно въ атласахъ можно встрѣтить отступленія отъ нихъ; однако всѣ такія отступленія носятъ характеръ случайности и произвола и часто противорѣчатъ другъ другу; поэтому начинающимъ надо рекомендовать строго придерживаться приводимыхъ здѣсь правилъ.

1) Легко понять, что продольные разрѣзы для тѣлъ сплошныхъ (т.-е. безъ пустотъ или выемокъ) будутъ безцѣльны, такъ какъ такимъ разрѣзомъ нечего показывать; все отличіе его отъ видовой проекціи велось бы къ сплошной покраскѣ или штриховкѣ проекціи. Поэтому и для деталей машинъ, имѣющихъ форму сплошныхъ тѣлъ, не дѣлаютъ продольныхъ разрѣзовъ не только въ отдѣльныхъ чертежахъ этихъ деталей, но даже и тогда, когда эти детали, входя въ составъ сложныхъ предметовъ, попадаютъ въ разрѣзъ этого предмета. Во всѣхъ случаяхъ, когда эти подобныя детали пересѣкаются вдоль, онѣ условно не разрѣзываются; для нихъ допустимы и даже въ большин-

ствѣ полезны лишь поперечные разрѣзы. Это касается, главнымъ образомъ, такихъ деталей, какъ заклепки, болты, винты, шурупы, клинья, штоки, оси, валы, тяги и т. п. (фиг. 16 и 17, фиг. 24); сказанное распространяется также на части предмета, имѣющія форму реберъ, (фиг. 18—20), перегородокъ, выступовъ (см. фиг. 24) и т. п., при чемъ эти услов-



Фиг. 16. Неправильный разрѣзь.

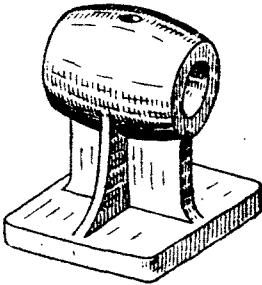


Фиг. 17. Правильный разрѣзь.

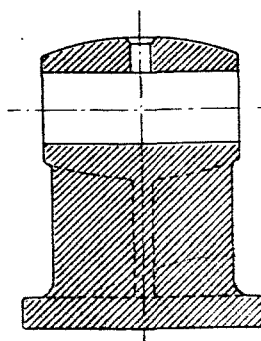
но неразрѣзаемыя части отдѣляются отъ разрѣза контуромъ основной формы предмета, несмотря на то, что онѣ составляютъ съ ней одно цѣлое.

2) Нормальныя гайки и шайбы во всѣхъ разрѣзахъ оставляются неразрѣзанными.

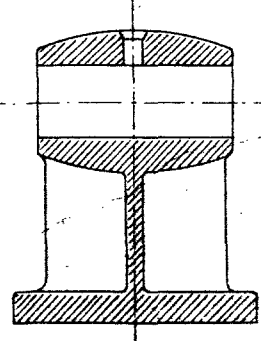
3) На разрѣзахъ шкивовъ, блоковъ и колесъ условно не разрѣзаютъ спицы. Для предметовъ подобной формы разрѣзь дѣлается всегда плоскостью, проходящей черезъ ихъ геометрическую ось, и составляетъ пзъ сѣченій втулки и обода (между спицами) и контура



Фиг. 18.



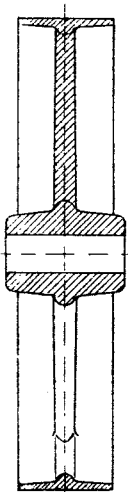
Фиг. 19. Неправильный разрѣзь.



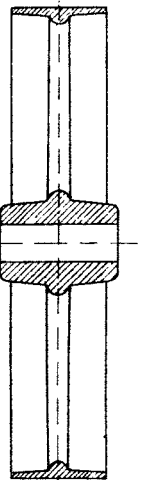
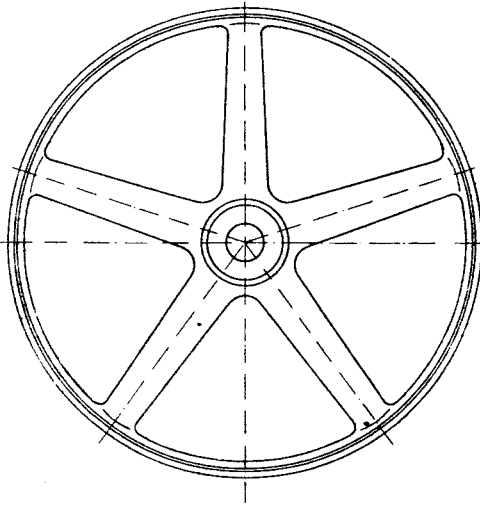
Фиг. 20. Правильный разрѣзь.

оставшейся неразрѣзанной спицы, фиг. 22; при этомъ контуръ спицы изображается независимо отъ ея положенія на главной проекціи (срав. фиг. 21 и 22); точно такъ же поступаютъ при изогнутыхъ спицахъ, при чемъ при спицахъ, изогнутыхъ въ двухъ направле- нійхъ, на разрѣзѣ совершенно пропускаются проекціи спиць, кромѣ тѣхъ, которыя даютъ

контуры ихъ въ плоскости разрѣза (фиг. 23). Для всякаго рода спиць обязательно давать при главныхъ проекціяхъ одно или нѣсколько попереčnýchъ сѣченій спиць (на фиг. 21—23 этихъ сѣченій не показано).



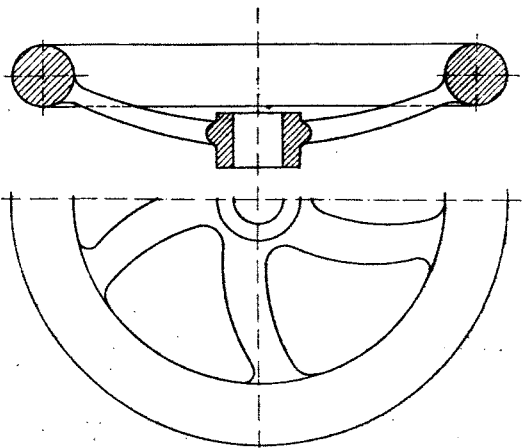
Фиг. 21.



Фиг. 22.

Верхняя половина фиг. 21 даетъ неправильный разрѣзъ по спиць; въ нижней половинѣ фиг. 21 спица спроектирована непосредственно, что неправильно; фиг. 22 даетъ правильный разрѣзъ шкива.

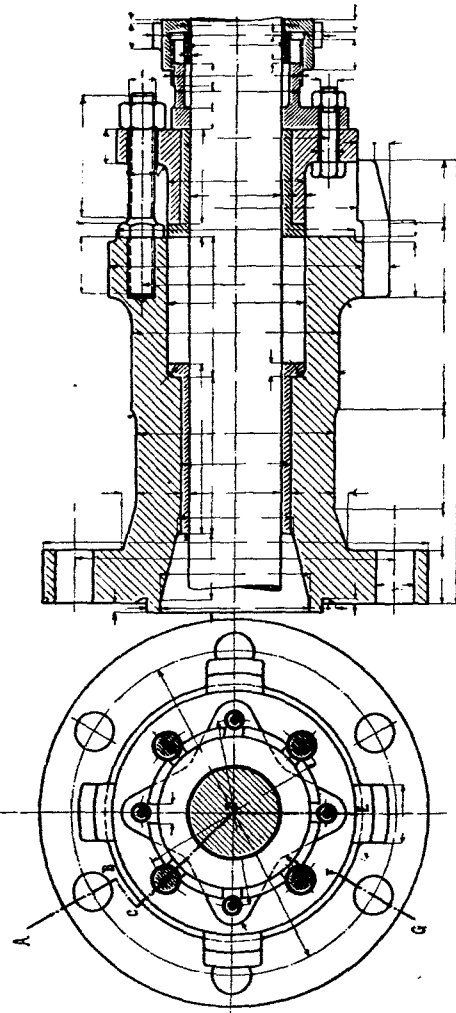
4) Для предметовъ, которые по основной формѣ являются тѣлами вращения, дѣлають разрѣзы меридіанальными плоскостями непараллельными плоскости проекціи, но вычерчиваютъ такой разрѣзъ, повернувъ плоскость его въ положеніе, параллельное плоскости проекціи, фиг. 24. Въ такихъ случаяхъ допустимо также въ одной проекціи совмѣщать разрѣзы нѣсколькими плоскостями и даже сдвигать плоскость разрѣза для части сѣченія, какъ на фиг. 24, т.-е. дѣлать какъ бы ступенчатый разрѣзъ (см. стр. 14). Однако, такой приѣмъ требуетъ все-таки нѣкоторой осторожности и пригоденъ больше для выясненія мелкихъ деталей предмета; ходъ разрѣза слѣдуетъ обозначить на горизонтальной проекціи, какъ сдѣлано на фиг. 24. То, что плоскости разрѣза повернуты



Фиг. 23. Правильный разрѣзъ маховичка.

до положенія параллельнаго плоскости проекціи, подразумѣвается само собою и въ указаніи на чертежѣ не нуждается.

5) Выше было указано (см. стр. 13), что для предметовъ симметричной формы довольствуются вычерчиваніемъ половинокъ проекцій, соединяя вмѣстѣ видъ и разрѣзъ или два разрѣза разными плоско-



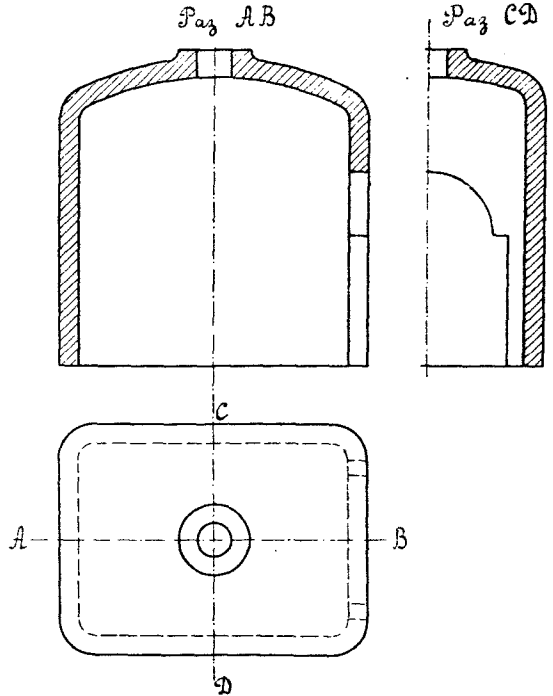
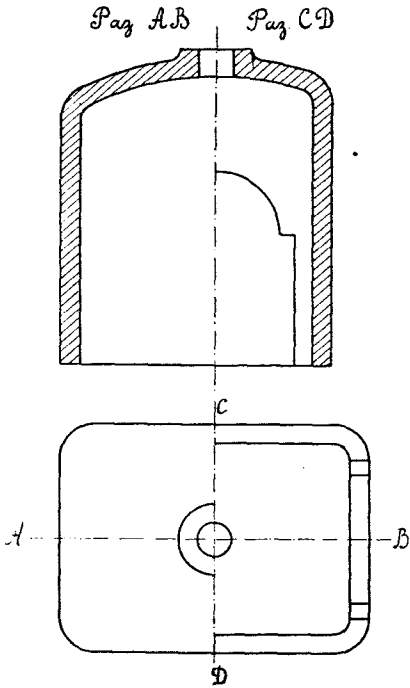
Фиг. 24. Ступенчатый разрѣзъ по ABCDEFG предмета, имѣющаго форму тѣла вращения.

нение долей разрѣзовъ вперемежку съ видами (фиг. 27) и въ такихъ случаяхъ лучше добавить отдѣльную проекцію для разрѣзовъ. Считая половину проекціи, какъ допустимый минимумъ, можно однако при полной симметріи изображаемой формы мириться съ тѣмъ, что нѣкоторая часть такой проекціи по одну сторону оси останется

стями. При этомъ въ обѣихъ половинахъ такой проекціи предметъ долженъ быть спроектированъ по одному направленію и въ одну и ту же сторону; недопустимо, напр., соединеніе вида и разрѣза, спроектированныхъ на разныя плоскости, какъ показано на фиг. 25, гдѣ плоскости проекцій для обѣихъ разрѣзовъ образуютъ въ пространствѣ уголъ въ 90° (однако, это не касается предметовъ съ основной формой тѣла вращения, о разрѣзахъ которыхъ сказано въ п. 4); неправильно также соединеніе въ одной проекціи двухъ видовъ съ противоположныхъ сторонъ, какъ на фиг. 25 внизу. Во всѣхъ такихъ случаяхъ можно ограничиваться вычерчиваніемъ половинокъ проекцій, но не слѣдуетъ соединять ихъ вмѣстѣ, когда такое соединеніе противорѣчитъ правилу взаимнаго расположенія проекцій (см. объ этомъ стр. 41).

Но если половина проекціи (разрѣза или также вида) еще достаточна и обычна на чертежахъ, то дальнѣйшее дробленіе до $\frac{1}{4}$ доли проекціи уже нежелательно, такъ какъ во многихъ случаяхъ это слишкомъ затрудняетъ чтеніе и разборъ чертежа; въ особенности неудобно соеди-

незаконченной; это бывает, напр., когда при данномъ форматѣ чертежа и принятомъ надлежаще крупномъ масштабѣ не помѣщается



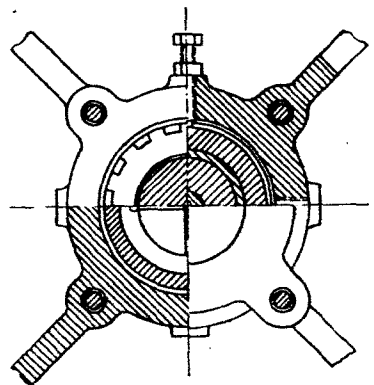
Фиг. 25. Неправильное соединеніе двухъ разрѣзовъ и двухъ видовъ, спроектированныхъ по разнымъ направлениямъ.

Фиг. 26. Правильный чертежъ къ фиг. 25.

какая нибудь небольшая доля такой проекціи. Надо еще замѣтить, что сказанное здѣсь относится только къ *главнымъ* проекціямъ предмета и не касается *частичныхъ* проекцій, добавляемыхъ къ главнымъ въ поясненіе разныхъ мелкихъ деталей предмета.

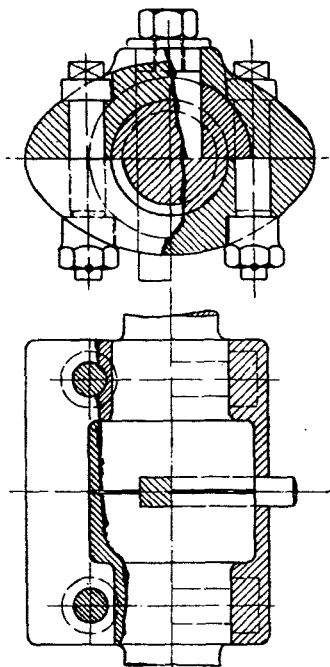
Это же соображеніе—удобство чтенія чертежа—требуетъ осмотрительнаго примѣненія частичныхъ вырѣзовъ (см. стр. 15), огранивая его случаями дѣйствительной необходимости. Эти вырѣзы сообщаютъ проекціи нежелательную погрешность,—неровныя линіи обрѣза безобразятъ внѣшность чертежа (сравните, напр., фиг. 28 и 29).

6) Безусловно недопустимы разрѣзы плоскостями наклонными къ плоскости проекціи (кромѣ случая п. 4) или дающими косыя, а не нормальныя поперечныя сѣченія хотя бы только части предмета (фиг. 13 и 14).

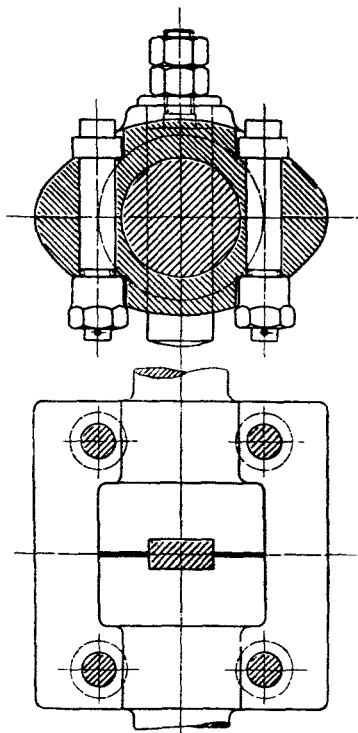


Фиг. 27. Чрезмѣрное дробленіе изображеній въ одной проекціи.

7) Дѣлая разрѣзь, мы всегда предполагаемъ часть предмета передъ плоскостью разрѣза удаленной; если кромѣ разрѣза требуется и видовая проекція удаляемой части (напр., при несимметричной

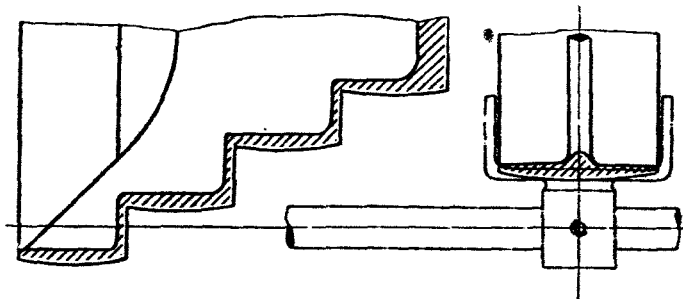


Фиг. 28. Злоупотребленіе част. вырѣзами; неправильное соединеніе двухъ разрѣзовъ.



Фиг. 29. Правильный чертежъ къ фиг. 28.

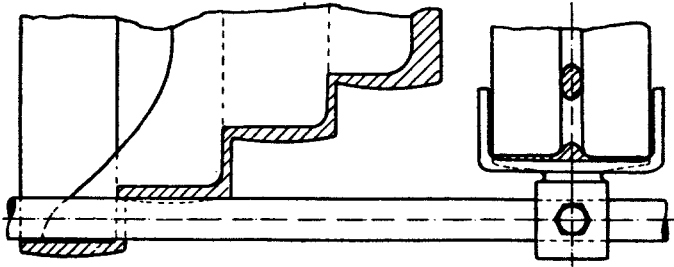
формѣ предмета), то такую приходится дѣлать особо, добавляя къ главнымъ проекціямъ весь видъ или, смотря по обстоятельствамъ, лишь нужную часть его. Въ послѣднемъ случаѣ допускается накладывать видовую проекцію детали непосредственно на разрѣзь, но вы-



Фиг. 30. Условное обозначеніе на разрѣзь контура части, находящейся передъ плоск. разрѣза.

поднять ее обязательно особо отличающимися линиями (обычно пунктиръ изъ черточекъ и одной или двухъ точекъ, какъ на фиг. 30, или

красной тушью); на этот прием слѣдуетъ смотрѣть скорѣе какъ на исключеніе и пользоваться имъ лишь въ крайности, напр., при отсутствіи на листѣ свободнаго мѣста для особой проекціи. Еще большей крайностью является накладываніе одного разрѣза на другой, при

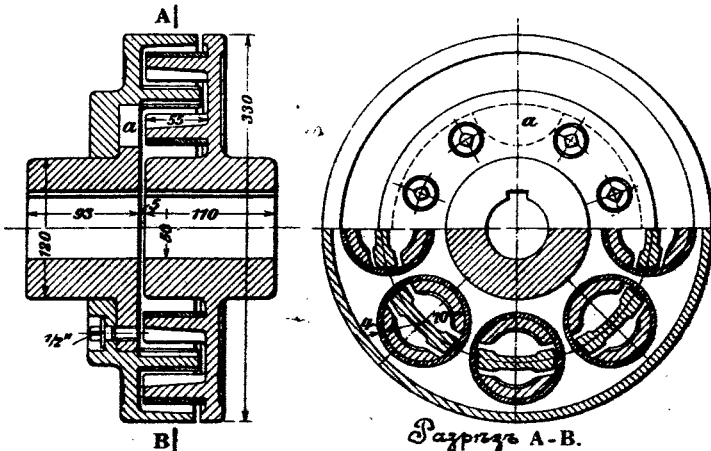


Фиг. 31. Недопустимое закрытіе площади разрѣза проекціей части, находящейся передъ плоскостью разрѣза.

чемъ накладываемый разрѣзъ отличаютъ красными линиями и сѣченія его покрываютъ штриховкой красной тушью.

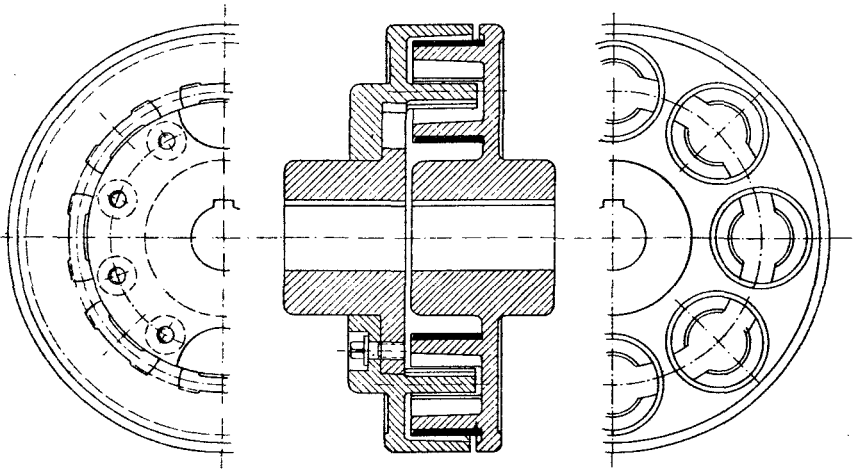
У начинающихъ чертежниковъ приходится встрѣчать закрываніе сѣченій видовой проекціей какой-либо детали, какъ на фиг. 31, что, понятно, является грубой ошибкой.

8) Иногда плоскость разрѣза перерѣзаетъ какую-либо деталь предмета такъ, что остающіяся на разрѣзѣ части ея оказываются безъ связи съ контуромъ проектируемаго разрѣза, фиг. 32. Въ такомъ случаѣ лучше совсѣмъ не вычерчивать такихъ отрѣзковъ, предполагая



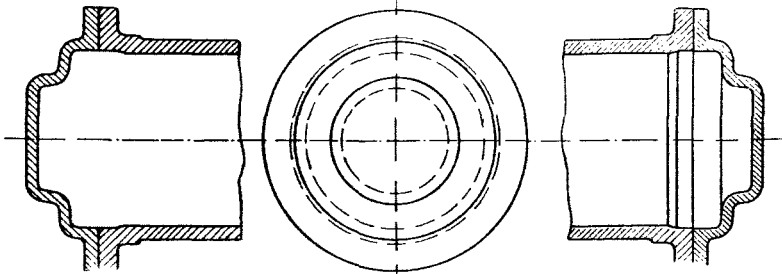
Фиг. 32. Лѣвая половина муфты на разрѣзѣ АВ даетъ сѣченіе кольца и сѣченія выступовъ, не связанныя съ контуромъ разрѣза правой половины.

всю эту деталь снятой. При такихъ обстоятельствахъ часто вмѣсто разрѣза даютъ видъ на внутреннюю часть предмета, предполагая лишь снятой, напр., крышку или вообще деталь, закрывающую эту внутренность, какъ на фиг. 33.



Фиг. 33. Въмѣсто разрѣза по фиг. 32 даны отдѣльно виды на правую и лѣвую половины муфты, что удобнѣе для чтенія.

9) Необходимо отмѣтить особо ошибку, часто встрѣчаемую у начинающих и заключающуюся въ томъ, что они, дѣлая разрѣзъ обычно «не видятъ» и не вычерчиваютъ линій контура, лежащихъ



Фиг. 34. Пропускъ линій контура за разрѣзомъ.

Фиг. 35. Правильный разрѣзъ.

за плоскостью разрѣза (сравните фиг. 34 и 35). Весь контуръ, видимый за разрѣзомъ, какъ правило, долженъ вычерчиваться при разрѣзѣ.

5. Обозначеніе размѣровъ.

Масштабъ чертежей. Машины и ихъ детали изображаются на чертежахъ или въ натуральную величину или же всѣ размѣры ихъ уменьшаются при вычерчиваніи въ опредѣленномъ отношеніи. Это отношеніе вычерчиваемыхъ размѣровъ къ дѣйствительнымъ и называется **масштабомъ** чертежа.

Въ машиностроительныхъ чертежахъ (я разумѣю подъ ними собственно заводскіе рабочіе чертежи) употребляются только масштабы съ уменьшеніемъ въ цѣлое число разъ, т.-е. 1:2, ¹⁾ 1:3, 1:5 и т. д.

¹⁾ Относительно масштаба 1:2 см. замѣчаніе на стр. 49.

Исключеніемъ является лишь встрѣчающійся на нѣкоторыхъ заводахъ масштабъ 2:5.

На каждомъ чертежѣ обязательно обозначается масштабъ надписью, напр., «масштабъ 1:5» или « $\frac{1}{5}$ нат. вел.». Если на листѣ вычерчено отдѣльно нѣсколько деталей машинъ въ разныхъ масштабахъ, то при каждой обозначается ея масштабъ. Линейныхъ масштабовъ на машиностроительныхъ чертежахъ не вычерчиваютъ; самому чертежнику въ нихъ тоже нѣтъ особой надобности, такъ какъ дѣлится въ умѣ длины въ мм. или дюймахъ на цѣлыя простыя числа очень легко.

Цифровые размѣры. На машиностроительныхъ чертежахъ всѣ размѣры изображенныхъ предметовъ должны быть обозначены цифрами въ принятой системѣ мѣръ. Для обозначенія цифровыхъ размѣровъ на чертежѣ проводятся размѣрные линіи, снабженныя по концамъ стрѣлками, опредѣленно указывающимъ, къ какому мѣсту изображеннаго предмета относится данный цифровой размѣръ; цифры размѣра пишутся приблизительно посрединѣ длины размѣрной линіи, гдѣ для этого оставляется промежутокъ (см. фиг. 36—48). Цифры пишутся всегда по направленію размѣрной линіи, но не поперекъ ея, такъ какъ иначе при перекрещивающихся размѣрныхъ линіяхъ трудно было бы различать цифры по принадлежности ихъ къ той или другой линіи; разумѣется, надо писать всѣ цифры такъ, чтобы онѣ читались съ одной стороны чертежа, напр., цифры вертикально или наклонно идущихъ размѣровъ должны читаться всѣ съ правой стороны листа. Размѣрные линіи отличаются отъ прочихъ линій чертежа тѣмъ, что ихъ проводятъ сравнительно тонко, черной или красной тушью, смотря по роду отдѣлки чертежа (см. стр. 72 и 75); стрѣлки же и цифры пишутся всегда черной тушью (или также карандашомъ).

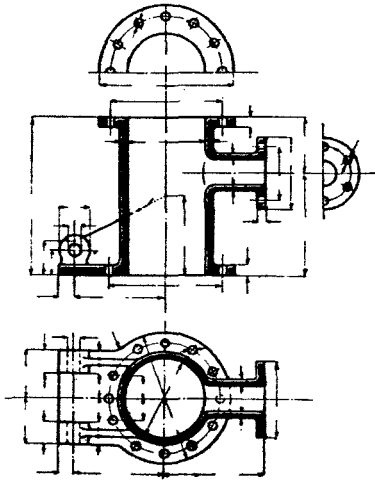
Хотя на машиностроительныхъ чертежахъ всегда обозначается масштабъ, въ которомъ чертежъ исполненъ, тѣмъ не менѣе этимъ не исключается надобность самаго детального обозначенія цифровыхъ размѣровъ; не говоря уже о прочихъ неудобствахъ, непосредственное отмѣриваніе по чертежу не соотвѣтствуетъ той степени точности выполненія, какая требуется въ машиностроительномъ дѣлѣ. Поэтому, какъ правило, руководствомъ для мастерской можетъ служить только цифровой размѣръ и ни въ коемъ случаѣ не масштабный; поэтому отъ чертежника требуется обязательное обозначеніе цифрами всѣхъ размѣровъ, какіе необходимы мастерской для исполненія, и совершенно недопустимо со стороны чертежника думать, что пропущенные имъ размѣры могутъ быть отмѣрены по чертежу.

Простановка цифровыхъ размѣровъ на чертежѣ является чрезвычайно важной и отвѣтственной работой, требующей отъ чертежника внимательнаго и аккуратнаго отношенія къ дѣлу, сосредоточеннаго соображенія и въ извѣстной мѣрѣ знакомства съ ходомъ исполнительныхъ заводскихъ работъ. Такія чисто внѣшнія требованія, какъ четкое и ясное писаніе цифръ, исключаютъ возможность ошибокъ

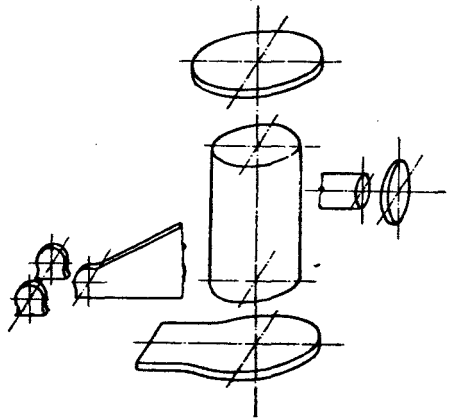
при чтеніи, однообразіе въ порядкѣ письма и величинѣ цифръ, чистота письма само собою понятны; ниже я привожу рядъ указаній, содержащихъ требованія, вытекающія изъ сущности дѣла и самаго назначенія машиностроительнаго чертежа—служить исчерпывающимъ руководствомъ для исполнительныхъ работъ мастерскихъ. Въ отношеніи къ обозначенію размѣровъ, въ характерѣ этихъ требованій можно отмѣтить двѣ стороны:

1) геометрическую, требующую, чтобы проставленные на чертежѣ размѣры съ необходимой и достаточной полнотой опредѣляли форму изображеннаго предмета, и

2) техническую, требующую, чтобы разбивка проставляемыхъ размѣровъ отвѣчала потребностямъ мастерскихъ, чтобы рабочій всѣ нужные ему размѣры могъ прямо прочесть на чертежѣ безъ надобности дѣлать какіе-либо подсчеты, вродѣ сложенія, вычитанія и т. п.



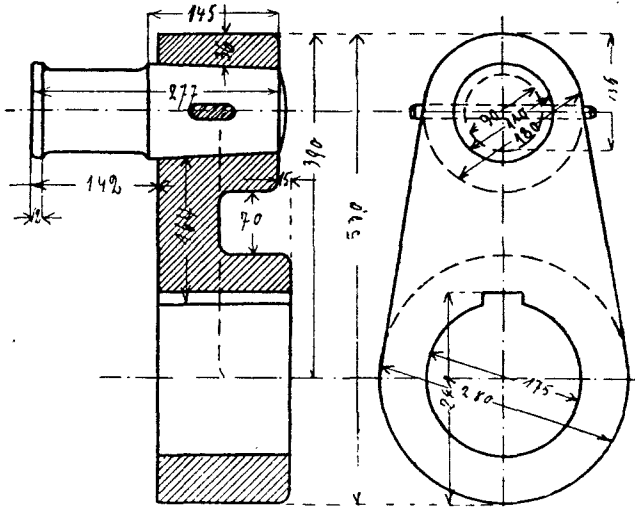
Фиг. 36.



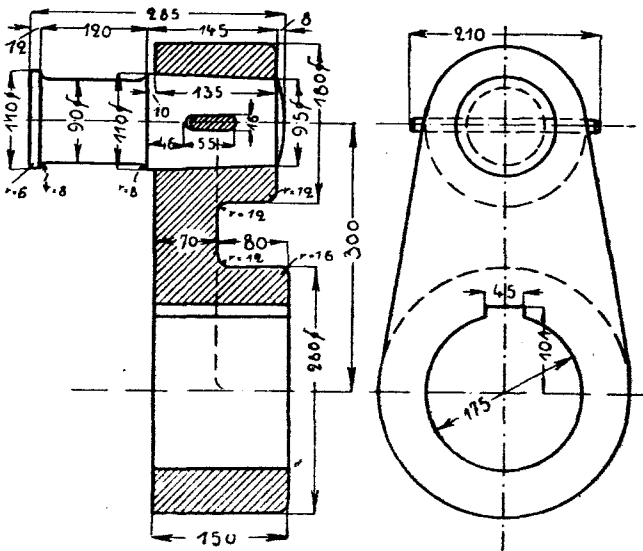
Фиг. 37.

Первая сторона дѣла понятна и доступна каждому начинающему она требуетъ отъ него лишь вдумчивости и нѣкоторой работы воображенія; для облегченія этой послѣдней очень полезно сразу приучить себя къ опредѣленной системѣ, для чего надо поступать такъ: расчленивъ форму предмета на геометрически простые элементы и опредѣлять размѣрами каждый элементъ отдѣльно; фиг. 37 иллюстрируетъ на простомъ примѣрѣ для чертежа по фиг. 36 тотъ процессъ, который при этомъ долженъ происходить въ головѣ чертежника; къ намѣченнымъ такъ частнымъ размѣрамъ отдѣльныхъ частей нужно затѣмъ добавить общіе размѣры предмета и дѣло можно считать законченнымъ. По окончаніи постановки размѣровъ всегда слѣдуетъ спокойно и послѣдовательно проконтролировать себя, всѣ ли части предмета достаточно опредѣлены, сходятся ли общіе размѣры съ частными и пр.; такой контроль всегда необходимъ.

Съ геометрической точки зрѣнія безразлично, какіе изъ размѣровъ предмета будутъ указаны на чертежѣ цифрами, лишь бы они



Фиг. 38. Несоответствіе п. 1) и 3) правилъ; неправильная проводка размѣрныхъ линій для обозначенія размѣра діаметровъ; полное несоответствіе съ техническими и даже съ геометрическими требованіями.



Фиг. 39.

съ достаточной полнотой опредѣляли форму всѣхъ частей предмета. Понятна каждому и чрезвычайная важность этой стороны дѣла, такъ какъ при пропускѣ геометрически необходимыхъ размѣровъ чертежъ

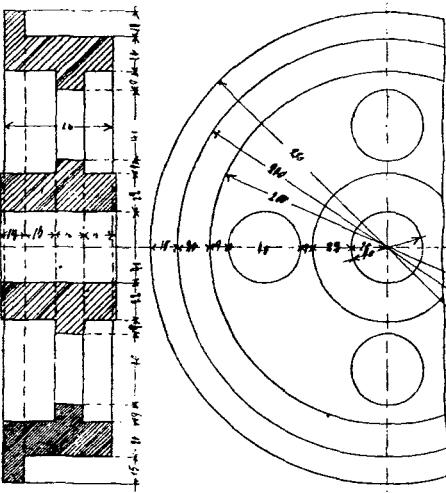
утрачиваетъ опредѣленность и непригоденъ для заводской работы. Но не менѣ важна и технически правильная простановка цифровыхъ размѣровъ; эта сторона дѣла обуславливаетъ, во - первыхъ, извѣстный выборъ проставляемыхъ на чертежѣ размѣровъ и, во-вторыхъ, обозначеніе лишнихъ противъ геометрически необходимыхъ размѣровъ. Такъ какъ техническія требованія мало понятны учащимся, то необходимо нѣсколько пояснить и особо подчеркнуть ихъ существенное значеніе. Обычно отъ учащихся услышать такое возраженіе: для чего добавлять тотъ или другой лишній (противъ геометрически необходимаго) размѣръ, когда его можно легко подсчитать по имѣющимся на чертежѣ размѣрамъ; правда, такое возраженіе какъ будто естественно, и такой подсчетъ продѣлать дѣйствительно нетрудно, сидя съ карандашомъ въ рукахъ въ спокойной обстановкѣ чертежной. Но совсѣмъ не то положеніе въ обстановкѣ заводской мастерской: тамъ все вниманіе рабочаго поглощено его прямымъ дѣломъ, и самая работа идетъ съ особой напряженностью, ибо для него всегда «время — деньги». При такихъ условіяхъ, дѣлая въ умѣ даже самый простой ариѳметическій подсчетъ для полученія размѣра, котораго на чертежѣ прямо не обозначено, чрезвычайно легко впасть въ невольную ошибку, которая потомъ въ спокойномъ состояніи и самому рабочему будетъ казаться невѣроятной, но работа тѣмъ не менѣе будетъ испорчена и часто непоправимо. Поэтому-то технически правильная и достаточно полная простановка цифровыхъ размѣровъ необходима для надлежащей и безостановочной работы мастерскихъ, иначе неизбежны потеря времени и даже худшія послѣдствія. Тѣ же послѣдствія конечно простекаютъ и отъ ошибокъ, допущенныхъ самимъ чертежникомъ при обозначеніи цифровыхъ размѣровъ или даже просто только отъ неряшливаго и нечеткаго письма цифръ. Поэтому можно сказать вообще: **отчетливое, безусловно вѣрное, геометрически полное и технически правильное обозначеніе на чертежѣ цифровыхъ размѣровъ представляетъ чрезвычайно важную и ответственную задачу чертежника.**

Технически правильное обозначеніе цифровыхъ размѣровъ требуетъ отъ чертежника знакомства съ ходомъ заводскихъ работъ и для учащихся, естественно, представляетъ наибольшія затрудненія; чтобы вполне освоиться съ этой задачей, нужна собственная заводская практика, здѣсь же возможно дать лишь указанія общаго характера, которыя до нѣкоторой степени могутъ восполнить этотъ пробѣлъ у учащихся и которыя поэтому предлагаются имъ къ неуклонному руководству.

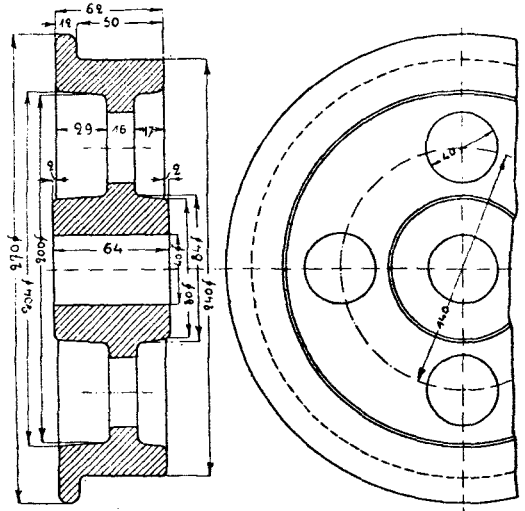
При простановкѣ цифровыхъ размѣровъ слѣдуетъ руководствоваться слѣдующими общими соображеніями:

1) Координировать (относить) размѣры къ среднимъ линіямъ (линіямъ симметріи), фиг. 38 и 39; при размѣткѣ вчернѣ заготовленной детали подъ обработку на станкахъ прежде всего наносятся на

ней эти среднія линии и отъ нихъ уже откладываются затѣмъ всѣ размѣры; если, кромѣ главныхъ осей, предметъ имѣетъ еще второстепенныя (частичныя линии симметріи), то обязательно даются раз-



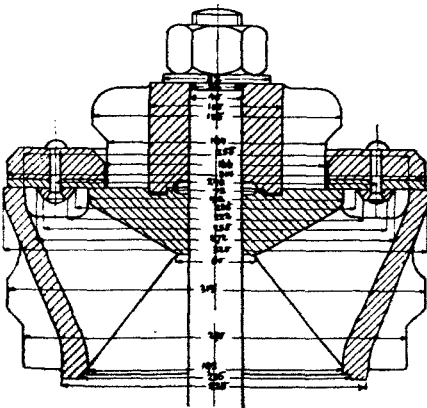
Фиг. 40. Несоответствие п. 1), 3), 4) и 5) правилъ. Нечеткое письмо и пр.



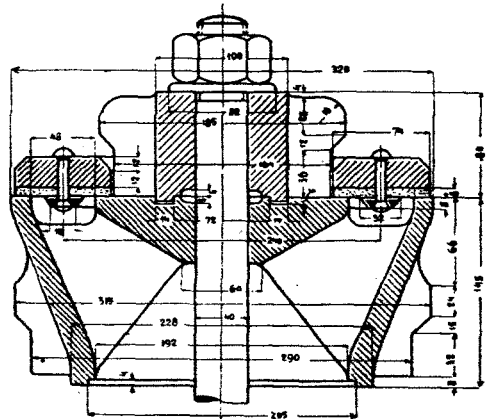
Фиг. 41.

стоянія между осями, а размѣры группируются около разныхъ осей по принадлежности.

2) Показывать всегда размѣръ діаметра, а не радіуса, такъ какъ въ мастерскихъ измѣряютъ кронциркулемъ діаметры; радіусы пока-



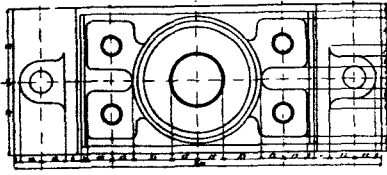
Фиг. 42.



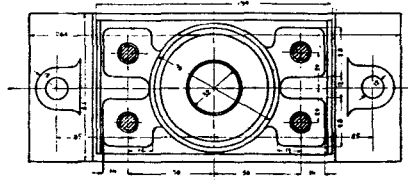
Фиг. 43.

зываютъ только для закругленій и частей окружности, но не для полныхъ окружностей. Не слѣдуетъ ставить также половинокъ размѣровъ, когда, напр., вычерчивается не вся проекція, а только половина ея; въ такихъ случаяхъ нельзя закончить всей размѣрной линіи и ее

просто проводить за среднюю линию, не заканчивая ее, и ставить полный размер, но не половину его, а также диаметр, но не радиус. Иногда в таких случаях для обозначения диаметра употребляют



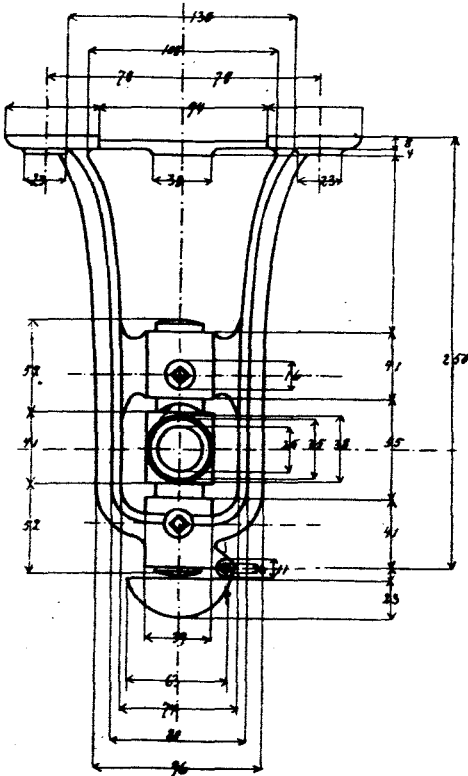
Фиг. 44.



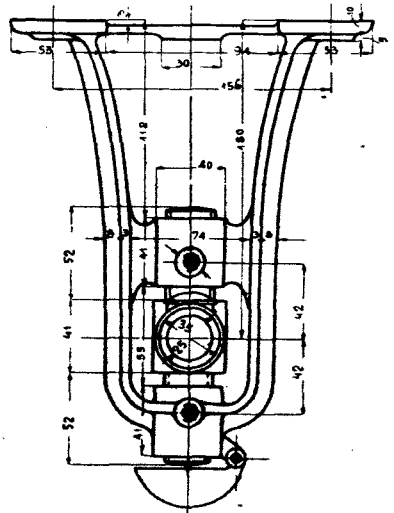
Фиг. 45.

особый значек, помещаемый перед или после цифры размера (как на фиг. 39 и 41).

3) Не ставить таких размеров, которые не могут быть отмерены в натуре (фиг. 38, размер 135). Это случается тогда, когда чертежник не дает себе труда перенестись в положение рабочего, которому придется откладывать размеры



Фиг. 46.



Фиг. 47.

Фиг. 46—чрезмерное количество выносок к размерам; фиг. 47—правильное размещение цифровых размеров.

с чертежа при разметке в натуре: как может он, например, воспользоваться размерами 14 и 15 (внутри втулки) на фиг. 40?

4) Не писать размеры на самых средних линиях (фиг. 42), не пользоваться средними или контурными линиями, как размер-

ными (фиг. 40), а равно не проводить размѣрныя линіи слишкомъ близко къ контурнымъ и среднимъ линіямъ (фиг. 44).

5) Помѣщать размѣрныя линіи по возможности на самыхъ проекціяхъ, поблизости отъ мѣста, къ которому размѣръ относится, не нагромождать много размѣровъ въ одномъ мѣстѣ, а распределять ихъ равномерно по всей проекціи.

6) Когда чертежъ очень сложенъ и размѣровъ слишкомъ много, то, чтобы не затемнять проекцій, слѣдуетъ часть размѣровъ помѣщать не на проекціи, а выносить въ сторону, поясняя пунктирными линіями къ стрѣлкамъ, куда размѣръ относится; выносками во всякомъ случаѣ не слѣдуетъ злоупотреблять (фиг. 46 и 47).

7) Не ставить излишне много размѣровъ или сосредоточивать всѣ размѣры на одной-двухъ проекціяхъ, оставляя остальные чистыми отъ цифровыхъ размѣровъ. Проекцій безъ цифровыхъ размѣровъ на рабочихъ заводскихъ чертежахъ не бываетъ, хотя бы уже потому одному, что, при теоретической возможности обозначить всѣ размѣры на двухъ проекціяхъ, это практически неудобно, такъ какъ затрудняетъ ориентировку въ размѣрахъ при чтеніи чертежа и кромѣ того слишкомъ затемняетъ проекцію, загроможденную размѣрами.

Относительно «излишне многихъ» размѣровъ надо оговориться, что подъ ними разумѣются дѣйствительно лишніе, ни къ чему ненужные размѣры, но это не касается повторенія нѣкоторыхъ размѣровъ на нѣсколькихъ проекціяхъ. Напротивъ того, главные, основные и характерные для данной детали размѣры (напр., для подшипниковъ — діаметръ и длина вкладышей, высота центра, для подвѣсокъ — вылеты, для вентиляей — діам. прохода и длина и т. п.) должны быть повторены на всѣхъ проекціяхъ, такъ же какъ и размѣры, относящіеся къ мѣстамъ соединенія данной детали съ другими деталями, и пр. Повтореніе размѣра на двухъ проекціяхъ можетъ быть иногда необходимо и для облегченія чтенія чертежа, на которомъ вѣдь не дается проектирующихъ линій, обнаруживающихъ геометрическую связь между проекціями; поэтому въ сложныхъ чертежахъ умѣстно повторенный размѣръ сразу облегчаетъ восстановление этой связи въ воображеніи лица, читающаго чертежъ. Отнюдь не излишне показывать общій размѣръ, дающій сумму ряда частныхъ (на фиг. 39 и 43); это необходимо и для облегченія пользованія при промѣрѣ въ натурѣ и для контроля правильности и точности разбивки частичныхъ размѣровъ.

Въ заключеніе нельзя не признать, что **нѣкоторый избытокъ цифровыхъ размѣровъ лучше, чѣмъ недостатокъ ихъ**; послѣдній дѣлаетъ чертежъ непригоднымъ для мастерскихъ, первый же при тщательной и аккуратной отдѣлкѣ чертежа нисколько не роняетъ цѣнности чертежа.

8) обычной ошибкой у начинающихъ является обозначеніе размѣровъ до мѣстъ перехода (переходныхъ линій, см. стр. 9), какъ

требований уже само по себѣ опредѣляетъ и переходныя линіи (т. е. линіи пересѣченія геометрическихъ формъ), такъ что какіе-либо особые размѣры для нихъ становятся излишними; въ натурѣ эти линіи также получаютъ сами собой и въ промѣрахъ не нуждаются. Промѣры отъ мѣстъ или въ мѣстахъ перехода въ натурѣ не могутъ быть сдѣланы точно, потому что техническія формы всегда имѣютъ въ мѣстахъ перехода скругленные пояски (закругленія).

Вышеизложенное требуетъ однако оговорки въ томъ смыслѣ, что ошибочными должны считаться размѣры или лишніе, или поставленные въ обходъ обоихъ вышеуказанныхъ требований; но часто случается, что одному изъ этихъ требований и нельзя удовлетворить иначе, какъ давъ размѣръ въ мѣстѣ перехода (размѣръ 23 сѣч. мм на фиг. 48) или до мѣста перехода (размѣръ 588 на фиг. 48); въ такихъ случаяхъ, обозначая подобный размѣръ, обязательно исключить изъ него величину округленія, т. е. давать размѣръ такъ, какъ если бы округленія совсѣмъ не было, для чего необходимо продолжить тонкимъ пунктиромъ контуры пересѣкающихся тѣлъ (см. на фиг. 48) и отнести размѣръ къ геометрической линіи пересѣченія; величину же округленія обозначить отдѣльно, указавъ его радіусъ. Только что сказанное распространяется вообще на всякія округленія; величина округленій всегда обозначается путемъ указанія ихъ радіусовъ и никогда не включается въ счетъ общихъ размѣровъ предмета.

Сказанное въ п. 8) должно быть хорошо усвоено учащимися; если они будутъ неуклонно слѣдовать подчеркнутымъ здѣсь двумъ основнымъ требованіямъ, то можно съ увѣренностью сказать, что въ ихъ работахъ не встрѣтятся такихъ цифровыхъ размѣровъ, которые каждому технику неминуемо должны показаться «дикими».

9) Для предметовъ пустотѣлыхъ, кромѣ размѣровъ геометрически необходимыхъ, обычно указываютъ и размѣръ толщины стѣнокъ.

10) Для болтовыхъ отверстій, расположенныхъ на равныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга на круглыхъ фланцахъ (фиг. 65—67) всегда проводятъ окружность центровъ болтовъ и ставятъ размѣръ ея діаметра; этотъ размѣръ + размѣръ діаметра болтового отверстія при этомъ вполне опредѣляютъ всѣ эти отверстія. Если же разстоянія между отверстіями неодинаковы или положеніе отверстій по отношенію къ главнымъ осямъ детали не безразлично, то приходится проводить обычныя оси черезъ центры отверстій и обозначать разстоянія ихъ до главныхъ осей.

11) Относительно единицы мѣръ, въ которыхъ выражены цифровые размѣры, дѣлается общее указаніе на листѣ надписью, напр. «размѣры въ мм.», при цифрахъ же размѣровъ никакихъ указаній не дѣлаютъ. Когда размѣры выражаютъ въ мм., что теперь становится обычнымъ, то при этомъ все-таки обозначаютъ въ дюймахъ внѣшніе діаметры нарѣзки болтовъ (см. стр. 56); и въ большинствѣ случаевъ въ дюймахъ же даютъ шагъ прямоугольной (вообще лен-

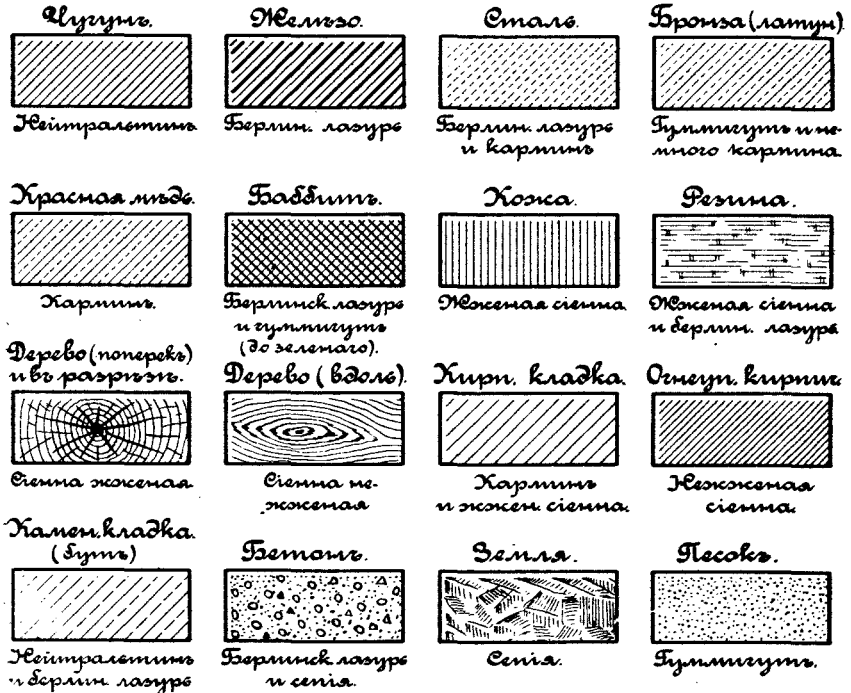
точной) наръзки; то, что эти размѣры даны въ дюймахъ, отличаютъ особымъ значкомъ (см. размѣры болта на табл. I).

12) Цифры размѣровъ, независимо отъ масштаба, въ которомъ вычерченъ чертежъ, всегда должны указывать дѣйствительныя, натуральныя длины, а не сокращенныя масштабомъ. Въ машиностроительныхъ чертежахъ дробныя доли мм. округляются до цѣлыхъ мм. (въ видѣ исключенія можно встрѣтить 0,5 мм.), а дюймы идутъ съ $\frac{1}{8}$ и $\frac{1}{16}$ долями (но не десятичными); $\frac{1}{32}$ дюйма встрѣчается рѣдко, напр., въ обозначеніи толщины желѣзныхъ листовъ и проволоки.

6. Обозначеніе матеріаловъ. На машиностроительныхъ чертежахъ указывается также родъ матеріала, изъ котораго должны быть изготовлены изображенныя на чертежѣ части.

Выше было упомянуто, что сѣченія частей на разрѣзахъ покрываются ровнымъ слоемъ краски или заштриховываются дабы отличить разрѣзъ отъ видовой проекціи; но разрѣзомъ вмѣстѣ съ тѣмъ можно воспользоваться и для обозначенія матеріала, если присвоить каждому роду матеріала извѣстный цвѣтъ краски или фасонъ штриховки. Такое условное обозначеніе рода матеріаловъ на разрѣзахъ является обычнымъ и общераспространеннымъ приѣмомъ, хотя и не наблюдается строго однообразнаго примѣненія условныхъ цвѣтовъ и штриховокъ. На фиг. 49 приведены указанія красокъ и фасоновъ штриховокъ для главныхъ матеріаловъ; что касается указанныхъ здѣсь цвѣтовъ красокъ, то ихъ, по крайней мѣрѣ для наиболѣе важныхъ матеріаловъ, каковы: чугунъ, желѣзо, сталь, бронза, дерево и пр., можно считать достаточно твердо установленными и общепринятыми; что же касается фасона штриховокъ, то въ нихъ встрѣчается большее разнообразіе, такъ что, напр., почти въ каждомъ конструктивномъ атласѣ авторы дѣлаютъ спеціальныя указанія принятыхъ ими условныхъ штриховокъ. То же самое надо сказать и относительно второстепенныхъ, рѣже примѣняемыхъ матеріаловъ, каковы свинецъ, никель, резина, эбонитъ, стекло и пр.; для нихъ какъ въ краскахъ, такъ и въ фасонѣ штриховокъ уже вовсе нѣтъ однообразія.

Вслѣдствіе вышесказаннаго часто приходится для обозначенія матеріала на чертежахъ прибѣгать и къ надписямъ, помѣщая послѣднія на самыхъ проекціяхъ въ подходящемъ мѣстѣ; примѣняясь къ практикѣ рабочихъ заводскихъ чертежей, на такія надписи нужно смотрѣть скорѣе, какъ на исключенія и дѣлать ихъ только въ случаяхъ дѣйствительной необходимости, а именно: 1) когда приходится обозначать второстепенные, рѣдко употребляемые матеріалы или вновь вводимые; 2) когда требуется отмѣтить особый сортъ даннаго матеріала, напр., «фосфористая бронза», «никелевая сталь», «ковкій чугунъ» и когда, слѣдовательно, обычнаго чертежнаго обозначенія недостаточно; 3) когда изображаемая деталь на столько проста, что для выясненія ея формы нѣтъ нужды дѣлать разрѣза этой детали;

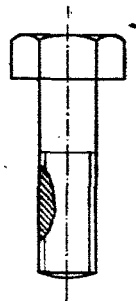


Фиг. 49. Цвѣта красокъ и фасыны штриховокъ для условнаго обозначенія рода матеріаловъ на чертежахъ.

дѣлать же разрѣзъ только для указанія матеріала и тѣмъ усложнять чертежную работу не стоитъ, такъ какъ проще указать матеріалъ надписью; 4) когда площадь сѣченія очень узка (напр. сѣченія трубъ, желѣз. балокъ, прокладокъ и т. п.); это дѣлаетъ различеніе штриховокъ невозможнымъ, а цвѣтъ краски блѣднымъ и малозамѣтнымъ и поэтому прибѣгаютъ къ заливкѣ такихъ сѣченій тушью, а матеріалъ указываютъ надписью.

Къ нецѣлесообразнымъ и неправильнымъ приемамъ обозначенія матеріала слѣдуетъ отнести:

1) «вырѣзки» или «выломки», дѣлаемые на видовыхъ проекціяхъ деталей и покрываемыя краской или штриховкой, указывающей матеріалъ (фиг. 50); эти вырѣзки, которыя можно уподобить красочнымъ кляксамъ, довольно часто встрѣчаются въ школьныхъ чертежахъ, но въ заводскихъ ихъ не бываетъ; онѣ только пестрятъ чертежъ и портятъ его внѣшность. Надо стараться показать матеріалъ на поперечномъ сѣченіи детали или же прибѣгнуть къ обозначенію надписью.



Фиг. 50.

2) обводку цвѣтными кантами контура видовой проекціи деталей; при условіи аккуратнаго выполненія, это прежде всего довольно кропотливая работа, едва ли много способствующая отчетливости и вы-

разительности чертежа, а скорѣе придающая ему непріятную для глаза пестроту; при недостаточно аккуратномъ выполненіи такая кантовка будетъ уже прямо безобразить чертежъ. Въ заводской практикѣ кантовка красками видовыхъ проекцій не встрѣчается; но въ параллель съ ней можно поставить довольно часто практикующуюся заливку ровнымъ слоемъ краски соответственныхъ цвѣтовъ всей площади видовой проекціи деталей; такая заливка дѣлается однако только на чертежахъ общаго вида машинъ и цѣлыхъ установокъ, въ которыхъ проекціи выполняются обычно безъ разрѣзовъ и въ маломъ масштабѣ; такая отдѣлка подобныхъ чертежей легче сама по себѣ и требуетъ меньше времени, чѣмъ кантовка и въ то же время, будучи выполнена слабо разведенными красками, не рѣжетъ глазъ и способствуетъ лучшему выдѣленію отдѣльныхъ деталей сложной видовой проекціи.

Во избѣжаніе недоразумѣній слѣдуетъ замѣтить, что на чертежахъ (планахъ) общаго вида трубопроводовъ встрѣчается заливка разными красками не съ цѣлью обозначенія матеріала отдѣльныхъ вѣтвей трубъ, но для указанія ихъ назначенія, что и поясняется обычно особой табличкой условныхъ цвѣтовъ.

Наконецъ, указанія на родъ матеріала на рабочихъ заводскихъ чертежахъ дѣлаются еще въ такъ наз. спецификаціяхъ или перечняхъ частей, прилагаемыхъ къ чертежу (см. на табл. I); такія спецификаціи обычно помѣщаются на самомъ чертежѣ, но онѣ ни въ какомъ случаѣ не исключаютъ надобности въ обозначеніи матеріала на самыхъ проекціяхъ; спецификаціи предназначаются собственно не для мастеровъ, а скорѣе для потребностей лицъ вспомогательнаго заводскаго персонала, напр., магазинеровъ, монтеровъ и т. п.; мастеру же часто нѣтъ надобности заглядывать въ спецификацію и онъ во всякомъ случаѣ все необходимое для исполненія, а слѣдовательно и указаніе рода матеріала долженъ имѣть на самыхъ проекціяхъ частей машины.

7. Обозначеніе обработки. Части машинъ, послѣ отливки или отковки ихъ, подвергаются обработкѣ на станкахъ; обработкѣ можетъ подлежать или вся поверхность детали (обработка кругомъ) или же только нѣкоторыя мѣста детали; въ иныхъ же случаяхъ деталь поступаетъ въ дѣло «вчернѣ», т.-е. безъ всякой обработки. При обработкѣ рѣзущее орудіе станка снимаетъ съ поверхности детали слой матеріала; поэтому при заготовкѣ детали, въ мѣстахъ ея поверхности, подлежащихъ обработкѣ, долженъ быть сдѣланъ «припускъ» матеріала на обработку, т.-е. предусмотрѣнно извѣстное увеличеніе размѣровъ вчернѣ противъ тѣхъ, которые деталь должна имѣть въ чистомъ видѣ. Цифровые размѣры, обозначаемые на чертежахъ, всегда даютъ размѣры деталей «въ чистотѣ», т.-е. именно тѣ размѣры, съ которыми данная деталь должна быть окончательно выпущена изъ мастерскихъ, независимо отъ того подлежить ли она обработкѣ кругомъ или только мѣстами, или же оставляется вовсе безъ обработки на станкахъ. Вели-

чина «припуска» на обработку лежитъ обычно на обязанности мастера, точно такъ же какъ и припускъ на усадку при изготовленіи моделей для деталей, выполняемыхъ посредствомъ отливки изъ чугуна, стали или бронзы; чертежнику или, точнѣе, конструктору приходится всегда имѣть въ виду и указывать на чертежѣ только тѣ размѣры, которые деталь должна имѣть въ совершенно готовомъ видѣ. Но на обязанности чертежника лежитъ указаніе на чертежѣ тѣхъ мѣстъ деталей машинъ, которыя подлежатъ обработкѣ на станкахъ, а въ иныхъ случаяхъ также и качества и степени точности обработки или взаимной пригонки частей. Наиболѣе распространенный приемъ обозначенія мѣстъ, подлежащихъ обработкѣ, заключается въ слѣдующемъ: рядомъ съ лишней контура, дающей профиль мѣста, подлежащаго обработкѣ, проводятъ линію краснымъ инкомъ (иногда краснымъ карандашомъ), сплошную или пунктирную (изъ однѣхъ черточекъ); эта красная линія проводится совсѣмъ близко къ контуру и притомъ съ наружной стороны детали; въ тѣхъ случаяхъ, когда линія контура является мѣстомъ стыка двухъ отдѣльныхъ деталей (на чертежахъ «въ сборѣ»), то красныя линіи обработки проводятъ по обѣ стороны контура стыка, соотвѣтственно поверхностямъ обработки каждой детали.

Нѣкоторые авторы рекомендуютъ снабжать контуры профиля мѣстъ, подлежащихъ обработкѣ, вмѣсто вышеуказанныхъ красныхъ линій, рядомъ крестиковъ $\times\times\times\times$, другіе—волнистой линіей $\sim\sim\sim\sim$, дѣлаемыхъ также краснымъ инкомъ; какъ мотивъ въ пользу такого обозначенія приводится то соображеніе, что крестики замѣтнѣе и не могутъ быть смѣшиваемы съ разнаго рода измѣненіями (вариантами), иногда показываемыми на чертежахъ также въ красныхъ линіяхъ; однако первый приемъ, т.-е. проводка сплошныхъ или пунктирныхъ красныхъ линій, все-таки предпочтительнѣе, какъ болѣе простой и удобный, тѣмъ болѣе, что на измѣненія въ чертежахъ, дѣлаемые въ красныхъ линіяхъ, приходится смотрѣть скорѣе какъ на исключенія.

Въ дополненіе къ указанному выше обозначенію обработки въ профиль, иногда показываютъ ее и въ планѣ, покрывая площади, подлежащія обработкѣ, штриховкой красными линіями; такое дополненіе, какъ способствующее опредѣленности и ясности указаній, всегда желательно, но при условіи, что оно не будетъ затемнять чертежа.

Обозначеніе обработки подобными приемами требуется на чертежѣ тогда, когда деталь должна обрабатываться лишь въ нѣкоторыхъ мѣстахъ своей поверхности; если же обработкѣ подлежитъ вся поверхность детали, то указаніе обработки дѣлается только надписью «обработка кругомъ», помѣщаемой на чертежѣ этой детали. Надписью же дѣлаются и всякія указанія относительно качества или степени точности обработки, если таковыя оказываются необходимыми, при чемъ должно быть опредѣленно пояснено и мѣсто, къ которому такая надпись относится (напр. посредствомъ стрѣлокъ, подчеркиванія или заключенія въ рамку цифръ размѣровъ и т. д.), такъ какъ надпись,

часто приходится дѣлать не на самыхъ проекціяхъ, а въ сторонѣ, на свободныхъ мѣстахъ листа. Такъ, напр., обозначаются: «пригонка подъ краску», «точить по калибру», «подъ развертку» и т. п.

Въ заводскомъ обиходѣ оригинальный конструкторскій чертежъ переводится на кальку (см. стр. 68); съ кальки затѣмъ печатаются свѣтотыпныя копіи, которыя и поступаютъ въ мастерскія. Такъ какъ на свѣтотыпныхъ цвѣтъ линій не передается, то для обозначенія обработки вышеописаннымъ приемомъ приходится на каждой свѣтотыпной особю подчеркивать красныя линіи; при надобности выдавать 3 копіи (по одной въ модельную, въ механическую и сборочную мастерскія), такая добавочная работа прежде всего слишкомъ хлопотлива, не говоря уже о возможности ошибокъ, пропусковъ и т. п.; при недостаточной аккуратности выполненія и сложности чертежа такая работа связана съ рискомъ затемнить проекціи (на копіяхъ съ синимъ фономъ и бѣлыми линіями указаніе обработки дѣлается часто краснымъ карандашомъ прямо отъ руки). Поэтому явились попытки обозначать обработанныя мѣста иными приемами, устраняющими специальную отдѣлку каждой отдѣльной свѣтотыпной. Съ этой цѣлью, напр., у контура (въ профилѣ), подлежащаго обработкѣ, пишутъ на калькѣ букву *B* (или *b* отъ нѣмецкаго «bearbeitet») черезъ небольшіе промежутки вдоль линіи этого контура; но такое обозначеніе оказывается часто недостаточно вразумительнымъ для рабочаго, поэтому копіи, отправляемые въ мастерскія, приходится сверхъ того попрежнему снабжать красными линіями обработки. Было предложено также вычерчивать контурныя линіи обрабатываемыхъ мѣстъ (на разрѣзахъ) особю выдѣляя ихъ, напр., по толщинѣ, отъ остальныхъ контурныхъ линій проекціи, причемъ, дѣлая ихъ или сплошными или составляя изъ различныхъ пунктировъ можно воспользоваться этимъ для указанія качества обработки или характеристики рабочихъ процессовъ. Всѣ подобныя приемы носятъ однако слишкомъ специальный характеръ (при массовой фабрикаціи), поэтому я ограничусь только этимъ краткимъ упоминаніемъ о нихъ.

Выше было отмѣчено, что машиностроительный чертежъ долженъ содержать въ себѣ *всѣ* указанія, необходимыя мастеру для изготовленія данной детали; поэтому и обозначеніе обработки является обязательной принадлежностью этихъ чертежей.

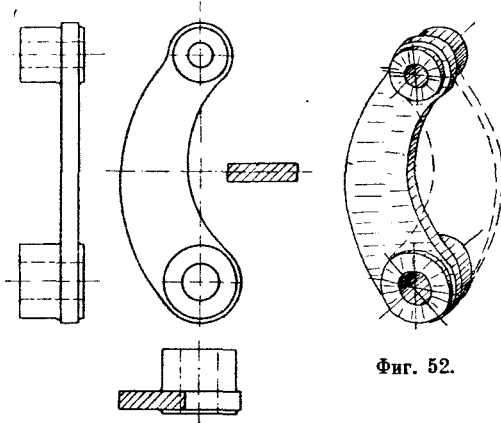
III. Число проекцій и взаимное размѣщеніе ихъ на чертежѣ.

1. Необходимое число проекцій. Изъ сказаннаго выше (стр. 4) слѣдуетъ, что требуется по крайней мѣрѣ двѣ ортогональныхъ проекціи предмета для того, чтобы можно было опредѣлить на чертежѣ его размѣры по 3-мъ главнымъ измѣреніямъ. Однако для выясненія геометрической формы предмета двухъ проекцій часто оказывается недостаточно; только очень простыя детали машинъ, напр., имѣющія форму тѣлъ вращения или призматическую, могутъ быть съ достаточной полнотой изображены въ 2-хъ проекціяхъ; большей частью требуется не менѣе 3-хъ проекцій для того, чтобы передать геометрическую форму предмета съ необходимой полнотой и опредѣленностью. Для деталей особенно сложной конструкціи, а также цѣлыхъ машинъ, изображаемыхъ въ собранномъ видѣ, приходится давать 4 и болѣе проекцій (видовъ и разрѣзовъ); въ такихъ случаяхъ желаніе обійтись съ меньшимъ числомъ проекцій приводитъ часто къ чрезмѣрному загроможденію проекцій пунктирными линіями, нарушающему ясность изображенія и затрудняющему чтеніе чертежа. Очень часто также къ 3-мъ (или болѣе) главнымъ проекціямъ приходится добавлять то или иное число частичныхъ проекцій, выясняющихъ мелочи и детали конструкціи предмета.

По существу дѣла ясно, что нельзя дать какого-либо общаго правила, устанавливающаго необходимое и достаточное число проекцій на чертежѣ; въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ это есть дѣло размысленія и соображенія чертежника. Руководствомъ для него должно служить правило: достиженіе цѣли при наименьшей затратѣ труда и времени; цѣль чертежника—точная, ясная и полная опредѣленная передача въ проекціяхъ формы и размѣровъ вычерчиваемаго предмета—должна быть осуществлена возможно скато, что требуетъ надлежащаго выбора положенія предмета относительно плоскостей проекцій, дающаго минимумъ числа необходимыхъ видовъ, цѣлесообразнаго пользованія разрѣзами и частичными проекціями. Только такимъ путемъ возможно довести количество чертежной работы и

затрату времени до возможного минимума; но ни въ какомъ случаѣ экономія труда и времени не должна итти въ ущербъ ясности, полнотѣ и точности чертежа и переходить такимъ образомъ въ неумѣнне или небрежность.

На число проекцій, необходимое и достаточное для опредѣленнаго и яснаго изображенія даннаго предмета, вліяетъ наличность условія объ опредѣленномъ порядкѣ взаимнаго расположенія проекцій на чертежѣ. Мы видѣли выше, что плоскости проекцій, воображаемыя въ пространствѣ подѣ прямыми углами другъ къ другу, поворачиваются до совмѣщенія съ одной изъ нихъ, принимаемой за плоскость чертежнаго листа. Этотъ поворотъ возможенъ въ двухъ направленіяхъ (въ сторону, совпадающую съ направлениемъ луча зрѣнія, и въ сторону, противоположную ему), въ результатѣ чего боковыя проекціи



Фиг. 51. Произвольное и несогласное расположеніе проекцій.

могутъ получаться на листѣ по ту или другую сторону отъ основной проекціи или даже и по одну сторону ея, но съ обращеніемъ правой и лѣвой сторонъ предмета (т.-е. въ одномъ случаѣ проекція дастъ изображеніе предмета, какъ его видитъ глазъ непосредственно, а въ другомъ случаѣ — изображеніе, отраженное въ зеркалѣ). При отсутствіи общеустановленнаго порядка совмѣщенія плоскостей и взаимнаго размѣщенія проекцій на листѣ можетъ происходить смѣшеніе правой и лѣвой сторонъ предмета, если предметъ несимметриченъ, и въ результатѣ неправильное толкованіе чертежа и ошибочное исполненіе по нему ¹⁾.

Такъ какъ на практикѣ въ этомъ отношеніи, къ сожалѣнію, замѣчается произволь, то иногда приходится тамъ, гдѣ было бы достаточно, напр., двухъ проекцій, давать три, при чемъ даже и при 3-хъ проекціяхъ все-таки можетъ оказаться неясность въ пониманіи формы. Пояснимъ это самымъ простымъ примѣромъ; на фиг. 51 даны 3 проекціи кривого рычажка по фиг. 52; если бы было условлено, наприм., что совмѣщеніе плоскостей проекцій съ плоскостью чертежа должно совершаться въ сторону, противоположную направленію проектированія, то боковой видъ рычажка на фиг. 51 представлялъ бы

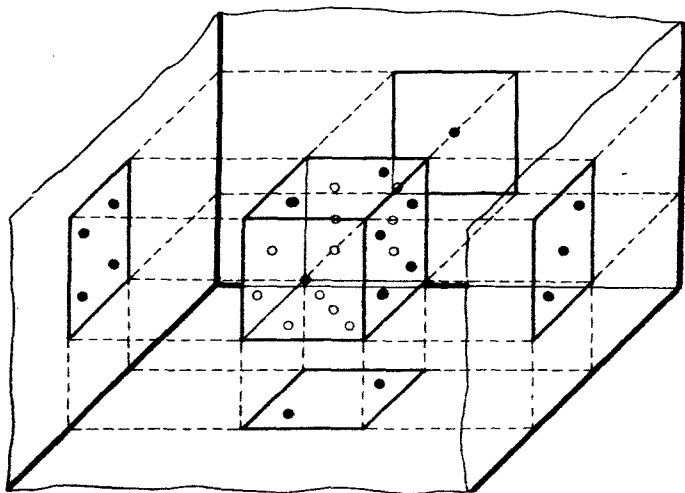
¹⁾ Въ книгахъ Ридлера „Машиностроительное черченіе“ и Haeder'a „Konstruieren und Rechnen“ приводятся случаи изъ практики машиностроительныхъ заводовъ, когда смѣшеніе на чертежѣ правой и лѣвой сторонъ предмета, незамѣченное своевременно, вело къ многотысячнымъ убыткамъ.

видъ слѣва и двухъ проекцій съ добавленіемъ поперечнаго сѣченія рычажка было бы совершенно достаточно. Но если такого условія нѣтъ, то неизвѣстно, считать ли боковой видъ фиг. 51 видомъ слѣва или видомъ справа, и поэтому чертежъ можетъ быть понятъ и такъ, какъ показано пунктиромъ на фиг. 52; для устраненія такой неопредѣленности приходится добавить еще 3-ю проекцію—видъ сверху; однако и 3 проекціи фиг. 51 оказываются сбивчивы, а именно: если считать, что указанное выше условіе выполнено, то видъ сверху и боковой видъ противорѣчатъ одинъ другому; судя по боковому виду, рычажокъ надо сдѣлать съ выгибомъ вправо, а судя по виду сверху—съ выгибомъ влѣво; если же съ условіями не считаться, то встаетъ вопросъ остается неизвѣстнымъ, какъ же надо выполнить этотъ рычажокъ.

Этотъ простой примѣръ наглядно показываетъ, что 1) опредѣленный порядокъ размѣщенія проекцій на чертежѣ, если бы онъ являлся общеобязательнымъ, позволилъ бы обходиться съ наименьшимъ возможнымъ числомъ проекцій и 2) что вообще необходимо придерживаться какого-либо одного **опредѣленнаго** порядка размѣщенія проекцій, дабы не было повода къ сбивчивымъ толкованіямъ и недоразумѣніямъ.

Разберемъ здѣсь два способа расположенія проекцій, дающихъ строго опредѣленный порядокъ размѣщенія отдѣльныхъ видовъ; эти способы извѣстны у насъ подъ названіемъ нѣмецкаго и американскаго способовъ.

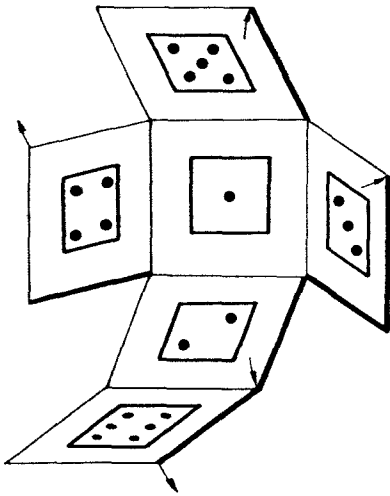
2. Нѣмецкій способъ расположенія проекцій. По этому способу **предметъ** предполагается поставленнымъ **между** плоскостью



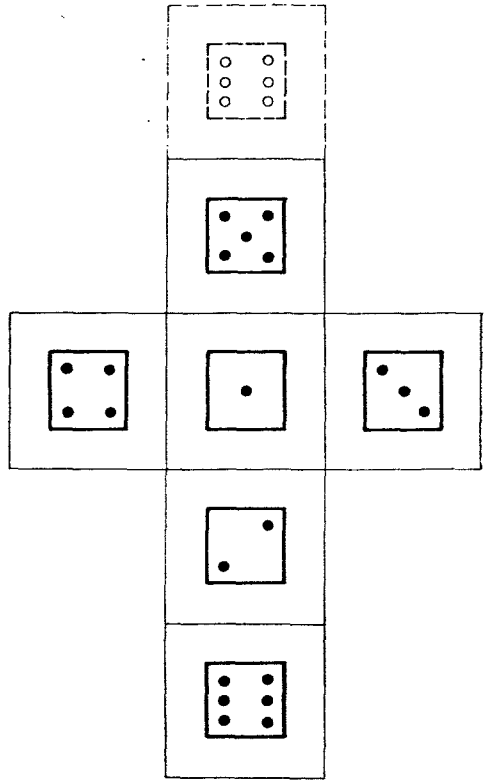
Фиг. 53. Перспективное изображеніе кубика и плоскостей проекцій.

проекцій и глазомъ наблюдателя и плоскость проекцій совмѣщается съ плоскостью чертежа, вращаясь всегда въ сторону, совпадающую

съ направлениемъ луча зрѣнія. Фиг. 53, 54 и 55 разъясняютъ этотъ способъ на граняхъ куба (на фиг. 54 направление проектирования и совмѣщенія указывается стрѣлками). Принявъ грань, отмѣченную однимъ кружкомъ за переднюю и ее проекцію за основную, получаемъ по этому правилу вполнѣ определенныя мѣста еще для четырехъ видовъ (сверху, снизу и съ боковъ); неопределеннымъ является мѣсто для 6-й проекціи (видъ сзади), которую съ одинаковымъ правомъ можно откинуть кверху или книзу отъ главной проекціи (какъ показано пунктиромъ на фиг. 55), при чемъ въ обоихъ случа-



Фиг. 54. Развертываніе куба проекцій при вѣтчикомъ способѣ.

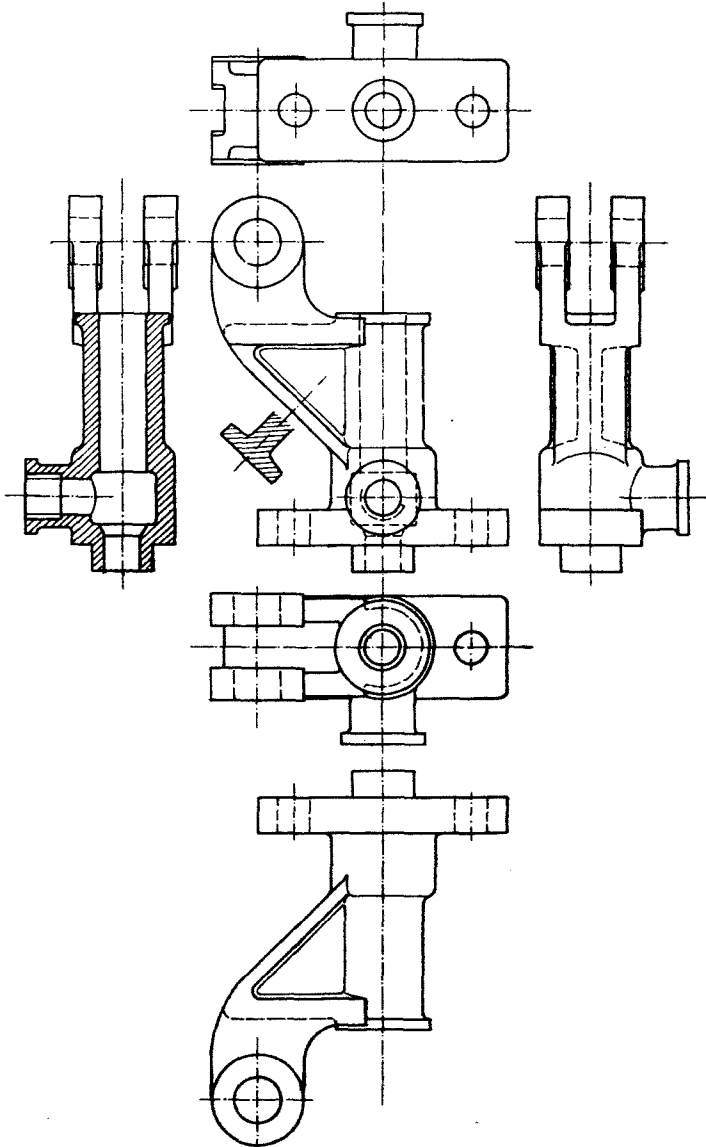


Фиг. 55. Размѣщеніе проекцій на листѣ при вѣтчикомъ способѣ.

яхъ она даетъ изображеніе предмета въ опрокинутомъ видѣ (вверхъ ногами, см. фиг. 56). По отношенію къ этой проекціи надо замѣтить, что изображеніе предмета въ опрокинутомъ видѣ вообще нежелательно; кромѣ того, положеніе этой проекціи, какъ на фиг. 55, очень невыгодно для использования мѣста на листѣ, поэтому можно рекомендовать помѣщать эту проекцію отдѣльно отъ другихъ гдѣ-либо на свободномъ мѣстѣ листа, не опрокидывая ее вверхъ ногами и обязательно поясняя ее происхожденіе надписью «видъ сзади». При размѣщеніи же проекцій согласно правила, вообще не требуется снабжать ихъ надписями, указывающими происхожденіе проекціи, напр., «видъ сверху» и т. д.; такія поясняющія надписи необходимы только тогда, когда проекція вычерчена или съ отступленіемъ отъ принятаго правила размѣщенія, или въ сторонѣ,

отдѣльно отъ другихъ проекцій, т.-е. съ нарушеніемъ геометрической связи между ними. Понятно, что тотъ и другой случай могутъ быть разсматриваемы только какъ исключеніе изъ общаго правила.

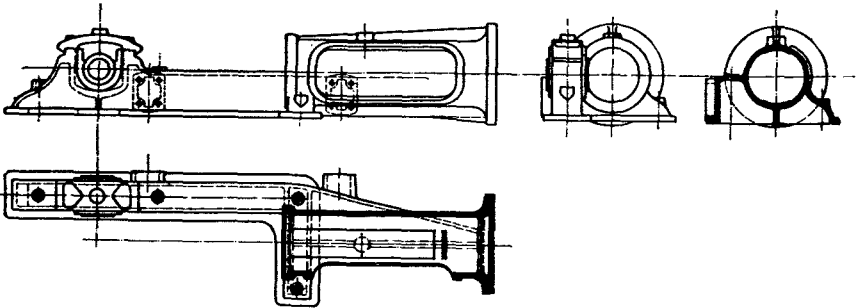
Фиг. 56 даетъ проекціи технической детали, расположенныя по нѣмецкому способу; примѣненіе разрѣзовъ вмѣсто видовъ въ главныхъ проекціяхъ ни въ чемъ не измѣняетъ общаго правила; также не вноситъ измѣненій соединеніе видовъ съ разрѣзами или двухъ разныхъ разрѣзовъ (о чемъ было упомянуто на 20 стр.), при условіи конечно, что видъ и разрѣзъ берутся по одному и тому же направленію проектированія; только въ томъ случаѣ, когда кромѣ полной проекціи вида требуется дать и разрѣзъ, взятый по одному съ нимъ направленію проектированія, нашъ способъ не можетъ дать определеннаго мѣста для разрѣза; не трудно видѣть, что въ этомъ случаѣ и видъ, и разрѣзъ получаются на одномъ и томъ же мѣстѣ плоскости проекцій (въ пространствѣ); на чертежѣ, разумѣется, разрѣзъ надо сдвинуть и лучше всего въ сторону, совпадающую съ направленьемъ совмѣщенія данной плоскости проекцій и помѣстить его рядомъ съ проекціей вида (какъ на фиг. 57). Такое расположеніе



Фиг. 56. Расположеніе проекцій по нѣмецкому способу.

разрѣзъ надо сдвинуть и лучше всего въ сторону, совпадающую съ направленьемъ совмѣщенія данной плоскости проекцій и помѣстить его рядомъ съ проекціей вида (какъ на фиг. 57). Такое расположеніе

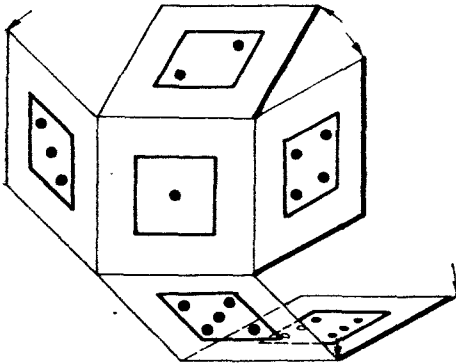
однако невыгодно раскидывает проекции по листу и поэтому часто приходится от него отступать, поясняя надписью происхождение разреза.



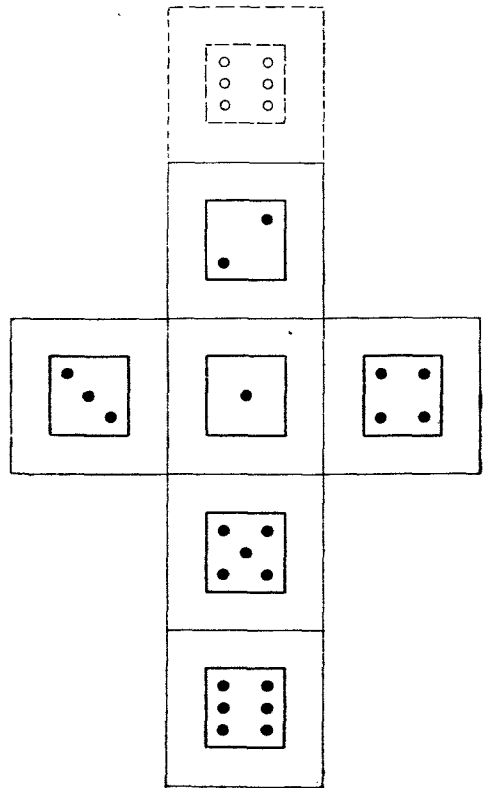
Фиг. 57. Нѣмецкій способъ (двѣ одноименныхъ проекціи).

3. Американскій способъ расположенія проекцій. При этомъ способѣ **плоскость проекціи** ставится между предметомъ и глазомъ наблюдателя (предполагая ее какъ бы прозрачной) и совмѣщается съ плоскостью чертежа, вращаясь въ сторону противъ луча зрѣнія.

Фиг. 58 и 59 иллюстрируютъ этотъ способъ на граняхъ куба, а фиг. 60 даетъ проекціи технической детали, расположенныя по американскому способу. Не трудно понять, что одноименныя проекціи, ни въ чемъ не измѣнившись въ своемъ видѣ, получа-



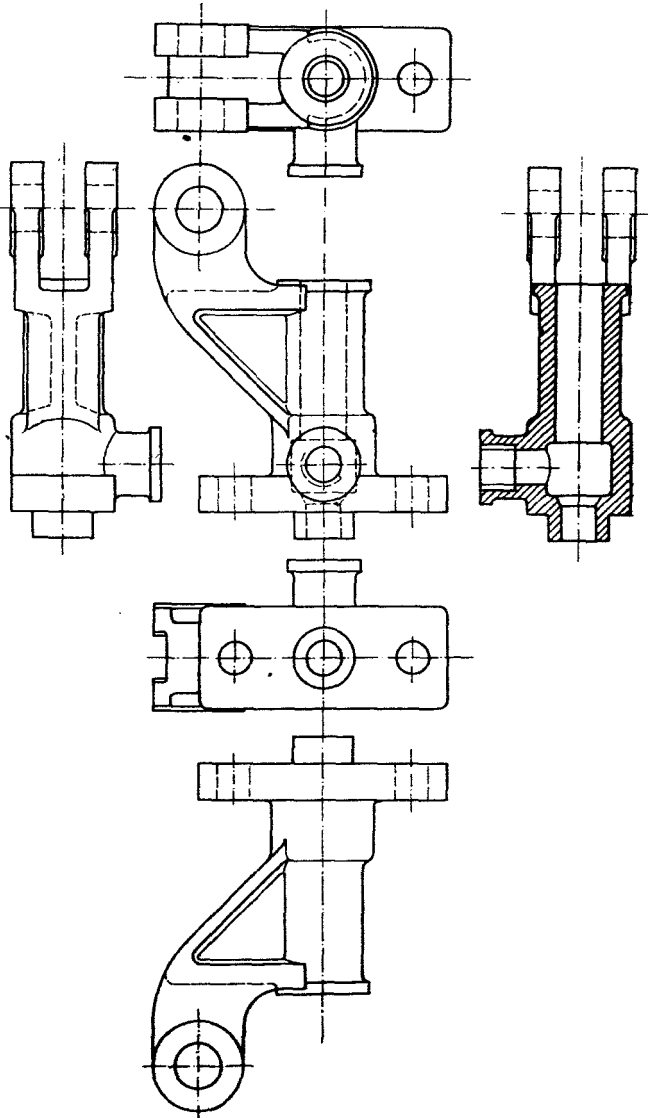
Фиг. 58. Развертываніе куба проекцій при американскомъ способѣ.



Фиг. 59. Размѣщеніе проекцій на листѣ при американскомъ способѣ.

ются при этомъ способѣ на прямопротивоположныхъ граняхъ куба проекцій, чѣмъ то было при нѣмецкомъ способѣ (сравн. фиг. 58 и 54),

а въ соответствіи съ этимъ и въ совмѣщенномъ положеніи на листѣ перемѣстятся попарно одна на мѣсто другой передвинувшись параллельно самимъ себѣ черезъ основную проекцію (сравн. фиг. 59 и 55). Но, какъ видно изъ тѣхъ же фиг. 58 и 54, основная проекція (видъ спереди), плоскость которой мы принимаемъ совпадающей съ чертежнымъ листомъ, получается теперь на передней грани куба проекцій (не на задней, какъ было при нѣмецкомъ способѣ), почему и представление о правой и лѣвой сторонѣ предмета сохраняется одинаковымъ при обоихъ способахъ. Мѣсто для 6-ой проекціи (вида сзади) опять остается не вполне определеннымъ; относительно примѣненія разрывовъ и здѣсь остается замѣтить то же самое, что было сказано выше для нѣмецкаго способа.



Фиг. 60. Расположеніе проекцій по американскому способу.

4. Сравненіе нѣмецкаго и американскаго способовъ расположенія проекцій. Какъ недостатокъ американскаго способа можно отмѣтить прежде всего то, что горизонтальная проекція (видъ снизу) изображаетъ предметъ въ опрокинутомъ положеніи по отношенію къ главной фигурѣ (виду спереди); такія изображенія, если и не могутъ прямо затруднять, то все же представляются намъ непривычными. Нѣкоторые видятъ преимущество американскаго способа

въ слѣдующемъ: складывая мысленно проекціи въ кубъ мы этимъ какъ бы возсоздаемъ изображаемый предметъ въ своемъ воображеніи; этотъ процессъ, обратный процессу проектированія, облегчается при американскомъ способѣ тѣмъ, что проекція помѣщается какъ разъ съ той стороны предмета, видъ съ которой она даетъ (въ нѣмецкомъ способѣ наоборотъ), и что, напр., для рабочаго поэтому проще прочесть чертежъ при американскомъ способѣ. Однако это преимущество едва ли ощутительно само по себѣ; намъ думается, что удобство и легкость пониманія начерченного обуславливается скорѣе привычкой даннаго лица къ тому или иному способу взаимнаго размѣщенія проекцій.

Далѣе какъ на удобство американскаго способа указываютъ на то, что боковые виды помѣщаются **вблизи** той стороны главной фигуры, видъ съ которой онѣ изображаютъ, тогда какъ въ нѣмецкомъ способѣ этотъ видъ переносится на противоположную сторону (сравни на фиг. 56 и 60 виды слѣва). Это дѣйствительно представляетъ извѣстное преимущество, такъ какъ при отсутствіи на техническихъ чертежахъ видимой связи между отдѣльными проекціями и ихъ частями (проектирующія линіи на чертежахъ не показываются) этимъ облегчается сравненіе боковыхъ проекцій съ главной, давая возможность охватить глазомъ извѣстныя части сразу на обѣихъ проекціяхъ и не перебѣгать взглядомъ съ одной проекціи на другую. Однако это преимущество остается за американскимъ способомъ только въ томъ случаѣ, когда боковыя проекціи являются **видовыми**; если же онѣ даютъ **разрѣзы**, то не трудно понять, что положеніе измѣняется на прямо противоположное и теперь уже преимущество въ вышеуказанномъ смыслѣ оказывается на сторонѣ нѣмецкаго способа (сравни. фиг. 56 и 60); а такъ какъ разрѣзы являются необходимой принадлежностью машиностроительнаго чертежа, при чемъ очень часто въ одной проекціи совмѣщается и видъ и разрѣзъ, то и выходитъ, что въ этомъ отношеніи недостатки и преимущества обонхъ способовъ уравниваются.

Необходимо замѣтить, однако, что вышесказанное относится только къ главнымъ проекціямъ; но очень часто къ главнымъ проекціямъ приходится добавлять то или иное число частичныхъ проекцій, поясняющихъ отдѣльныя части и мелочи конструкціи; эти частичныя проекціи являются по большей части видовыми, и вотъ для нихъ то совмѣщеніе по американскому способу слѣдуетъ рѣшительно предпочесть, такъ какъ помѣщать ихъ, какъ то требуетъ нѣмецкій способъ, по другую сторону главной проекціи и вдали отъ мѣста, къ которому онѣ относятся, было бы неудобно.

5. Какой изъ двухъ способовъ размѣщенія проекцій слѣдуетъ примѣнять. Оба способа расположенія проекцій—нѣмецкій и американскій—при правильномъ и строго послѣдовательномъ примѣненіи одинаково исключаютъ возможность недоразумѣній и смѣшенія правой и лѣвой сторонъ изображеннаго предмета; поэтому пользование тѣмъ или другимъ способомъ является скорѣе дѣломъ при-

вычки и обусловливаемаго ею удобства при составленіи или также чтеніи чертежа. Однако составитель чертежа прежде всего долженъ имѣть въ виду удобства и привычки лицъ, которымъ придется разбирать и читать его чертежъ и поэтому считаться съ тѣмъ способомъ, который пользуется наибольшимъ распространеніемъ. У насъ въ Россіи обычнымъ является нѣмецкій способъ расположенія проекцій, который къ тому же вполне согласуется и со способомъ начертательной геометріи. Встрѣчающіяся отступленія отъ него или являются слѣдствіемъ отсутствія какой-либо системы въ размѣщеніи проекцій или же, какъ, напр., въ атласахъ, вызываются желаніемъ возможно полнѣе использовать мѣсто на листѣ.

Несмотря на одинаковую примѣнимость обоихъ способовъ, два обстоятельства—сложившаяся уже у насъ привычка къ нѣмецкому способу и неудобство американскаго, какъ дающаго опрокинутыя изображенія на нѣкоторыхъ проекціяхъ,—говорятъ въ пользу предпочтенія нѣмецкаго способа; но, какъ было только что указано выше, американскій способъ представляетъ значительныя преимущества для частичныхъ проекцій. Такъ какъ частичныя проекціи ничто не мѣшаютъ разсматривать независимо отъ главныхъ или основныхъ проекцій всего предмета, то можно рекомендовать, какъ наиболѣе цѣлесообразное, слѣдующее правило: **размѣщать на чертежѣ главныя проекціи предмета по нѣмецкому способу, а добавочныя къ нимъ частичныя проекціи по американскому способу.**

Такое пользованіе обоими способами на одномъ и томъ же чертежѣ нельзя разсматривать, какъ смѣшеніе способовъ; все, что выше говорилось о необходимости придерживаться какого-либо одного способа, относилось только до главныхъ проекцій; частичныя же проекціи, какъ дополняющія главныя, не могутъ никого вводить въ заблужденіе, такъ какъ надлежащее представленіе о правой и лѣвой сторонѣ или верхѣ и низѣ предмета дается только главными проекціями и все онѣ и должны быть расположены систематически однообразно; частичныя же проекціи ничто не мѣшаютъ откидывать для совмѣщенія съ чертежомъ такъ, какъ это удобнѣе для чертежника.

Въ заключеніе слѣдуетъ указать на то, что систематически однообразному расположенію проекцій могутъ иногда препятствовать разныя побочныя обстоятельства, напр., внѣшняя форма предмета можетъ при этомъ вызывать невыгодное использованіе мѣста на листѣ или просто чертежникъ, не обдумавъ вначалѣ планъ расположенія проекцій, оказывается въ концѣ вынужденнымъ или стирать чуть не весь чертежъ, или отступить отъ принятой системы. Считааясь поэтому съ чисто практическими соображеніями приходится иногда допускать отступленія отъ принятаго правила расположенія проекцій, но при непремѣнномъ условіи, чтобы, во-первыхъ, онѣ являлись только какъ исключенія изъ правила и, во-вторыхъ, такія проекціи снабжались надписью, разъясняющей неправильное положеніе проекціи и устраняющей возможныя недоумѣнія при чтеніи чертежа.

IV. Различные виды машиностроительных чертежей.

Сообразно цѣли чертежа къ нему могутъ предъявляться неодинаковыя требованія, а въ связи съ этимъ измѣняются приемы и характеръ изображенія, примѣняясь къ тѣмъ или инымъ обстоятельствамъ; этого одинаково требуютъ и экономія чертежнаго труда, и удобства пользованія чертежомъ. Слѣдуетъ замѣтить, что изложенныя выше правила составленія и размѣщенія проекцій служатъ основой для всякаго рода чертежей; но во многихъ случаяхъ, сообразуясь съ назначеніемъ чертежа, оказывается излишнимъ примѣненіе ихъ во всей полнотѣ и совокупности, а уже извѣстное ограниченіе задачи чертежника вполнѣ удовлетворяетъ поставленнымъ частнымъ требованіямъ. Разсмотримъ теперь главнѣйшія разновидности заводскихъ чертежей и въ связи съ назначеніемъ ихъ отмѣтимъ присущія имъ особенности.

1. Детальные рабочіе чертежи имѣютъ своей задачей передать идею конструктора лицу, имѣющему осуществить ее, т. е. мастеру или рабочему. Этотъ родъ чертежей является важнѣйшимъ и къ этимъ именно чертежамъ—машиностроительнымъ въ тѣсномъ смыслѣ этого слова—относятся во всей полнотѣ всѣ приведенныя выше правила и приемы. Детальный рабочій чертежъ долженъ содержать всѣ необходимыя мастерской указанія въ отношеніи формы, размѣровъ, матеріала и характера обработки данной части машины и притомъ указанія, отличающіяся полной законченностью, опредѣленностью и несомнѣнностью. Устные сношенія мастерской съ чертежнымъ бюро по поводу исполненія по выданнымъ уже чертежамъ не должны имѣть мѣста; все, что нужно, должно быть сказано чертежомъ,—сказано ясно и опредѣленно. Полнота и выразительность изображенія, законченность передачи формъ проекціей, цѣлесообразная постановка цифровыхъ размѣровъ, а на ряду съ ними отчетливая и тщательная внѣшность чертежа составляютъ непремѣнное условіе и неотъемлемую принадлежность детальныхъ рабочихъ чертежей.

Детальные чертежи дѣлаются или въ натуру, или въ возможно крупномъ масштабѣ; величина масштаба ограничивается, съ одной стороны размѣрами чертежнаго листа, съ другой же стороны—стремленіемъ помѣстить всѣ проекціи предмета на одномъ листѣ, что всегда желательно ради удобства чтенія. Собственно для мастерской и для рабочаго, которому нужно понять и прочесть чертежъ, величина масштаба не имѣетъ особаго значенія, при условіи, конечно, что чертежъ достаточно ясенъ и не слишкомъ мелокъ для того, чтобы прочесть его и на нѣкоторомъ разстояніи. Но величина масштаба очень важна для самого чертежника-конструктора ¹⁾, которому при составленіи чертежа необходимо имѣть вѣрное представленіе о назначаемыхъ имъ размѣрахъ отдѣльныхъ частей конструкции и что легче всего сдѣлать по чертежу въ натуру; если же приходится чертить въ уменьшенномъ масштабѣ, то слѣдуетъ, по крайней мѣрѣ, придерживаться опредѣленныхъ и по возможности однообразныхъ масштабовъ, чтобы глазъ привыкъ вѣрно оцѣнивать размѣры и по такому чертежу.

Для детальныхъ заводскихъ чертежей съ размѣрами по метрической системѣ (въ мм.) можно рекомендовать масштабы 1:1, 2:5, 1:5 и 1:10; послѣдній для очень крупныхъ деталей, каковы: цилиндры большихъ двигателей, станины и т. п. При обозначеніи всѣхъ размѣровъ въ дюймахъ употребляются масштабы 1:1, 1:2, 1:4 и 1:8. Относительно масштаба 1:2 (а также 1:4) надо замѣтить, что многіе считаютъ его вообще непригоднымъ, такъ какъ онъ способенъ обманывать глазъ и затруднять тѣмъ вѣрную оцѣнку и сравненіе начерченныхъ размѣровъ.

Въ большинствѣ случаевъ каждая отдѣльная часть машины вычерчивается отдѣльно, но простыя машины или несложныя детали вычерчиваются также и въ собранномъ видѣ, такъ что такой чертежъ служить одновременно и для заготовки частей, и для сборки ихъ. Очень часто отдѣльныя детали группируются на отдѣльныхъ листахъ по роду матеріала или по другимъ однороднымъ признакамъ, напр., болты, поковки, чугунное литье, бронзовое литье и т. д., что вызывается внутренними удобствами заводскаго обихода и экономіей въ количествѣ копій, выдаваемыхъ въ мастерскія; обыкновенно на чертежахъ для каждой детали указывается надписью количество шт., идущее на 1 комплектъ, но, кромѣ того, количество шт. указывается еще и въ „спецификаціи“ или перечнѣ частей (см. стр. 36); эти спецификаціи всегда слѣдуетъ помѣщать на чертежахъ, такъ какъ благодаря имъ можно легче и скорѣе ориентироваться въ чертежѣ.

Необходимо упомянуть еще о такого рода деталяхъ, которыя, будучи совершенно одинаковы по своей внѣшней формѣ, имѣютъ однако незначительныя отличія второстепеннаго характера, напр., въ размѣщеніи или размѣрахъ нѣкоторыхъ цилиндрическихъ отверстій, въ до-

¹⁾ См. объ этомъ въ главѣ „Проектные эскизы“.

бавленіи къ основной формѣ какого-либо простого выступа, въ исполненіи какого-либо выступа или выемки одинъ разъ на правой сторонѣ, другой разъ на лѣвой сторонѣ основной формы, при чемъ получаются „правая“ и „лѣвая“ модели, и т. д.; во всѣхъ такнхъ случаяхъ обыкновенно является излишнимъ повторное вычерчиваніе основной формы, а оказывается достаточнымъ отмѣтить на первомъ чертежѣ предметъ различія красной тушью или условнымъ пунктиромъ и сдѣлать пояснительную надпись, напр., „5 шт., изъ нихъ 2 согласно показанному краснымъ“; или „правая модель 3 шт., лѣвая модель 3 шт.“ и т. п.; конечно, и здѣсь должно быть соблюдено основное требованіе, чтобы всѣ такія сокращенія и поясняющія ихъ надписи не могли давать повода къ недоразумѣніямъ.

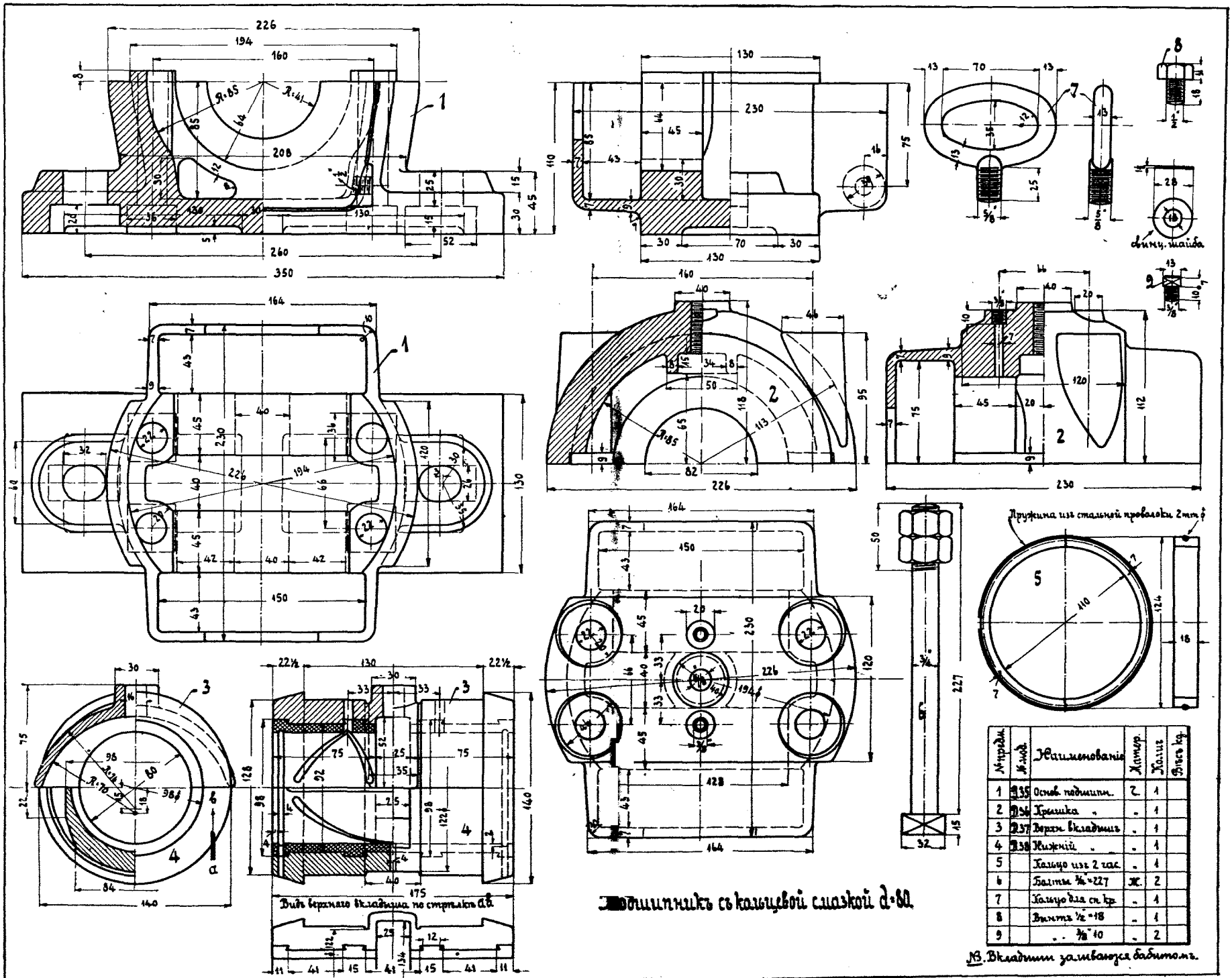
На детальныхъ чертежахъ указываются и части детали, подлежащія обработкѣ на станкахъ (см. стр. 36) и гдѣ, слѣдовательно къ размѣрамъ, указаннымъ на чертежѣ, долженъ быть сдѣланъ припускъ матеріала на обработку. Величину этого припуска на чертежахъ не указываютъ, она предоставляется усмотрѣнію мастеровскихъ, за исключеніемъ того случая, когда желательна особо большая прибавка матеріала, каковая уже должна быть указана на чертежѣ соотвѣтствующей надписью.

Какъ исключеніе, на детальныхъ чертежахъ допускается несоотвѣтствіе того или иного цифрового размѣра съ масштабнымъ, при чемъ цифры такого размѣра должны быть обязательно подчеркнуты. Такіе случаи обычно являются слѣдствіемъ послѣдующихъ измѣненій начерченной детали; но если эти измѣненія значительны, то лучше сдѣлать новый чертежъ.

Таблица I въ концѣ книги даетъ образецъ детальнаго чертежа приводнаго подшипника.

2. Чертежи общаго вида машинъ (сборочные или монтажные), давая видъ машины со всѣми относящимися къ ней деталями, служатъ руководствомъ для сборки въ мастерской отдѣльныхъ, заготовленныхъ по детальнымъ чертежамъ частей въ одно цѣлое. Эти чертежи могутъ быть исполнены только послѣ вычерчиванія всѣхъ детальныхъ чертежей и для самой чертежной они являются хорошимъ средствомъ контроля правильности размѣровъ, указанныхъ на детальныхъ чертежахъ.

Сообразно назначенію сборочныхъ чертежей, для нихъ не требуется крупнаго масштаба; наоборотъ, онъ можетъ иногда вредить, заставляя обрывать длинныя или слишкомъ далеко выдающіяся части конструкціи, отчего будетъ страдать цѣльность впечатлѣнія; какъ исходный можно указать масштаб 1:8 или 1:10 и дальнѣйшее уменьшеніе его поставить въ зависимость отъ общихъ размѣровъ машины и степени сложности ея деталей (сказанное не относится къ такимъ чертежамъ общаго вида, которые вмѣстѣ съ тѣмъ замѣняютъ и детальныя).



Выбирая масштабъ, слѣдуетъ имѣть въ виду, что для удобства чтенія чертежа существенно важно, чтобы всѣ проекціи общаго вида машины помѣстились на одномъ листѣ.

На чертежахъ общаго вида, предназначаемыхъ для сборки уже готовыхъ деталей въ одно цѣлое, очевидно нѣтъ надобности въ полной и подробной передачѣ формы этихъ деталей, такъ же какъ и въ нанесеніи всѣхъ ихъ цифровыхъ размѣровъ. Несущественныя подробности конструкціи могутъ быть здѣсь пропущены, особенно, когда для показанія ихъ приходится прибѣгать къ пунктиру (невидимый контуръ); большое количество пунктирныхъ линій при мелкомъ масштабѣ чертежа и сложной конструкціи машины всегда слишкомъ затемняетъ изображеніе и тѣмъ затрудняетъ чтеніе чертежа. На общихъ чертежахъ умѣстно пользоваться также и сокращенными изображениями (см. стр. 54). Но избѣгая чрезмѣрной загроможденности общаго чертежа мелочными подробностями конструкцій, нельзя впасть и въ противоположную крайность, напр., ограничиваться только простыми очерками внѣшней формы деталей, такъ какъ при этомъ изображеніе получилось бы слишкомъ плоскимъ, мало выразительнымъ и походило бы скорѣе на схему, чѣмъ на видовую проекцію.

На общихъ сборочныхъ чертежахъ умѣстно пользоваться и разрѣзами, поскольку таковые нужны для выясненія частей, находящихся внутри машины или вообще заслоненныхъ чѣмъ-либо въ видовой проекціи; напр., разрѣзы цилиндровъ двигателей съ помѣщенными внутри ихъ поршнями, клапанами или золотниками, цилиндровъ насосовъ и т. д. Дѣлать же разрѣзы только для обозначенія матеріала или выясненія подробностей одной данной детали здѣсь было бы излишне, такъ какъ для этого имѣются детальныя чертежи; кромѣ того, указанія рода матеріаловъ даются въ спецификаціяхъ частей, которыя всегда слѣдуетъ присоединять къ общему чертежу. Довольно распространена также сплошная заливка видовыхъ проекцій общихъ чертежей красками, цвѣтъ которыхъ соотвѣтствуетъ и роду матеріала деталей; при этомъ обозначеніе матеріаловъ является какъ бы между прочимъ, главная же цѣль такой заливки состоитъ въ томъ, чтобы придать проекціи большую выразительность и ясность; понятно, что краски должны разводиться достаточно слабо, — густой слой краски можетъ при этомъ затемнить проекцію. Непригодна здѣсь и кантовка узкими полосками краски очерковъ отдѣльныхъ деталей, дѣлающая проекцію только болѣе пестрой, но менѣе четкой (см. стр. 35).

Движущіяся части машины должны изображаться въ одномъ изъ крайнихъ или иногда также въ среднемъ положеніи, но отнюдь не въ произвольно взятомъ; въ первомъ случаѣ другое крайнее положеніе, а во второмъ—оба крайнихъ должны быть отмѣчены условнымъ пунктиромъ (пунктиръ изъ черточекъ и двухъ точекъ или черточки и точки) или цвѣтной тушью; такая отмѣтка крайнихъ положеній должна дѣлаться для всѣхъ тѣхъ частей, для которыхъ интересно

видѣть или величину хода или величину зазора, остающагося до неподвижныхъ частей (напр., высота подъема крюка или длина хода тѣлѣжки въ кранѣ, величина зазора между поршнемъ и крышкой цилиндра, наибольшая высота подъема клапана и т. п.). Для чертежной же это особенно важно въ смыслѣ собственнаго контроля и удостовѣренія въ томъ, что при движеніи этихъ частей не произойдетъ никакихъ столкновеній или вообще какихъ-либо неудобствъ и стѣсненій.

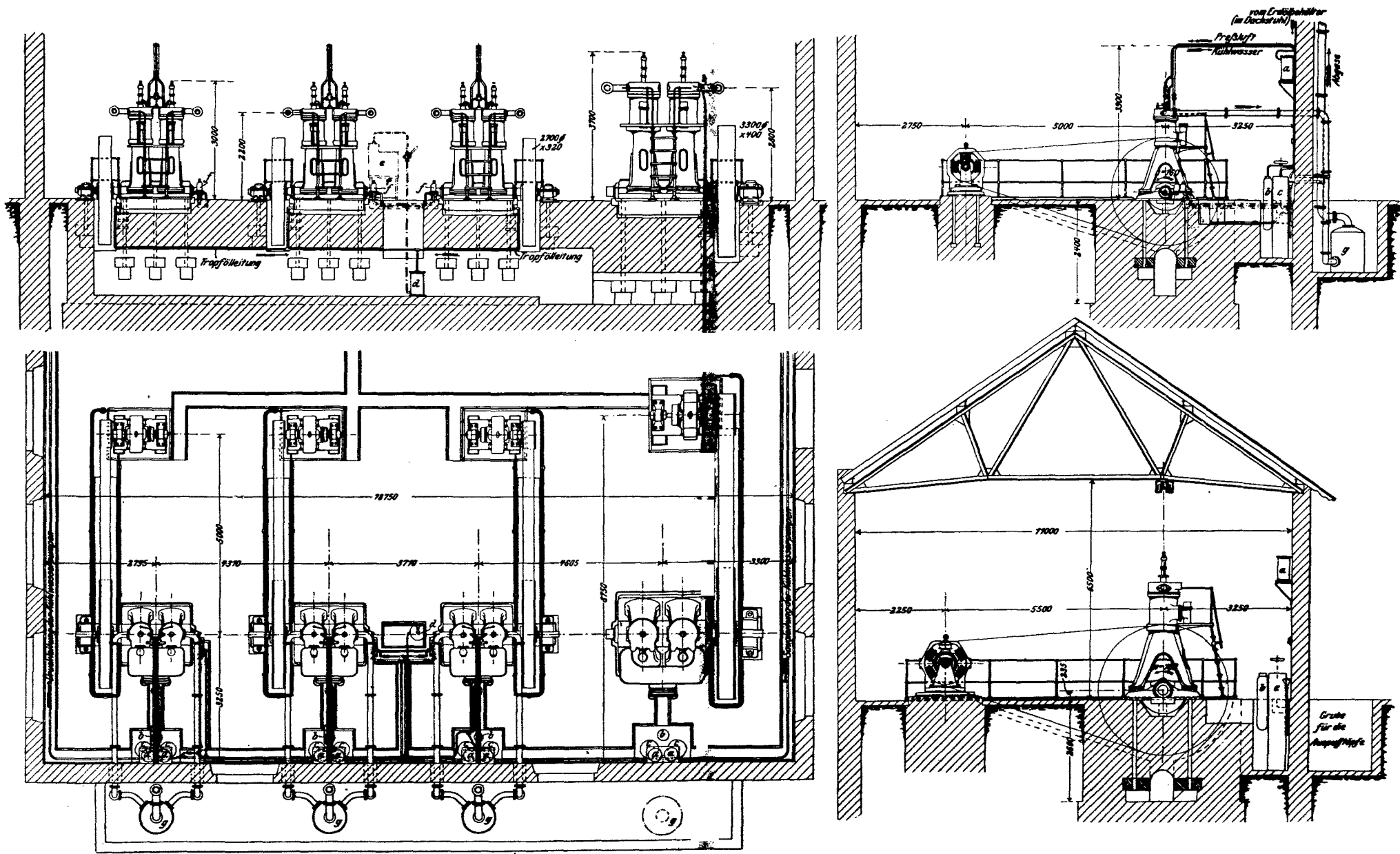
Съ этой же цѣлью выдвигающія детали, напр., крышки сальниковъ, должно изображать всегда въ выдвинутомъ положеніи.

Слѣдуетъ замѣтить вообще, давая на общемъ видѣ упрощенныя или сокращенныя изображенія тѣхъ или иныхъ деталей, всегда надо изображать ихъ такъ или въ такомъ положеніи, чтобы обнаруживать наибольшее занимаемое ими мѣсто; напр., для коническихъ зубчатыхъ колесъ въ боковомъ видѣ было бы недостаточно ограничиться только вычерчиваньемъ начальныхъ конусовъ, а нужно показать профиль втулки и спицы, которыя обычно вылѣзаютъ изъ предѣловъ этихъ теоретическихъ конусовъ (см. стр. 55), гайки ставить въ положеніе, обнаруживающее діаметръ опис. круга, а не апогею шестиугольника и т. п. Не нужно забывать вычерчивать уплотняющія прокладки или кольца или, по крайней мѣрѣ, оставлять для нихъ на чертежѣ необходимое мѣсто; родъ прокладки, а также часто и сальниковой набивки, слѣдуетъ пояснять надписью.

Допуская для общихъ сборочныхъ чертежей извѣстную неполноту въ передачѣ формы отдѣльныхъ деталей, при условіи, конечно, что такая неполнота не поведетъ къ какимъ-либо затрудненіямъ, нужно требовать отъ нихъ полноты въ смыслѣ нанесенія всѣхъ безъ исключенія отдѣльныхъ деталей машины; всѣ масленки, трубки для подвода масла, предохранительныя обшивки или щитки, чашки для улавливанія масла и т. п. части, имѣющія самостоятельное значеніе и не относящіяся, какъ необходимая принадлежность къ какой-либо отдѣльной детали, должны быть на немъ показаны.

Къ этимъ чертежамъ слѣдуетъ прилагать и спецификацію всѣхъ отдѣльныхъ частей (см. стр. 36), въ которой между прочимъ указываются и номера соотвѣтствующихъ детальныхъ чертежей.

Изъ цифровыхъ размѣровъ на общемъ чертежѣ, кромѣ главныхъ размѣровъ самой машины, должны быть нанесены всѣ необходимые для сборки, какъ-то: разстоянія между средними линиями отдѣльныхъ деталей, разстоянія между крайними положеніями движущихся частей, величины зазоровъ; затѣмъ всѣ размѣры, характерные для данной детали и отличающіе ее отъ другихъ, подобныхъ ей, какъ, напр., діаметры въ свѣту и длины трубъ или фасонныхъ частей, діаметры вала и высоты центра для подшипниковъ и т. д.; далѣе размѣры, относящіяся къ мѣстамъ соединеній деталей между собою. Нелишне замѣтить, что въ простановку размѣровъ на общихъ чертежахъ необходимо вносить обдуманность и планомѣрность; беспорядочно наставлен-



Общій чертежъ станціи съ двигателями Дизеля.

ные, а тѣмъ болѣе лишніе, чисто детальныя размѣры могутъ только загромождать чертежъ и вредить его отчетливости. Проставивъ размѣры, необходимо провѣрить, сходятся ли частныя размѣры деталей съ общими, суммирующими ихъ и не пропущено ли какихъ-либо нужныхъ размѣровъ.

Съ чертежами сборочными сходны по своему назначенію

3) Общія чертежи установочныя, долженствующіе служить руководствомъ для монтеровъ при установкѣ машинъ на мѣстѣ ихъ дѣйствія. Такой чертежъ содержитъ, кромѣ самыхъ машинъ, еще и всѣ вспомогательныя къ нимъ приборы и принадлежности, какъ, напр., приводы, трубопроводы, баки и т. д. въ связи съ расположеніемъ ихъ въ предназначенномъ зданіи (общій планъ установки); кромѣ того, на этихъ чертежахъ показываютъ и всѣ необходимыя фундаменты подь машины. Такіе чертежи еще менѣе, чѣмъ сборочныя, нуждаются въ подробностяхъ изображенія, см. напр., образчикъ такого чертежа на табл. II въ концѣ книги; можно сказать, что въ этомъ смыслѣ установочныя чертежи стоятъ въ такомъ же отношеніи къ сборочнымъ, какъ эти послѣдніе къ детальнымъ. Масштабъ для нихъ можно указать въ $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{50}$; здѣсь, какъ само собою понятно, важна не большая величина масштаба, а возможность размѣстить на листѣ всю установку безъ искусственныхъ перерывовъ, нарушающихъ цѣльность впечатлѣнія и мѣшающихъ получить правильное представленіе объ относительномъ расположеніи частей установки, напр., въ случаѣ длинныхъ трубопроводовъ. Здѣсь также практикуется заливка видовъ машинъ и др. аппаратовъ ровнымъ слоемъ краски, соответствующихъ матеріаламъ цвѣтовъ; но часто, напр., въ сложныхъ трубопроводахъ, отдѣльныя вѣтви покрываются условными цвѣтами не по роду матеріала, а по назначенію частей трубопроводовъ, что и должно поясняться на чертежѣ особо.

Что касается размѣровъ, то должны быть нанесены и обозначены цифрами, кромѣ главныхъ размѣровъ машинъ и др. приборовъ, разстоянія, опредѣляющія взаимное расположеніе машинъ и приборовъ и положеніе ихъ относительно зданія, а также и другіе, нужные для установки размѣры.

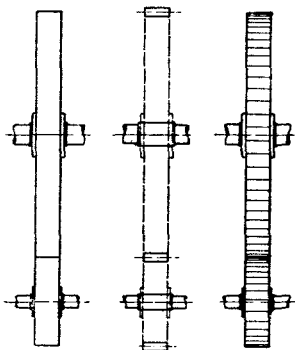
V. Сокращенныя изображенія.

Машиностроительный чертежъ, какъ уже указывалось выше, долженъ передавать все, что требуется мастеру для выполненія идей конструктора; задача чертежа при этомъ ограничивается передачей только дѣйствительно необходимаго, которое онъ и долженъ давать исчерпывающимъ образомъ; все лишнее должно быть откинуто. Это соображеніе касается, съ одной стороны, приемовъ или техники черченія (см. объ этомъ стр. 65); съ другой же стороны позволяетъ сократить работу чертежника во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда предметъ изображенія въ цѣломъ или въ отдѣльныхъ деталяхъ извѣстенъ заранее или вообще такъ или иначе обусловленъ. Такое сокращеніе возможно какъ въ передачѣ внѣшней формы, такъ и въ обозначеніи размѣровъ изображаемыхъ предметовъ; оно можетъ выражаться и въ уменьшеніи числа проекцій противъ геометрически необходимаго и въ упрощеніи самого изображенія, доходя даже до прямого пропуска изображенія и замѣны его простой надписью; изъ размѣровъ же иногда достаточно дать только главные и характерныя, опуская совсѣмъ детальныя.

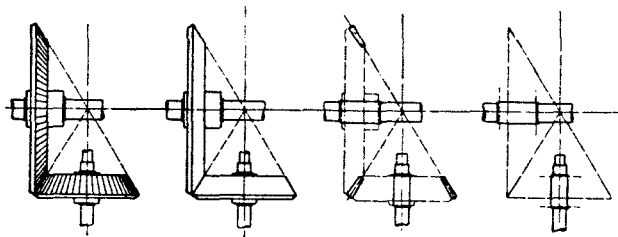
Разберемъ отдѣльные случаи и покажемъ, когда и какъ умѣстно пользоваться сокращеніями.

1. Упрощенное изображеніе деталей на общихъ или сборочныхъ чертежахъ. Такіе чертежи, обычно дѣлаемые въ уменьшенномъ масштабѣ, 1:10 или еще мельче, сопровождаются детальными, рабочими чертежами всѣхъ отдѣльныхъ частей; понятно, что на общемъ чертежѣ нѣтъ надобности въ подробной передачѣ формы отдѣльныхъ частей машины и онѣ могутъ быть вычерчены сокращенно, лишь бы такое упрощенное изображеніе передавало характерныя особенности ихъ и позволяло найти ихъ на детальномъ чертежѣ. Вслѣдствіе большого разнообразія техническихъ формъ нельзя, конечно, дать общаго, опредѣленнаго правила или образца для такихъ упрощенныхъ изображеній; важно лишь всегда наблюдать при этомъ, чтобы упрощенное изображеніе передавало наибольшіе внѣшніе размѣры и всѣ выступающія части детали, т.-е. показывало максимумъ занимаемаго ею

мѣста и не страдало чрезмѣрной схематичностью; простая схема немѣстна на машиностроительномъ чертежѣ, отъ котораго требуется наивозможная наглядность изображенія. На фиг. 61 и 62 приведены обычные упрощенныя изображенія зубчатыхъ колесъ; на фиг. 62 лучше 1-е и 3-е, тогда какъ 4-е слишкомъ схематично; разумеется штриховка для обозначенія зубчатого обода дѣлается глазомѣрно, не заботясь о какомъ-либо проектированіи самихъ зубцовъ. На фиг. 63 показано упрощенное вычерчиваніе трубопровода (фланцевое соединеніе), при чемъ



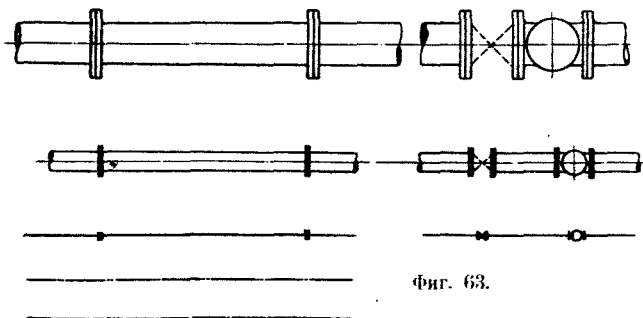
Фиг. 61.



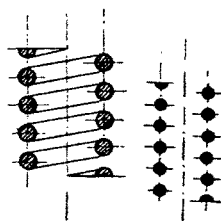
Фиг. 62.

такія детали какъ вентили, задвижки, краны и т. п. обозначены лишь символически; понятно, что такія обозначенія должны быть или заранѣе обусловлены, или снабжены поясняющею ихъ надписью. На фиг. 64 приведены сокращенныя изображенія винтовыхъ пружинъ, при чемъ второе изъ нихъ умѣстно при мелкомъ масштабѣ.

Кромѣ упрощенія самаго изображенія детали, возможно сократить и число изображеній, что часто дѣлается для мелкихъ и неоднократно повторяющихся деталей, каковы напр., скрѣпляющіе болты. На фиг. 65 и 66 въ вертикальной проекціи фланцевъ начерчено только по одному



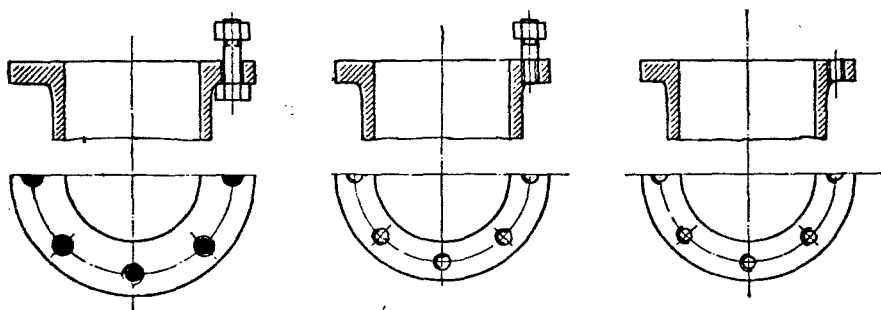
Фиг. 63.



Фиг. 64.

болту, на фиг. 67 показано лишь одно отверстіе для шпильки, остальные пропущены; на горизонтальной же проекціи фланцевъ начерчены всѣ болты, но со сръзанными гайками (на фиг. 66 со снятыми гайками), что сильно упрощаетъ ихъ вычерчиваніе; такой приѣмъ, пользующійся всеобщимъ распространеніемъ при полной своей цѣлесообразности очень простъ и удобенъ, такъ какъ на вертикальной проекціи указн-

вается форма головки и гайки и всё нужные размеры, а на горизонтальной—число и размещение болтов, т.-е. все, что и требуется; чертеж при этом даже выигрывает в ясности, так как проекции не загромождаются ненужными мелочами. Такой же прием приме-



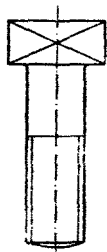
Фиг. 65—67. Сокращенныя изображения. Гориз. проекции показывают сокращения въ вычерчиваніи: фиг. 65 для болтовъ, фиг. 66 для шпилекъ и фиг. 67 для отверстій съ нарѣзкой.

няется и для шуруповъ, шпилекъ, заклепокъ и т. п., при чемъ при очень мелкомъ масштабѣ чертежа, изображеніе этихъ мелкихъ частей даже и вовсе отбрасывается, а замѣняется только обозначеніемъ ихъ осей и поясняющей надписью.

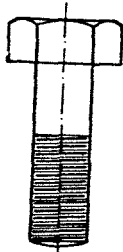
2. Упрощенное вычерчиваніе такъ называемыхъ „нормальныхъ“ деталей и ихъ частей.

Здѣсь сокращеніе можетъ выражаться и въ упрощеніи самаго изображенія и въ уменьшеніи необходимаго числа размеровъ. Главнѣйшее и общепризнанное значеніе имѣетъ упрощенное изображеніе винтовой рѣзбы; такъ какъ для болтовой (остроугольной) рѣзбы имѣются разъ на всегда установленныя таблицы или шкалы ¹⁾ размеровъ нарѣзки, а мастерскія снабжаются соответствующимъ этимъ шкаламъ наборомъ специальныхъ инструментовъ (метчиковъ и плашекъ), то точное и подробное вычерчиваніе

болтовой рѣзбы на машиностроительныхъ чертежахъ становится излишнимъ и всегда замѣняется упрощеннымъ. На фиг. 68 и 69 показаны общераспространенные приемы упрощеннаго изображенія болтовой нарѣзки; изображеніе по фиг. 68, какъ болѣе простое, предпочтительнѣе и теперь все болѣе и болѣе вытѣсняетъ устарѣвшій приемъ по фиг. 69. На фиг. 70 данъ другой вариантъ обозначенія нарѣзки, равнозначущій съ фиг. 68. Изъ размеровъ рѣзбы на чертежѣ необходимо да-



Фиг. 68.



Фиг. 69.

вать только внѣшній діаметръ рѣзбы (всегда въ дюймахъ) и длину нарѣзанной части болта, что по упомянутымъ выше условіямъ изгото-

¹⁾ См. объ этомъ въ курсахъ Деталей Машинъ.

вления рѣзбы является вполне достаточнымъ; правда шкалъ нарѣзокъ имѣется нѣсколько, но такъ какъ у насъ въ Россіи для болтовъ принята повсемѣстно шкала Витворта, то сослаться на шкалу на чертежахъ обыкновенныхъ болтовъ поэтому нѣтъ надобности.

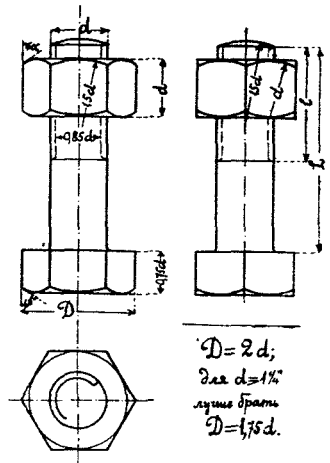
Но указывать надписью требуемую шкалу должно во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда нарѣзка дѣлается не на болтахъ, а на другихъ деталяхъ машинъ, напримѣръ, на сальникахъ, штокахъ, трубахъ и т. п.; не мѣшаетъ замѣтить между прочимъ, что во всѣхъ этихъ случаяхъ изображеніе остроугольной нарѣзки дѣлаютъ такъ же, какъ показано на фиг. 68, 69 и 70.

Въ особыхъ случаяхъ, когда требуется примѣненіе „лѣвой“ нарѣзки, это каждый разъ обязательно указывать надписью на чертежѣ; при этомъ простое отсутствіе надписи понимается всегда, какъ указаніе на обычную «правую» рѣзбу. При обозначеніи нарѣзки по фиг. 69 возможно различать ходъ винта посредствомъ наклона линій рѣзбы вправо или влево, однако такое указаніе приходится считать недостаточно надежнымъ (случайная разсѣянность чертежника!) и потому «лѣвую» рѣзбу всегда надо указывать надписью.

Относительно изображенія рѣзбы по фиг. 69 надо еще замѣтить, что линіи, обозначающія нарѣзку, проводятся глазомѣрно, на произвольныхъ въ извѣстной мѣрѣ расстояніяхъ; я говорю „въ извѣстной мѣрѣ“ потому, что слишкомъ частое или, наоборотъ, рѣдкое проведеніе линій нарѣзки на фиг. 69, неровное ограниченіе толстыхъ линій, слишкомъ большой наклонъ линій рѣзбы и наконецъ, продолженіе ихъ за линію цилиндра болта (на сферическую заточку его конца) чрезвычайно обезображиваютъ внѣшность чертежа; у начинающихъ чертежниковъ, все сказанное встрѣчается довольно часто. Кромѣ того изображеніе по фиг. 69 для крупныхъ размѣровъ нарѣзки выходитъ на чертежѣ слишкомъ рѣзкимъ. Въ виду этого лучше пользоваться обозначеніями по фиг. 68 или 70.

На горизонтальной проекціи нарѣзка на стержнѣ болта обозначается, какъ показано на фиг. 70; то же самое видно и на фиг. 66, а на фиг. 67 показано обозначеніе нарѣзки въ отверстіи (гайкѣ).

Въ тѣхъ случаяхъ когда и винтъ, и гайка попадаютъ въ разрѣзъ, рѣзба въ разрѣзѣ обозначается не такъ, какъ было указано выше, а согласно фиг. 71; при этомъ зубчики, указывающіе нарѣзку, приблизительно соотвѣтствуютъ дѣйствительнымъ виткамъ нарѣзки и дѣлаются глазомѣрно, но во всякомъ случаѣ очень аккуратно и ровно,

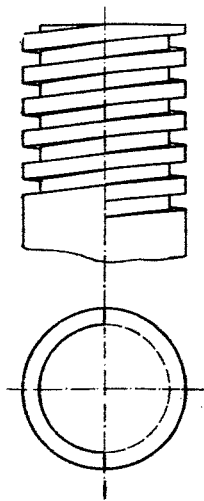


Фиг. 70. Приближенное изображеніе нормального болта.

чтобы изображение не выглядело безобразно; толщина линии въ зубчикахъ должна быть почти одинакова съ прочими линиями контура на чертежѣ.

Фиг. 70 даетъ упрощенное изображение нормальнаго болта съ шестигранными головкой и гайкой; упрощение здѣсь выражается во-первыхъ, въ томъ, что параболическія кривыя коническихъ заточекъ гайки и головки замѣнены дугами круга и, во-вторыхъ, въ томъ, что чертежникъ получаетъ здѣсь „шаблонъ“ размѣровъ, который онъ запоминаетъ развѣ навсегда и пользуется имъ при вычерчиваніи всѣхъ такихъ болтовъ.

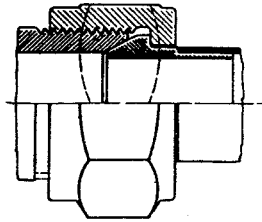
Понятно эти размѣры нужны и годны только для вычерчиванія болтовъ; для мастерскихъ на чертежахъ болтовъ необходимо и достаточно обозначить только *три* цифровыхъ размѣра: вѣншній діаметръ стержня (рѣзбы) — d ¹⁾, длину рѣзбы — l и длину болта — L ; размѣры головокъ и гаекъ частью даются въ шкалѣ нарѣзки, частью берутся по принятымъ нормамъ и на чертежѣ не обозначаются. Для такихъ нормальныхъ болтовъ обыкновенно довольствуются вычерчиваніемъ только одной полной проекціи (вертикальной на фиг. 70), въ горизонтальной же предполагаютъ гайку сръзанной (см. фиг. 65). При мелкомъ масштабѣ чертежа болты вычерчиваютъ еще проще, какъ показано на фиг. 72, выкидывая совсѣмъ дуги коническихъ заточекъ и замѣняя горизонтальную проекцію гайки окружностью, если нужно показать мѣсто, занимаемое гайкой.



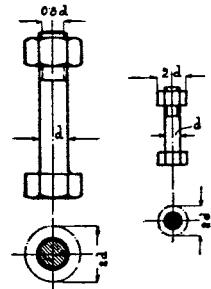
Фиг. 73.



Фиг. 74.



Фиг. 71.



Фиг. 72.

При мелкомъ масштабѣ чертежа болты вычерчиваютъ еще проще, какъ показано на фиг. 72, выкидывая совсѣмъ дуги коническихъ заточекъ и замѣняя горизонтальную проекцію гайки окружностью, если нужно показать мѣсто, занимаемое гайкой.

Все сказанное здѣсь относится только къ нормальной (шестигранной) формѣ головки и гайки; въ случаяхъ иной формы ихъ, для которой не установлено общепринятыхъ нормъ, нужно давать подробный чертежъ со всѣми размѣрами. Фиг. 68 даетъ обычное сокращенное обозначеніе квадратной головки (линіи на крестъ указываютъ плоскую грань); однако одной проекціи здѣсь мало, такъ

какъ такъ же обозначаютъ и головку прямоугольной формы.

Изображеніе по фиг. 68 и 69 примѣняется только для остроуголь-

¹⁾ Всегда въ дюймахъ.

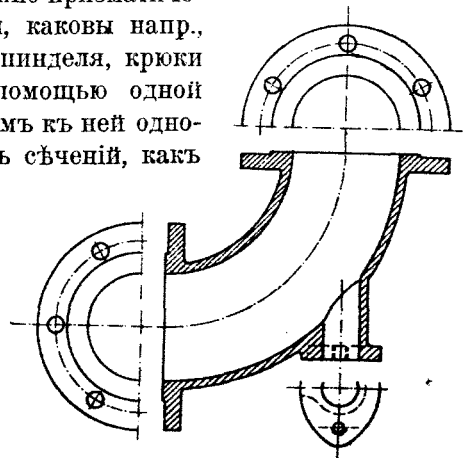
ной (болтовой) наръзки; прямоугольная (вообще ленточная) наръзка упрощенно вычерчивается какъ показано на фиг. 73, при чемъ винтовья линіи замѣняются прямыми; при мелкомъ масштабѣ еще проще, какъ на фиг. 74. Для такихъ наръзокъ не установлено общепринятыхъ таблицъ размѣровъ, поэтому на чертежахъ необходимо давать *всѣ* размѣры и кромѣ того еще профиль наръзки въ разрѣзѣ съ относящимися къ нему размѣрами. Шагъ наръзки обычно дается въ дюймахъ, для мелкой рѣзбы вмѣсто шага обозначаютъ число витковъ наръзки (нитокъ), приходящееся на 1 дюймъ длины винта.

Что касается другихъ „нормальных“ деталей, то онѣ пока имѣютъ частное въ предѣлахъ даннаго завода или предпріятія значеніе. Вдаваться въ эту специальную область не входитъ въ нашу задачу и потому мы ограничимся указаннымъ выше матеріаломъ общераспространеннаго значенія. Можно упомянуть еще развѣ о желѣзныхъ шайбахъ, шплинтахъ, винтахъ, нѣкоторыхъ масленкахъ и т. п. мелочахъ специального производства, для которыхъ на чертежахъ достаточно бываетъ надписи съ обозначеніемъ рыночнаго номера.

3. Сокращенное вычерчиваніе нѣкоторыхъ деталей машинъ простой или достаточно общеизвѣстной формы.

Многія детали машинъ, преимущественно призматической или цилиндрической формы, каковы напр., шпонки, клинья, чеки, валики, шпинделя, крюки и т. п. вполне опредѣляются помощью одной только проекціи съ присоединеніемъ къ ней одного или нѣсколькихъ поперечныхъ сѣченій, какъ на фиг. 15, при чемъ очень часто эти сѣченія накладываются на самую проекцію детали. Обычное сокращеніе при вычерчиваніи разнаго рода фасонныхъ частей трубопроводовъ показываетъ фиг. 75; здѣсь достаточно дать одну проекцію (обычно продольный разрѣзъ), къ которой добавить частичныя проекціи фланцевъ и др. частей, примыкающихъ къ основной формѣ детали, при чемъ при симметричныхъ фланцахъ достаточно уже половинокъ частичныхъ проекцій; на фиг. 76 для круглыхъ фланцевъ показаны добавочно только по половинѣ круга болтовьяхъ отверстій.

Этотъ же пріемъ естественно распространить и на всѣ другія детали машинъ, имѣющія въ основѣ форму тѣлъ вращенія, но при непремѣнномъ условіи, что симметрія обѣихъ половинъ ничѣмъ не нарушается; для такихъ деталей обычно вычерчиваютъ разрѣзъ меридіональной плоскостью и половину проекціи на плоскость, пер-

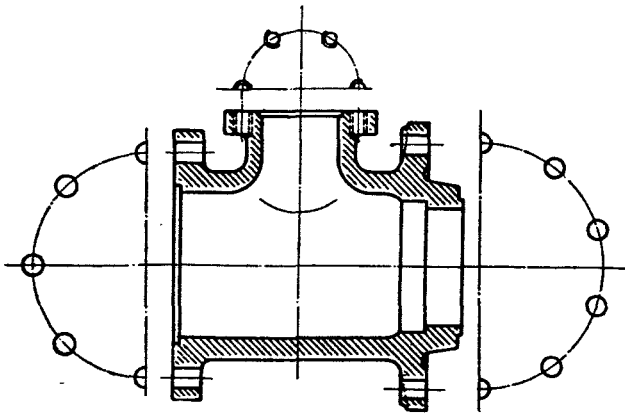


Фиг. 75.

пендикулярную къ оси вращения видовую или также въ разрѣзѣ, см. фиг. 33.

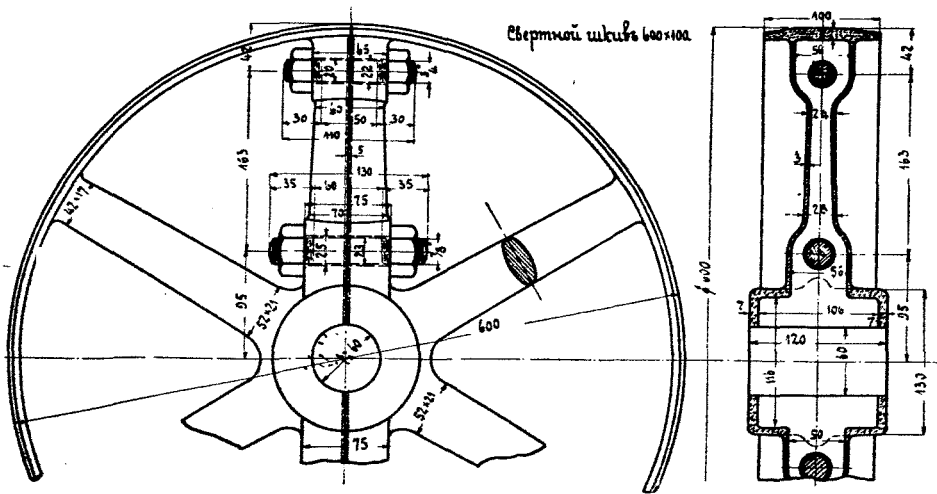
Такія детали машинъ какъ шкивы, маховички, колеса съ простымъ и зубчатымъ ободомъ, блоки, храповыя колеса требуютъ для своего опредѣ-

ленія чертежомъ только разрѣза черезъ ось колеса и половины или даже меньшей доли проекции на плоскость перпендикулярную къ оси съ добавленіемъ поперечныхъ сѣченій спиць; фиг. 77 поясняетъ сказанное (между прочимъ на фиг. 77 не достааетъ поперечныхъ сѣченій для разрѣзной спицы). Фиг. 78 иллюстрируетъ возможно сжатый чертежъ



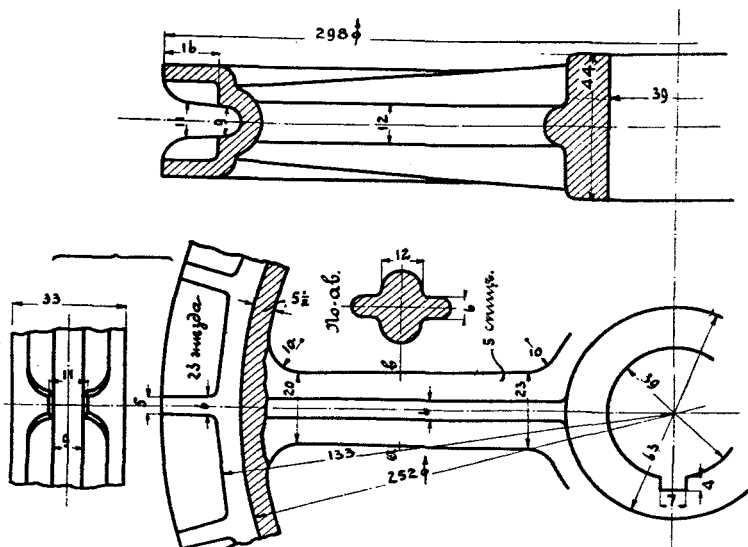
Фиг. 76.

ведущаго цѣпного блока; здѣсь понадобилось добавить еще частичную проекцію для выясненія формы гнѣзда для цѣпи. Нелишне будетъ замѣтить вообще, что подобныя сокращенныя изображения, будучи



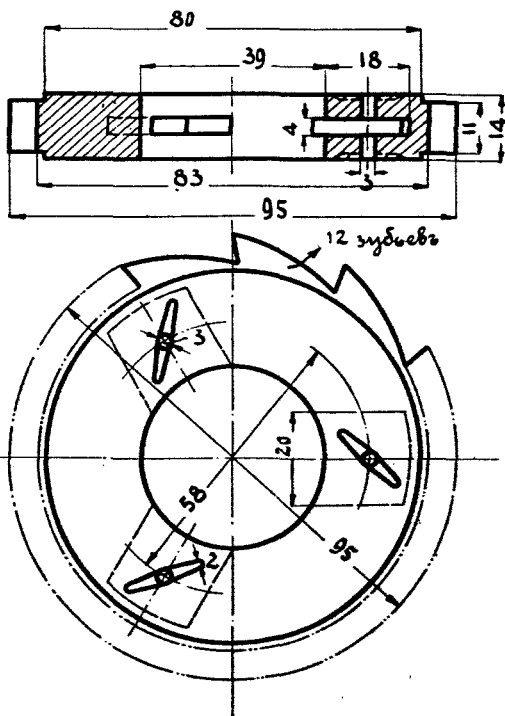
Фиг. 77.

вполнѣ достаточными для мастерской, не всегда достаточны для самого конструктора, такъ какъ не даютъ ему полнаго вида детали въ цѣломъ; по такому чертежу трудно судить напр., о соответствіи поперечныхъ размѣровъ спиць общимъ размѣрамъ шкива; поэтому можно



Фиг. 78.

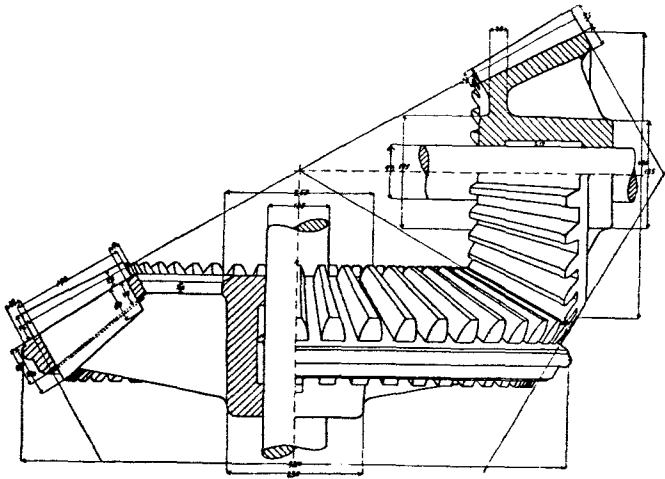
рекомендовать къ составленному такъ чертежу шкива (или подобной ему детали), начерченному въ натуру или въ возможно крупномъ масштабѣ, добавлять одну проекцію въ мелкомъ масштабѣ (1:5 или 1:10), дающую полный видъ шкива; этотъ же приемъ полезенъ и въ такихъ случаяхъ, когда желаютъ избѣжать уменьшенія масштаба и вычерчиваютъ деталь съ искусственными перерывами и выломками, что опять-таки лишаетъ конструктора нагляднаго представленія о детали въцѣломъ; какъ на примѣрѣ, можно указать на чертежи шатуновъ, для которыхъ вычерчиваютъ отдѣльно головки, отрывая среднюю часть (стержень шатуна), иногда даже на разныхъ листахъ; при этомъ слѣдуетъ въ мелкомъ масштабѣ и безъ лишнихъ подробностей присоединять и полный видъ шатуна со стержнемъ ¹⁾.



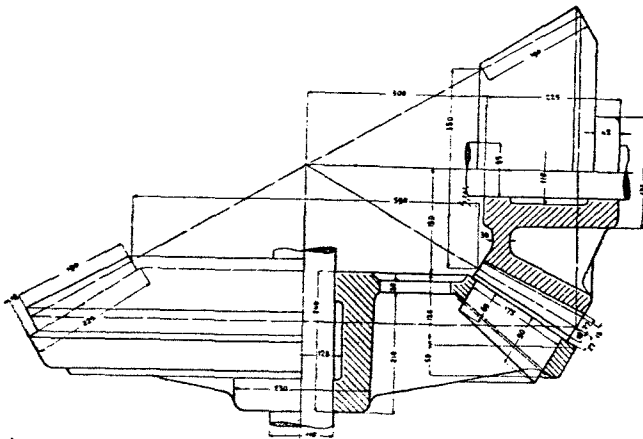
Фиг. 79.

¹⁾ Этотъ примѣръ можно найти въ любомъ атласѣ деталей машинъ.

Фиг. 79 показываетъ обычный приёмъ сокращенія въ вычерчиваніи зубцовъ храпового колеса (то же относится и къ зубчатымъ колесамъ); начертивъ профиль 2-3-хъ зубцовъ, проводятъ окружности головокъ и основаній зубцовъ особымъ пунктиромъ (изъ черточекъ и 2-хъ точекъ или красной тушью, если чертежъ отдѣляется въ краскахъ) и даютъ надпись полное число зубцовъ (для зубчатыхъ колесъ проводятъ еще начальную (дѣлительную) окружность пунктиромъ или цвѣтомъ, принятыми для осевыхъ линий, см. стр. 12).



Фиг. 80. Излишество въ вычерчиваніи зубцовъ.



Фиг. 81. Упрощенное вычерчиваніе зубчатого вѣнца.

зубчатыхъ колесъ, совершенно несоотвѣтствующій духу и направленію машиностроительнаго черченія; начинающіе чертежники часто проявляютъ склонность къ подобной египетской работѣ по вычерчиванію зубцовъ въ наклонныхъ положеніяхъ, что надо объяснить только отсутствіемъ еще у нихъ правильнаго критерія для оцѣнки дѣйствительныхъ достоинствъ чертежа. Фиг. 81 показываетъ цѣлесообразное и потому правильное изображеніе такихъ колесъ ¹⁾; линий

¹⁾ Фиг. 81 не даетъ полнаго чертежа коническихъ зубчатыхъ колесъ; изображеніе ограничено только отвѣтомъ на затронутый вопросъ.

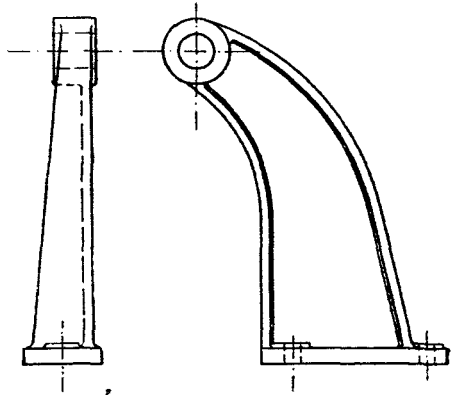
головокъ и основаній зубцовъ особымъ пунктиромъ (изъ черточекъ и 2-хъ точекъ или красной тушью, если чертежъ отдѣляется въ краскахъ) и даютъ надпись полное число зубцовъ (для зубчатыхъ колесъ проводятъ еще начальную (дѣлительную) окружность пунктиромъ или цвѣтомъ, принятыми для осевыхъ линий, см. стр. 12).

Подобный приёмъ сокращенія чертежной работы вполне цѣлесообразенъ, такъ какъ чертежъ при этомъ даетъ все, что требуется мастерской; излишнее усердіе чертежника по вычерчиванію цѣлой массы зубцовъ отнюдь не можетъ быть поставлено ему въ заслугу. Фиг. 80 иллюстрируетъ чертежъ коническихъ

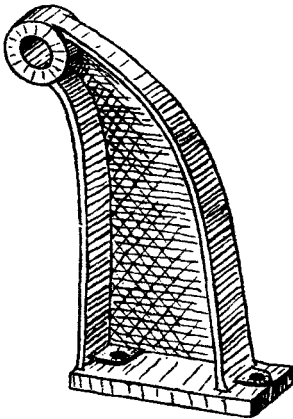
зубчатого вѣнца на видовыхъ половинахъ проекцій могутъ быть сдѣланы или тонкими или цвѣтными линиями для отличія ихъ отъ дѣйствительныхъ контурныхъ линий.

Далѣе возможность сокращеній въ чертежахъ даютъ «парныя» модели; фиг. 82 даетъ чертежъ стойки, для которой на фиг. 83 показана «лѣвая» модель, а на фиг. 84 «правая» модель (подобно, напр., парѣ перчатокъ), при чемъ всѣ размѣры ихъ соотвѣтственно одинаковы. Для такихъ предметовъ достаточно одного чертежа съ указаніемъ надписью количества шт. для правой и лѣвой модели; конечно, понятіе правой и лѣвой сторонъ здѣсь условно, что надо имѣть въ виду, если количества той и другой модели не одинаковы.

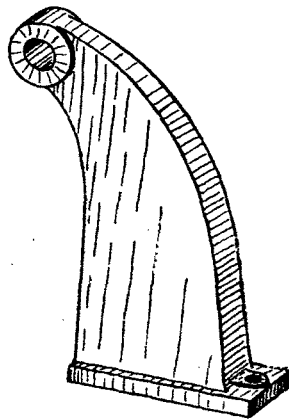
Случается также, что двѣ какія-либо части машины имѣютъ въ общемъ совершенно одинаковыя форму и размѣры, но представляютъ незначительныя и дополнительныя къ основной формѣ отличія, напр., въ видѣ какого-либо придатка на одной изъ нихъ, лишняго отверстія, разницы въ діаметрахъ нѣкоторыхъ отверстій и т. п. Тогда такъ же возможно обойтись однимъ чертежомъ такого предмета, причертнивъ



Фиг. 82. Чертежъ лѣвой модели.



Фиг. 83. Лѣвая модель.



Фиг. 84. Правая модель.

на немъ такія детальныя отклоненія другой модели красной тушью или условнымъ пунктиромъ и сдѣлавъ надписью соотвѣтствующее поясненіе.

Приведенные въ этой главѣ указанія и примѣры сокращеній въ чертежахъ выясняютъ скорѣе лишь ихъ общее направленіе, но далеко не исчерпываютъ всѣхъ деталей этой стороны чертежнаго дѣла. По существу задачи въ этихъ деталяхъ, однако, слишкомъ много разнообразія и условности въ приемахъ изображенія, чтобы ихъ можно было подвести подъ общія правила; это и не представляется необходимымъ для чертежника, хорошо знающаго машиностроительное дѣло: ясно представляя себѣ рабочіе процессы въ мастерскихъ и вѣрно оцѣнивая потребности послѣднихъ, онъ можетъ свободно и самостоятельно пользоваться сокращеніями. Но что касается учащихся, то они, не обладая еще такими познаніями, обнаруживаютъ однако большую склонность пользоваться всякими сокращеніями на своихъ чертежахъ; ихъ поэтому слѣдуетъ предостеречь отъ излишняго увлеченія и порекомендовать имъ отнюдь не выходить изъ рамокъ слѣдующихъ здѣсь указаній.

VI. Исполнение и отдѣлка чертежей.

На ряду съ приемами и правилами, касающимися составленія чертежа и обусловливающими его внутреннія достоинства, необходимо обратить должное вниманіе и на внѣшнюю сторону чертежнаго дѣла—технику самого вычерчиванія. Недостатки техники даютъ себя знать двоякимъ образомъ: во-первыхъ, они ослабляютъ ясность и отчетливость чертежа, портя его внѣшность и, во-вторыхъ, вызываютъ излишнюю и непронизводительную затрату времени со стороны чертежника. Первое зависитъ какъ отъ нѣкотораго навыка рукъ чертежника, такъ, въ извѣстной мѣрѣ, и отъ надлежащаго качества чертежныхъ инструментовъ и матеріаловъ; второе—главнымъ образомъ отъ внесенія порядка, извѣстной планомѣрности въ работу вычерчиванія. Имѣя всегда въ виду „достиженіе цѣли съ наименьшей затратой труда и времени“, техника машиностроительнаго черченія отличается возможной простотой приемовъ; цѣль машиностроительнаго чертежа—ясная, сжатая и точная передача на бумагѣ конструктивной идеи—должна быть достигнута лишь при помощи самыхъ простыхъ средствъ выраженія; всякая внѣшняя отдѣлка проекцій тушевой или штриховкой съ цѣлью придать „плоскимъ“ проекціямъ „пластичность“ впечатлѣнія, даже простыя линейныя оттѣненія не имѣютъ мѣста на машиностроительныхъ чертежахъ. Достоинство такого чертежа—это его графическая правильность и соотвѣтствіе потребностямъ машиностроительнаго дѣла; эта главная цѣль не должна заслоняться, а тѣмъ болѣе подмѣняться никакими внѣшними эффектами его отдѣлки.

1. Чертежные инструменты и принадлежности. Обращеніе съ чертежными инструментами само по себѣ настолько просто, что не нуждается въ особыхъ указаніяхъ или наставленіяхъ; необходимый навыкъ и извѣстная сноровка пріобрѣтаются личнымъ опытомъ при упражненіяхъ въ черченіи; начинающіе вскорѣ же послѣ первыхъ работъ достаточно овладѣваютъ этимъ. Наводка ровныхъ, чистыхъ линий, особенно въ мѣстахъ сопряженій прямыхъ и дугъ, много зависитъ еще отъ внимательности и аккуратности чертежника,—качество для техника и инженера въ особенности необходимыхъ.

Изъ чертежныхъ инструментовъ и принадлежностей укажу здѣсь только на тѣ, которые безусловно необходимы каждому чертежнику.

1. Готовальня, самое главное орудіе чертежника; въ ней важенъ не количественный наборъ инструментовъ, но исключительно ихъ качество. Необходимо и достаточно имѣть: 1 круговой циркуль съ вставными ножками, изъ которыхъ одна для карандаша, другая съ рейсфедеромъ для туши; къ нему должна быть вставка для удлиненія ножки въ случаѣ большихъ окружностей; 1 измѣрительный циркуль съ неотъемными ножками (удобнѣе съ микрометрическимъ винтомъ); 1 кронциркуль съ рейсфедеромъ (для очень маленькихъ окружностей) и 1 или лучше 2 рейсфедера (чертежныхъ пера).

Готовальни хорошаго качества должны удовлетворять слѣдующимъ требованіямъ: шарниръ въ головкѣ циркуля долженъ раздвигаться ровно и достаточно легко, но въ то же время долженъ быть настолько тугимъ, чтобы не сдавать и держаться въ установленномъ положеніи. Неотъемная ножка круговаго циркуля должна быть снабжена иглой или остриемъ съ заплечиками для центра; обѣ ножки обязательно должны имѣть шарниры, позволяющіе ставить иглу и рейсфедеръ въ положеніе перпендикулярное къ бумагѣ, что необходимо какъ для того, чтобы не разворачивать дыры въ центрѣ, такъ и для того, чтобы рейсфедеръ всегда давалъ ровную, чистую линію. Кронциркуль обычно не имѣетъ вставной ножки и шарнировъ; одна ножка его должна имѣть остріе для центра, а другая, несущая рейсфедеръ, снабжается пружиной съ винтомъ для установки радіуса нужнаго размѣра.

Круговымъ циркулемъ можно пользоваться и какъ мѣрительнымъ; однако съ этимъ связано много неудобствъ, почему и нуженъ отдѣльный мѣрительный циркуль. Кстати замѣтить вообще, что стремленіе сосредоточить въ одномъ инструментѣ функціи нѣсколькихъ, не заслуживаетъ вниманія; напр. въ иныхъ готовальняхъ кладется ручка, вставивъ въ которую рейсфедеръ круговаго циркуля, можно получить рейсфедеръ для проводки прямыхъ линій; въ результатъ же онъ будетъ проводить плохо и прямая, и окружности.

Язычки рейсфедера должны быть строго одинаково и ровно отточены, но не настолько остры, чтобы рѣзать бумагу; чертежнику слѣдуетъ самому научиться подтачивать и заправлять на оселкѣ концы язычковъ, такъ какъ съ теченіемъ времени перо тупится и требуетъ поправки; операція заточки требуетъ больше терпѣнія, чѣмъ искусства. Для удобства чистки одинъ язычокъ дѣлаютъ иногда откиднымъ на шарнирѣ; такихъ рейсфедеровъ однако нельзя рекомендовать, такъ какъ шарниръ разбалтывается со временемъ и правильное взаимное положеніе язычковъ нарушается.

Для хорошаго дѣйствія рейсфедера существенно важно придавать ему правильное положеніе при работѣ: язычки рейсфедера должны идти въ плоскости, перпендикулярной къ листу и имѣть неболь-

шой наклонъ въ сторону движенія; винтикъ язычковъ обычно обращается наружу (отъ линейки). Удобно имѣть два рейсфедера, изъ нихъ одинъ побольше для толстыхъ линий.

Въ настоящее время не трудно имѣть достаточно хорошую готовальню за сравнительно недорогую плату (приблиз. отъ 5 руб.); при выборѣ надо наблюдать, чтобы вышеуказанныя условія были выполнены; въ остальномъ различія въ конструкціи инструментовъ едва ли существенны для ихъ дѣйствія и предпочтеніе однихъ другимъ зависитъ уже скорѣе отъ вкуса или привычки; можно пожалуй еще высказаться въ пользу простоты устройства и легкости вѣса инструментовъ.

Обыкновенно къ готовальнѣ же прилагается транспортиръ для отмѣриванія угловъ; удобнѣе всего прозрачныя роговыя транспортеры.

2. Масштабъ или мѣрительная линейка. Удобнѣе всего деревянные масштабы со скошенными краями; достаточно имѣть двухсторонній масштабъ длиною въ 25 смтр., дающій миллиметры и дюймы, — съ дѣленіями до 0,5 мм. и до $\frac{1}{16}$ дюйма. Металлическіе масштабы менѣе удобны, такъ какъ легко загрязняются и пачкаютъ бумагу и, кромѣ того, портятъ ножки циркуля при взятіи по нимъ размѣра. Складной метръ также нуженъ для общихъ и приблизительныхъ промѣровъ на листѣ, но пользоваться имъ, какъ масштабомъ, при черченіи не слѣдуетъ.

3. Линейки, треугольники и пр. Изъ линеекъ необходима только т. наз. рейсшина, т.-е. линейка, снабженная на одномъ концѣ планкой, укрѣпленной неподвижно подъ угломъ въ 90° ; этой планкой она при работѣ прижимается къ краю чертежной доски. Поверхъ этой планки иногда дѣлается другая, подвижная, закрѣпляемая винтомъ подъ любымъ угломъ къ линейкѣ; однако въ этой послѣдней нѣтъ особой надобности. Для чертежнаго листа размѣромъ ватманской бумаги достаточно имѣть рейсшину длиною около 90 смтр. Изъ треугольниковъ нужно имѣть два: одинъ съ углами въ 60° и 30° , другой съ углами по 45° . Первый побольше, длиною около 35 смтр., второй— 20—25 смтр. Треугольники должны быть достаточно тонки и гибки, чтобы плотно прижимались къ листу; обычно пользуются треугольниками изъ грушеваго дерева; вполне пригодны также каучуковые, какъ хорошо сохраняющіеся и гибкіе, но стоющіе немного дороже. Встрѣчающіеся иногда на треугольникахъ и линейкахъ миллиметровые масштабы совершенно не нужны.

Изъ прочихъ принадлежностей надо упомянуть чертежныя доски, которыя должны быть настолько солидны и прочны, чтобы не трескаться и не коробиться; удобнѣе для работы съ рейсшиной доски на довольно высокихъ шпонкахъ; лѣвая и нижняя стороны доски должны быть правильными прямыми подъ угломъ въ 90° .

Для проводки окружностей большихъ радіусовъ можетъ встрѣтиться надобность въ штангенъ-циркулѣ (два зажима, изъ которыхъ

одинъ съ остриемъ для центра, другой съ рейсфедеромъ или карандашомъ, двигающіеся по деревянной или металлической линейкѣ); заслуживаютъ упоминанія также роговые центрики, укрѣпляемые на листѣ, для предупрежденія сильнаго разворачиванія центра при проводкѣ многихъ концентрическихъ окружностей. Встрѣчается надобность и въ различныхъ лекалахъ для проводки кривыхъ линий; относительно лекаловъ нельзя дать общихъ указаній, а кромѣ того примѣненіе ихъ сравнительно рѣдко, такъ какъ на машино-строительныхъ чертежахъ криволинейныя очертанія составляются обычно изъ дугъ круга и прямыхъ или замѣняются ими.

Существуютъ еще различныя болѣе сложные инструменты (пропорціональные циркули, приборы для проводки пунктирныхъ линий и пр.), но всѣ они въ машиностроительномъ черченіи не имѣютъ никакого или почти никакого значенія ¹⁾.

2. Порядокъ и приемы вычерчиванія. Основываясь на эскизахъ ²⁾ (снятыхъ съ натуры или проектныхъ), составляется прежде всего чертежъ въ карандашѣ; который затѣмъ можетъ быть переведенъ на кальку или непосредственно отдѣланъ тушью и красками. Въ заводскомъ обиходѣ встрѣчается исключительно первое; калька служить для печатанія свѣтовыхъ копій, которыя поступаютъ какъ рабочіе чертежи въ мастерскія, карандашный же чертежъ сохраняется въ чертежномъ бюро. Переводъ на кальку выполняется обычно другимъ лицомъ, чертежникомъ-копировщикомъ; поэтому карандашный чертежъ долженъ быть достаточно ясно и отчетливо отдѣланъ во всѣхъ деталяхъ, т.-е. онъ долженъ имѣть вполнѣ законченный видъ; черновой карандашный чертежъ долженъ отличаться отъ отдѣланныхъ чертежей только тѣмъ, что онъ именно карандашный; калька представляетъ собою не болѣе, какъ точную копию съ него. Если же вмѣсто перевода на кальку, карандашный чертежъ отдѣляется тушью и красками, то, хотя бы эта отдѣлка производилась тѣмъ же лицомъ, которое составляло карандашный чертежъ, все-таки этотъ послѣдній долженъ быть доведенъ до такого же вполнѣ законченнаго состоянія, какъ и въ случаѣ перевода на кальку и только послѣ того можно приступать къ обводкѣ его тушью. Это одинаково необходимо и потому, что всякій техникъ долженъ приучить себя къ извѣстной аккуратности и законченности во всѣхъ своихъ работахъ и даже отдѣльныхъ стадіяхъ одной и той же работы, такъ и потому, что только при такомъ порядкѣ возможенъ минимумъ затраты труда и времени на чертежъ и его отдѣлку. Это и единственно вѣрный путь получить въ концѣ-концовъ чисто и прилично отдѣланный чертежъ; тѣмъ не менѣе часто приходится наблюдать, что

¹⁾ Интересующимся можно указать на книгу М. А. Нетыкса „Техника черченія“, расчитанную скорѣе на профессиональныхъ чертежниковъ, чѣмъ на будущихъ инженеровъ.

²⁾ Объ эскизахъ см. стр. 77.

учащиеся, по недостатку сознания или терпѣнія, начинаютъ обводку тушью, не додѣлавъ всего въ карандашѣ; и вотъ послѣ немногихъ линій приходится прерывать обводку, чтобы подыскать центръ или подвести карандашомъ недостающія линіи, далѣе оказывается, что тутъ недоведено, тамъ переведено, значитъ надо стирать и т. д.; а въ результатѣ—потеря времени и испорченный по внѣшности чертежъ.

Надо съ самаго начала взять себѣ за правило: прежде закончить до мельчайшихъ подробностей черновой карандашный чертежъ и только послѣ этого начинать отдѣлку его, при томъ безразлично, будетъ ли онъ переводиться на кальку или обводиться тушью или даже отдѣлываться окончательно карандашомъ.

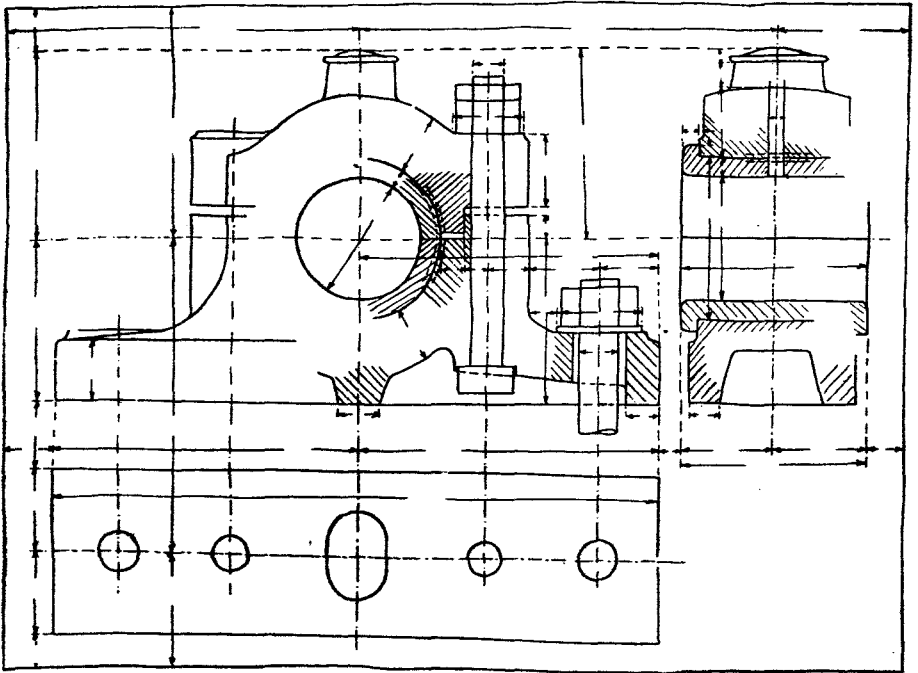
3. Карандашный чертежъ. Передъ началомъ вычерчиванія слѣдуетъ обдумать общее расположеніе чертежа, т. е. намѣтить себѣ планъ составленія чертежа. Для этой цѣли всего лучше набросать предварительный эскизъ, черновикъ чертежа; такой эскизъ, конечно, дѣлается очень поверхностно, давая лишь главныя и характерныя линіи отдѣльныхъ проекцій; фиг. 85 представляетъ образецъ подобнаго эскиза. Съ помощью такого эскиза слѣдуетъ выяснитъ себѣ: 1) количество необходимыхъ видовъ и разрѣзовъ и ихъ взаимное размѣщеніе на листѣ; 2) нужный размѣръ чертежнаго листа, а если форматъ его заданъ, то масштабъ чертежа; 3) наименьшее разстояніе между главными осями отдѣльныхъ проекцій.

Предварительный эскизъ очень полезенъ для всякаго болѣе или менѣе сложнаго чертежа, за исключеніемъ развѣ самыхъ простыхъ случаевъ; только при такомъ планомѣрномъ порядкѣ возможно получить хорошо разработанный чертежъ и избавитъ себя отъ неожиданностей, передѣлокъ и исправленій; на послѣдніе часто уходитъ гораздо больше времени, чѣмъ на предварительный эскизъ, такъ что въ конечномъ итогѣ этотъ эскизъ даетъ и выигрышъ въ затратѣ времени.

Какъ видно изъ фиг. 85 на такомъ эскизѣ отмѣчаются лишь тѣ размѣры, которые нужны самому чертежнику (о. простановкѣ размѣровъ на чертежѣ см. стр. 25); на этомъ эскизѣ важно установить и наибольшее мѣсто, занимаемое каждой отдѣльной проекціей. Не мѣшаетъ при набрасываніи эскиза соблюдать, хотя бы и на глазъ, относительный масштабъ.

Установивъ планъ составленія чертежа, можно приступить къ вычерчиванію. Прежде всего проводятъ оси (среднія линіи см. стр. 12) для всѣхъ главныхъ проекцій предмета, при чемъ главныя оси двухъ сосѣднихъ проекцій должны лежать соответственно на однихъ и тѣхъ же прямыхъ, устанавливая такимъ образомъ геометрическую связь главныхъ проекцій съ основной (видомъ спереди). Оси, какъ и всѣ вообще линіи карандашнаго чертежа, слѣдуетъ проводить сплошными, тонкими линіями достаточно твердымъ карандашомъ (лучше всего

№№ 3—4), заточеннымъ остриемъ, но не лопаточкой; различіе линій (пунктирныя разныхъ фасонъ и сплошныя) нужно отложить до окончательной обводки и отдѣлки чертежа. Послѣ главныхъ слѣдуетъ провести всѣ второстепенныя оси, а затѣмъ приступить къ нанесенію контурныхъ линій, откладывая размѣры для нихъ отъ соответственныхъ осей; при этомъ слѣдуетъ начинать съ главныхъ и общихъ размѣровъ, откладывая ихъ сперва и потомъ разбивая на детальныя размѣры, но не наоборотъ, такъ какъ при такомъ порядкѣ легче избѣгать ошибокъ и получить болѣе точный чертежъ. Откладываніе размѣровъ должно дѣлаться путемъ накладыванія на чертежъ масштаб-



Фиг. 85. Черновой набросокъ для установленія плана составленія чертежа.

ной линейки со скошеннымъ краемъ и отмітокъ по ней остро отточеннымъ карандашомъ; ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ переносить размѣры на чертежъ посредствомъ циркуля, такъ какъ это ведетъ только къ потерѣ времени и порчѣ масштабной линейки и циркуля, а точность построенія отъ этого нисколько не выигрываетъ.

Построеніе контура нужно дѣлать сразу на двухъ или болѣе проекціяхъ; при этомъ и размѣры достаточно откладывать на одной проекціи, перенося ихъ на другую съ помощью рейсшины; излишней длины проводимыхъ линій нечего бояться, такъ какъ послѣ обводки все лишнее можно стереть резиной; особенно выгадывать тутъ и ограничивать на глазъ длину линій не стоитъ, ибо это часто

ведеть къ повтореньямъ и потерѣ времени. Горизонтальныя и вертикальныя линіи на чертежѣ нужно проводить помощью рейсшины и сразу на всѣхъ проекціяхъ; работая рейсшиной наблюдать, чтобы ручка ея была крѣпко прижата къ краю доски и чтобы ея линейка не отжималась въ сторону отъ давленія карандаша; начинающимъ нужно особенно внимательно слѣдить за собою первое время, помня, что умѣлое и свободное обращеніе съ орудіями чертежника предполагаетъ отсутствіе излишняго нажатія, какъ на бумагу, такъ и на орудія; надлежащая мѣра здѣсь вырабатывается скоро личной практикой. Можно также, напр., при невѣрной доскѣ, проводить по рейсшинѣ только горизонтальныя линіи, вертикальныя же помощью угольника, приставляемого и передвигаемого вдоль рейсшины.

Строя такимъ образомъ контуры проекцій, слѣдуетъ заштриховывать начерно и отъ руки разрѣзы по мѣрѣ построенія ихъ; такая штриховка выполняется быстро и очень облегчаетъ ориентировку въ чертежѣ самого чертежника; ее слѣдуетъ дѣлать болѣе мягкимъ карандашомъ (лучше №№ 2—3, низшіе номера легко смазываются и загрязняютъ чертежъ), не особенно нажимая на бумагу, дабы впослѣдствіи можно было легко и безслѣдно удалить эту штриховку резиной. Окончивъ построеніе контурныхъ линій, нужно провести и всѣ закругленія въ мѣстахъ переходовъ (см. стр. 11), отмѣчая центры ихъ маленькими кружками. Къ обводкѣ чертежа можно приступить не ранѣе того, какъ будутъ проведены карандашомъ всѣ контурныя линіи, отмѣчены всѣ разрѣзы штриховкой и всѣ центры окружностей и закругленій маленькими кружечками. Размѣрныя линіи и цифры можно отложить и до окончанія обводки, если таковая дѣлается тѣмъ же чертежникомъ и безъ перевода на кальку; въ противномъ случаѣ нужно провести и всѣ размѣрныя линіи и прописать цифры. Передъ обводкой не мѣшаетъ также стереть всѣ излишнія или ошибочно проведенныя линіи.

4. Отдѣлка чертежей. Отдѣлка черногого карандашнаго чертежа можетъ быть сдѣлана: 1) карандашами, 2) тушью и красками и 3) посредствомъ перевода на кальку.

Отдѣлка карандашомъ требуетъ особой аккуратности при составленіи черногого чертежа и предохраненія его отъ загрязненія, такъ какъ чистка чертежа резиной послѣ обводки, понятно, сопряжена съ рискомъ задѣть наведенныя линіи и потерей времени на ихъ возстановленіе. Поэтому еще передъ обводкой нужно стереть всѣ ненужныя линіи, въ особенности на самихъ проекціяхъ. Для обводки слѣдуетъ взять не очень твердый карандашъ (лучше № 2—3, болѣе мягкіе номера смазываются и загрязняютъ чертежъ) съ притупленнымъ остриемъ или отточеннымъ въ формѣ лопатки, такъ какъ контуры проекцій должны обводиться достаточно толстыми линіями, рѣзко и отчетливо, при чемъ карандашъ приходится довольно сильно нажимать на бумагу. Линіи невидимаго контура (пунктиръ изъ черточекъ) нужно про-

водить слабѣе и тоньше, дѣлая равной длины черточки съ небольшими промежутками между ними. Обводку лучше начинать съ окружностей и закругленій и заканчивать прямыми. Оси проводятъ пунктиромъ изъ черточекъ и точекъ, размѣрныя линіи сплошными тонкими линіями: удобнѣе для нихъ взять карандашъ потверже (№ 4). Покончивъ съ обводкой, надо заштриховать разрѣзы; линіи штриховки должны быть много слабѣе и тоньше контурныхъ, почему для нихъ берутъ карандашъ потверже (№ 4). Штриховку дѣлаютъ помощью двухъ треугольниковъ, изъ которыхъ одинъ крѣпко прижимается къ бумагѣ лѣвой рукой, а другой передвигается по нему правой рукой по мѣрѣ проводки линій; передвигая верхній угольникъ, нужно стараться получать равныя промежутки между линіями штриховки, что при небольшихъ промежуткахъ безъ труда достигается на глазъ. Однако слишкомъ частая штриховка не годится; она загружаетъ и чертежъ и чертежника. Частота линій должна соотноситься съ размѣрами заштриховываемыхъ площадей, т.-е. съ тѣмъ, насколько мелокъ или крупенъ чертежъ; какъ предѣлы для промежутковъ между линіями штриховки можно указать 1—3 м.м., даже до 4-хъ при очень крупномъ чертежѣ. Линіи штриховки всегда дѣлаются наклонно къ горизонтальнымъ и вертикальнымъ линіямъ чертежа, составляя съ ними уголъ около 45°, прилегающія одна къ другой площади разрѣза отдѣльныхъ деталей заштриховываются въ противоположныхъ направленіяхъ, дабы ихъ легче было различить. Различными фасонами штриховокъ разрѣзовъ обычно пользуются для обозначенія рода матеріала данной детали (см. стр. 35). Нельзя не замѣтить, однако, что штриховка различными пунктирами и линіями разной толщины довольно кропотливое дѣло; поэтому при отдѣлкѣ карандашомъ можно въ особенности рекомендовать штриховку цвѣтными карандашами; тогда при однообразномъ и самомъ простомъ фасонѣ штриховки родъ матеріала указывается цвѣтомъ, какъ и при отдѣлкѣ красками. Самый чертежъ при этомъ много выигрываетъ во внѣшней красотѣ, а чертежникъ не менѣе того во времени, потраченномъ на отдѣлку.

Отдѣлка карандашомъ, требуя извѣстныхъ предосторожностей въ работѣ, а слѣдовательно и нѣкотораго навыка со стороны чертежника, является самой простой и скорой для исполненія, а потому и наиболѣе подходящей для конструктивныхъ работъ учащихся.

Отдѣлка тушью и красками. Прежде всего необходимо сдѣлать нѣкоторыя замѣчанія относительно примѣняемыхъ при этомъ матеріаловъ и приемовъ работы. Бумага для такихъ чертежей наклеивается на доску; для этого листъ кладутъ на доску и смачиваютъ его водой, оставляя сухими кромки, которыя приклеиваютъ клейстеромъ къ доскѣ; по высыханіи получается ровно натянутый листъ; только такимъ путемъ можно получить чертежъ, не покоробленный отъ заливки красками. Изъ чертежныхъ бумагъ для такой операціи единственно пригодной является ватманская бумага, которую всегда и слѣдуетъ брать.

(лучше гладкій, чѣмъ шероховатый сортъ ея). Тушь обычно употребляется т. н. химическая, жидкая (иначе наз. «инкъ»); она всегда готова къ употребленію и не размывается водой, что необходимо при заливкѣ чертежа красками. Для осевыхъ и размѣрныхъ линій имѣются инки синяго и краснаго цвѣта, также не размываемыя водой (о чѣмъ и должна быть надпись на этикеткѣ).

Обводку карандашнаго чертежа тушью слѣдуетъ вести въ такомъ порядкѣ: сперва обвести всѣ окружности и закругленія видимаго контура (сплошными линіями), затѣмъ всѣ окружности и закругленія невидимаго контура (пунктирными линіями, см. стр. 8), послѣ этого обвести всѣ прямыя сплошныя линіи и затѣмъ уже всѣ прямыя пунктирныя (невидимыя контурныя линіи). При такомъ порядкѣ работы получается, во-первыхъ, экономія во времени, такъ какъ при этомъ не приходится попеременно браться то за одинъ, то за другой чертежный инструментъ и переставлять рейсфедеръ на линіи разной толщины и, во-вторыхъ, обеспечивается ровность въ мѣстахъ сопряженія круговыхъ дугъ и прямыхъ (главнымъ образомъ закруглений). Но такой порядокъ обводки предполагаетъ и полную законченность черноваго карандашнаго чертежа, къ чему всегда и нужно стремиться начинающимъ; всякіе перерывы въ работѣ обводки невыгодны еще тѣмъ, что тушь, особенно химическая, довольно быстро засыхаетъ въ рейсфедерѣ, что требуетъ частой чистки его язычковъ и заполнения свѣжей порціей туши; это свойство туши скоро засыхать и сгущаться въ рейсфедерѣ принуждаетъ чертежника къ быстротѣ и энергіи дѣйствій по обводкѣ, иначе оно будетъ сильно досаждать чертежнику и обыкновенно не остается безъ вліянія на чистоту и ровность линій; само собою разумѣется, что язычки рейсфедера должны содержаться въ постоянной чистотѣ, для чего ихъ приходится протирать замшей не только по окончаніи работы, но и неоднократно во время работы.

Контурныя линіи на машиностроительныхъ чертежахъ обводятся довольно толсто, при чѣмъ толщина ихъ, понятно, зависитъ отъ масштаба; чѣмъ крупнѣе чертежъ, тѣмъ толще берутся линіи. Какъ предѣлы для толщины этихъ линій можно указать $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ м.м. и даже до 1 м.м. для крупныхъ деталей въ натуральную величину. Пунктирныя (невидимыя контурныя) линіи, какъ правило, проводятся приблизительно вдвое тоньше сплошныхъ, при томъ состоятъ изъ довольно длинныхъ черточекъ съ небольшими промежутками между послѣдними. Толщина однородныхъ линій на всемъ чертежѣ должна выдерживаться одинаковой; лишь при значительной разницѣ въ масштабахъ или степени сложности отдѣльныхъ проекцій можетъ быть и разной вообще, но одинаковой въ предѣлахъ отдѣльныхъ фигуръ.

Окончивъ наводку контурныхъ линій, можно провести оси; но если нѣтъ увѣренности въ полной неразмываемости цвѣтныхъ инковъ,

то лучше прямо приступить къ заливкѣ краской площадей разрѣзовъ и сѣченій, а оси и размѣрные линіи провести послѣ.

Краски требуются обыкновенныя акварельныя, указанныхъ на стр. 35 условныхъ цвѣтовъ. Разводить краску слѣдуетъ на специальномъ блюдечкѣ, достаточно глубокомъ, чтобы натертая краска могла отставаться; разводить нужно не особенно густо, во всякомъ случаѣ лучше жиже, чѣмъ гуще, такъ какъ при надобности можно покрыть краской одну и ту же площадь и два раза. Нужно имѣть колонковую кисть средняго размѣра, лучше двустороннюю; маленькія кисточки неудобны, а большая кисть хорошаго качества годится для покрытія даже мелкихъ и узкихъ площадокъ.

При заливкѣ разрѣзовъ доска съ наклееннымъ на ней чертежомъ ставится на столъ наклонно; покрытіе начинаютъ съ верхней стороны площадокъ, беря на кисть достаточно много краски, чтобы она, стекая, скоплялась внизу покрываемаго мѣста и препятствовала тамъ преждевременному засыханію краски. Заливку нужно производить возможно быстро, наблюдая, чтобы нигдѣ въ промежуткахъ краска не успѣла высохнуть; въ противномъ случаѣ неизбежны пятна.

Окончивъ заливку площади, нужно снять скопившійся на нижней сторонѣ ея избытокъ краски посредствомъ отжатой отъ краски кисти (при надобности иногда нѣсколько разъ) и дать высохнуть покрытой площади при наклонномъ положеніи доски; иначе, краска стекая обратно на высохшія ранѣе мѣста, можетъ образовать затеки. Предварительнаго смачиванія водой подлежащей заливкѣ площади дѣлать не слѣдуетъ; при надлежащей быстротѣ и внимательности дѣйствій это совершенно излишне и только удлиняетъ время сушки, а при неосмотрительности можетъ привести и къ затекамъ по краямъ залитой площади. При надобности залить покрытую площадь вторично слѣдуетъ подождать, пока она совершенно высохнетъ; если отъ первой заливки получились пятна, то при второмъ покрытіи они станутъ менѣе замѣтными, что начинающимъ не мѣшаетъ имѣть въ виду. Вообще же операція заливки не представляетъ никакихъ трудностей и требуетъ отъ чертежника лишь аккуратности и вниманія къ дѣлу.

Хотя на машиностроительныхъ чертежахъ не дѣлаютъ линейныхъ отгѣненій, но при заливкѣ краской можно рекомендовать оставленіе бликовъ, т.-е. узкихъ не закрашенныхъ полосокъ вдоль контура разрѣза; такіе блики оставляютъ только съ верхней и лѣвой сторонъ контура площадки. Особенно полезны блики въ тѣхъ случаяхъ, когда разрѣзъ проходитъ черезъ нѣсколько плотно прилегающихъ одна къ другой деталей, такъ какъ наличие бликовъ способствуетъ лучшей выразительности и отчетливости чертежа, въ смыслѣ раздѣленія этихъ примыкающихъ частей и замѣняетъ употребляемую въ такихъ случаяхъ при штриховкѣ разрѣза противоположность направленія штриховъ. Конечно такіе блики должны дѣлаться аккуратно, чтобы

полоска вездѣ была одинаковой ширины, а при криволинейномъ очеркѣ площадки съ постепеннымъ сведеньемъ ширины блика на нѣтъ.

Покончивъ съ покраской разрѣзовъ и давъ чертежу высохнуть, наводятъ оси (сплошныя синія) и размѣрныя линіи (сплошныя красныя) не особенно толсто, чтобы онѣ не слишкомъ рѣзко выступали на чертежѣ; для цифръ размѣровъ, примѣрно по срединѣ размѣрной линіи, оставляется промежутокъ; стрѣлки размѣрныхъ линій и цифры размѣровъ дѣлаются черной тушью (обыкновеннымъ перомъ или иногда специальнымъ маленькимъ; для цифръ шрифта „рондо“ имѣются спеціальныя перья). Выносныя линіи для размѣровъ можно дѣлать пунктирными красными линіями.

По окончаніи чертежъ срѣзается съ доски, оставляя на ней приклеенныя кромки листа.

Переводъ на кальку. Калька имѣется двухъ родовъ: бумажная и полотняная; собственно для чертежной работы это почти никакой разницы не представляетъ, разница лишь въ стоимости и долговѣчности кальки. Полотняная калька въ общемъ болѣе прозрачна и легче выносить подчистку резиной или ножикомъ, а потому для начинающихъ предпочтительнѣе. При бумажной калькѣ безразлично на какой сторонѣ ее чертить; на полотняной же работаютъ на глянцевой сторонѣ, а не на шероховатой. Предварительно рабочую сторону кальки нужно хорошо протереть мѣломъ въ порошокъ или пемзой, дабы удалить съ нея жиръ, препятствующій приставанію къ ней туши.

Натянувъ кальку помощью кнопокъ ровно на чертежъ, начинаютъ обводку контуровъ проекцій въ томъ же порядкѣ, какъ было только что указано выше (см. стр. 73 и д.).

Нужно быть при этомъ очень осторожнымъ и внимательнымъ, чтобы не навести ошибочныхъ или лишнихъ линій, такъ какъ подчистка ихъ помощью жесткой резинки или ножичка хотя и возможна, но сопряжена съ соскабливаньемъ глянца, поэтому оставляетъ пятна и портитъ чистоту и опрятность чертежа. Калька предназначается обычно для полученія съ нея свѣтовыхъ копій, почему на ней не дѣлаютъ цвѣтныхъ линій и заливки разрѣзовъ красками. Окончивъ обводку контурныхъ линій (сплошныхъ и пунктирныхъ), нужно провести всѣ оси (пунктиромъ изъ черточекъ и точекъ) и затѣмъ размѣрныя линіи; ихъ проводятъ черными сплошными, но достаточно тонкими линіями, чтобы онѣ отнюдь не затемняли рѣзко и полно очерченныхъ контуровъ проекцій.

Выноски для размѣрныхъ линій дѣлаютъ черточнымъ пунктиромъ. Наведя размѣрныя линіи, дѣлаютъ для нихъ стрѣлки и пишутъ цифры размѣровъ и только послѣ этого приступаютъ къ штриховкѣ разрѣзовъ. При этомъ цифры размѣровъ, поставленныя на подлежащихъ штриховкѣ мѣстахъ, обходятъ штриховкой, дабы не затемнять ихъ; поэтому то иной обратный порядокъ отдѣлки чертежа на калькѣ является менѣе удобнымъ. Относительно штриховки см. стр. 72.

5. Въ заключеніе нѣсколько словъ о **надписяхъ** на чертежахъ. Ровно и чисто сдѣланныя надписи не мало вліяютъ на хорошую внѣшность чертежа; помимо того, примѣняемый шрифтъ долженъ отличаться четкостью и извѣстнымъ изяществомъ при возможно большей простотѣ исполненія. Наиболѣе подходящимъ и самымъ распространеннымъ является шрифтъ „рондо“ (круглый шрифтъ) ¹⁾.

Величина буквъ надписей, понятно, должна быть въ соответствии съ размѣрами чертежа; покрупнѣе пишется заголовокъ, помѣщаемый чаще вдоль верхней стороны листа; поясняющія надписи на проекціяхъ не должны быть крупны (см. табл. I). Цифры размѣровъ также слѣдуетъ писать шрифтомъ рондо. Въ заключеніе надо еще рѣшительно протестовать противъ вычурности и затѣйливости буквъ, «стильных» надписей, виньетокъ и т. п., встрѣчаемыхъ у иныхъ начинающихъ; если даже допустить, что они могутъ довольно быстро выполнять такіа затѣи, все-таки послѣднія совершенно не соответствуютъ цѣли машиностроительнаго чертежа.

¹⁾ Начинаящимъ можно рекомендовать „Пособіе при изученіи шрифта рондо“ П. Левитскаго, старшаго преподавателя Константиновскаго Межевого Института въ Москвѣ.

VII. Эскизы.

Эскизное изображеніе составляется на тѣхъ же основаніяхъ, какъ и изображеніе чертежомъ; поэтому все, что было сказано выше о методахъ проекціоннаго изображенія и приемахъ составленія и взаимнаго расположенія проекцій на машиностроительныхъ чертежахъ относится цѣликомъ и къ эскизамъ. Представляя собою въ большинствѣ случаевъ предварительную стадію, а не конечный результатъ разработки чертежной задачи, эскизъ нуждается въ простотѣ приемовъ и возможной быстротѣ выполнения. Въ этомъ и ни въ чемъ другомъ и заключается его характерное отличіе отъ чертежа; поэтому же напр., небрежно и кое-какъ сдѣланный чертежъ не можетъ подойти подъ понятіе эскиза. Характеръ выполнения и требованія, которымъ долженъ удовлетворять эскизъ, могутъ быть различны въ зависимости отъ цѣли и назначенія эскиза. Въ соотвѣтствіи съ послѣдними эскизы можно раздѣлить на три группы: 1) эскизы съ натуры, 2) проектные эскизы и 3) перспективные эскизы.

1. Эскизы съ натуры снимаются съ готовыхъ уже машинъ для составленія по нимъ точныхъ чертежей этихъ машинъ; въ простыхъ случаяхъ не исключена возможность, что и сами эскизы, взятые рабочими чертежей, поступаютъ непосредственно въ мастерскія. Исполняются эти эскизы въ обыкновенныхъ ортогональныхъ проекціяхъ (см. стр. 1), при чемъ проекція зарисовывается прямо отъ руки и на глазъ, заботясь лишь объ относительно вѣрной передачѣ внѣшней формы предмета; при отсутствіи точнаго масштаба размѣры предмета на такомъ эскизѣ могутъ быть обозначены только помощью цифровыхъ размѣровъ.

Въ отношеніи передачи формы предмета проекціями и опредѣленія его размѣровъ къ этимъ эскизамъ предъявляются тѣ же требованія во всей ихъ совокупности, какъ и къ заводскимъ рабочимъ чертежамъ; и здѣсь такъ же важна вполнѣ законченная и несомнѣнная передача формы проекціями и достаточная полнота въ указаніи размѣровъ, а также и рода матеріаловъ. Короче говоря, вся разница между этими эскизами и рабочими чертежами сво-

дится къ чисто-внѣшнему отличію: проекціи на эскизѣ не строятся точно по масштабу, а набрасываются свободно отъ руки по глазомѣру, пользуясь при этомъ простѣйшими орудіями: карандашомъ и иногда пожалуй циркулемъ. Простота приѣмовъ эскизнаго изображенія обуславливается и обстановкой, въ которой должна происходить работа; обыкновенно съемка производится въ мастерскихъ или вообще въ машинныхъ помѣщеніяхъ, часто въ тѣснотѣ, гдѣ приходится довольствоваться лишь папкой, подкладываемой подъ эскизную бумагу.

Всего цѣлесообразнѣе дѣлать эти эскизы въ видѣ детализовокъ, т.-е. каждую часть или деталь машины изображать отдѣльно; это и въ интересахъ отчетливости и ясности эскизнаго изображенія, и въ интересахъ облегченія задачи съемщика. Указанія по части сборки этихъ отдѣльныхъ частей въ цѣлое могутъ дѣлаться въ простыхъ случаяхъ путемъ письменныхъ замѣтокъ, а лучше помощью особо исполняемыхъ эскизовъ въ собранномъ видѣ; послѣдніе могутъ дѣлаться тогда лишь въ общихъ чертахъ, опуская мелкія подробности формъ и детальныя размѣры. Во всякомъ случаѣ необходимо всегда имѣть въ виду, что какъ детальныя эскизы, такъ и всѣ замѣчанія по сборкѣ или сборочные эскизы должны быть понятны и совершенно достаточны не только для лица, дѣлавшаго съемку, но и для всякаго техника; это есть непремѣнное условіе. Изъ него далѣе слѣдуетъ, что во всѣхъ этихъ эскизахъ допустимы только такіе приемы изображенія или условныя обозначенія, сокращающія работу скицированья, которыя могутъ считаться общепринятыми. Въ этихъ видахъ слѣдуетъ предостеречь также отъ чрезмѣрнаго пользованія кусочками проекцій; во многихъ случаяхъ бываетъ достаточно дать полпроекціи, но меньшія доли проекцій уже нежелательны, какъ затрудняющія чтеніе и разборъ эскиза. Въ особенности не слѣдуетъ скупиться на лишнюю проекцію, требующуюся или даже только желательную для лучшаго выясненія формы предмета; полнота и ясность передачи формъ, а значитъ и достаточное для этого число проекцій—непремѣнная принадлежность хорошаго эскиза. Не слѣдуетъ скупиться и на разрѣзы; разрѣзы придастъ болшую выразительность изображенію, удобнѣе и легче въ чтеніи, чѣмъ видовая проекція съ пунктирными линиями невидимаго контура, что для эскиза, выполняемаго отъ руки, т.-е. сравнительно грубо, въ особенности важно; на разрѣзахъ же яснѣе и несомнѣннѣе выдѣляются всякаго рода ребра, выступы и т. п. части, условно не разрѣзаемыя. Обязательно проводить на эскизахъ и всѣ среднія линіи (оси, см. стр. 12); вообще при составленіи проекцій и обозначеніи цифровыхъ размѣровъ слѣдуетъ руководиться всѣми указаніями, сдѣланными выше для машиностроительныхъ чертежей въ главахъ II и III.

Въ эскизахъ особенно важно не нагромождать много размѣровъ на одну проекцію, а распредѣлять ихъ на всѣ; не должно быть проекцій безъ размѣровъ, не слѣдуетъ стѣсняться и повтореніемъ на раз-

ныхъ проекціяхъ однихъ и тѣхъ же размѣровъ, такъ какъ это значительно облегчаетъ чтеніе и ориентировку въ эскизѣ, а при отсутствіи масштаба иногда является и прямо необходимымъ.

Обработанныя поверхности надлежитъ указывать, преимущественно на разрѣзахъ, красными линиями (см. стр. 37) или же пояснять надписью, разъ обработка сдѣлана кругомъ.

Не нужно забывать надписей, указывающихъ количество штукъ данной детали для цѣлаго комплекта. Очень полезно прилагать и отдѣльно составленную спецификацію всѣхъ частей (см. стр. 36), въ которой умѣстно помѣстить и всякаго рода замѣчанія, не нашедшія графическаго выраженія въ проекціяхъ (напр., о родѣ матеріала, качествѣ обработки, шлифовкѣ, точности пригонки и т. п.). Далѣе на эскизахъ должны намѣчаться и всѣ переходныя линіи (линіи взаимнаго пересѣченія поверхностей, образующихъ внѣшнюю форму предмета, см. стр. 9) и передаваться въ соотвѣтствіи съ натурой всѣ закругленія въ мѣстахъ переходовъ; наличность скругленій въ должныхъ мѣстахъ является характерной и необходимой принадлежностью техническихъ формъ. Отсутствие на эскизныхъ проекціяхъ переходныхъ линій лишаетъ проекціи достаточной выразительности, а отсутствіе надлежащихъ закругленій нарушаетъ техническій характеръ и значеніе эскиза.

Въ заключеніе слѣдуетъ коснуться пріемовъ работы и техники исполненія этихъ эскизовъ. Эскизы съ натуры слѣдуетъ дѣлать на писчей бумагѣ, линованной клѣтками по 5 мм.; болѣе мелкая или крупная линовка неудобны, а специальная миллиметровая или дюймовая бумага (рольная, съ сѣткой въ 1 мм. или въ $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$ дюйма) для этихъ эскизовъ совершенно не пригодна. Линовка съ 5 мм. клѣткой, сдѣланная довольно слабыми синими линиями, несколько не вредитъ отчетливости изображенія, сдѣланнаго достаточно мягкимъ карандашомъ (№ 2), а тѣмъ болѣе чернилами. Между тѣмъ наличность клѣтокъ и линеекъ облегчаетъ проводку отъ руки контурныхъ линій, а главное даетъ геометрическую связь между отдѣльными проекціями предмета и облегчаетъ соблюденіе правильнаго соотношенія размѣровъ отдѣльныхъ частей его. Относительно вѣрная передача размѣровъ отдѣльныхъ частей предмета, хотя бы и зарисовываемаго на глазъ, очень важна для правильности изображенія и должна требоваться уже отъ начинающихъ; если же у нихъ глазомѣръ недостаточно развитъ, то слѣдуетъ ему помочь, для чего надо измѣрить предварительно главные размѣры предмета (длину, высоту, ширину) и затѣмъ отмѣтить ихъ на бумагѣ путемъ отсчета по клѣткамъ (принявъ извѣстное число мм. въ клѣткѣ).

Работу слѣдуетъ начинать съ зарисовыванія проекцій, но предварительно необходимо поразмыслить о томъ, какъ удобнѣе и выгоднѣе поставить изображаемый предметъ; выгоднѣе—въ смыслѣ наименьшаго достаточнаго числа проекцій, удобнѣе—въ видахъ наилучшаго

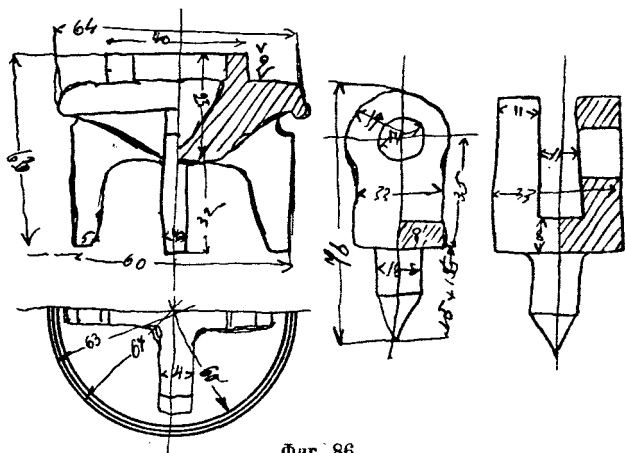
размѣщенія проекцій на листѣ (не слѣдуетъ все-таки ставить предметъ въ неестественное положеніе, напр., вверхъ ногами, класть на бокъ и т. п.); затѣмъ обдумать какіе слѣдуетъ дать виды, а также и разрѣзы, если послѣдніе необходимы. Отмѣтивъ далѣе главные размѣры и убѣдившись, что всѣ намѣченныя проекціи хорошо размѣщаются на листѣ, провести среднія линіи (оси) и давать контуры проекцій, проводя всѣ линіи отъ руки, но ровно и твердо, неводя карандашомъ нѣсколько разъ по одному и тому же мѣсту; для окружностей можно пользоваться и помощью циркуля. Рваныя, лохматыя линіи очень портятъ внѣшность и отчетливость эскиза, особенно, если онѣ наведены не ровно—мѣстами слабо, мѣстами рѣзко. Пользованіе пунктирными линіями (невидимый контуръ, см. стр. 8) также требуетъ большой осмотрительности, дабы не затемнить изображенія.

Окончивъ наводку контурныхъ линій и отдѣлку разрѣзовъ, слѣдуетъ провѣрить себя и убѣдиться въ томъ, что всѣ детали формы выяснены проекціями съ достаточной полнотой и опредѣленностью, для чего полезно отвлечься отъ природы и перенестись мысленно въ положеніе человѣка, имѣющаго разбирать эскизъ и дѣлать по нему чертежъ при отсутствіи природы. Многіе начинающіе чертежники неправильно думаютъ, что недочеты эскиза могутъ быть при составленіи по нему чертежа дополнены на память; это не допустимо какъ потому, что эскизъ долженъ быть ясенъ и понятенъ всякому технику, даже не видѣвшему предмета въ натурѣ, такъ и потому, что чертежъ можетъ дѣлаться не сейчасъ послѣ съемки, а съ нѣкоторымъ промежуткомъ, когда подробности формъ могутъ уже изгладиться въ памяти. Возстановить же упущенное не всегда бываетъ возможно и особенно при отъѣздныхъ съемкахъ, когда чертежъ обычно дѣлается вдали отъ мѣста съемки. Поэтому извѣстная осмотрительность съ цѣлью проконтролировать самого себя, необходимая при всѣхъ чертежныхъ работахъ, особенно важна для эскизовъ съ природы и должна быть усвоена всѣми, какъ правило.

Убѣдившись въ правильности и полнотѣ изображенія, слѣдуетъ провести на эскизѣ размѣрныя линіи для всѣхъ необходимыхъ размѣровъ и только послѣ этого приступать къ обмѣру и простановкѣ цифръ. Размѣрныя линіи на эскизахъ проводятъ или пунктиромъ, или, что легче и быстрѣе, сплошными тонкими и слабыми линіями (твердымъ карандашомъ № 3), наблюдая, чтобы они отнюдь не затемняли контуровъ проекцій.

При наводкѣ размѣрныхъ линій и обозначеніи цифровыхъ размѣровъ на эскизахъ необходимо придерживаться правилъ, изложенныхъ на стр. 28—33 и ставить размѣры такъ же, какъ и на машиностроительныхъ чертежахъ; надо замѣтить, что напр., отнесеніе цифровыхъ размѣровъ къ среднимъ линіямъ, иногда создаетъ затрудненія для обмѣра вслѣдствіе отсутствія въ натурѣ этихъ среднихъ линій и невозможности поэтому взять нужный размѣръ непосредственно; въ та-

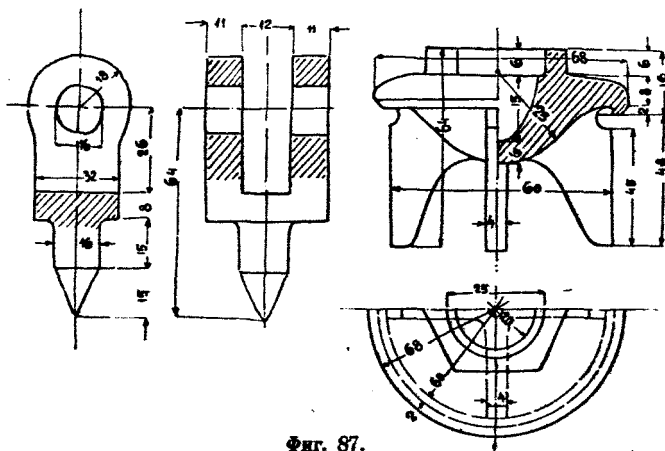
ких случаях приходится или прибѣгать къ особымъ приспособле-
ніямъ (напр., вставленію деревянной дощечки въ круглое отверстие
для отысканія его центра) или дѣлать нѣсколько обходныхъ промѣ-
ровъ, дающихъ возможность высчитать нужный размѣръ до средней



Фиг. 86.

линіи. Но во всякомъ случаѣ, какъ бы ни производился промѣръ въ
натурѣ, на эскизѣ обязательно ставить размѣры технически правильно.

На фиг. 86 и 88 представлены образчики плохихъ эскизовъ:
небрежно и неровно проведенныя лініи, уродливыя формы (фиг. 86)
достаточно безобразятъ ихъ внѣшность, а совершенно неправильная
проставка размѣровъ, небрежное и безпорядочное письмо цифръ дѣ-

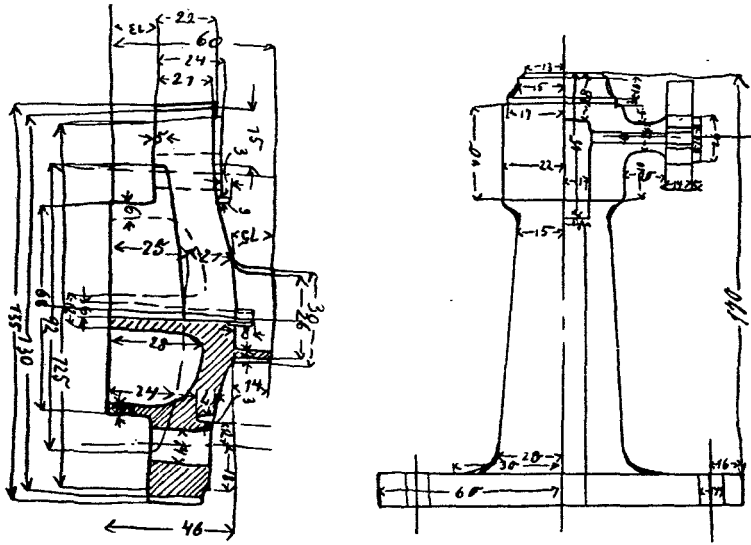


Фиг. 87.

лаютъ ихъ и технически негодными; фиг. 87 и 89 дають образцы
чисто и аккуратно исполненныхъ эскизовъ.

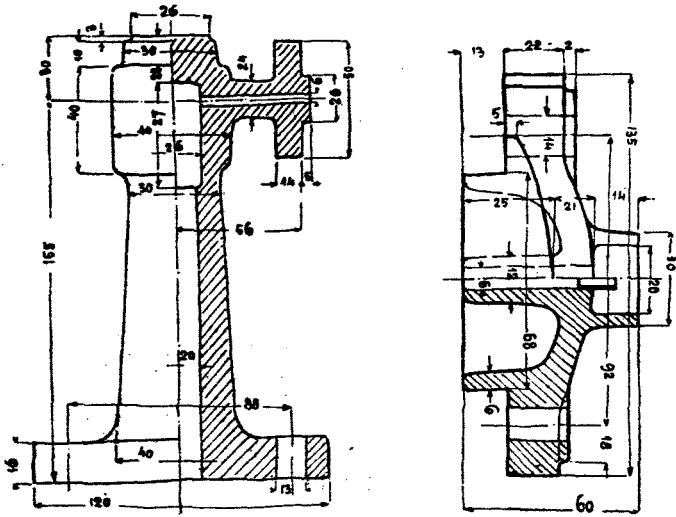
Для съемки размѣровъ съ натуры требуются измѣрительные
инструменты. Упомянемъ здѣсь только о самыхъ простыхъ и наибо-

лѣе употребительныхъ; къ нимъ принадлежатъ: рулетка, складной метръ и стальная линейка съ дѣленіями на миллиметры и дюймы для



Фиг. 88.

измѣренія длинъ и кронциркули для измѣренія діаметровъ; полезны также и раздвижные масштабы-линейки. При пользованіи кронциркулемъ, въ особенности большихъ размѣровъ, требуется извѣстная сно-



Фиг. 89.

ровка и осмотрительность, такъ какъ ножки его пружинятъ и могутъ дать размѣръ достаточно неточный.

Этих простых инструментов достаточно для съемки во всех обыкновенных случаях практики. Само собою понятно, что промѣръ и отсчетъ размѣровъ съ натуры долженъ дѣлаться съ возможной точностью и аккуратностью; особенно тщательно должны обмѣряться части предмета, обработанные на станкахъ; что же касается необработаннаго литья, то для него допустима меньшая точность съемки, а часто бываетъ необходимо снятые размѣры нѣсколько округлять, исправлять и выравнивать. Какъ на примѣръ, можно указать на разницу въ толщинѣ стѣнокъ пустотѣлыхъ предметовъ или въ размѣщеніи литыхъ отверстій, происходящую отъ неточности въ установкѣ стержней или смѣщенія ихъ при отливкѣ, на разницу въ толщинѣ фланцевъ, одинаковыхъ во всемъ остальномъ и т. д.; подобные очевидные дефекты внѣшней формы предметовъ должны быть исправлены на эскизѣ. Обращая вниманіе начинающихъ на необходимость такихъ исправленій, дабы они не воспроизводили въ своихъ эскизахъ съ буквальной точностью всѣхъ неровностей и перекосовъ формъ въ натурѣ, нельзя однако дать здѣсь опредѣленныхъ указаній въ этомъ направленіи, относящемся уже къ техникѣ и практикѣ машиностроительнаго дѣла.

2. Проектные эскизы, или, точнѣе, эскизные чертежи, обслуживаютъ потребности самого конструктора и являются предварительнымъ черновымъ наброскомъ проектируемой машины въ цѣломъ или въ отдѣльныхъ составныхъ частяхъ ея. При разработкѣ проекта конструктору предстоитъ задача двоякаго рода: выработка конструктивныхъ формъ частей сооруженія и установленіе ихъ прочныхъ размѣровъ. И та, и другая сторона задачи не отдѣлимы другъ отъ друга и должны вестись параллельно; даже и для болѣе простыхъ случаевъ, когда конструкція частей берется по готовымъ образцамъ, это положеніе остается неизмѣннымъ.

Конструкторъ, имѣя въ рукахъ исходныя данныя, опредѣляетъ или устанавливаетъ по нимъ размѣры основныхъ элементовъ сооруженія; эти основные элементы своими размѣрами и конструктивной формой вліяютъ и предопредѣляютъ размѣры и конструкцію другихъ, связанныхъ съ ними, частей сооруженія. И вотъ съ самаго начала работы конструктора является потребность нанести на чертежѣ основные элементы, дабы наглядно представить себѣ подсчитанные размѣры, легче произвести ихъ оцѣнку и сравненіе и намѣтить формы и размѣры тѣхъ частей, которыя обусловливаютъ собою слѣдующіе элементы машины и даютъ возможность перейти къ расчету и конструктивному опредѣленію дальнѣйшаго. Такимъ образомъ съ самаго начала идетъ рука объ руку расчетъ и чертежное развитіе конструктивной задачи, тѣсно переплетаясь одно съ другимъ. Чертежное изображеніе при этомъ ограничивается лишь тѣмъ, что необходимо и достаточно для потребностей конструктора въ данный моментъ, т.-е. обыкновенно имѣетъ видъ незаконченнаго наброска, проектнаго

эскиза, содержащаго ту или иную конструкцію лишь въ общихъ чертахъ, безъ лишннихъ деталей. Сообразно цѣли такихъ эскизовъ нѣтъ надобности и даже возможности предъявлять къ нимъ какія-либо общія требованія; они имѣютъ характеръ предварительный и должны содержать лишь то, что интересно и нужно конструктору. Но такіе эскизы должны давать и опредѣлять размѣры частей сооруженія и потому должны дѣлаться точно и въ опредѣленномъ масштабѣ. Всего цѣлесообразнѣе чертить ихъ въ натуру, не смущаясь даже тѣмъ, что отдѣльныя проекціи придется дѣлать на разныхъ листахъ; такъ какъ здѣсь дѣло идетъ объ оцѣнкѣ подсчитанныхъ размѣровъ и о назначеніи по чертежу тѣхъ, которые подсчету не поддаются (напр., въ отливкахъ сложной формы), то всего удобнѣе именно натуральная величина. Если же по размѣрамъ предмета приходится брать меньшій масштабъ, то слѣдуетъ выбирать возможно крупныя и единообразныя масштабы; послѣднее необходимо для облегченія сравнимости размѣровъ на разныхъ эскизахъ, а также и потому, чтобы пріучить глазъ вѣрно оцѣнивать размѣръ при данномъ уменьшенномъ масштабѣ. Можно рекомендовать слѣдующіе за натурой масштабы въ 2:5, 1:5 и 1:10 (это не касается чертежей или эскизовъ общаго вида машины).

Исполняются проектные эскизы, конечно, только въ карандашѣ; являясь незаконченными по содержанию, они должны быть законченными по внѣшности, т.-е. то, что на нихъ нанесено, должно быть наведено твердо, отчетливо и опредѣленно, разрѣзы заштрихованы (просто и отъ руки), указанъ масштабъ и частью цифровые размѣры. Одни изъ такихъ эскизовъ, будучи вполнѣ докончены и отдѣланы, могутъ быть обращены прямо въ рабочіе чертежи, другіе же, какъ неудачные или почему-либо неприемлемые варианты, остаются какъ проектный матеріалъ. Конечно, часто оказывается, что въ первоначальныхъ эскизахъ приходится вполнѣ что-либо измѣнять или передѣлывать; бываетъ, что и сразу эскизное изображеніе вычерчивается въ нѣсколькихъ, иногда частичныхъ вариантахъ. Во всѣхъ такихъ случаяхъ рекомендуется не уничтожать и не стирать резиной прежняго эскиза, а дѣлать новый, пользуясь при этомъ калькой и перенося на нее сперва лишь части, подлежащія измѣненію. Такой порядокъ вполнѣ цѣлесообразенъ; сдѣлавъ измѣненія, часто приходится новый эскизъ сравнивать съ прежнимъ, а иногда, можетъ быть, и отказаться отъ новаго варианта и вернуться къ старому.

Относительно значенія эскизнаго и расчетнаго матеріала къ проектамъ необходимо замѣтить слѣдующее: весь этотъ матеріалъ имѣетъ подготовительный и промежуточный характеръ и остается въ сторонѣ отъ конечнаго результата—исполнительныхъ чертежей проектируемой машины. Но отсюда не слѣдуетъ, что онъ можетъ быть сдѣланъ или даже оставленъ въ настолько безпорядочномъ видѣ, что въ немъ съ трудомъ въ состояніи разобраться лишь самъ авторъ проекта; окон-

чательные чертежи не дають указаній на основы расчета и ходъ конструктивной мысли, которая иногда могутъ имѣть и документальное значеніе. Поэтому весь эскизный и расчетный матеріалъ дополняетъ въ случаѣ надобности чертежи проекта и долженъ по крайней мѣрѣ имѣть настолько законченный и упорядоченный видъ, чтобы быть понятнымъ всякому технику-конструктору.

Ни одинъ сколько-нибудь значительный проектъ не можетъ обходиться безъ эскизной разработки; можно сказать вообще, что чѣмъ сложнѣе задача проекта, чѣмъ больше самостоятельности вложено въ его разработку и чѣмъ разностороннѣе велась разработка, тѣмъ богаче окажется и эскизный матеріалъ.

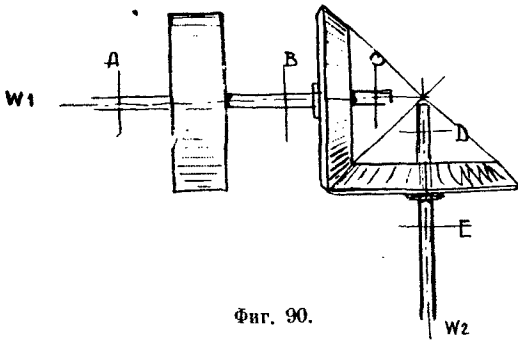
Особое и существенное значеніе при проектной работѣ имѣютъ еще перспективные эскизы (см. стр. 92). При разрѣшеніи конструктивной задачи, связанной съ созданьемъ новыхъ или даже только съ измѣненіемъ существующихъ формъ, эти послѣднія, прежде чѣмъ проявятся на чертежѣ, должны сложиться и принять опредѣленные очертанія въ воображеніи конструктора; вырабатывая формы отдѣльныхъ частей, конструкторъ одновременно долженъ ясно и пространственно вѣрно представлять себѣ и положеніе ихъ относительно окружающихъ и прилегающихъ конструкций. Для такого представленія конструкторъ имѣетъ опору въ чертежѣ или въ проектномъ эскизѣ; изъ него же онъ почерпаетъ отправныя точки для направленія конструктивной мысли. Но чертежъ въ обыкновенныхъ ортогональныхъ проекціяхъ, благодаря условности метода, заставляетъ вести работу конструирования умозрительно, улавливая подходящія формы исключительно воображеніемъ.

Вотъ здѣсь и можетъ придти на помощь перспективный эскизъ; если на немъ немногими линиями набросать относительно вѣрно детали, прилегающія къ проектируемой части и, такъ сказать, предопредѣляющія искомую форму ея, то воображеніе значительно разгружается уже тѣмъ, что по такому эскизу легко непосредственно глазомъ ориентироваться въ окружающей обстановкѣ. Такой эскизъ, такъ сказать, все время направляетъ ходъ конструктивной мысли, позволяетъ воображенію легче и скорѣе выявить нужную форму, тогда какъ ортогональныя проекціи даютъ лишь начало и позволяютъ зафиксировать конечный результатъ конструктивной работы—готовую форму конструкціи, придавая ей при этомъ точные размѣры. Такимъ образомъ упомянутый выше проектный эскизъ (чертежъ) и перспективный не могутъ замѣнять другъ друга; оба имѣютъ самостоятельное значеніе—первый при расчетѣ и назначеніи размѣровъ конструкціи, второй—при выработкѣ конструктивныхъ формъ.

Въ поясненіе сказаннаго выше привожу примѣръ ¹⁾: сконструи-

¹⁾ Взять изъ книжки С. Volk. Das Skizzieren von Maschinenteilen in Perspektive; русскій переводъ инж.-мех. И. И. Куколевскаго.

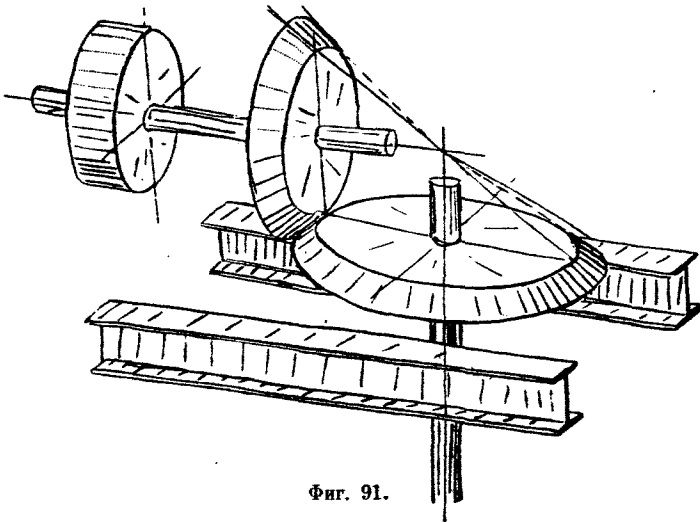
ровать чугунную опорную балку для конической зубчатой передачи по эскизу фиг. 90. Фиг. 91 дает перспективный эскиз колесъ и желѣзныхъ балокъ, на которыхъ должна лежать чугунная; фиг. 92 перспективно изображаетъ форму чугунной балки при подшипникахъ, помѣщенныхъ въ пунктахъ А, С и D (см. фиг. 90), а фиг. 93 даетъ вариантъ конструкціи съ перенесеніемъ подшипника для вертикальнаго вала изъ пункта D въ пунктъ E (напр., при недостаткѣ мѣста для двухъ подшипниковъ внутри конусовъ). Самые подшипни-



Фиг. 90.

ки для цѣли эскиза зарисовывать излишне, а достаточно взять размѣры основанія и высоту центра изъ чертежа подшипника (или даже пока предположительно) и нанести на эскизъ только плиты подъ нихъ. При нѣкоторомъ навыкѣ подобные эскизы дѣлаются достаточно быстро и чрезвычайно облегчаютъ получение подходящей конструктивной формы; эскизъ какъ бы наталкиваетъ мысль конструктора въ требуемомъ направленіи.

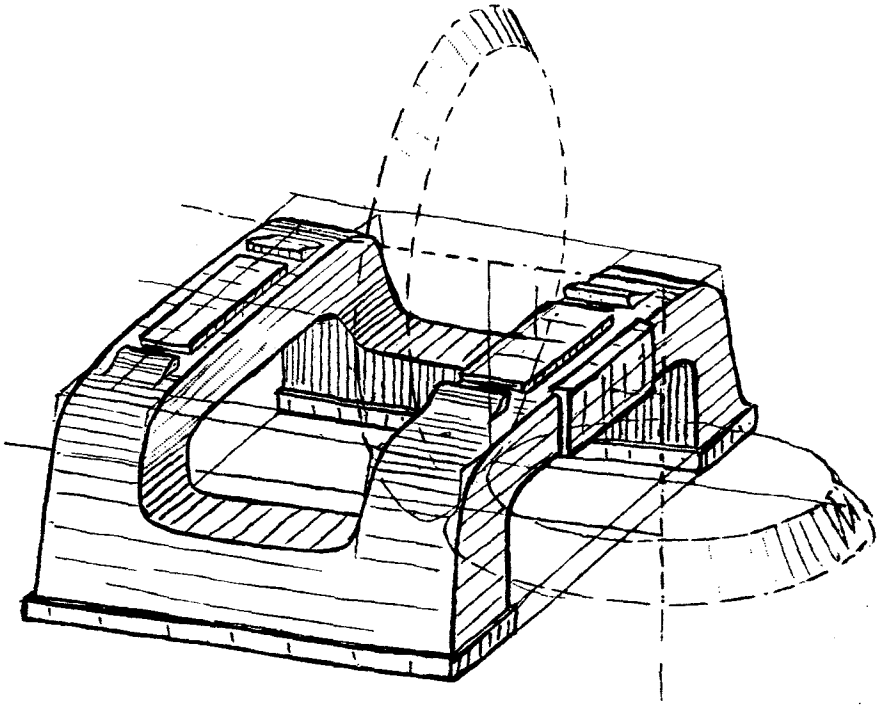
При занятіяхъ проектированіемъ учащимся обыкновенно ставится задачей составленіе проекта по заданному типу машины; имѣя въ своемъ распоряженіи конструктивные образцы, они могутъ ограничить



Фиг. 91.

свою задачу подборомъ подходящихъ деталей конструкціи и измѣненіемъ размѣровъ этихъ образчиковъ примѣнительно къ заданнымъ условіямъ. Однако часто случается, что уже одно измѣненіе основ-

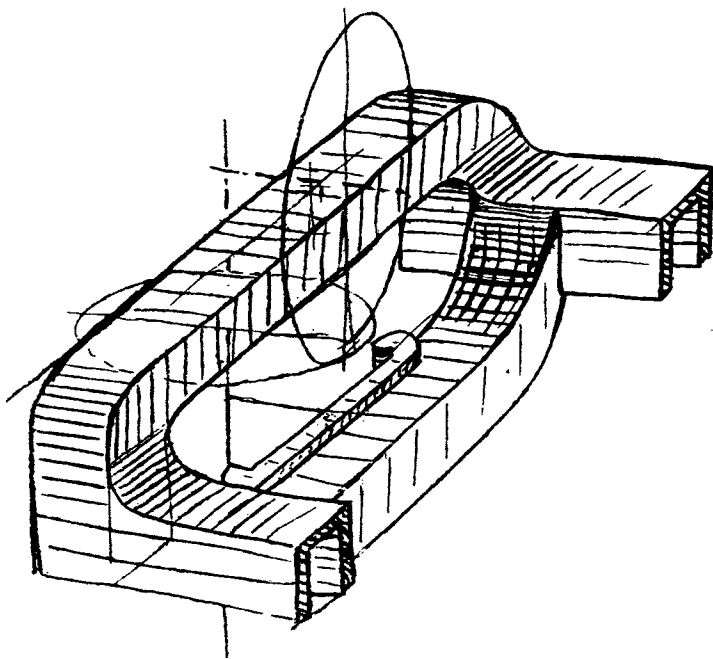
ныхъ размѣровъ влечетъ за собой и измѣненіе формы принятаго конструктивнаго образца; примѣромъ можетъ служить конструкція балки по фиг. 92 и фиг. 93: измѣненіе размѣровъ колесъ и валовъ, а значитъ и подшипниковъ, можетъ заставить отказаться отъ формы балки по фиг. 92 и перейти къ фиг. 93. Указаніе на необходимость измѣненія формы принятаго образчика въ данномъ случаѣ даетъ эскизный чертежъ, но выявить характеръ этого измѣненія и вывести новую форму конструкціи, какъ естественный результатъ измѣнившихся основныхъ размѣровъ, лучше и скорѣе всего можно съ помощью пер-



Фиг. 92.

спективного эскиза. Помимо того, перспективный эскизъ можетъ оказаться полезнымъ, когда, напр., чертежъ, дающій образчикъ конструкціи, недостаточно полно выясняетъ формы ея, такъ что многое приходится дополнять собственнымъ соображеніемъ; наконецъ, такой эскизъ является превосходнымъ средствомъ самоконтроля, такъ какъ онъ помогаетъ легче открыть недостатки и „невязки“ формы конструкцій, занесенныхъ въ проеціяхъ на масштабномъ проектномъ эскизѣ, а попутно указываетъ и на недостатки самаго чертежа: по неполному чертежу нельзя сдѣлать перспективнаго эскиза. Все вышесказанное заставляетъ особенно рекомендовать учащимся самое широкое пользованіе перспективными эскизами въ ихъ проектныхъ работахъ.

Въ заключеніе необходимо коснуться самаго порядка веденія проектной работы. Получивъ исходныя данныя для проекта, учащіяся прежде всего затрудняются тѣмъ, съ чего начать и какъ вести свою работу. Многіе, имѣя подъ руками готовый конструктивный образ-



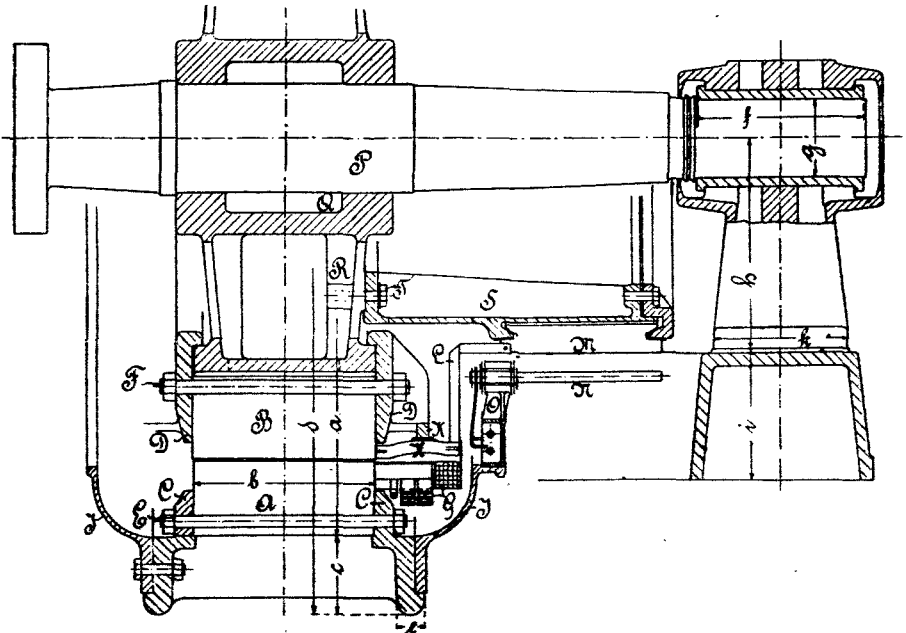
Фиг. 93.

чикъ, начинаютъ съ того, что продѣлываютъ предварительно весь расчетъ, затѣмъ составляютъ детальныя чертежи, заканчивая и отдѣлывая ихъ до мелочей, и, наконецъ, послѣ всего вычерчиваютъ общій видъ машины или установки. При такомъ порядкѣ неизбѣжны однако значительныя измѣненія расчета по мѣрѣ выясненія и точнаго установленія размѣровъ по чертежамъ, а затѣмъ и болѣе или менѣе значительныя передѣлки въ детальныя чертежи для исправленія несоотвѣтствій между отдѣльными деталями, обнаруженныхъ общимъ чертежемъ. Желаніе по возможности избѣгать этихъ передѣлокъ заставляетъ мириться съ тѣми или иными неудачно взятыми размѣрами деталей (бумага все терпитъ!), что, конечно, не остается безъ вліянія на цѣльность и обоснованность конечнаго результата работы.

При правильномъ порядкѣ работы расчетъ долженъ вестись параллельно съ чертежомъ; дѣлая проектные эскизы деталей, нужно одновременно наносить послѣднія и на чертежъ общаго вида; очень существенна и правильная послѣдовательность въ разработкѣ деталей. Чтобы лучше освѣтить правильный ходъ работы, обратимся къ конкретному примѣру.

О. Шульцъ, изъ книги котораго „Konstruktionszeichnen“ заимствованъ этотъ примѣръ, пишетъ: „я беру для примѣра динамомашину постоянного тока, у которой обмотка магнитовъ расположена въ промежуткахъ зубцовъ сердечниковъ, составленныхъ изъ желѣзныхъ листовъ (фиг. 94). Такая машина очень поучительна для нашей цѣли и настолько проста въ механическомъ отношеніи, что ея конструкція понятна изъ чертежа всякому технику.

Основой конструктивной разработки подобной машины являются желѣзные сердечники А и В въ формѣ полныхъ цилиндровъ, размѣры которыхъ устанавливаются расчетомъ электромагнитовъ. Такимъ образомъ прежде всего опредѣляются станина (индукторъ) размѣрами сердечника А и якорь (роторъ) размѣрами сердечника В. Было бы ошибкой, какъ это и случается, каждую часть машины разрабатывать конструктивно совершенно независимо отъ другихъ, напр., станину по кольцу А, а якорь по кольцу В, затѣмъ вычертить коллекторъ, далѣе подшипники, валъ, фундаментную плиту, дѣлая притомъ для всѣхъ этихъ деталей законченные рабочіе чертежи. При такомъ веденіи конструктивной работы трудно избѣжать несообразностей, даже грубыхъ промаховъ: часто въ концѣ-кон-



Фиг. 94. Проектный эскизъ динамомашины.

цовъ оказывается, что одна деталь не подходитъ къ другой, что для иныхъ деталей, напр., обмотки, щетокъ, щеткодержателей не хватаетъ мѣста. И вотъ начинается передѣлка, связанная съ потерей времени и порчей чертежа; и все-таки конечный результатъ будетъ далеко

не совершененъ и лишь въ рѣдкихъ случаяхъ можетъ представить органически стройное цѣлое.

Еще хуже, понятно, когда и послѣдовательность разработки отдѣльныхъ деталей взята неправильно, напр., примѣнительно къ нашему примѣру, когда прежде станины вычерчиваютъ подшипники или даже фундаментную плиту. Совершенно такъ же, какъ и съ нашей динамомашинной, обстоитъ дѣло и со всякой другой машиной.

Ошибоченъ также путь, часто наблюдаемый въ школахъ: вычерчиваютъ сперва общій видъ машины и затѣмъ детальныя чертежи. Но этотъ общій чертежъ обычно имѣетъ слишкомъ мелкій масштабъ, для нашей цѣли черезчуръ подробенъ и мало нагляденъ; такому чертежу, какъ сборочному для всѣхъ деталей, мѣсто въ концѣ, а не въ началѣ конструктивной работы.

Правильный путь, примѣнительно къ взятому нами примѣру, будетъ слѣдующій.

Выбираютъ достаточнаго размѣра листъ бумаги (этотъ выборъ дѣлается помощью предварительнаго эскизнаго наброска отъ руки, позволяющаго приблизительно опредѣлить мѣсто, занимаемое отдѣльными проекціями) и прежде всего проводятъ на немъ среднія линіи (оси) для трехъ главныхъ проекцій, а также и для добавочныхъ къ нимъ, если таковыя оказываются нужны. Плана (гориз. проекціи) въ проектномъ чертежѣ-эскизѣ часто можно и не дѣлать (на фиг. 94 ради экономіи мѣста выпущенъ и боковой видъ). Съ другой стороны, приходится иногда и всѣ три главныхъ проекціи по причинѣ крупныхъ размѣровъ чертить на трехъ отдѣльныхъ листахъ; лучше во всякомъ случаѣ помириться съ нѣкоторыми неудобствами такой разбросанности, чѣмъ брать масштабъ меньше природы, что очень неблагоприятно при конструированіи.

Проведя оси, вычерчиваютъ главными характерными линіями то, что является даннымъ, въ нашемъ случаѣ желѣзные сердечники А и В станины и якоря и притомъ сразу во всѣхъ трехъ проекціяхъ.

Вообще нужно всегда работать одновременно на всѣхъ проекціяхъ, такъ какъ только тогда изображаемый предметъ будетъ уясненъ всесторонне, и, кромѣ того, такой порядокъ можетъ дать экономію въ отсчетѣ и откладываніи размѣровъ.

Имѣя теперь на чертежѣ основу—желѣзные сердечники А и В, конструируемъ далѣе стягивающія ихъ пластины С и D и болты Е и F, нанося ихъ опять лишь самыми необходимыми характерными линіями. Далѣе намѣчаемъ контуры обмотокъ, выступающихъ изъ впадин сердечниковъ, именно обмотку индуктора G и обмотку якоря H, такъ какъ онѣ въ свою очередь опредѣляютъ положеніе и форму другихъ деталей, каковы предохранительныя щитки I, кольца K, соединители обмотки L, коллекторъ M, ось N и головка O щеткодержателя.

Вообще при проектированіи надо принять за основное правило: **вычерчивать всегда прежде другихъ тѣ детали, для которыхъ всѣ или по крайней мѣрѣ большая часть условій уже извѣстны и которыя въ свою очередь опредѣляютъ положеніе, общіе размѣры и форму конструкции другихъ деталей.**

Напр., было бы невѣрно начертить щитки I, закрывающіе обмотку, прежде, чѣмъ контуры самихъ обмотокъ. Только напеся эти контуры, можно сконструировать щитки I и самую станину, окружающую кольцо индуктора A.

Далѣе слѣдуетъ начертить радіальную часть соединителя L и намѣтить діаметръ коллектора, давъ одну линію при M, и въ полученномъ такъ углу вычертить стойку щеткодержателя, начиная съ головки O, несущей болтъ N. Она въ свою очередь обусловливаетъ и положеніе коллектора.

Затѣмъ намѣчаемъ сперва двумя линіями валъ P, опредѣляя его размѣръ предварительнымъ подсчетомъ по приблизительной формулѣ, и далѣе конструируемъ втулку Q (по валу P и сердечнику якоря B) и спицы R барабана якоря.

Далѣе слѣдуетъ втулка коллектора S, которая въ нашемъ примѣрѣ привертывается болтами къ спицамъ якоря, а въ небольшихъ машинахъ часто сажается прямо на валу.

Начертивъ барабанъ якоря и коллекторъ, можно уже сдѣлать точный расчетъ вала P, такъ какъ теперь и нагрузка отъ вѣса якоря и коллектора и разстоянія между средними линіями машины и обихъ подшипниковъ могутъ быть оцѣнены съ достаточной точностью. Опредѣливъ далѣе размѣры шеекъ (или шиповъ), можно и окончательно вычертить весь валъ.

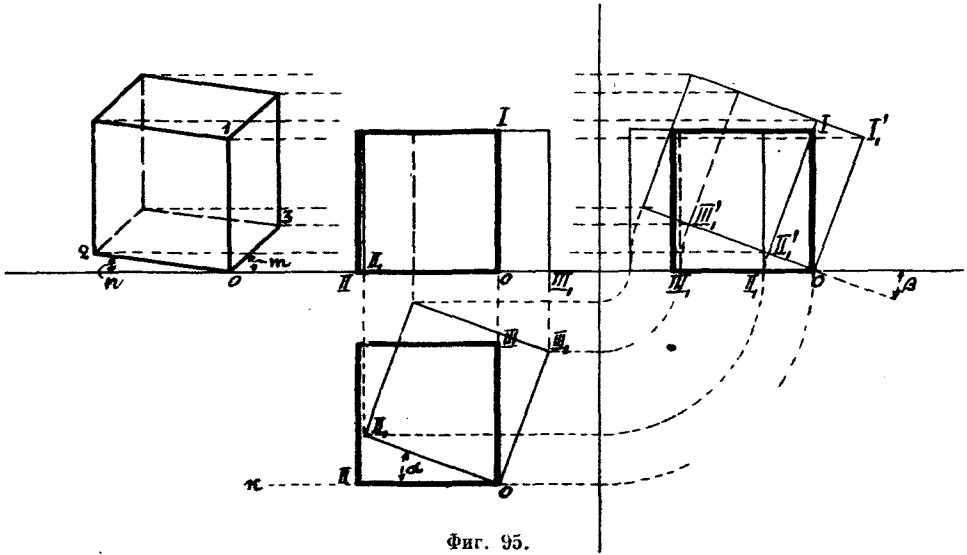
Далѣе конструируемъ подшипники. На нашемъ примѣрѣ имѣется только одинъ подшипникъ, другой же конецъ вала P снабжается фланцемъ для непосредственнаго присоединенія къ коренному валу паровой машины, что, конечно, должно быть принято во вниманіе при проектированіи.

Наконецъ, остается вычертить фундаментную плиту для нашей машины, при чемъ надлежитъ обратить вниманіе на то, чтобы между болтомъ N и фундаментной плитой осталось достаточно мѣста для безпрепятственнаго сниманія щетокъ, не показанныхъ на нашемъ проектномъ чертежѣ“.

Этотъ примѣръ очень хорошо поясняетъ суть дѣла, показывая, какъ около исходныхъ данныхъ постепенно и послѣдовательно нарастаютъ всѣ части данной машины; очень важно при этомъ придерживаться правильной послѣдовательности въ ходѣ проектированія; уловить ее нѣсколько труднѣе, когда чертежи приходится дѣлать въ деталяхъ, а не въ цѣломъ, какъ въ данномъ примѣрѣ; тогда нужно съ самаго начала на ряду съ эскизами деталей составлять и чертежъ общаго вида машины.

3. Перспективные эскизы. Для построения этих эскизовъ пользуются аксонометрической проекціей, иначе называемою параллельною перспективою. Такая проекція даетъ очень наглядное изображеніе, непосредственно открывающее глазу пространственный образъ предмета.

Напомнимъ, что въ ортогональныхъ проекціяхъ предметъ ставится относительно плоскостей проекцій такъ, чтобы его главныя измѣренія (или главныя оси) были направлены параллельно соответственнымъ плоскостямъ проекцій (см. стр. 4); при такомъ положеніи предмета на каждой проекціи исчезаетъ одно изъ его измѣреній и каждая проекція, взятая въ отдѣльности, не обнаруживаетъ формы предмета, какъ тѣла. Пространственный образъ предмета можно лишь представить себѣ силою воображенія на основаніи по меньшей мѣрѣ двухъ (а чаще трехъ) его ортогональныхъ проекцій.



Фиг. 95.

Чтобы получить изображеніе, обнаруживающее въ одной только проекціи всѣ три измѣренія предмета, нужно спроектировать предметъ на новую плоскость, поставленную наклонно ко всѣмъ 3-мъ плоскостямъ ортогональной системы проекцій; вмѣсто того возможно за новую плоскость проекцій принять и напу вертикальную плоскость, дающую видъ спереди (которую мы принимали всегда совпадающей съ плоскостью чертежа), но самый предметъ повернуть и поставить такъ, чтобы въ новомъ положеніи его главныя оси (т.-е. направленія главныхъ измѣреній) стали наклонно къ плоскости чертежа.

Фиг. 95 поясняетъ вышесказанное на примѣрѣ простаго геометрическаго тѣла-куба. На фиг. 95 даны три ортогональныя проекціи куба (толстыми линиями), на которыхъ отмѣчены его главныя измѣренія по ребрамъ OI , OII и $OIII$; поворачиваемъ кубъ, вращая его

около вертикальнаго ребра OI на уголь α и вычерчиваемъ его проекціи въ этомъ новомъ положеніи (отмѣчены черезъ OI , OII_1 , и $OIII_1$ и обведены тонкими линиями); теперь видъ спереди обнаруживаетъ уже 2 грани куба—переднюю и правую боковую; затѣмъ наклоняемъ кубъ еще и къ горизонтальной плоскости, поворачивая его около горизонтальной оси OK (совпадающей съ первоначальнымъ положеніемъ ребра $OIII$) на уголь β ; вертикальныя проекціи его въ этомъ новомъ положеніи будутъ OI'_1 , II'_1 , III'_1 и $0\ 1\ 2\ 3$ (последняя, чтобы не затемнять чертежа, смѣщена влѣво со своего настоящаго мѣста). Проекція $0\ 1\ 2\ 3$ обнаруживаетъ уже три грани куба и даетъ изображеніе куба въ т. наз. параллельной перспективѣ (аксонометрическая проекція).

Легко понять, что ребра куба въ такой проекціи сократятся въ длинѣ; величина сокращенія или иначе «искаженія» будетъ зависѣть отъ угловъ наклона реберъ къ плоскости проекціи (а слѣдовательно и угловъ поворота α и β) и будетъ измѣряться отношеніями длинъ $\frac{O1}{O1'}$, $\frac{O2}{O2'}$ и $\frac{O3}{O3'}$; эти отношенія наз. показателями искаженія.

Построеніе «перспективнаго» изображенія путемъ, иллюстрированнымъ на фиг. 95 приведено здѣсь только для удобнѣйшаго разъясненія происхожденія такихъ проекцій; самое же построеніе ихъ проще выполнять пользуясь методами аксонометріи, по которымъ опредѣляются направленія главныхъ осей въ проекціи (углы m и n и направленіе $O1$ на фиг. 95) и показатели сокращенія по этимъ направленіямъ. Однако и при этомъ точное построеніе такихъ проекцій представляется довольно кропотливой работой, такъ какъ кромѣ общаго масштаба чертежа приходится имѣть дѣло еще съ нѣсколькими масштабами искаженія.

Ограничившись этими общими замѣчаніями¹⁾, перейдемъ къ интересующимъ насъ перспективнымъ эскизамъ; ихъ прямая задача—дать лишь наглядное изображеніе предмета, притти глазомъ на помощь воображенію; поэтому построеніе ихъ можно и должно дѣлать лишь съ приближеннымъ соблюденіемъ масштаба на глазомѣрѣ. Несомнѣнно, что практическое значеніе эти эскизы могутъ имѣть только въ рукахъ человѣка, научившагося быстро и свободно зарисовывать посредствомъ такихъ проекцій конструктивныя формы, представленія о которыхъ тѣмъ или инымъ путемъ возникаютъ въ его воображеніи.

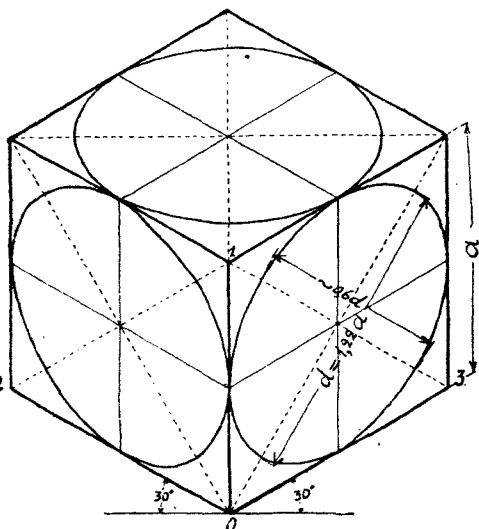
Начинающихъ однако необходимо предостеречь, что вполне свободное обращеніе съ масштабомъ предполагаетъ во всякомъ случаѣ относительно вѣрную передачу соотношеній отдѣльныхъ частей формы предмета и потому умѣстно лишь въ привычныхъ рукахъ и при развитомъ глазѣ; въ началѣ занятій, работая съ натуры или съ чертежа приходится прибѣгать и къ масштабному откладыванію длинъ, дабы не получить черезчуръ безобразныхъ результатовъ.

¹⁾ Проекція аксонометрическія подробно излагаются въ курсахъ начертательной геометріи.

Для перспективных эскизов пользуются проекціями диметрическими и изометрическими.

Для диметрической проекціи углы α и β (на фиг. 95) берутся $\approx 20^\circ$; при этомъ направленія реберъ куба (а также всѣхъ линій имъ параллельныхъ, значить и главныхъ осей предмета) въ проекціи будутъ таковы: OII идетъ по $O2$ подъ угломъ $n = 7^\circ$ къ горизонту (уклонъ 1:8), $OIII$ идетъ по $O3$ подъ угломъ $m = 40^\circ$ къ горизонту (уклонъ 7:8) и OI —по $O1$ и остается вертикальнымъ.

Сокращенія длинъ по направленіямъ $O1$ и $O2$ одинаковы между собою, а сокращеніе по $O3$ вдвое болѣе, чѣмъ по каждому изъ первыхъ; показатели искаженія $\frac{O1}{OI} = \frac{O2}{OII} = 0,94$ и по $O3$ $\frac{O3}{OIII} = 0,47$.



Фиг. 96. Изометрическая проекція куба.

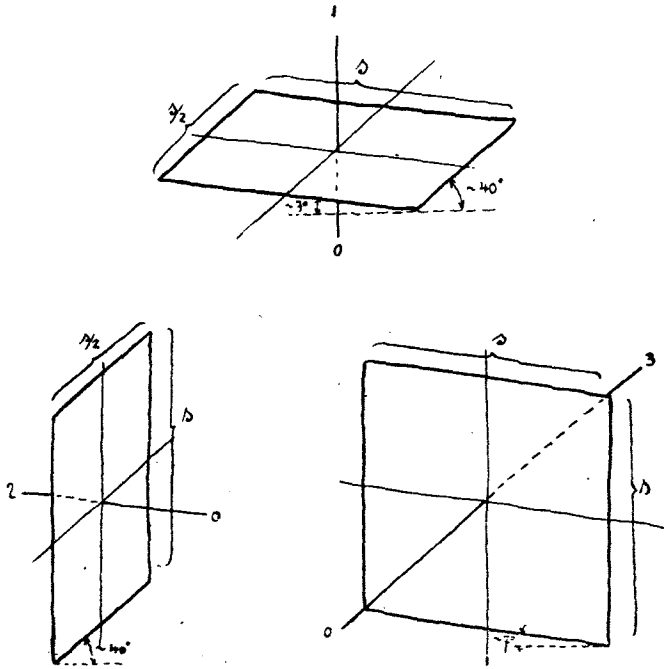
На фиг. 96 дана изометрическая проекція куба; для изометрической проекціи углы α и β берутся такъ (абсолютная величина угловъ намъ не интересна), чтобы въ конечномъ положеніи большая діагональ куба стала перпендикулярно къ плоскости проекціи. Въ проекціи направленія реберъ куба $O2$ и $O3$ идутъ подъ угломъ 30° къ горизонту, а ребро $O1$ сохраняетъ свое вертикальное положеніе; сокращеніе длинъ получается одинаковымъ по всѣмъ тремъ главнымъ направленіямъ и показатели сокращенія

$$\frac{O1}{OI} = \frac{O2}{OII} = \frac{O3}{OIII} = \approx 0,82.$$

Зная эти соотношенія, мы можемъ для каждой изъ этихъ проекцій нанести на бумагѣ направленія трехъ главныхъ осей и построить любую точку проектируемаго предмета по тремъ ея координатамъ (т.-е. разстояніямъ ея отъ главныхъ осей предмета).

Отмѣтивъ здѣсь этотъ чисто механическій путь построенія отдѣльныхъ точекъ, замѣтимъ, что въ нашихъ эскизныхъ работахъ онъ находитъ лишь частичное примѣненіе; это станетъ яснымъ изъ дальнѣйшаго изложенія приемовъ этихъ работъ. Полезно здѣсь же освѣтить основаніе этихъ приемовъ: выше было указано, что основой техническихъ формъ (см. стр. 9—11) являются формы геометрическія; детали машинъ въ отношеніи ихъ внѣшней формы можно разсматривать, какъ болѣе или менѣе сложныя комбинаціи нѣсколькихъ геометрическихъ тѣлъ и разложить на составляющія ихъ простыя геометрическія тѣла (призмы, цилиндры, конусы, тѣла вращенія); при этомъ мы должны

отвлечься от характерных для технических форм скругленных переходов между отдельными элементарными тѣлами и разсматривать эти переходы какъ линіи пересѣченія геометрическихъ поверхностей. Отсюда намѣчается такой путь: нужно научиться зарисовывать въ перспективѣ простыя геометрическія тѣла въ различныхъ ихъ положеніяхъ и далѣе въ различныхъ комбинаціяхъ между собою, строя при этомъ и линіи взаимнаго пересѣченія ихъ поверхностей (переходныя линіи техническихъ формъ): а такъ какъ простыя (правильныя) геометрическія тѣла и поверхности образуются изъ



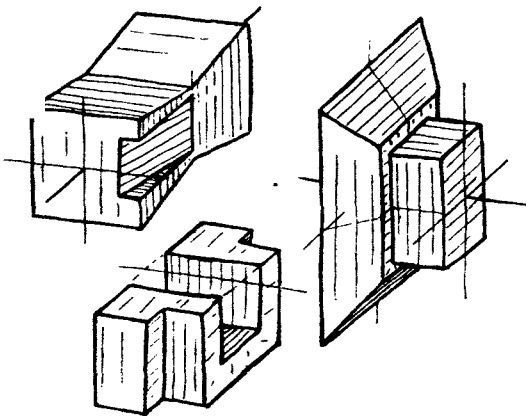
Фиг. 97.

своихъ элементовъ—плоскихъ фигуръ, то работу нужно начать зарисовываемъ въ разныхъ положеніяхъ простыхъ фигуръ—квадрата и круга.

Очень важно съ самаго начала приучить себя къ опредѣленному положенію осей, какое было приведено выше для проекцій диметрической и изометрической и привыкнуть на глазъ и отъ руки наносить эти оси на бумагѣ, сохраняя правильно углы между ними. Вопросъ о томъ, какую изъ этихъ проекцій пользоваться разрѣшается въ пользу диметрической проекціи, такъ какъ она менѣе искажаетъ изображеніе и даетъ предметъ въ болѣе естественномъ положеніи, чѣмъ проекція изометрическая; что же касается степени трудности и приѣмовъ составленія обѣихъ этихъ проекцій, то при условіи прибли-

женнаго (въ смыслѣ масштабовъ) построения этихъ проекцій въ перспективныхъ эскизахъ деталей машинъ они ничѣмъ не отличаются другъ отъ друга. Все нижеизложенное приведено для диметрической проекціи; но ничто не препятствуетъ желающимъ перестроить весь этотъ матеріалъ въ изометрическихъ проекціяхъ, измѣнивъ надлежащимъ образомъ направленія осей и имѣя въ виду одинаковость искаженія длинъ по всеѣмъ тремъ осямъ. Для изометрической проекціи въ продажѣ имѣется бумага съ особой изометрической сѣткой, дающей направленія осевыхъ линій, которой удобно пользоваться, особенно при началѣ занятій скицированьемъ.

Переходя далѣе къ изложенію приѣмовъ построения диметрическихъ проекцій, слѣдуетъ напомнить, что линіи, параллельныя между собою въ пространствѣ, сохраняютъ параллельность и въ проекціи и что при дѣленіи линіи на части то же отношеніе частей сохраняется и въ проекціи.



Фиг. 98.

Для начала можно взять квадратъ и зарисовать въ разныхъ положеніяхъ, направляя его стороны параллельно главнымъ осямъ, фиг. 97; затѣмъ прямоугольникъ съ отношеніемъ сторонъ 1:1, 5, 1:2 и т. д. Беря направленія и длины сторонъ въ проекціи на глазъ,

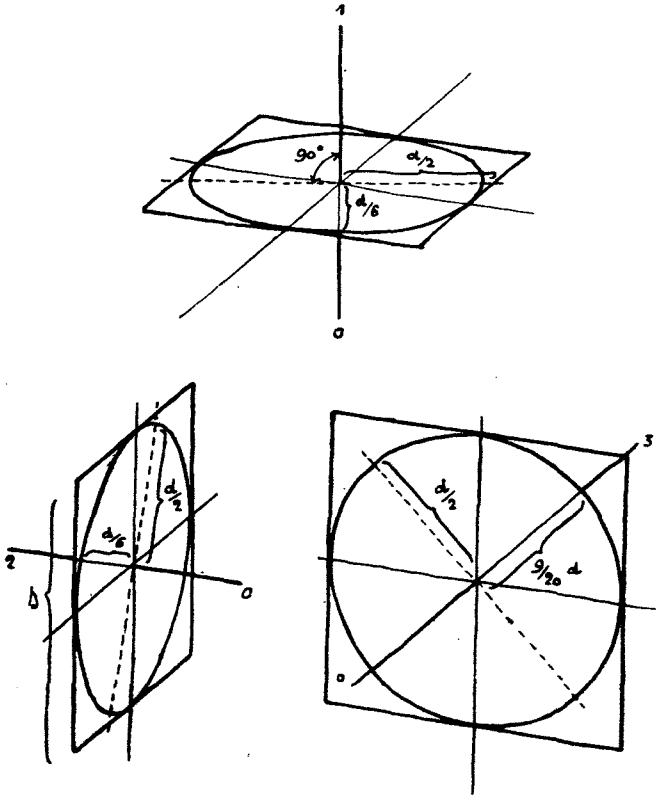
провѣрять себя помощью масштабной линейки, стараясь приучить глазъ къ относительно правильной оцѣнкѣ длинъ. Послѣ этого не трудно перейти къ зарисовыванью простыхъ призматическихъ тѣлъ, какъ на фиг. 98.

Далѣе переходимъ къ проекціямъ круга; обращаясь къ проекціямъ квадрата по фиг. 97 и вписывая кругъ въ квадратъ, получимъ изображенія по фиг. 99, дающія проекціи круга въ трехъ главныхъ положеніяхъ.

Относительно проекцій круга надо замѣтить себѣ слѣдующее: кругъ проектируется въ эллипсы, при чемъ одинъ изъ діаметровъ его (параллельный плоскости проекціи) проектируется въ натуральную величину (безъ сокращенія) и является большой осью эллипса; направленіе этого діаметра въ проекціи составляетъ прямой уголъ съ проекціей линіи, перпендикулярной къ плоскости круга. На этомъ основаніи построение проекцій круга надо вести такъ: прежде всего **черезъ центръ провести линію, перпендикулярную къ плоскости круга** (для положеній по фиг. 99 это будетъ одна изъ главныхъ осей 01, 02 и 03), **затѣмъ подѣлить углы къ ней линію большой оси**

эллипса; отложивъ на этихъ линияхъ величины большой и малой осей эллипса, очертить эллипсъ отъ руки и на глазъ и послѣ того провести въ проекціи оба діаметра круга, параллельные направленію главныхъ осей и проходящіе черезъ точки касанія круга къ сторонамъ квадрата.

На фиг. 99 приведены отношенія малой оси эллипсовъ къ большой (т.-е. къ діаметру круга), которыя и надо запомнить разъ на всегда. При небольшихъ размѣрахъ эскиза очень не трудно выпол-



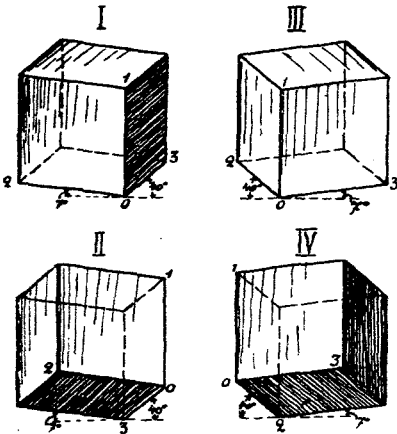
Фиг. 99.

нить аккуратно построение эллипсовъ отъ руки и на глазъ; при болѣе крупныхъ размѣрахъ можно для контроля строить стороны квадрата, какъ на фиг. 99, и намѣчать точки касанія круга, чѣмъ облегчается исправленіе неровностей зарисованнаго такъ эллипса.

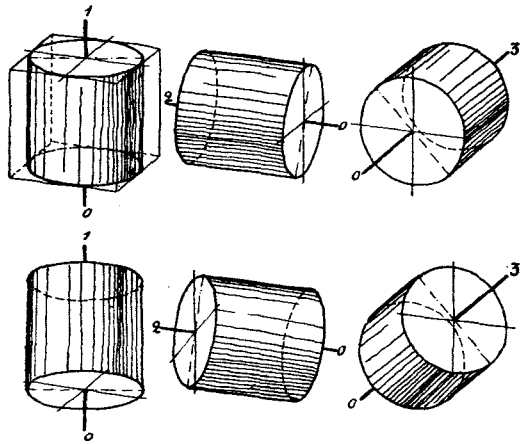
Какъ замѣчено выше, большая ось эллипсовъ проектируется безъ искаженія своего размѣра. Строя проекцію съ соблюденіемъ масштаба и пользуясь для откладыванія длинъ масштабной линейкой, цѣлесообразно поступать такъ, что по направленіямъ 01 и 02 (гдѣ показатель искаженія 0,94) откладывать прямо истинныя длины и по направленію 03 (показатель искаженія 0,47) откладывать длины вдвое

меньшія; такъ какъ цѣль перспективнаго эскиза только наглядная передача формы предмета, но не его размѣровъ, то такое упрощеніе приѣмовъ работы вполне умѣстно. Легко понять, что при такомъ порядкѣ работы размѣръ большой оси эллипсовъ нужно увеличивать противъ истиннаго до $\frac{1}{0,94} = 1,06$ величины послѣдняго.

Въ изометрической проекціи при такомъ же приѣмѣ построенія размѣръ большой оси эллипсовъ возрастаетъ до $\frac{1}{0,82} = \infty 1,22$ истиннаго; соотношенія полуосей эллипсовъ приведено на фиг. 96.



Фиг. 100.



Фиг. 101.

Разсматривая кругъ, какъ основаніе прямого цилиндра, можно безъ затрудненій построить изображеніе цилиндра, отложивъ длину образующей по оси, перпендикулярной къ плоскости круга и очертивъ другое основаніе цилиндра, одинаково съ первымъ. На фиг. 101 верхній рядъ даетъ проекціи цилиндра въ трехъ главныхъ положеніяхъ (ось цилиндра параллельна одной изъ главныхъ осей $O1$, $O2$ и $O1$); нижній рядъ изображеній цилиндра на фиг. 101 при томъ же направленіи главныхъ осей соответствуетъ перемѣщенію точки зрѣнія влево и внизъ; это яснѣе видно изъ изображеній куба I и II на фиг. 100 ¹⁾, для которыхъ окружности основаній цилиндровъ по фиг. 101 соответствуютъ вписаннымъ въ грани куба кругамъ; для

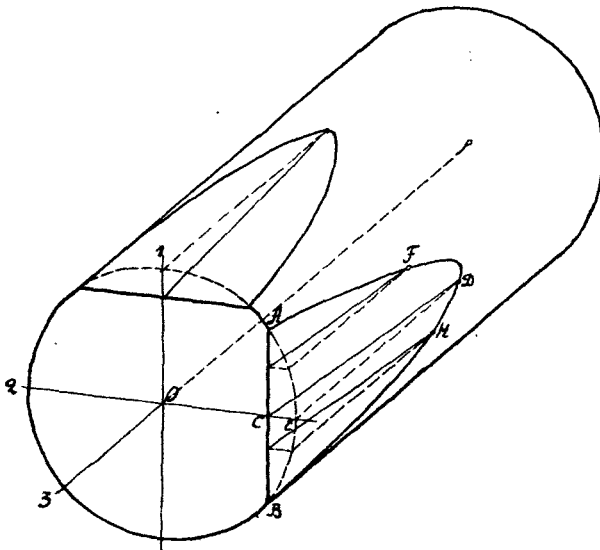
¹⁾ Въмѣсто перемѣщенія точки зрѣнія можно при неподвижныхъ точкѣ зрѣнія и плоскости проекціи измѣнять относительное положеніе предмета; обращаясь къ фиг. 95 не трудно убѣдиться, что изображеніе куба II на фиг. 100 получится при поворотѣ около тѣхъ же осей $O1$ и $OК$ влево и внизъ на тѣ же величины угловъ α и β ; изображенія III и IV фиг. 100 получаются при поворотѣ около тѣхъ же осей $O1$ и $OК$ на $(180^\circ - \alpha)$ и β —первое при поворотѣ вправо и вверхъ, второе при поворотѣ влево и внизъ. При полной симметріи формы куба изображенія III и IV являться отраженіями въ зеркалѣ изображеній I и II.

положеній куба III и IV по фиг. 100 можемъ получить еще шесть проекцій цилиндра, которыя будутъ отличаться отъ проекцій фиг. 101 только тѣмъ, что оси O2 и O3 при томъ же наклонѣ къ горизонту будутъ идти поднимаясь: O2—слѣва направо и O3—справа налѣво (короче говоря, эти шесть видовъ являются зеркальными отраженіями видовъ цилиндра по фиг. 101).

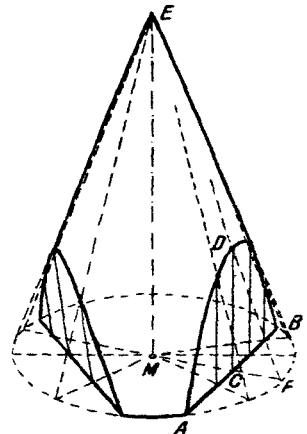
Пользуясь указаніями фиг. 100 и 101, надо замѣтить вообще, что для однѣхъ и тѣхъ же величинъ угловъ α и β можно придавать предмету различныя положенія относительно плоскости проекцій; иначе говоря, можно обращать предметъ къ наблюдателю той или другой стороной и направлять любое изъ измѣреній предмета по той или другой главной оси. Какъ поставить предметъ—дѣло соображенія въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ перспективнаго скицированія; разумѣется нужно выбирать такое положеніе предмета на эскизѣ, которое возможно полнѣе открывало бы его внѣшнюю форму.

Плоскія сѣченія цилиндра, конуса и шара въ диметрической проекціи; проекція тѣлъ вращенія.

На фиг. 102 показано построеніе сѣченія цилиндра плоскостью, наклонной къ его оси; сѣкущая плоскость опредѣляется линіей AB, по которой она пересѣкаетъ основаніе цилиндра и линіей CD, дающей



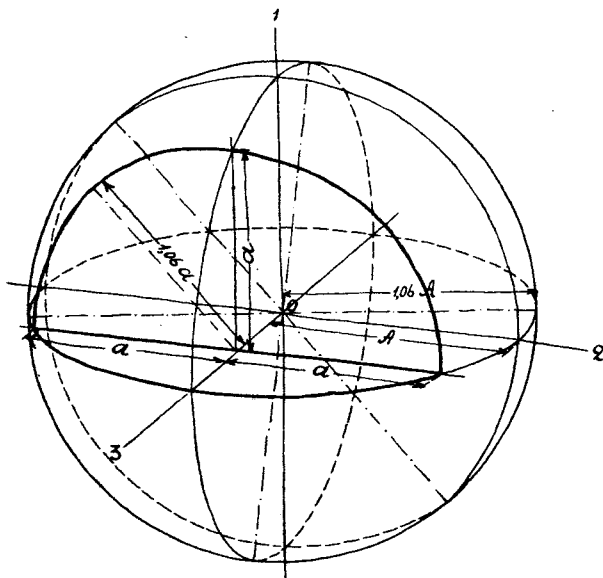
Фиг. 102.



Фиг. 103.

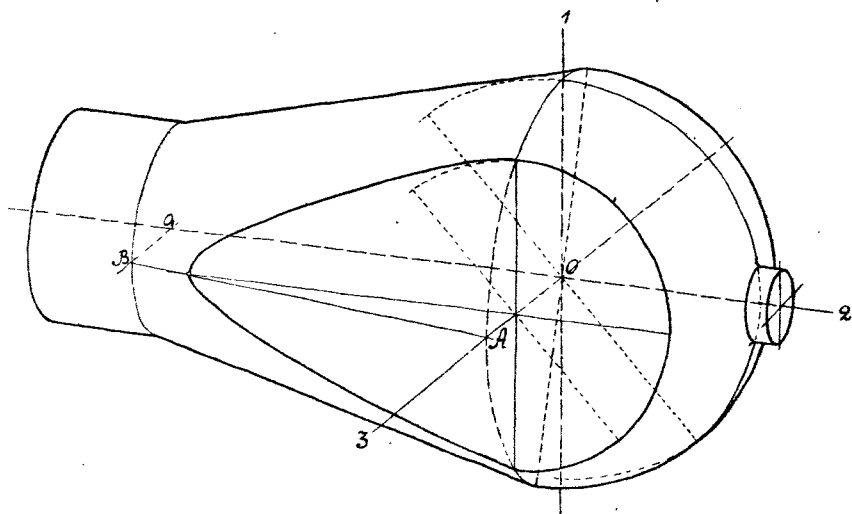
наклонъ ея къ оси цилиндра O3. Проведя образующую цилиндра ED, находимъ въ пересѣченіи ея съ CD точку D, принадлежащую кривой сѣченія; для нахождения другихъ точекъ ея, беремъ рядъ плоскостей параллельныхъ CED и проводимъ линіи пересѣченія ихъ съ цилиндромъ и сѣкущей плоскостью.

Фиг. 103 дает построение плоских сѣченій конуса; для нахождения точек сѣченій проведены вспомогательныя плоскости через геометрическую ось конуса; построение понятно изъ фиг. 103.



Фиг. 104.

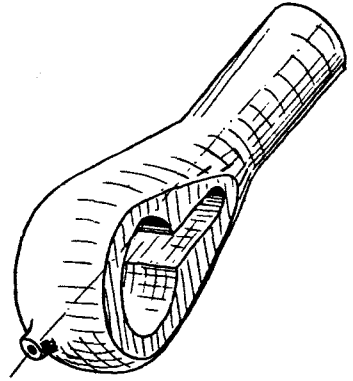
Фиг. 104 показываетъ сѣченія шара; на фиг. 104 построены три большихъ круга, плоскости которыхъ перпендикулярны къ главнымъ



Фиг. 105.

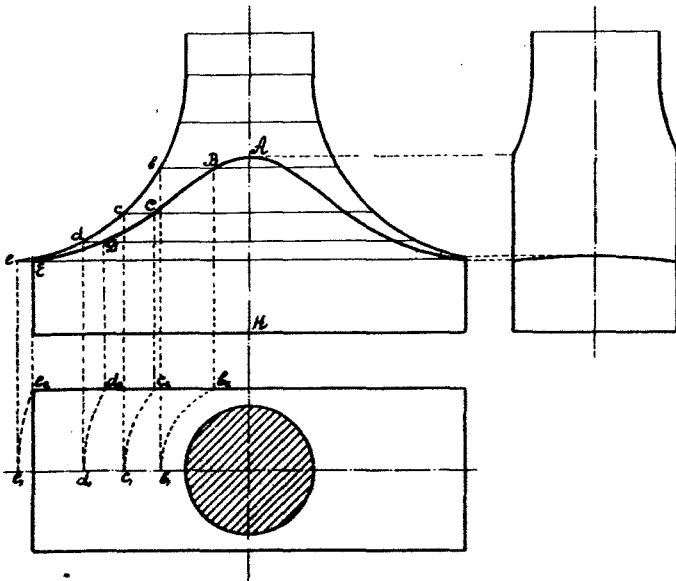
осямъ 01, 02 и 03 и показанъ сръзъ шара плоскостью, параллельной осямъ 01 и 02. Построение проекцій круговъ дѣлается совершенно такъ же, какъ было указано выше при фиг. 99.

На фиг. 105 приведено построение линии сечения для головки по эскизу фиг. 106; форма головки составлена из цилиндра, конуса и полушара, срезанных с боков двумя параллельными плоскостями; построение очертания среза на фиг. 105 понятно из разсмотрѣнія фиг. 103 и 104; проведение образующихъ линий на усѣченномъ конусѣ дѣлается помощью двухъ параллельныхъ радиусовъ обонхъ оснований, напр., OA и OB на фиг. 105.



Фиг. 106.

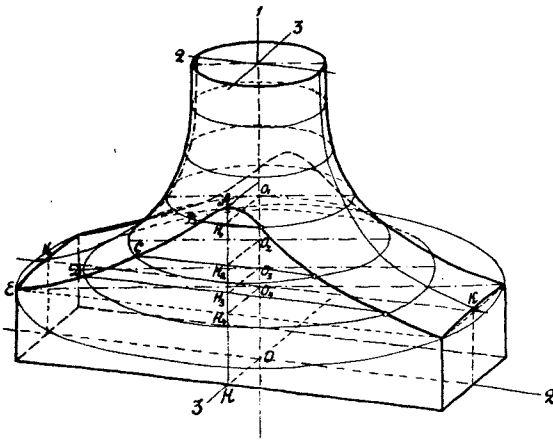
Фиг. 108 показываетъ построение перспективнаго изображенія головки, чертежъ которой данъ на фиг. 107. Переходъ отъ цилиндрической части къ призматической выполненъ въ формѣ тѣла вращения (точечная деталь). Для построения въ диметрической проекціи очерка тѣла вращения нужно строить рядъ проекцій круговъ, перпендикулярныхъ къ оси вращения и провести линію очерка, какъ огибающую проекціи этихъ круговъ. Этими же кругами воспользуемся и для нахождения точекъ, принадлежащихъ линіи среза тѣла вращения боковыми плоскостями; для этого проведемъ среднюю линію среза $АН$ и отложимъ на ней верхнюю точку A линіи среза; черезъ центры вспомо-



Фиг. 107.

могательныхъ круговъ проводимъ линіи O_1N_1 , O_2N_2 и т. д., параллельно $ОН$ и черезъ точки N_1 , N_2 и т. д., линіи параллельныя

главной оси $O2$ до пересѣченія съ соответственными кругами въ точкахъ B, C, D и E , лежащихъ на линіи сръза. На фиг. 108 проведены



Фиг. 108.

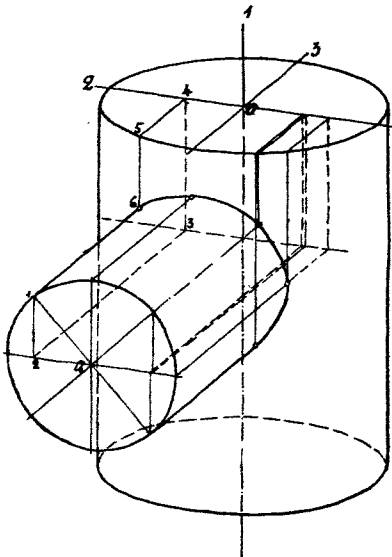
и линіи меридианальнаго сѣченія въ плоскости $O12$, съ помощью которыхъ построены точки K кривой сръза на узкихъ сторонахъ призмы.

Построение пересѣченій геометрическихъ тѣлъ между собою.

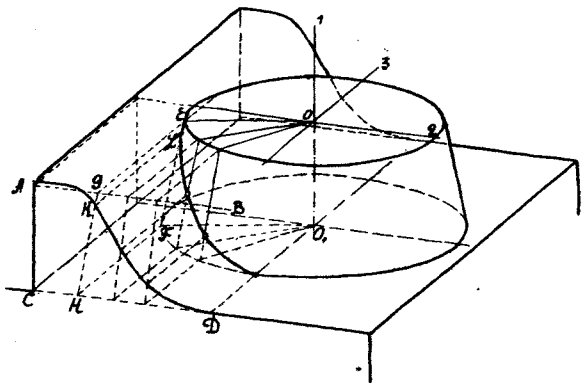
Общій приемъ построения точекъ линіи пересѣченія заключается въ слѣдующемъ: пересѣкаютъ оба тѣла вспомо-

гательной плоскостью, строятъ линіи пересѣченія этой плоскости съ поверхностями обоихъ тѣлъ и находятъ точки пересѣченія этихъ линій, которыя и будутъ принадлежать искомой линіи пересѣченія тѣлъ. Вспомогательныя плоскости нужно выбирать такъ, чтобы онѣ пересѣкали поверхности тѣлъ по прямымъ или окружностямъ.

На фиг. 109 показано пересѣченіе двухъ прямыхъ круглыхъ цилиндровъ; вспомогательныя плоскости проведены параллельно образующимъ обоихъ цилиндровъ; взявъ на основаніи малаго



Фиг. 109.

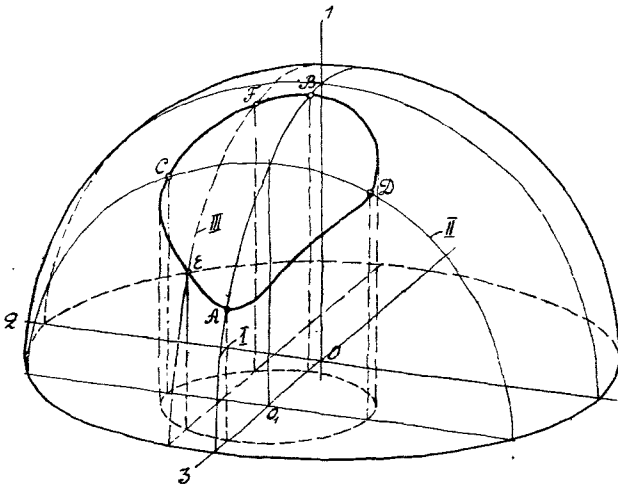


Фиг. 110.

цилиндра точку 1, послѣдовательно доходимъ до точки 6,—соответствующей ей точки на линіи пересѣченія цилиндровъ.

Фиг. 110 даетъ построение линии пересѣченія конуса съ цилиндрической поверхностью. Вспомогательныя плоскости проводимъ черезъ образующія конуса параллельно образующимъ цилиндра; намѣтимъ предварительно прямыя АВ и CD, по которымъ плоскости основаній конуса пересѣкаютъ основаніе цилиндра. Проводя черезъ концы образующей конуса EF линіи EG и FH параллельно образующей цилиндра, получаемъ GH — линію пересѣченія вспомогательной плоскостью основанія цилиндра; черезъ точку K проводимъ образующую цилиндра и находимъ въ L точку зстрѣчи ея съ образующей конуса.

На фиг. 111 показано пересѣченіе цилиндра и шара. Проводимъ черезъ основаніе цилиндра плоскости параллельно плоскостямъ 012 и 013, строимъ круги I, II, III сѣченій шара этими плоскостями



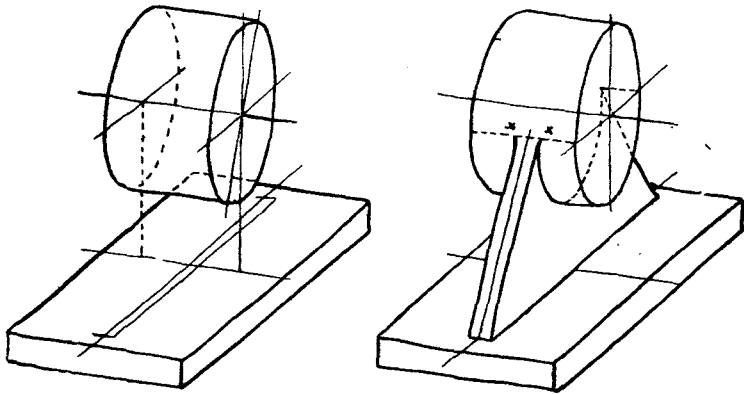
Фиг. 111.

и въ пересѣченіи круговъ съ соответствующими образующими цилиндра находимъ точки А, В, С, D, Е и F, принадлежащія линіи пересѣченія шара и цилиндра.

Ограничиваясь этими примѣрами, достаточными для того, чтобы служить ключомъ для построения переходныхъ линій техническихъ формъ (линій пересѣченія тѣлъ см. стр. 9 и 95) въ перспективныхъ эскизахъ, надо замѣтить, что вѣрное нанесеніе линій перехода существенно важно для правильности эскизнаго изображенія. Самое построение кривыхъ перехода можетъ быть выполнено на эскизѣ до извѣстной степени приближенно, т.-е. можно не гнаться особенно за масштабной точностью построения и ограничиваться минимальнымъ числомъ найденныхъ точекъ, при условіи, что эти точки позволяютъ опредѣлить правильное теченіе кривой перехода.

Учащяся въ своихъ эскизныхъ работахъ деталей машинъ съ природы должны вѣрно наносить всѣ линіи пересѣченія формъ; но въ

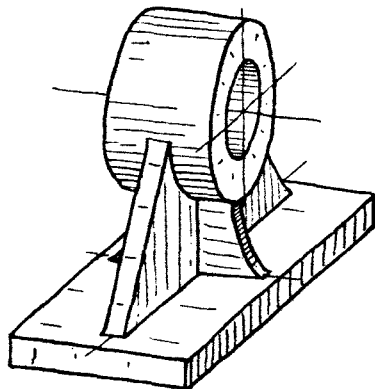
натурѣ эти линіи могутъ быть и неровны, и неясны вслѣдствіе скругленій въ мѣстахъ переходовъ. Кромѣ того правильный порядокъ занятій требуетъ, чтобы перспективные эскизы дѣлались не непосредственно по натурѣ, но въ отсутствіи природы по эскизамъ, снятымъ



Фиг. 112.

въ ортогональныхъ проекціяхъ съ цифровыми размѣрами; только такой порядокъ обезпечиваетъ правильное примѣненіе и усвоеніе метода перспективнаго скицированія и ведетъ непосредственно къ прямой цѣли такихъ эскизовъ—развитію воображенія и способности пространственныхъ представленій. Поэтому же и линіи пересѣченія формъ отнюдь не должны браться на эскизахъ по натурѣ или проводиться наобумъ, но должны строиться по точкамъ, какъ линіи пересѣченія

геометрическихъ тѣлъ. Впослѣдствіи, съ развитіемъ воображенія и приобрѣтеніемъ достаточнаго знакомства съ техническими формами, явится и возможность вѣрно отмѣчать многія переходныя линіи прямо на глазъ; но именно для того, чтобы такая возможность явилась и нужно въ началѣ занятій приучать глазъ къ вѣрному очертанію этихъ переходовъ, воспроизводя ихъ по точкамъ.

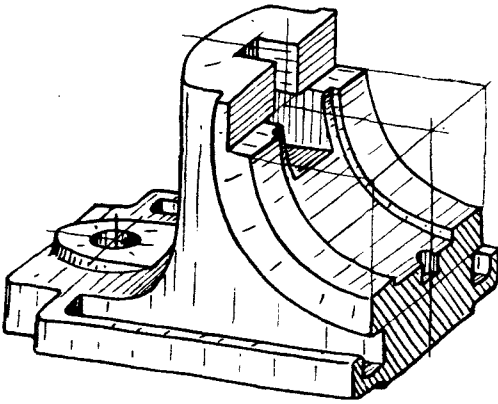


Фиг. 113.

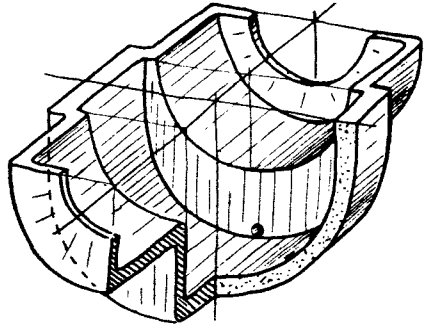
Ходъ построенія перспективныхъ проекцій деталей машинъ намѣченъ уже въ главныхъ чертахъ на стр. 94; составляя эскизъ, мы постепенно воспроизводимъ отдѣльные элементы формы пред-

мета, начиная съ основныхъ и присоединяя къ нимъ промежуточныя и добавочныя части. Фиг. 112 иллюстрируетъ на примѣрѣ ходъ построенія эскиза простой детали (фиг. 113): начинаемъ съ плиты основанія, затѣмъ изображаемъ вышній цилиндръ втулки, далѣе находимъ точки *x*,

въ которыхъ длинное ребро примыкаетъ къ поверхности цилиндра втулки и строимъ линіи ребра, наконецъ, присоединяемъ короткое ребро и отверстіе во втулкѣ. Построеніе всегда начинается съ проведенія главныхъ осей; для всѣхъ проекцій круговъ также даютъ оси. Удаляя передъ окончательной обводкой эскиза лиш-



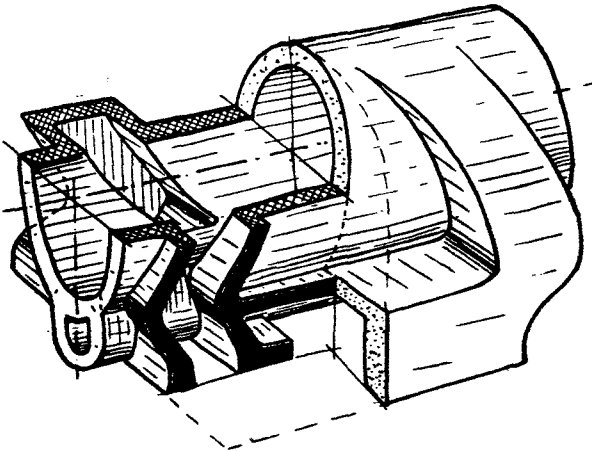
Фиг. 114.



Фиг. 115.

нія и вспомогательныя линіи, слѣдуетъ направленія осей оставлять и отмѣчать на готовомъ эскизѣ.

Построивъ контуръ эскиза, можно выдѣлить и оттѣнить отдѣльныя части формъ легкой штриховкой; густая тушовка, какъ на рисункахъ, здѣсь неумѣстна такъ же, какъ и сплошная штриховка ли-



Фиг. 116.

ніями разной толщины; мѣру отдѣлки штрихами указываютъ помѣщенные здѣсь образцы эскизовъ.

Для деталей сложной формы необходимо дѣлать на эскизахъ разрѣзы; разрѣзы всегда способствуютъ лучшему и болѣе полному

выясненію формы предмета. Плоскости разрѣзовъ нужно брать по главнымъ осямъ предмета или параллельно этимъ осямъ. Разрѣзы разными плоскостями заштриховываютъ или, вообще, отдѣлываютъ разными фасонами штриховокъ; разумѣется площадь разрѣза должна отчетливо выдѣляться на эскизѣ. Фиг. 114, 115 и 116 показываютъ образчики эскизовъ съ разрѣзами; при симметричной формѣ можно удалить разрѣзомъ половину предмета или $\frac{1}{4}$, если интересенъ разрѣзъ двумя плоскостями. Возможны и частичные разрѣзы, какъ на фиг. 116. Само собою разумѣется, что, удаляя разрѣзомъ $\frac{1}{4}$ долю предмета, нужно ставить предметъ (см. стр. 99) такъ, чтобы оба сѣченія были видны на эскизѣ; объ этомъ приходится упоминать потому, что начинающіе иногда поступаютъ какъ разъ наоборотъ—обращаютъ вырѣзъ предмета въ сторону противоположную наблюдателю, причемъ и единственное сѣченіе, которое при этомъ видно на эскизѣ, отчасти заслоняется отъ глаза оставшимися частями предмета.

* Хорошіе и многочисленные образчики перспективныхъ эскизовъ имѣются въ книжкѣ: С. Volk. Das Skizzieren von Maschinenteilen in Perspektive ¹⁾ изъ которой взяты и наши фиг. 112—116.

¹⁾ Имѣется русскій переводъ съ дополненіями инж.-механика И. И. Куколевскаго.