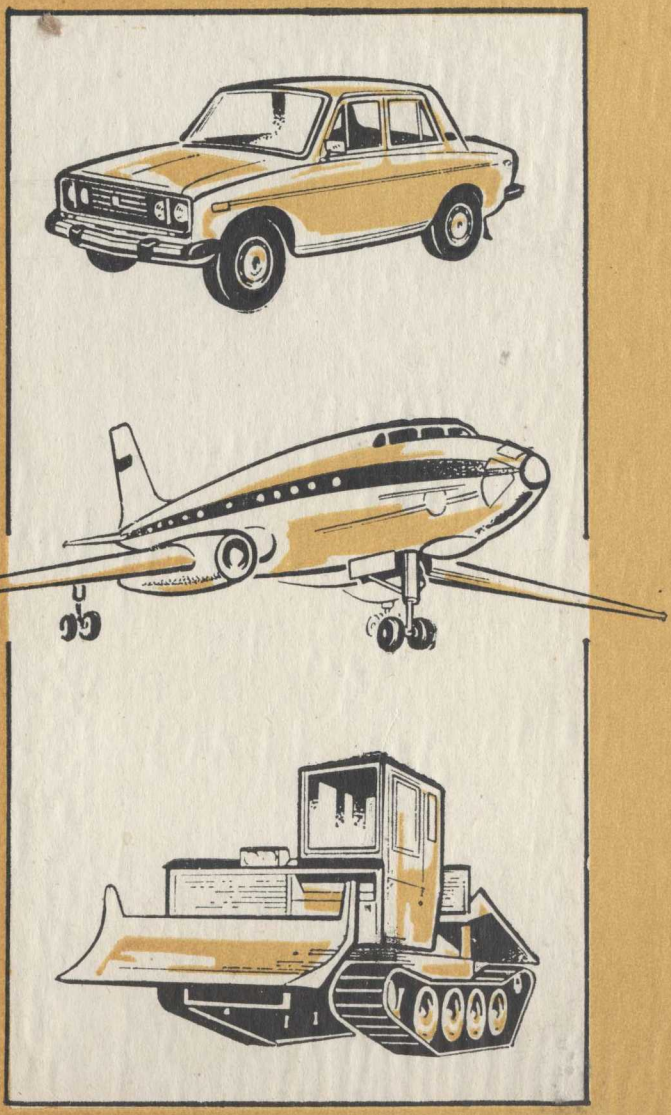
ТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ



ТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ

Допущено Министерством просвещения СССР в качестве учебного пособия для студентов педагогических институтов по специальности № 2120 «Общетехнические дисциплины и труд» и для учащихся педагогических училищ по специальности № 2008 «Преподавание труда и черчения в IV—VIII классах общеобразовательной школы»

Под общей редакцией кандидата педагогических наук
В. В. КОЛОТИЛОВА

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1983

ББК 30.1
Т38

Рецензенты:

Кафедра общетехнических дисциплин Ростовского-на-Дону государственного педагогического института (зав. кафедрой, канд. психологических наук *Пустовой Е. А.*)

Кафедра общетехнических дисциплин Бельцского государственного педагогического института (зав. кафедрой, доктор физ.-мат. наук *Филипп Н. Д.*)

Канд. пед. наук, доцент *Комский Д. М.* (Свердловский государственный педагогический институт)

От редакции

Введение; главы 1, 3, 4, 5 написаны *В. В. Колотиловым* (§ 1 гл. 5 — совместно с В. А. Рузаковым); главы 2, 6, 7 — *Ю. И. Ивановым;* глава 8 — *В. А. Рузаковым* (§ 3 — *В. В. Колотиловым);* глава 9 — *В. П. Савинкиным;* главы 10 и 11 — *Ф. А. Трефиловым.*

Техническое моделирование и конструирование: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по спец. № 2120 «Общетехнические дисциплины и труд» и для учащихся пед. уч-щ по спец. № 2008 «Преподавание труда и черчения в IV—VIII кл. общеобразоват. школы»/В. В. Колотилов, В. А. Рузаков, Ю. И. Иванов и др.; Под общ. ред. В. В. Колотилова.— М.: Просвещение, 1983.— 255 с., ил.

Т38

В пособии раскрыты как общие вопросы моделирования, так и особенности и приемы учебного моделирования. Большой раздел книги посвящен собственно техническому моделированию: изготовлению моделей из деталей детского конструктора, конструированию и изготовлению моделей автомобилей, сельскохозяйственных машин и орудий, самолетов, судов и различных технических устройств.

Т $\frac{4308021900-738}{103(03)-83}$ 203—83

ББК 30.1
605

© Издательство «Просвещение», 1983 г.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие внешкольной и внеклассной работы по технике в нашей стране началось в период становления советской школы и пионерской организации. На V съезде РКСМ, проходившем в октябре 1922 года, были утверждены тезисы «Детское движение». В них рекомендовалось знакомить пионеров с историей развития орудий труда, с жизнеописаниями великих ученых и изобретателей, проводить экскурсии на фабрики и шахты, учить самостоятельно изготовлять инструменты, модели, машины, ставить простейшие опыты по химии, физике, оборудовать мастерские, клубы, изучать трудовые специальности и др. Был выдвинут лозунг «Пионер — мастер на все руки», который послужил толчком к созданию при пионерских организациях и в школах различных технических кружков. Бурное развитие нашей промышленности, принятие и начало реализации плана ГОЭЛРО вызвали у учащейся молодежи большой интерес к машиностроению, к электротехнике.

В 1923 году при Обществе друзей воздушного флота (ОДВФ) (позднее Осовиахим) была создана секция юных друзей воздушного флота. Это положило начало массовому распространению авиамоделизма. С 1924 года среди школьников получило широкое распространение радиолюбительство.

Одним из путей решения задачи «Техника в массы» была организация детских технических станций. Первая детская техническая станция (ДТС) была открыта 12 октября 1926 года в Москве на Красной Пресне в здании райкома комсомола. В следующем году открылись еще 15 станций, а в 1937 году их было уже 750. Детские технические станции создавались в системе народного образования и при райкомах комсомола (на общественных началах). Станциями и кружками руководили инженеры, техники, передовые рабочие. ДТС становились методическими центрами большого числа стихийно возникающих кружков, объединяли их, помогали наладить работу с детьми.

Самым характерным для первых лет существования ДТС было то, что дети не только учились делать модель или приемник, но и заинтересовывали этим других детей — соседей по дому, товарищей по классу, привлекали к техническому творчеству новых людей, вносили свой маленький вклад в индустриализацию страны.

Большую заботу о приобщении подрастающего поколения к технике проявляла Н. К. Крупская. Она говорила: «Мы долж-

ны укреплять всячески детские технические станции, организовать экскурсии на предприятия, на электрические станции и пр. Надо во Дворце культуры устраивать рабочие комнаты, где бы ребята могли делать то, что им хочется»[1].

Огромную роль в развитии технической самодеятельности школьников сыграли постановление ЦК ВКП(б) от 25 июня 1928 года «О состоянии и ближайших задачах пионердвижения» и решения VIII съезда ВЛКСМ.

В конце двадцатых годов возникает новая область технической самодеятельности школьников — конструирование микроавтомобилей и микромотоциклов. Появляются и такие направления, как создание моделей-копий по готовым чертежам, конструирование оригинальных моделей и технических устройств.

В то же время впервые стали проводиться массовые мероприятия с юными техниками. Во время работы Всесоюзного слета пионеров открылась Всесоюзная выставка технического творчества школьников. Центральная детская техническая станция и редакция журнала «Знание — сила» созвали и провели Всесоюзную конференцию юных техников. В начале тридцатых годов Автодор провел Всесоюзный слет юных автоконструкторов. ЦК ВЛКСМ организовал первый Всесоюзный слет юных техников и выставку их работ, а затем Всесоюзный конкурс на лучшую действующую модель.

В это время четко определялись направления занятий юных техников: авиамоделизм, электротехника, радио- и автолюбительство, фотодело; появились кружки юных железнодорожников, химиков, водников и другие. В тридцатых годах юные техники стали увлекаться автоматикой, постройкой моделей, управляемых по радио, устанавливать реактивные двигатели на моделях самолетов; были сконструированы и построены первые роботы. В 1939 году впервые модели наших юных техников были показаны на Международной выставке в США. В 1940 году по всей стране проводились смотры технического творчества школьников, выставки работ юных конструкторов.

Великая Отечественная война прервала налаженную работу юных техников. Многие из тех, кто учился техническому мастерству в кружках, строил модели, сели за штурвалы боевых машин. Знания, полученные на внеклассных занятиях, помогали им быстрее овладеть военной техникой. Изменился характер кружков. Вместо модельных появились кружки-курсы, где учащиеся овладевали основами рабочих профессий. Изучив в кружке радиосвязь, автодело и другие технические специальности, юные техники стали применять свои умения всюду, где в этом была нужда: в заводских цехах, при радиофициро-

---

[1] Крупская Н. К. О коммунистическом воспитании. М., 1956, с. 367—368.

вании госпиталей, ремонте электропроводки, в автогаражах. Подростки занимали рабочие места ушедших на фронт отцов и старших братьев.

После войны возобновились занятия юных авиа- и судомоделистов, возродилось радиолюбительство, снова стали проводиться научно-технические конференции, вечера техники и другие массовые мероприятия. В начале пятидесятых годов во внешкольной и внеклассной работе особенно широко начали изучать и конструировать сельскохозяйственную технику. Сконструированные и изготовленные машины применяли на пришкольных участках, на полях колхозов и совхозов. В это же время юные техники увлекались конструированием и строительством гидро- и ветростанций для освещения школ, детских домов, ферм, поселков, принимали массовое участие в радиофикации сел и деревень. В многочисленных предметных кружках они конструировали учебные приборы по физике, химии, математике и другим предметам, так как школы испытывали в этом большую нужду.

В 1954—1955 годах после большого перерыва юные техники продемонстрировали свои достижения на Всесоюзной выставке детского технического творчества. В 1954 году для поощрения наиболее активных кружковцев по рекомендации XII съезда ВЛКСМ введен значок «Юный техник».

В 1957 году в Москве была открыта постоянно действующая Всесоюзная выставка технического творчества школьников. В последующие годы выставки проводились как в нашей стране — областные (краевые), республиканские, так и за рубежом. Работы наших юных техников видели в Англии, Индии, Польше, США, Сирии, Чехословакии, Турции, Японии и в других странах. Техническое творчество советских ребят представлено на постоянной выставке в Женеве, ежегодно демонстрируется на Международном конкурсе, проводимом в г. Ростоке (ГДР) под девизом «Дети мира — за мир».

В конце 1958 года начался новый этап в развитии детской технической самодеятельности. Наша общеобразовательная школа стала трудовой, политехнической; потребовалось изменить не только содержание, но и методы обучения в целях развития самостоятельности и инициативы учащихся. В школах получило широкое распространение техническое изобретательство, была налажена работа учащихся по созданию новых приборов, моделей и технических устройств. Теперь в технических кружках не приходится учить школьников простейшим приемам обработки древесины и металла, электромонтажу — эти умения и навыки они приобретают в процессе трудового обучения, поэтому появляются большие возможности для развития у юных техников элементов творчества.

В содержании внеклассной и внешкольной работы по технике определились следующие направления.

Первое — привлечение младших школьников к изготовлению технических игрушек и вовлечение их в активные технические игры, конкурсы, соревнования с целью формирования у них увлеченности трудом, интереса к технике и развития творчества.

Второе — привлечение средних и старших школьников к занятиям в кружках технического творчества (в том числе и по линии ДОСААФ) по интересам.

Третье — участие в рационализаторской и конструкторской деятельности по усовершенствованию учебных приборов, школьного оборудования, по конструированию малогабаритной техники для работы на пришкольном участке, на полях научно-исследовательских институтов, селекционных станций, колхозов и совхозов, по тематике шефствующего предприятия. Это возможно на основе опыта работы в техническом кружке, на занятиях в учебных мастерских, учебных цехах и учебно-производственных комбинатах (УПК). Развитию рационализаторской и конструкторской деятельности способствует создание организаций Всесоюзного общества рационализаторов и изобретателей (ВОИР) в школах и УПК. Эта новая организационная форма работы с юными конструкторами и изобретателями возникла впервые в школах Кубани в 1963 году. Затем ВОИР появились в учебных цехах Кировской, Кемеровской, Курской и других областей. Работа воировцев получила широкий размах. ЦК ВЛКСМ, Центральный Совет ВОИР, Министерство просвещения РСФСР регулярно проводят слеты юных рационализаторов и конструкторов.

Четвертое направление — создание научных обществ учащихся. Работа проводится совместно с организациями Всесоюзного Совета научно-технического общества (ВСНТО) и Всесоюзным обществом «Знание». Объединениями юных исследователей руководят специалисты местных вузов и НИИ. Итоги работы регулярно подводятся на конференциях, где школьники выступают с докладами. Это направление предполагает ориентацию юношей и девушек на инженерно-технические специальности.

Пятое — участие школьников в олимпиадах юных физиков, химиков, математиков в целях развития познавательного интереса к основам наук.

В настоящее время сложилась определенная система проведения массовых внешкольных мероприятий по научно-технической деятельности школьников. В дни зимних каникул, начиная с 1977 года, проводится Всесоюзная неделя науки, техники и производства. Организаторами являются ЦК ВЛКСМ, Министерство просвещения СССР, Центральный Совет Всесоюзного общества рационализаторов и изобретателей, Совет научно-технических обществ, общество «Знание». В эти дни в городах и поселках организуются встречи с рационализаторами и изо-

бретателями, учеными и специалистами; посещение школьниками лабораторий ученых, опытных цехов; познавательные викторины, конкурсы и выставки детского технического творчества, олимпиады, соревнования по техническим видам спорта, показательные выступления моделистов.

В дни весенних каникул на Центральной станции юных техников (ЦСЮТ) РСФСР собираются участники финала Всесоюзного конкурса «Космос», который проводят ВДНХ СССР, журнал «Моделист-конструктор», Звездный городок и ЦСЮТ РСФСР. Организуются школьные и районные выставки технического творчества учащихся, проходят зональные олимпиады по физике, химии и математике. В мае проводится традиционная выставка работ юных радиоконструкторов, посвященная Дню радио. Во время летних каникул организуются областные (краевые), республиканские и Всесоюзные соревнования по техническим видам спорта среди школьников, соревнования школьников-картингистов на приз газеты «Пионерская правда», юных автоводителей на приз журнала «За рулем», подводятся итоги заочного конкурса «Лети, модель» на приз журнала «Крылья Родины». В это же время школьники собираются на традиционные Всероссийские слеты юных рационализаторов и конструкторов, слеты актива научных обществ учащихся. Организуется работа лагерей труда и отдыха, автопробеги, путешествия по воде на самодельных плавсредствах и т. п. Многие юные техники работают руководителями в технических кружках городских и загородных пионерских лагерей. Активизируется работа отрядов юных механизаторов в школьных ученических бригадах.

Из года в год увеличивается число школьников, серьезно занимающихся техникой. Так, в год 50-летия организации первой детской технической станции оно достигло пяти миллионов. Для школьников открыты тысячи Дворцов и Домов пионеров, клубы и станции юных техников, детские железные дороги, клубы юных моряков и пионерские флотилии, клубы юных пилотов и космонавтов.

Дальнейшему развитию и совершенствованию технического творчества способствуют регулярно проводимые республиканские и всесоюзные смотры под девизом «Юные техники — Родине!». В 1979—1981 годах состоялся Всесоюзный смотр, посвященный 110-й годовщине со дня рождения В. И. Ленина. Юные техники стремятся внести посильный вклад в ускорение научно-технического прогресса в нашей стране. Постоянно укрепляется связь технических кружков школ и внешкольных учреждений с предприятиями, научными организациями и обществами, конструкторскими бюро.

Внеклассная и внешкольная работа по технике имеет большие возможности в деле воспитания и развития детей. С дидактической точки зрения проектирование и изготовление модели,

прибора или другого технического устройства — это применение знаний на практике, развитие самостоятельности мышления, любознательности и инициативы. Детское техническое творчество во внеучебное время нельзя рассматривать изолированно от изучения основ наук и трудового обучения. Внеклассную работу необходимо органически соединять с учебными занятиями. Кропотливая, связанная с преодолением трудностей работа по изготовлению моделей и технических устройств воспитывает у школьников трудолюбие, настойчивость в достижении намеченной цели, способствует формированию характера. Велика роль внеклассной работы в ознакомлении школьников с производственными профессиями и в оказании им помощи при выборе жизненного пути.

Широкое развитие технического творчества школьников ставит, в свою очередь, задачу подготовки квалифицированных педагогических кадров, способных развивать у детей элементы творчества. В связи с этим возникает вопрос, каким должен быть, что должен знать и уметь руководитель детского технического кружка (школы или внешкольного учреждения).

Руководитель должен знать:

марксистско-ленинское учение о коммунистическом воспитании и политехническом образовании, политику партии и правительства в области народного образования, методы комплексного подхода к вопросам воспитания;

социально-педагогические основы развития технического творчества и профориентации школьников;

психолого-физиологические основы формирования технико-технологических знаний, умений и навыков, развития технического мышления и способностей детей;

содержание программы технического кружка, источники необходимой информации: учебники, учебные пособия для внеклассных занятий по технике и техническому творчеству, справочники и другую литературу по одному из разделов техники;

типовое оборудование для занятий по техническому творчеству;

вопросы гигиены и охраны труда, требования безопасности труда при организации занятий по техническому творчеству;

законодательство о труде, нормы трудового права и законности, основы и условия обеспечения научной организации труда;

экономическую политику партии и правительства, структуру народного хозяйства и его основные отрасли, направления научно-технического прогресса и экологические последствия его;

научные основы современного производства (машиностроение, энергетика, сельское хозяйство, транспорт, связь); конструкционные материалы, орудия и средства труда, производственный процесс; требования к содержанию и характеру труда рабочего; основные вопросы организации и экономики;

медико-физиологические требования к современному рабочему, тенденции демографических изменений в нашей стране и связанные с этим актуальные вопросы профориентации.

Руководитель должен уметь:

отбирать, дидактически перерабатывать и располагать учебный материал в соответствии с целями, задачами внеклассной работы и возрастом школьников;

рационально использовать в работе организационные формы и методы развития технического творчества и профориентации;

обоснованно отбирать объекты для внеклассных занятий учащихся и планировать систему работы с ними;

создавать и рационально использовать учебно-материальную базу для развития технического творчества;

устанавливать правильные и педагогически эффективные взаимоотношения с детьми, их родителями, коллегами по работе, работниками шефствующих предприятий и общественностью;

выявлять и регулировать внутриколлективные, межколлективные и межличностные отношения, возникающие в процессе внеклассных занятий по техническому творчеству и общественно полезного труда;

методически грамотно формировать технико-технологические знания и умения, необходимые для технического моделирования и конструирования;

развивать познавательную, творческую и трудовую активность, технические способности и политехнический кругозор, умения выявлять научные основы устройства и функционирования технических объектов и технологических процессов;

формировать устойчивый интерес к технике, мотивы профессионального самоопределения в соответствии с потребностями общества и личными способностями, коммунистическое отношение к труду;

обучать детей научной организации и культуре труда, работе с научно-технической и справочной литературой, нахождению оптимальных способов выполнения работы;

анализировать передовой педагогический опыт по развитию технического творчества детей, переносить эффективные формы и методы в практику своей работы, проводить педагогический эксперимент;

разрабатывать и использовать технико-технологическую документацию, выполнять расчеты, необходимые для проектирования и постройки технической модели или технического устройства, измерения современными средствами измерительной техники, ручную и механическую обработку различных конструкционных материалов, работы по настройке (наладке) рабочего инструмента, приспособлений, оборудования.

Формированию необходимых качеств личности руководителя способствует вся система образования и коммунистиче-

ского воспитания будущих учителей общетехнических дисциплин и труда. Важное место среди других учебных дисциплин в подготовке организатора и руководителя технической самодеятельности детей занимают занятия по техническому моделированию и конструированию.

Цель практикума (спецкурса) «Техническое моделирование и конструирование»— подготовить будущего учителя общетехнических дисциплин и труда к самостоятельному техническому моделированию и конструированию простейших технических устройств.

Задачи практикума (спецкурса):

преподать будущим учителям ОТД и труда научно-технические основы моделирования и конструирования объектов техники;

познакомить с деятельностью инженера-конструктора, с методами и особенностями учебного моделирования и конструирования;

научить разрабатывать графическую документацию на конструируемый объект, выбирать необходимый материал, изготавливать модель и готовить ее к выставке технического творчества или к соревнованиям;

формировать интерес к руководству детским техническим творчеством и развивать стремление к использованию знаний и умений, полученных в результате прохождения практикума (спецкурса), в работе со школьниками.

Объем практических заданий рассчитан на учащегося педучилища, выбор их для студентов зависит от времени, отводимого в институте на курс.

Технология изготовления сравнительно несложных деталей, сборки и подгонки их в сборочных единицах достаточно полно дается в практикуме по обработке конструкционных материалов и освещена в специальной литературе, поэтому в предлагаемом пособии не рассматривается. В пособии не изложена и методика расчета на прочность отдельных деталей и механизмов. С ней студенты (учащиеся) знакомятся в процессе изучения курсов: сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин и грузоподъемные механизмы или техническая механика (в педучилище). Объекты моделирования и конструирования, предлагаемые в пособии, могут быть заменены дидактически равноценными.

В процессе выполнения заданий, предлагаемых в настоящем пособии, будущие учителя должны выполнять требования безопасности труда, вырабатывать навыки культуры работы, умение трудиться инициативно и производительно.

В пособии использован опыт подготовки учителей общетехнических дисциплин и труда в Никопольском педучилище, Волгоградском, Кировском, Коломенском и Новокузнецком педагогических институтах.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ

ГЛАВА 1

СУЩНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ

§ 1. МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Слово «модель» (от лат. modulus — мера, образец) имеет несколько смысловых оттенков и используется во многих областях науки, техники, производства, обучения. В широком смысле — это условный образ (изображение, схема, описание и т. п.) какого-либо объекта (или системы объектов), процесса или явления.

В научных исследованиях под моделью понимают такую мысленно представленную или материально реализованную систему, которая, отображая или воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает нам новую информацию об этом объекте [1].

В обучении модели применяются как одно из средств наглядности. Они могут быть объектами трудовой деятельности (предметами изготовления) и способствовать воспитанию интереса у школьников к определенному виду техники и развитию у них технических способностей.

Модели различных сооружений люди начали строить очень давно. Однако при этом они часто учитывали только геометрическое соотношение отдельных частей модели и реального объекта, не принимая во внимание различных физических явлений, связанных, например, с использованием неодинаковых материалов для их постройки. Это было причиной многих неудач, катастроф. Постепенно усилиями многих ученых была создана теория подобия, которая рассматривает подобие физических явлений.

Одним из первых применил теорию подобия при постройке модели арочного моста русский изобретатель И. П. Кулибин. Он установил, что при изменении масштаба деталей условия работы их меняются непропорционально. Например, при изме-

[1] Штофф В. А. Моделирование и философия. М.—Л., 1966.

нении линейных размеров модели в k раз собственный вес ее изменяется в k^3 раз, а площадь поперечных сечений элементов — в k^2 раз; модели в $1/k$ натуральной величины имеют напряжения от собственного веса в k раз меньше, чем напряжения в оригиналах.

Теория подобия применяется при постройке моделей технических устройств и инженерных сооружений. При этом модель испытывается в условиях, близких к тем, в которых будет работать спроектированный объект. Полученные результаты используются при постройке объекта. Такой подход в технике получил широкое распространение и стал называться моделированием. Мастерски делали модели отечественные изобретатели И. П. Кулибин, А. Н. Крылов, Д. И. Журавский, В. А. Дектярев и многие другие творцы техники.

Моделирование есть метод исследования сложных технических устройств, сооружений или процессов на их моделях одинаковой или различной физической природы с применением теории подобия при постановке эксперимента и обработке его результатов.

Потребность в моделировании возникает тогда, когда непосредственное исследование самого объекта затруднительно, дорого или требует больших затрат времени. В зависимости от характера замещаемого процесса или объекта различают прямое моделирование и метод аналогии.

Прямое моделирование основано на замещении изучаемого физического процесса подобным ему процессом той же физической природы и применяется при изучении сравнительно простых систем, например гидравлических, тепловых в случае движения однофазных сред и т. п. Все крупные гидростанции, такие, как Асуанская, Братская, Волгоградская, Саяно-Шушенская, Нурекская и другие, при проектировании исследовались в искусственно созданных руслах и водоемах на моделях, изображающих в уменьшенном масштабе эти грандиозные сооружения.

Метод аналогии используют при изучении более сложных систем, например, электрических, живых организмов и других, а также производственных и технологических процессов. При этом замещают изучаемые физические, химические, психологические и другие процессы подобными им процессами другой природы. Исследование проводят с помощью специальных моделей, построенных на идентичности математического описания оригинала (объекта) и модели.

Следует отметить, однако, что теория подобия и основанное на ней моделирование не отражают с абсолютной полнотой все стороны и детали изучаемых явлений.

На практике применяют три способа моделирования: полное, неполное и приближенное. При полном моделировании процессы, характеризующие изучаемые явления, подобно

изменяются и во времени, и в пространстве. При неполном моделировании процессы, характеризующие изучаемое явление, подобны частично. В приближенном моделировании между некоторыми параметрами систем или некоторыми параметрами их режимов не существует соотношений подобия.

С точки зрения соответствия физической природы подобных явлений различают два вида подобия: физическое и математическое. *Физическое подобие* существует при одинаковой физической природе подобных явлений. Это значит, что механическим процессам в прототипе должны соответствовать механические процессы в подобной ему модели, электрическим процессам — электрические и т. д. *Математическое подобие* предполагает лишь соответствие параметров технического устройства и модели.

В технических задачах обычно выделяют еще и частные виды физического подобия. Так, о подобии движения тел говорят как о кинематическом подобии, подобие масс отдельных частей устройства называется материальным подобием, а подобие сил — динамическим. Технические устройства, подобные кинематически, материально и динамически, называют механически подобными.

Модели могут быть материальными (изготовленными из конструкционных материалов) и идеальными (существующими в воображении).

К последним можно отнести условно графические изображения: схемы, чертежи, технические рисунки и т. п.

Материальные модели в зависимости от того, как они отображают изучаемые объекты, делят на группы.

Пространственно подобные модели характеризуются геометрическим подобием по отношению к изучаемому объекту. Это макеты домов, застройки поселков и городов, инструментов и приспособлений, географические макеты; биологические муляжи; модели кристаллов, молекул и т. п.; компоновки (расположение оборудования в кабинетах, мастерских, цехах).

Физически подобные модели — это модели плотин, кораблей, самолетов, ракет, механизмов и узлов машин и т. п.; модели, замещающие один вид живых организмов другим, более распространенным в биологических исследованиях, и др.

Математические подобные модели отличаются от изучаемого объекта физической природой, а отношение между изучаемым объектом и моделью выражается аналогией. Это аналоговые модели — аналоговые вычислительные машины (АВМ), электрические модели механических, тепловых, биологических процессов и т. п.; цифровые вычислительные машины (ЦВМ), различные кибернетические устройства.

Особую группу материальных моделей составляют тренажеры. Их применяют для формирования навыков в управле-

нии сложными объектами и машинами. Физическая модель здесь сочетается с реальными приборами. Воздействие на эти приборы преобразуется в импульсы, моделирующие поведение управляемого объекта. Так, тренажеры для летчиков, управляющих вертолетами, воспроизводят у обучаемого все физические ощущения, связанные с полетом в любом направлении, подъемом и спуском вертолета.

Термин «моделирование», который широко применяется во внеклассной работе по технике, не имеет непосредственного отношения к моделированию как методу научного познания. Изготовление моделей на занятиях является одним из наиболее распространенных видов приобщения учащихся различных возрастных групп к творческой деятельности в области техники. А для многих это прикладной технический вид спорта. Модели технических объектов, изготавливаемые учащимися на уроках технического труда, внеклассных занятиях или дома, обычно называют техническими. По назначению они делятся на модели—наглядные пособия и спортивно-технические. При постройке моделей — наглядных пособий основное внимание обращают на принцип действия прототипа. При этом не так важно добиться внешнего сходства, как воспроизвести внутреннее устройство. Например, модель автомобиля должна иметь двигатель, сцепление, коробку передач, рулевое управление и т. п. При постройке спортивных моделей стремятся к тому, чтобы они либо развивали максимальную скорость, либо перемещались на большое расстояние, либо поднимали или перемещали определенный груз на заданное расстояние и т. п. Спортивные модели могут быть кордовыми (авиа-, судо-), стендовыми (авто- и судо-), с дистанционным управлением и свободно перемещающимися.

Технические модели в зависимости от того, как они отображают объект, можно разделить на модели-копии и обобщенные модели. Модели-копии отражают либо геометрическое подобие прототипа (образца), либо его физическую сущность. Они имеют внешнее сходство (форму и цвет) с прототипом, содержат большинство узлов, органы управления, двигательную установку с источником питания и могут перемещаться. Обобщенные модели не обязательно должны быть похожи по внешнему виду на прототип. Они отражают основные признаки и свойства всего класса представляемых ими машин, механизмов, сборочных единиц (узлов) и т. п. (например, модели винтовой передачи, дифференциала и др.).

Модели могут быть динамическими (действующими) и статическими (не действующими).

Учащиеся строят модели по имеющимся чертежам или прототипу, применяя при этом прямое моделирование и основываясь на неполном или приближенном подобии. Задавшись масштабным коэффициентом λ, по формулам пересчитывают па-

раметры прототипа на модель. Например, линейные размеры модели по сравнению с прототипом уменьшают в λ раз, т. е.

$$L_м = L_п/\lambda,$$

где $L_м$ — линейный размер детали модели или модели в целом;

$L_п$ — линейный размер аналогичной детали или прототипа.

Такие параметры модели, как скорость движения, мощность двигательной установки, площадь конкретной детали и т. п., определяют по иным формулам. Об этом будет сказано во втором разделе.

§ 2. КОНСТРУИРОВАНИЕ

Создание новых машин и технических устройств — сложный и длительный процесс, в котором можно выделить инженерное прогнозирование, проектирование и конструирование, подготовку и освоение производства.

Инженерное прогнозирование предполагает сбор научно обоснованной информации, отражающей в виде вероятностной категории потенциальные возможности развития техники. Делается это для того, чтобы создаваемая машина соответствовала современному состоянию науки и техники и учитывала тенденции их развития на ближайшие 5—30 лет.

Основной задачей проектирования и конструирования является разработка документации, необходимой для изготовления, монтажа, испытания и эксплуатации создаваемой конструкции. Проектирование обычно предполагает разработку общей конструкции изделия.

Техническое конструирование (от лат. construere — строить, сооружать, создавать) — часть процесса создания машины, сооружения, заканчивающаяся составлением рабочих чертежей и текстов в виде специальных технических требований, указаний к изготовлению, контролю качества, испытания и др. Документация, получаемая в результате проектирования и конструирования, носит единое наименование — проект.

В создании технических устройств участвует большой творческий коллектив различных специалистов: инженеров-конструкторов, художников-конструкторов, технологов, экономистов. Работа их протекает как единый процесс, но каждый имеет свое поле деятельности, свои задачи, которые решаются в тесном творческом содружестве. Специализация труда позволяет учесть квалификацию, знания, опыт и склонности каждого члена коллектива. В конечном счете ускоряется процесс проектирования и постройки новой машины. Например, проектирование трактора ведут несколько групп конструкторов: одни производят тепловой расчет двигателя, другие конструируют механизмы и системы двигателя, третьи — трансмиссию и ходовую часть, четвертые — гидросистему и рабочее оборудование и т. п.

Возможны три варианта конструирования: конструируется принципиально новое техническое устройство; существующее техническое устройство заменяется новым; улучшаются отдельные параметры и технико-экономические показатели работающего технического устройства.

Процесс конструирования технического устройства условно делится на этапы.

Первый этап — уточнение технического задания от вышестоящей организации. Делают это и заказчик, и исполнители — инженеры, художники-конструкторы. Прежде всего они стараются убедиться в том, что конечная цель в задании сформулирована правильно. Критический подход к формулировке цели — одна из особенностей решения конструкторских задач.

Участие в работе на этом этапе разных специалистов объединяет их для дальнейшей деятельности. Конструктор получает четкое представление о принципиальной схеме устройства, дополнительных технических требованиях и общем технологическом направлении конструирования устройства. У конструктора формируется обобщенный образ устройства.

Второй этап — эскизное конструирование. Художник-конструктор обеспечивает удобство пользования устройством, его наиболее полное соответствие условиям эксплуатации, эстетические качества и др.

Технические устройства соприкасаются с человеком. При этом простота и удобство играют важную роль. Некрасивый, неудобный станок, примитивный, грубый инструмент раздражают рабочего, делают работу неприятной, снижают производительность труда. Неудобное расположение элементов на пульте управления, за которым сидит оператор или пилот, может быстро вызвать утомление и даже привести к аварии. Поэтому при конструировании систем управления, регулирования и контроля рукоятки, рычаги, кнопки и другие элементы располагают так, чтобы человеку было удобно ими пользоваться, чтобы тексты и цифры на щитках, приборах легко читались и т. п.

В сферу деятельности художника-конструктора, проектирующего, например, автомобиль, входит следующий круг задач:

общая компоновка машины (расположение ее основных помещений, механизмов и агрегатов);

планировка пассажирских и грузовых помещений, определение положения и размеров сидений, дверей, окон и люков, проектирование моста управления (органы управления, приборы и сиденье водителя);

поиски композиции, формы и внешней отделки машины, участие в аэродинамических исследованиях и графической разработке поверхности; разработка интерьера, включая разработку сидений, внешних и внутренних осветительных приборов, эмблем, товарных знаков и других декоративных элементов;

разработка формы и отделки всех видимых (а иногда и на-

ходящихся в машинных отсеках) механизмов и их деталей: колес, приводных механизмов, механизмов управления;

подготовка сопроводительной документации, включая служебное конструирование, справочные и предупреждающие таблицы, знаки и надписи, размещаемые на самой машине.

Особое внимание художник-конструктор уделяет вопросам эксплуатации изделий, чтобы обеспечить человеку необходимый комфорт.

Инженер-конструктор на этапе эскизного проектирования делает эскизные наброски основных частей устройства и выбирает из них наиболее удачный. Эскизы, как правило, изображают конструктивную схему без подробностей и выполняются быстро, так как конструктор должен рассмотреть много вариантов. Выбранные варианты проверяют, выполняя чертежи в масштабе. Теперь взамен технических требований, реализованных конструктивно, появляются связи между частями устройства.

Третий этап — разработка технического проекта. Процесс подгонки частей друг к другу ведется путем поиска удачного сочетания каких-либо двух частей по схеме, и на этой основе выполняется эскизный вариант компоновки устройства в целом. Однако эскиз не дает полного представления о будущем изделии. На помощь приходит макетирование в масштабе (на начальной стадии поиска) или в натуральную величину.

Объемный реальный макет позволяет выявить допущенные ранее ошибки, оценить функциональные, технические и эстетические достоинства, а также представить форму предмета, его пропорции, цветовое оформление. Макетирование необходимо для разработки технического проекта, в ходе которого делают расчеты на прочность, износостойкость, динамический, тепловой и другие, определяют геометрическую форму и основные размеры сборочных единиц и деталей.

Этап разработки технического проекта своеобразен. Выполнение сборочного чертежа подводит итог проделанной ранее длительной работе, но это не просто вычерчивание, а конструирование, заканчивающееся созданием чертежа. В ходе этой работы продолжают вносить изменения в создаваемую конструкцию.

Технический проект, как правило, содержит уточненную техническую характеристику устройства и краткую пояснительную записку, в которой приводятся данные расчета и технико-экономические показатели изделия. Технический проект является основой для разработки рабочих чертежей.

Четвертый этап — создание рабочего проекта. На каждую деталь, а их в машине нередко более тысячи, разрабатывают отдельный чертеж. Параллельно ведутся разработка и изготовление технологической оснастки. С ее помощью делают отдельные детали, а из них в экспериментальном цехе собирают опыт-

ный образец устройства. При этом уточняют конструктивную форму деталей и технические требования на их изготовление. Опытный образец проходит испытания в реальных условиях. В процессе испытания выявляются слабые места конструкции. Конструкторы и технологи тщательно изучают результаты испытаний и ведут доработку технической документации с целью устранения выявленных недостатков. После этого документацию передают в производство, где налаживают выпуск спроектированного устройства.

Для повышения эффективности процесса конструирования технических устройств разрабатывают систему мероприятий, реализация которых сокращает время проектирования и повышает качество конструкторских разработок. К таким мероприятиям можно отнести совершенствование процесса решения технических задач, кодирования, хранения и поиска технической информации, создание устройств, ускоряющих выполнение чертежей, применение ЭВМ и т. п.

§ 3. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Конструктор, проектируя техническое устройство, стремится к получению наибольшего экономического эффекта, который характеризуется отношением полученного результата от применения устройства к затратам на его создание, включая эксплуатационные расходы за весь период работы. Работа технического устройства определяется его полезной отдачей, т. е. стоимостью продукции или полезной работы, производимой в единицу времени, и зависит от его производительности (от объема продукции или работы, выполненной в единицу времени) и от стоимости операций. Основными способами повышения производительности, например, технологической линии являются увеличение числа одновременно осуществляемых операций или одновременно обрабатываемых изделий, сокращение длительности технологического цикла, автоматизация технологического процесса. Экономический эффект во многом зависит от надежности. *Надежность* технического устройства заключается в его способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики (при определенных условиях эксплуатации). Надежность охватывает такие понятия, как безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость. Показатели надежности — вероятность безотказной работы, наработка на отказ, технический ресурс, срок службы и др.

Долговечность — это свойство технического устройства сохранять работоспособность в течение определенного времени или до выполнения определенного объема работы.

Основным путем повышения надежности является увеличение прочности и жесткости конструкции. Прочность можно повысить без увеличения массы благодаря применению выгодных

профилей и форм, максимальному использованию свойств материала и равномерной нагрузке всех элементов конструкции. Жесткость повышают выбором рациональных схем нагружения, расстановкой опор и т. п.

Рассмотрим основные принципы, которыми руководствуется конструктор, проектируя машину,— принцип унификации и принцип технологичности конструкции.

Унификация — рациональное сокращение числа объектов одинакового функционального назначения, выражающееся в многократном применении в конструкции одних и тех же элементов. Это способствует сокращению числа типов деталей одного назначения, уменьшению стоимости изготовления, упрощению эксплуатации и ремонта технических устройств. Так, грузовые автомобили и другие транспортные и универсальные машины Белорусского автомобильного завода (БелАЗ-540, БелАЗ-548 и др.) грузоподъемностью 27, 40, 65, 110 и 160 т созданы из унифицированных деталей и узлов на базе двух двигателей, отличающихся только числом цилиндров и мощностью.

Различают унификацию конструктивную, технологическую, унификацию марок и типоразмеров материалов.

Унификация при конструировании и техническом моделировании в учебном заведении практически приводит к уменьшению количества разнотипных деталей. Она создает условия для обеспечения взаимозаменяемости и для многократного использования унифицированных деталей и сборочных единиц: двигательных установок, редукторов, подшипников качения, источников питания, крепежных деталей, пружин и т. п. При проектировании новой модели или технического устройства используют уже имеющуюся технологическую оснастку, унифицированные детали и сборочные единицы.

На основе унификации, применяя различные методы конструирования, создают производные машины.

Технологичность конструкции — это ее производственная и эксплуатационная характеристика, включающая комплекс технико-экономических требований. Обеспечение технологичности начинается еще в процессе проектирования. Так, при разработке принципиальной кинематической схемы машины стараются сократить общее число звеньев, входящих в машину, объединить рабочие органы. Это уменьшает габариты и массу машины, расход материала и трудовые затраты при ее изготовлении, способствует упрощению ее эксплуатации и ремонта.

Создавая новую машину, конструктор должен предусмотреть все, что может облегчить и удешевить как ее сборку и разборку, так и ее эксплуатацию и ремонт. Детали и сборочные единицы, пригодность которых необходимо систематически контролировать, должны быть взаимозаменяемы и удобно расположены в машине, с тем чтобы их можно было легко снимать и ставить

на место. Поэтому стараются рационально расчленить машину на отдельные сборочные единицы. Различают конструктивное расчленение машины на отдельные легко заменяемые сборочные единицы и технологическое расчленение на удобные для изготовления части, соединяемые затем в законченные единицы. Чем более дробно расчленена машина на отдельные части, тем шире фронт работ на сборке, короче производственный цикл, проще организовать поточное производство. С другой стороны, с увеличением числа разъемов растет число обрабатываемых поверхностей деталей, увеличивается трудоемкость их механической обработки и сборки стыков.

Для обеспечения технологичности важен выбор материала. При выборе материала детали учитывают технические требования, характер и величину нагрузок. Ассортимент материалов сейчас очень широк. Следует иметь в виду, что дешевый материал часто требует дополнительных затрат на его упрочнение и другие операции, связанные с улучшением качества, поэтому при выборе нужно руководствоваться не дешевизной материала, а минимальной себестоимостью готовой детали. Необходимо учитывать также эффективность машины, сборочной единицы, детали в эксплуатации, соизмерять затраты на их производство с экономией, которая может быть получена от увеличения срока безотказной работы машины, удлинения ее межремонтного периода.

В повышении технологичности важную роль играет обеспечение взаимозаменяемости деталей.

Следует отметить, однако, что технологичность не может служить определяющим началом в конструировании. Главным направлением конструирования является повышение качества машин, их надежности, экономического эффекта. Технология же должна обеспечивать всеми средствами решение этих основных задач, но не диктовать направление конструирования.

В большинстве случаев при решении новых задач конструктор старается использовать те методы, с помощью которых в прошлом решались подобные задачи, а если эти методы не дают желаемого результата — отыскивает новые. В практике создания техники применялось множество методов и приемов решения задач. Расскажем о некоторых из них.

Метод аналогии — использование при конструировании известных конструкций, форм, процессов, материалов и т. п., существующих в смежных областях техники, науки или в природе. Аналогия лежит в основе моделирования. Наиболее ответственным этапом при этом является поиск аналога. Использование аналогов наиболее часто осуществляют с помощью следующих приемов: имитации, псевдоморфизации, масштабного изменения размеров и др.

Имитация — придание новому техническому объекту формы, цвета, внешнего вида по аналогии с каким-либо уже известным

объектом. При этом новый объект может отличаться от аналога по химическому составу, структуре и другим свойствам.

Псевдоморфизация — выполнение технического объекта в форме другого объекта совершенно иного назначения (например, шариковую ручку делают в виде охотничьего ружья, отбойного молотка и т. д.).

Масштабное изменение размеров — увеличение (гиперболизация) или уменьшение размеров известных технических объектов с целью получения нового эффекта. Для получения однотипных машин с различной производительностью изменяют линейные размеры, причем чаще всего — длину, сохраняя форму и размеры поперечного сечения прежними. Так конструируют главным образом роторные машины, производительность которых пропорциональна длине ротора, например шестеренные и лопастные насосы, вальцовые машины, мешалки и др.

Метод объединения предполагает при создании новой конструкции применение сборочных единиц или их группы, заимствованных из других, уже известных конструкций. При этом возможно несколько вариантов объединения.

Интеграция — получение нового объекта путем объединения двух или нескольких элементов самостоятельного назначения таким образом, что они полностью или частично включаются один в другой. Например, при объединении насоса и форсунки можно получить агрегат для подачи строго определенного количества топлива в цилиндр двигателя внутреннего сгорания.

Агглютинация — присоединение к основному техническому объекту другого, который может и не иметь самостоятельного назначения. Например, присоединение к любительским кинопроекторам «Луч-2», «Квант», «Русь» электрического синхронизатора СЭЛ-1 позволяет демонстрировать фильмы со звуковым сопровождением с помощью магнитофона.

Агрегатирование — создание конструкции на основе геометрической и функциональной взаимозаменяемости отдельных агрегатов и сборочных единиц, которые обособленно монтируются на одной общей базовой детали: корпусе, раме, станине и т. п. При этом появляется возможность параллельно проектировать отдельные сборочные единицы машин силами специализированных групп конструкторов. Так организовано изготовление редукторов, тормозов, гидро- и пневмоаппаратуры и других сборочных единиц, входящих в машины различного назначения. В условиях быстрой смены моделей агрегатирование является наиболее прогрессивным методом конструирования. Разновидностью агрегатирования является использование базового агрегата и модульных элементов. Например, при создании самоходных кранов, дорожных машин, погрузчиков, укладчиков, ряда сельскохозяйственных машин базовым агрегатом служит выпускаемое серийно автомобильное или тракторное шасси. Монтируя на нем дополнительное оборудование, получают се-

рию машин различного назначения. Модульные элементы широко используют при конструировании аппаратуры в электронной промышленности. Микромодули — простейшие сборочные единицы радиоэлектронных изделий, изготовленные из диэлектрических пластинок с укрепленными на них микросхемами. Применяют модульные элементы также в строительстве, при создании роботов.

Резервирование — увеличение количества ненадежных однотипных сборочных единиц и элементов в объекте для повышения его надежности. Например, на тепловых электростанциях, в котельных ставят резервные насосы, которые включаются в работу в случае остановки или выхода из строя основных.

Компаундирование — это параллельное соединение машин или агрегатов с целью увеличения общей мощности или производительности установки. Соединяемые машины устанавливают либо рядом как независимые агрегаты (двигатели на самолетах и судах), либо связывают друг с другом синхронизирующими, транспортными и другими устройствами (параллельная установка машин-орудий группами в автоматических линиях, рабочие клети в прокатных станах и др.).

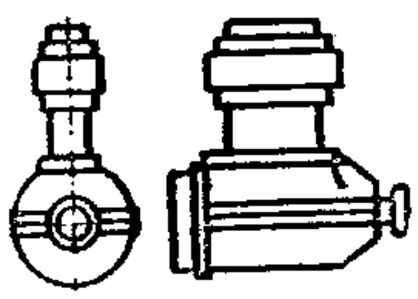
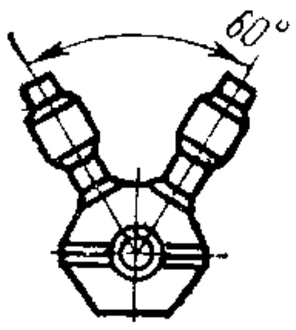
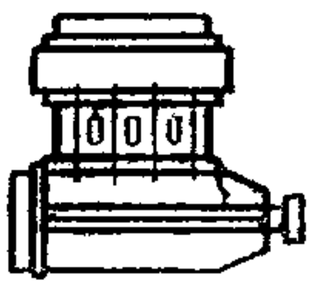
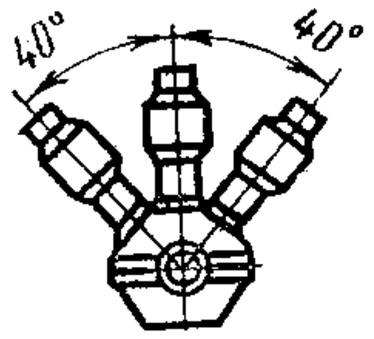
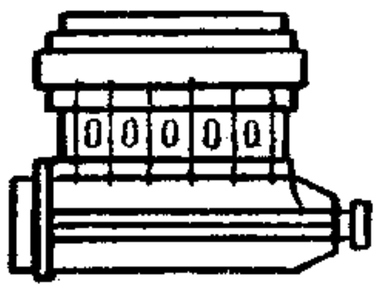
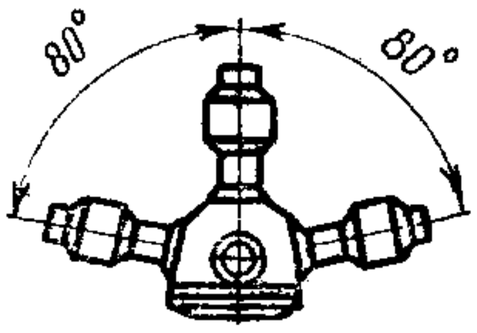
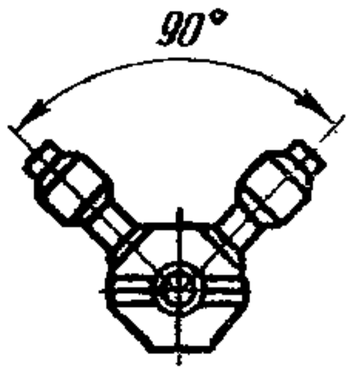
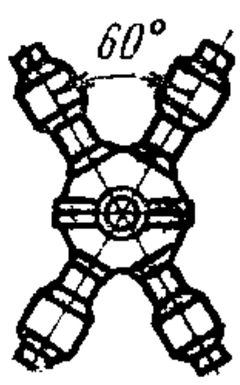
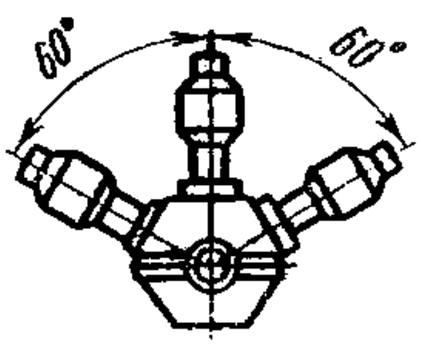
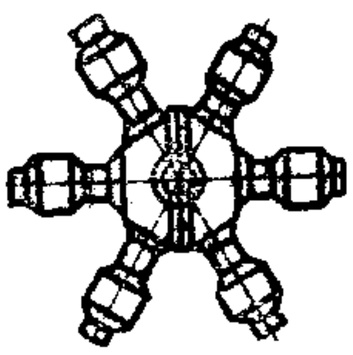
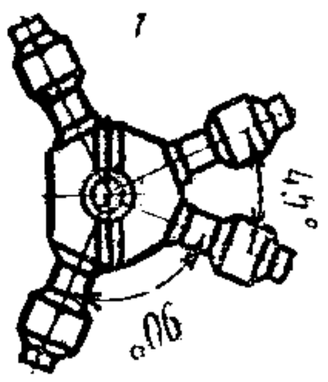
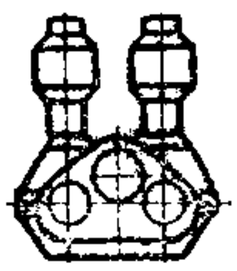
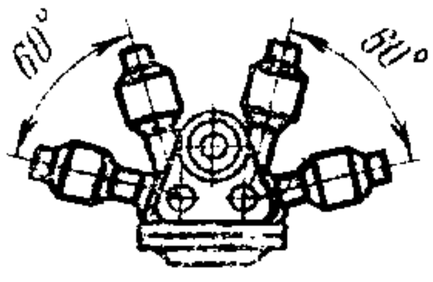
Мультипликация рабочих органов и рабочих позиций позволяет увеличить количество одновременно обрабатываемых деталей, поверхностей и т. п.

Метод секционирования — дробление технического объекта на секции, ячейки, блоки, звенья с целью получения новых объектов набором различного количества этих секций и т. п., обеспечения взаимозаменяемости, удобства в эксплуатации и ремонте. Так получают подъемно-транспортные устройства (транспортеры) различных видов, пластинчатые теплообменники, гидравлические насосы. Набором секций можно получить, например, ряд многоступенчатых насосов различного давления, унифицированных по основным рабочим органам.

Метод модифицирования — это перестройка машины для приспособления ее к иным условиям работы или к выпуску новой продукции без изменения основной конструкции. Например, модифицирование машины для работы в различных климатических условиях сводится преимущественно к замене материалов: для машин, работающих в жарком и влажном климате, применяют коррозионно-стойкие сплавы, в арктическом — морозостойкие материалы и т. п.

Унифицированные ряды служат для образования ряда производных машин различной мощности или производительности путем изменения числа главных рабочих органов и применения их в различных сочетаниях. Такие ряды называют семейством, гаммой или серией машин. Примером является создание рядов четырехтактных двигателей внутреннего сгорания на основе унифицированной цилиндровой группы и частично унифицированной шатунно-поршневой группы.

Двигатели унифицированного ряда

Эскиз	Тип двигателя	Число цилиндров	Эскиз	Тип двигателя	Число цилиндров
	Однорядный	2		Двухрядный W-образный	12
	То же	4		Трехрядный W-образный	18
	»	6		То же	18
	Двухрядный V-образный	8		Четырехрядный X-образный	24(16)
	Трехрядный W-образный	12		Шестирядный	24
	Четырехрядный X-образный	16		Двухрядный двухвальный	12(8)
	Двухрядный с оппозитными цилиндрами	12(8)		Четырехрядный двухвальный	24(16)

Другим примером могут быть роторные машины-орудия. Производительность роторных машин пропорциональна числу операционных блоков, установленных на них. Блоки можно менять, приспосабливая машину к выполнению различных операций.

Следует отметить, что изобретатели и рационализаторы широко применяют при решении технических задач методы трансформации (механической, гидравлической, пневматической) и комбинирования. При комбинировании возможны перестановка детали, сборочной единицы или механизма с одного места на другое в пределах одного технического объекта или перенесение элемента с одного технического объекта на другой. Например, сервомеханизм, предназначенный для регулирования гидротурбин, устанавливают на тракторах, автомобилях и других транспортных машинах для облегчения управления.

При постройке технических моделей применяют методы копирования, прототипов и оптимального проектирования.

Метод копирования предполагает изготовление новой модели по уже имеющейся или по подробно разработанной документации. Он применяется для создания моделей-копий, когда сроки постройки модели ограничены. Модели для спортивных соревнований методом копирования не изготавливают, так как он ограничивает творческий поиск лучших решений.

Метод прототипов, или статистический, предполагает получение параметров нового образца модели путем сравнения их со статистическими данными построенных моделей того же класса. Используя этот метод, стремятся создать модель с лучшими характеристиками. Метод прототипов хорош, если есть много образцов моделей, уже проявивших себя на соревнованиях.

Метод оптимального проектирования моделей предполагает поиск наивыгоднейших параметров модели с помощью инженерных расчетов.

При разработке конструкции необходимо:

отдавать предпочтение простым цилиндрическим формам по сравнению с коническими и сферическими; избегать острых углов, снимая фаски, делая скругления; выполнять плавные переходы от одной поверхности к другой;

предусматривать одинаковую и равномерную толщину стенок изделий; делать приливы, бобышки с целью усиления слабых мест;

на одной высоте располагать поверхности обработки; для облегчения ремонта поверхности трения выполнять на отдельных, легко заменяемых деталях, а не на корпусах;

заменять, где это возможно, механизмы с прямолинейным поступательно-возвратным движением более выгодными механизмами с вращательным движением;

избегать открытых механизмов и передач, заключая их в корпуса;

сокращать объем механической обработки или заменять ее более производительными способами обработки без снятия стружки;

разрабатывать сначала отдельные детали, входящие в сборочные единицы, а потом корпусные детали;

экономить дорогостоящие и дефицитные материалы, применяя их полноценные заменители;

соблюдать требования технической эстетики, придавая машинам стройные архитектурные формы, улучшать внешнюю отделку машины.

Контрольные вопросы. 1. Что понимают под моделированием? 2. По каким признакам классифицируются технические модели? 3. Что является теоретической основой создания технических моделей? 4. Из каких этапов условно слагается процесс конструирования технического объекта? 5. В чем отличие деятельности художника-конструктора и инженера-конструктора? 6. Какими факторами определяется экономический эффект от применения технических устройств? 7. Что такое надежность технических устройств? 8. Какими принципами руководствуется конструктор, проектируя машину? 9. В чем суть принципов унификации и технологичности? 10. Как на основе унификации создают производные машины? 11. Какие методы применяют при конструировании технических моделей и в чем их суть? 12. Какие правила необходимо соблюдать при конструировании?

ГЛАВА 2

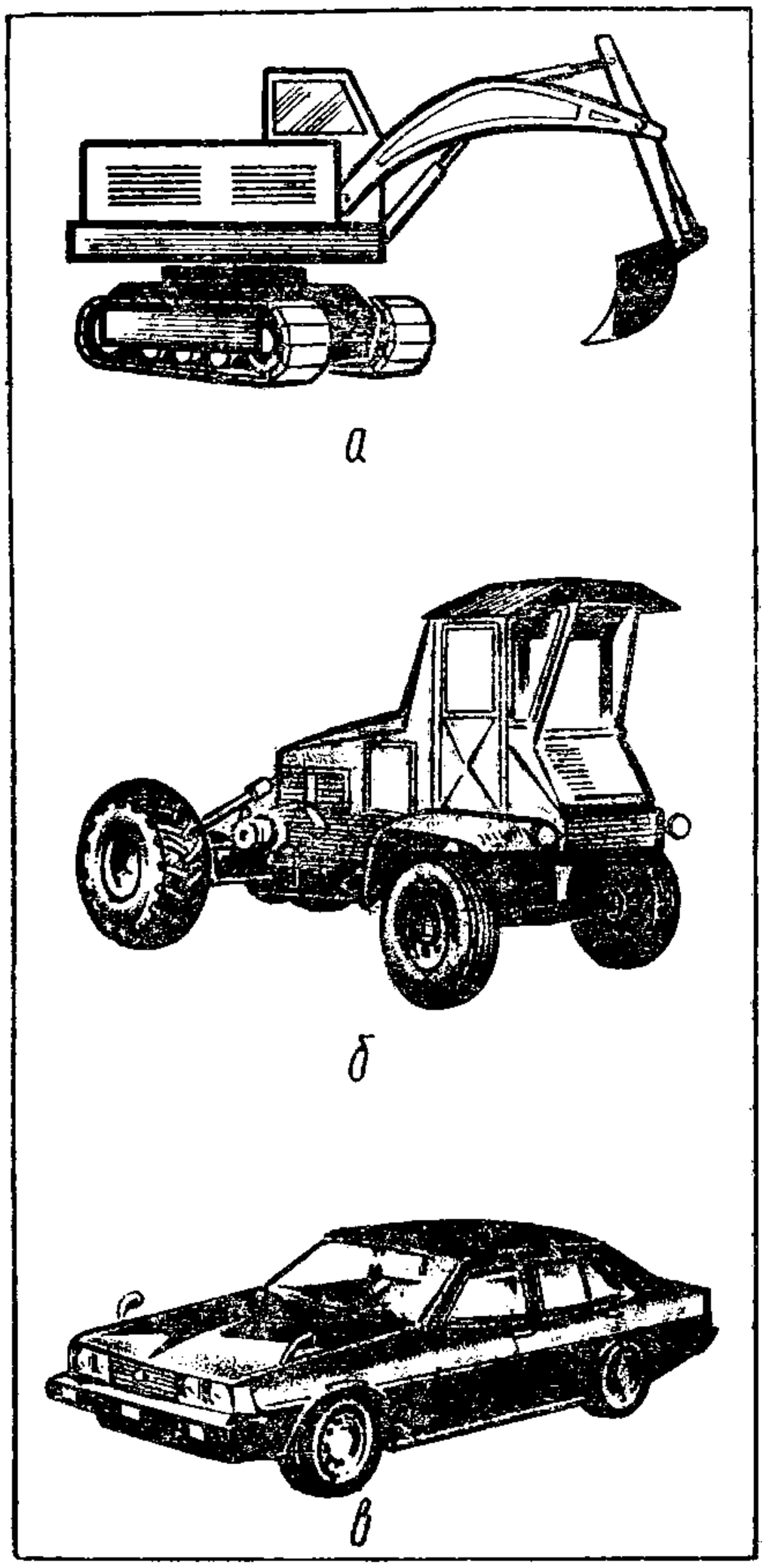
ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА С УЧЕТОМ ПРИНЦИПОВ ХУДОЖЕСТВЕННОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ

§ 1. АРХИТЕКТУРНО-ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

При конструировании машин и технических устройств нужно заботиться не только о том, чтобы они соответствовали своему назначению, были надежными, экономичными, но и обеспечивали работникам, соприкасающимся с ними, необходимый уровень комфорта. Последнее требование в конечном счете определяет облик машины (устройства), ее композицию.

Композиция — построение целостного произведения, все элементы которого находятся во взаимной связи и гармонии. Основу композиции в художественном конструировании составляет тектоника объекта, отвечающая его назначению и конструкции, и объемно-пространственная структура.

Тектоника — выражение закономерностей строения предмета, присущих его конструктивной схеме, его объективных физических свойств, соотношения масс, несущих частей и т. д. Она проявляется во взаимном расположении частей пред-



а

б

в

Рис. 1. Объемно-пространственные структуры различной плотности:

а — открытая; *б* — большей плотности; *в* — приближенная к моноблочной структуре (плотность значительно больше плотности предшествующих структур).

мета, его пропорциях, ритмическом строе форм и т. д. Техническая целесообразность рассматривается в органическом единстве с эстетическими показателями (в конструировании транспортных средств, например, тектоника помогает достижению образности машины: автомобиль не должен восприниматься как трактор, и наоборот). В создании целостного объекта учитываются: взаимосвязь сборочных единиц, их соразмерность друг с другом и с антропометрическими данными; закономерная частота повторяющихся элементов, например жалюзи в облицовке радиатора, оптических приборов, вентиляционных труб, стекол разных размеров, ступеней, поручней и т. п.; нюансы — незначительные различия в однородных элементах по форме, размерам, фактуре, цвету и др. Сильно нагруженные элементы конструкции не должны восприниматься слабыми, непрочными, а малонагруженные — тяжелыми. Для транспортных средств технически и зрительно (по пропорциям, цвету) центр тяжести должен быть расположен на минимальной высоте, литые детали не должны восприниматься как детали листовой штамповки и т. д.

По признаку объемно-пространственного строения промышленные изделия можно условно подразделять на три большие группы: относительно просто организованные структуры со скрытым механизмом, размещенным в корпусе (кузове, кожухе); с открытыми техническими структурами действующих механизмов или несущих конструкций; объемно-пространственные структуры, сочетающие в себе элементы первой и второй групп [1].

[1] Сомов Ю. С. Композиция в технике. М., 1977, с. 37.

Своего рода плотность объемно-пространственной структуры показана на рис. 1. Здесь мы видим экскаватор, который в процессе работы охватывает большое пространство. Масса его распределена в значительном объеме пространства неравномерно. Более компактна самоходная платформа. Но отдельные части этой конструкции, имея незначительную массу, занимают относительно большое пространство. Еще более компактен современный легковой автомобиль. Все эти технические объекты различного функционального назначения имеют соответственно разные объемно-пространственные структуры.

Переход от одной структуры к другой в объектах, выполняющих одинаковые функции, связан с объективными закономерностями развития производства. Изменение объемно-пространственной структуры легко обнаружить, например, при сопоставлении гиревых «ходиков», пружинных, маятниковых и электронных часов.

Существенные изменения за свою историю претерпела композиция автомобиля. Первые автомашины напоминали кареты. Автомобили последующих поколений, отличающиеся большими скоростями, приобрели иной внешний вид. Совершенствование конструкции, технологии, требование обтекаемости автомобиля превратили его в объект со скрытой объемно-пространственной структурой. На рис. 2 видно, как менялось взаимное расположение элементов конструкции. Если на первых образцах крылья над колесами представляли собой загнутые полоски листового металла, фары устанавливались на специальных трубчатых стойках, а двигатель облицовывался как самостоятельный узел, то в последующем те же крылья и фары в другом сочетании стали как бы монолитными. Современный легковой автомобиль монолитен в целом — выступающие части практически исчезли.

При проектировании поиск оптимального варианта исполнения как всей машины, так и отдельных ее частей ведется с учетом комплекса факторов: функций, конструкции, технологии, экономических требований, эстетических качеств. Взаимосвязь различных факторов можно проследить на примере эскизного поиска облицовки радиатора трактора. Его можно сделать из цельного листа штамповкой (рис. 3, *а*). Вертикальным ребрам придается U-образное сечение в целях увеличения момента сопротивления. Однако большая длина элемента конструкции и широкие проемы не позволяют обеспечить необходимой прочности, а отходы металла составляют 25%. Не решена задача и эстетического оформления, так как образовавшиеся пропорции не создают впечатления целостности формы детали.

Неправильное распределение материала приводит к неверной трактовке образа самой машины — сильного гусеничного трактора. Мощь машины должна быть выражена в ее форме. Облицовка может быть выполнена с помощью аналогичных

технологических операций и из отходов листового материала (рис. 3, *б*). В этом случае момент сопротивления полос, составляющих решетку, значительно больше, чем в первом варианте.

В последние годы дизайнеры оказывают огромное влияние на все сферы производства. Моделисту-конструктору следует помнить, что композиция вещи может иметь много вариантов. Найти наиболее рациональный из них по функциональности, технологичности, конструктивности, экономичности и эстетичности — творческая задача для любого современного конструктора или коллектива конструкторов.

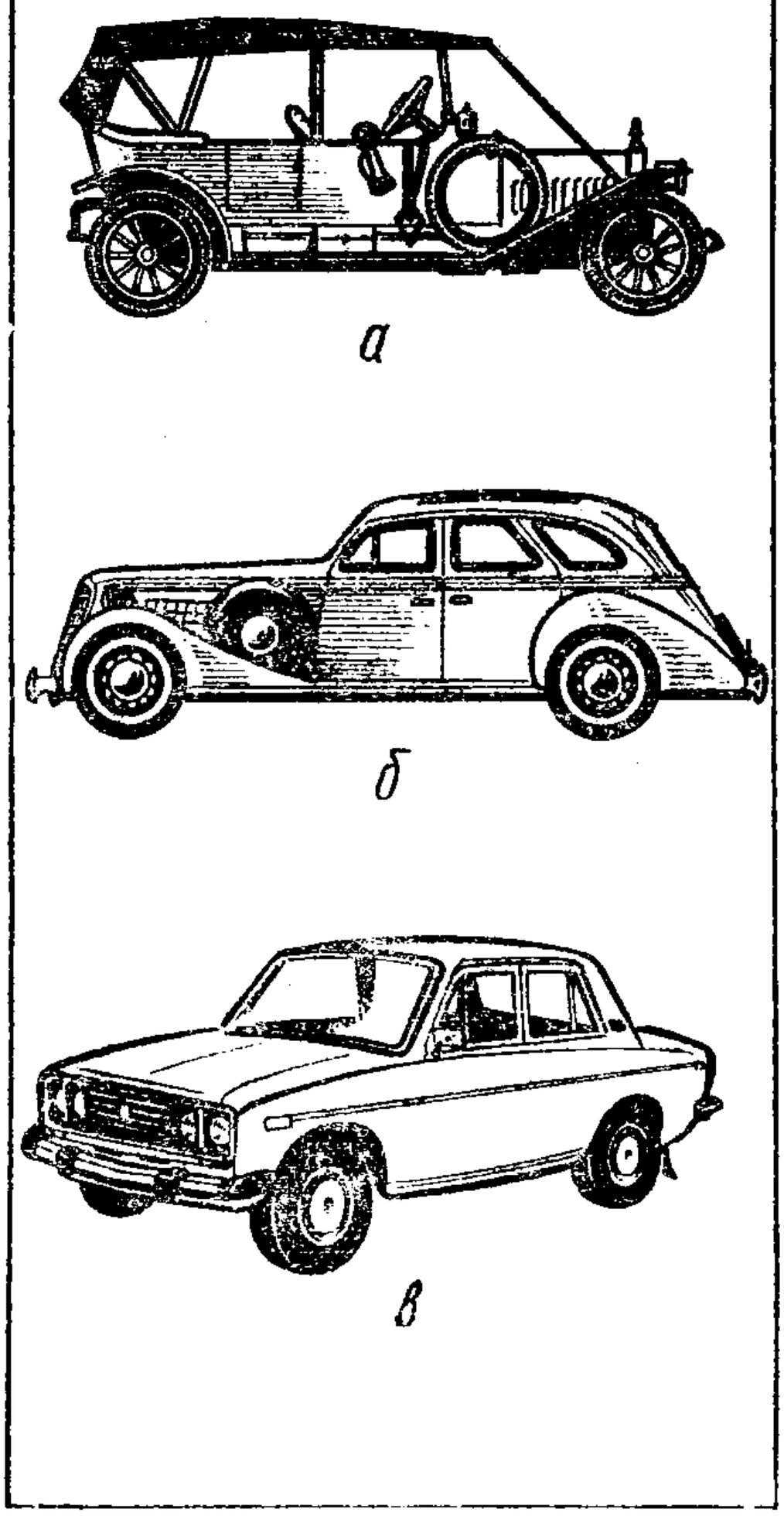


Рис. 2. Изменение плотности объемно-пространственной структуры в эволюции автомобиля:

а — структура модели 1914 г.; *б* — 1937 г.; *в* — 1980 г.

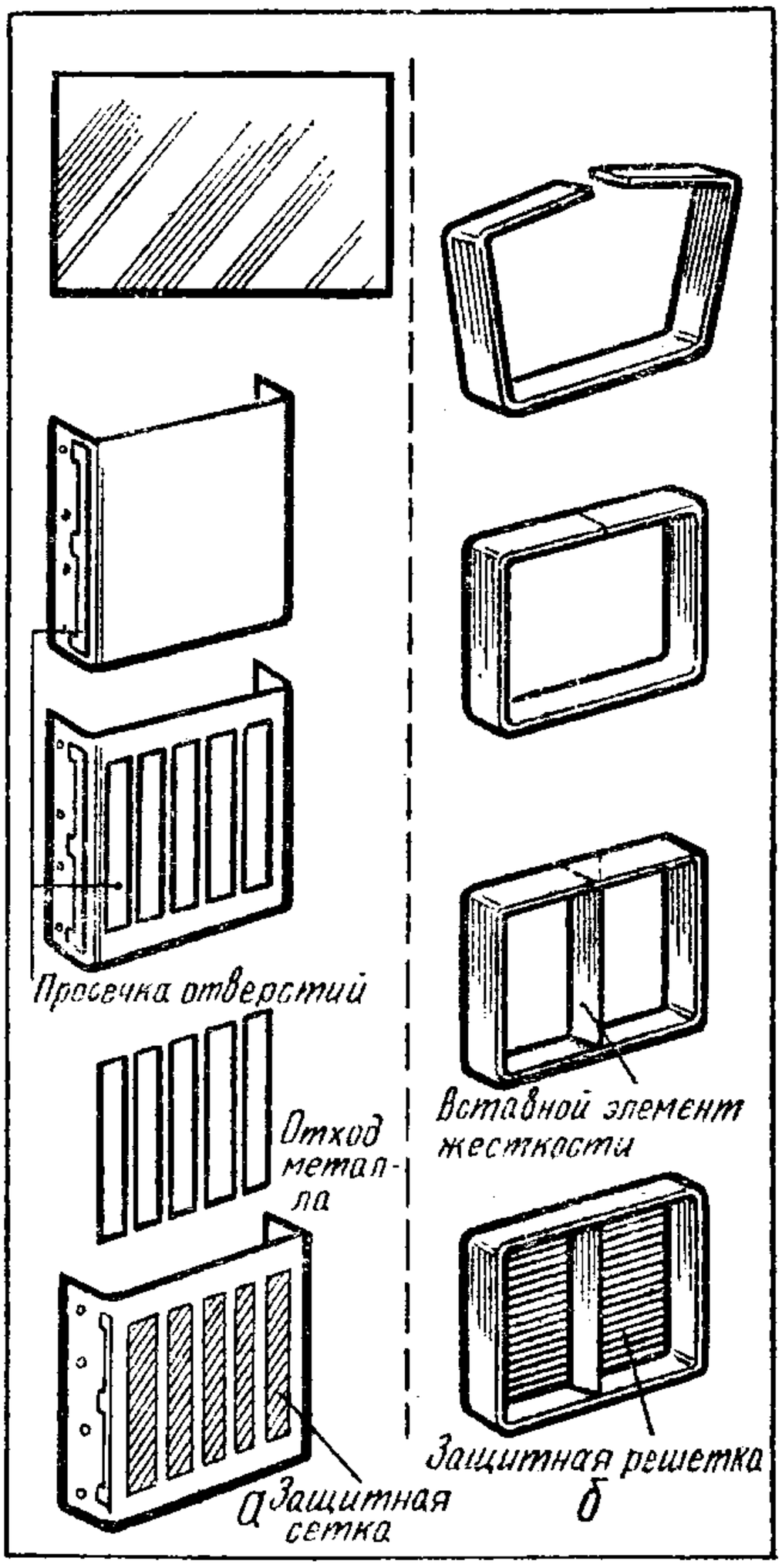
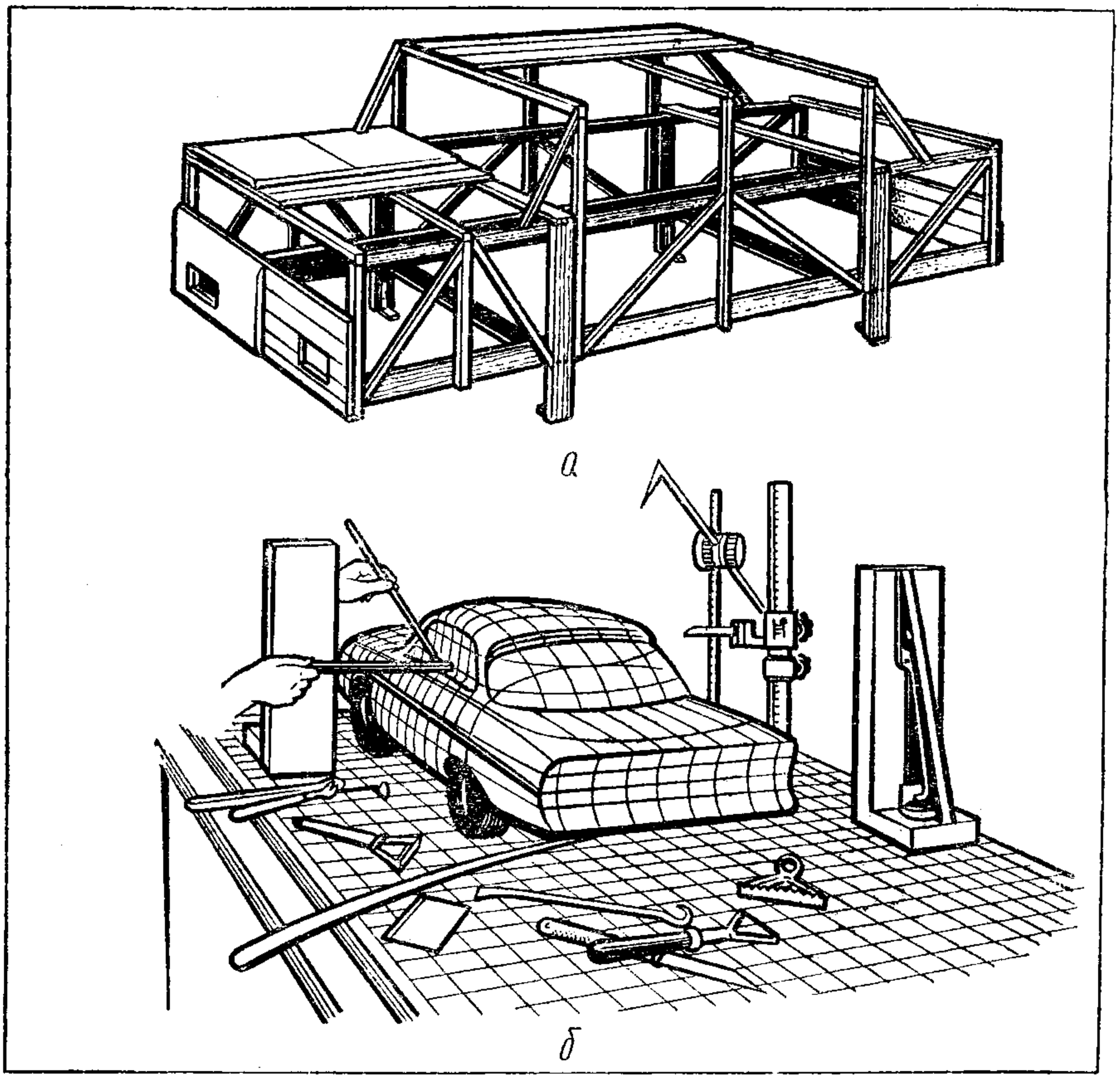


Рис. 3. Схема организации материала при решении облицовки радиатора:

а — материал работает плохо; *б* — материал хорошо организован.

Остановимся на отдельных методах работы художника-конструктора над композицией изделия. Один из методов творческого поиска дизайнеров — эскизный поиск. Эскизные наброски дают возможность оценить предварительно степень учета требований к объекту, соответствие стилю времени.

Однако при несомненной экономичности и быстроте творческого поиска эскиз не дает полного представления о будущем изделии. На помощь приходит макетирование в масштабе или в натуральную величину. Для изготовления макета в натуральную величину (рис. 4, *а*) делают каркас из древесины и обшивают его фанерой или другим материалом. На этом каркасе выполняют макет из пластилина, бумаги, глины и других материалов. В целях уменьшения трудоемкости нередко макет



а

б

Рис. 4. Изготовление макета:

а — каркас для изготовления пластилиновой модели в масштабе 1 : 1; *б* — пластилиновая модель в масштабе 1 : 10 с нанесенной сеткой.

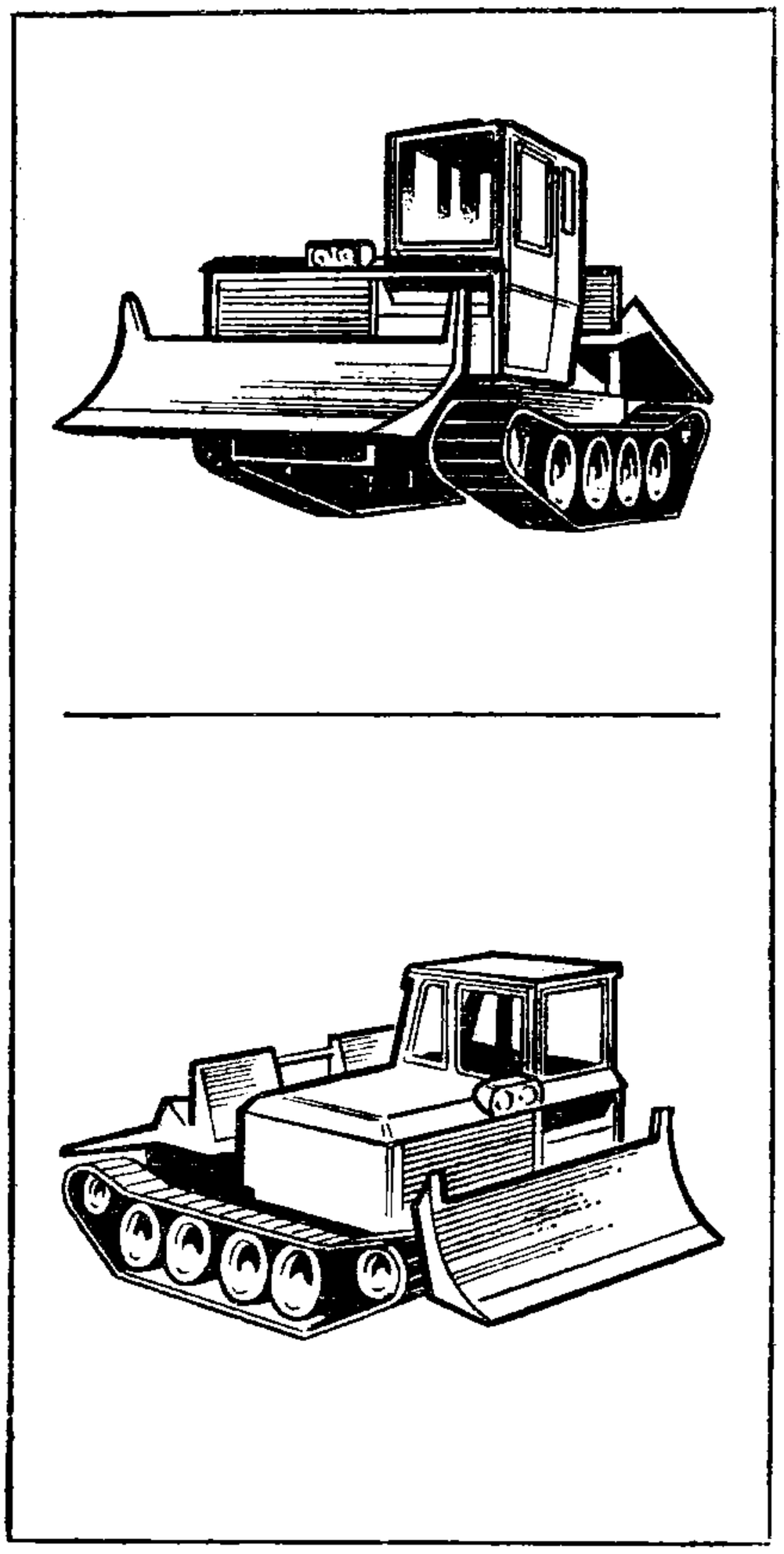


Рис. 5 и 6. Макеты трелевочного трактора «Онежец» ТДТ-55.

выполняют в масштабе 1 : 10 и наносят на него сетку (рис. 4, *б*), которая позволяет снять с макета шаблоны сечений.

На рис. 5 и 6 изображены макеты трелевочного трактора «Онежец» ТДТ-55, выполненные в масштабе из различных материалов.

Художник-конструктор использует методы анализа конструкции прототипов и аналогов, исследования в области смежных наук, методы графического поиска, проводит коллективное обсуждение предварительных вариантов компоновки, принимает участие в изготовлении опытных образцов, испытании и сдаче изделия в производство.

Техническая эстетика как теория художественного конструирования утверждает, что в конструировании важны не модернизация и использование современного кожуха, а разработка принципиально новых решений и композиций и применение новейших конструкционных материалов с лучшими эстетическими качествами.

§ 2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ЭРГОНОМИКИ В ХУДОЖЕСТВЕННОМ КОНСТРУИРОВАНИИ

Гармония технических и эстетических качеств изделия невозможна без учета научных данных эргономики. Эргономика изучает функциональные возможности человека в трудовом процессе с целью создания совершенных орудий и оптимальных условий труда. Создавая вещь, надо стремиться к тому, чтобы она была удобна. Например, при выборе формы и размеров рукояток ручного инструмента нужно учитывать особенности строения рук, при проектировании станков, верстаков — моторику человеческого тела, зоны досягаемости, зоны расположения ступней, коленей. Одно из важнейших требований эргономики — изучение возможностей органов зрения человека: поля

зрения, зоны обзора при фиксированном положении головы и при ее движении в вертикальной и горизонтальной плоскостях, зоны эффективной видимости при концентрированном внимании, поля мгновенного зрения, зависимости зрительного восприятия от освещенности и цвета воспринимаемых объектов.

При изготовлении моделей, конструировании самодельных приборов не рекомендуется произвольно конструировать ручки управления, кнопки и выключатели. Они кодируются формой и цветом. Кодирование формой целесообразно для ручек аппаратуры радиоуправления моделями судов, автомобилей и т. п., когда зрительное внимание моделиста-конструктора направлено на отдаленный объект, а манипуляция органами управления осуществляется ощупью. Кодирование цветом рекомендуется при большом количестве однородных кнопок и ручек управления. Если кнопкой пользуются часто, для нее выбирают четырехугольную форму с закругленными кромками, а для улучшения фиксации пальца делают неглубокую насечку или выемку. Возможность случайного включения нескольких кнопок одновременно должна быть сведена к минимуму. Вертикальное размещение кнопок предпочтительнее горизонтального.

На панелях и щитках моделируемых устройств, а также в самодельных наглядных пособиях часто приходится делать надписи. Исследованиями установлены оптимальные соотношения размеров шрифта и ширины штриха начертания букв и цифр в зависимости от расстояния наблюдения. Сведения собраны в справочниках по инженерной психологии и пособиях по оформительскому делу. К расположению цифр, букв и начертанию штрихов на шкалах приборов предъявляют определенные требования: при неподвижной шкале стрелочного прибора их располагают вертикально, при неподвижном указателе (стрелке) и подвижной круговой шкале — радиально с таким расчетом, чтобы считываемое обозначение занимало вертикальное положение. Рекомендуется избегать надписей, не имеющих функциональной нагрузки.

Важную роль в моделировании и конструировании играет цвет. Он несет функциональную, психофизиологическую и эстетическую нагрузку.

Функциональная нагрузка — выделение с помощью цвета сборочных единиц и деталей, выполняющих различную работу, обозначение опасных и безопасных зон и участков, узлов и т. д. Так, горячие трубы, паропроводы в моделях окрашивают в цвета красных оттенков, трубопроводы для холодной воды — в зеленый цвет. В последние годы введены рекомендации обозначать воздухопроводы белым цветом, кислотопроводы — желтым, трубопроводы для огнегасящих жидкостей — красным и т. д. При наличии в жидких средах ядовитых веществ на трубы наносят пояски желтого цвета (например, на моделях некоторых сельскохозяйственных машин по уходу за растениями). Модели

погрузчиков, кранов, транспортеров предпочтительно окрашивать в цвета желтых оттенков, а модели крупных транспортных средств, кроме того, должны иметь полосатые черно-желтые бамперы. Во многих случаях функциональная окраска преследует цель скрыть объект на общем фоне. Такую окраску имеют, как правило, модели объектов военной техники.

С психофизиологической точки зрения можно отметить «температурные» и «весовые» характеристики цвета. Красные, оранжевые, желтые оттенки называют теплыми, они как бы приближают предмет к наблюдателю, действуют на человека возбуждающе; красный цвет быстро утомляет. Фиолетовые, синие и зеленые оттенки, называемые холодными, наоборот, удаляют предмет, успокаивают. Оптимальными для зрения считаются зеленые оттенки — они снимают внутриглазное давление. Имеются данные о лечебных свойствах цвета, о его влиянии на производительность труда и т. п. Поэтому выбор цвета должен быть научно обоснованным. Вовсе не следует создавать цветовой климат, используя только зеленый цвет. Существуют приятные для человека цветовые и тональные гармонии, которые рекомендуются при оформлении интерьера, окраске машин, оборудования, составлении ансамблей одежды и т. д.

Окрашивая модель или изделие собственной конструкции, следует помнить «весовую» характеристику цветов. Изделия черного или темных цветов кажутся более тяжелыми, чем светлые. Для поверхностей корпусов машинного оборудования рекомендуется выбирать нейтральные, успокаивающие глаз цвета, например светло-серый, серый, светло-зеленый. При использовании нескольких цветов нижнюю часть модели машины окрашивают в более темные тона, чем верхнюю. При этом центр тяжести как бы перемещается вниз, зрительно создавая впечатление устойчивости.

Контрольные вопросы. 1. Что составляет основу композиции изделия? 2. Что понимают под тектоникой? 3. Назовите основные объемно-пространственные структуры. 4. Какие факторы необходимо учитывать при конструировании промышленных изделий? 5. Назовите преимущества эскизного проектирования. 6. Для чего необходимо макетирование изделия в натуральную величину? 7. Что изучает эргономика? 8. Какие характеристики человека учитываются при конструировании предметов? 9. В каких случаях необходимо кодирование ручек управления цветом и формой? 10. Какие требования предъявляются к надписям на панелях, щитках и шкалах приборов? 11. Какую нагрузку несет цвет при моделировании и конструировании? 12. Приведите примеры функциональной окраски объектов техники. 13. Какие цвета относятся к «теплым» и какие — к «холодным»? 14. Какой цвет является оптимальным для глаз? 15. Как с помощью цвета создать впечатление устойчивости машины?

ГЛАВА 3

ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ КОНСТРУИРОВАНИЮ И МОДЕЛИРОВАНИЮ

§ 1. ОСОБЕННОСТИ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ УЧЕБНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ

В профессиональном и учебном конструировании есть как общие черты, так и различия. Общим является то, что конструктору и учащемуся приходится решать конструктивные задачи и разрешать проблемные ситуации, причем это не всегда ведет к получению объективно нового результата (как, например, в задачах, стоящих перед изобретателем).

При выполнении конструкторских заданий к исполнителю предъявляется ряд требований. Прежде всего нужен определенный уровень технических знаний и некоторый опыт наблюдения за работой технических устройств или практическое знакомство с ними. В этом отношении конструктор-профессионал, конечно, более подготовлен, чем учащийся.

Однако, как показывают данные ряда исследований, это требование не всегда является самым главным в достижении успеха при решении творческой задачи. Можно привести много примеров, когда человек, не имеющий большого практического опыта и запаса технических знаний, выполняет задание на достаточно высоком уровне.

Конструирование в учебном процессе предполагает прежде всего развитие творческих способностей учащихся в области техники.

Установлено, что творчество учащихся имеет одинаковую со взрослыми психофизиологическую основу: стадии протекания, активность и напряжение мыслительных процессов в творческой деятельности детей подобны соответствующим моментам в творчестве взрослых.

Для выяснения педагогического аспекта технического творчества в процессе конструирования прибегают к уточнению понятия новизны, которая может быть объективной или субъективной. В учебной деятельности важно, чтобы результат творческого решения был нов для самого учащегося. Получая продукт труда, обладающий даже субъективной новизной, учащийся развивает свои способности к творческой деятельности в области техники.

Процесс обучения конструированию в учебном заведении всегда связан с изготовлением определенных объектов, работа же конструктора часто заканчивается разработкой технической документации, а изготовление опытного образца передается в другие руки. Существование продукта труда только в сознании или в виде чертежа не может удовлетворить подростка или

Таблица 1. Последовательность моделирования и конструирования

Этап работы	Содержание деятельности учащегося	
	при постройке модели	при изготовлении технического устройства
1. Изучение задания	Выбор типа (класса) модели и составление технического задания	Выяснение функционального назначения, технических условий и требований к объекту конструирования
2. Выбор пути и средств решения	Ознакомление с прототипом или аналогичными конструктивными решениями по образцам промышленного производства или детского творчества, фотографиям, рисункам или другой документации, относящейся к прототипу	
3. Составление схемы	Составление схемы конструкции и уточнение принципа действия	
4. Разработка конструкции (модели) в графической форме	а) определение масштаба модели, типа и числа двигателей (движителей) б) определение основных параметров модели на основе принципов механического подобия: линейных (угловых), скорости, мощности двигателя	а) определение количества деталей и их функций б) выполнение элементарных расчетов деталей и сборочных единиц, выбор их формы и способов соединения в) определение материала, унифицированных деталей и сборочных единиц г) разработка технической документации: эскизов (теоретического чертежа), сборочных и деталировочных чертежей (документация выполняется на основе фотографий, рисунков или прототипа) д) коллективное обсуждение вариантов конструкции, их обоснование в зависимости от возможности применения наименее трудоемких процессов обработки, сборки изделия и др.
5. Подготовка к изготовлению объекта	а) определение последовательности изготовления деталей, составление технологических (операционных) карт на изготовление наиболее сложных из них б) составление заявки на конструкционные и отделочные материалы, унифицированные сборочные единицы и детали	

Продолжение

Этап работы	Содержание деятельности учащегося	
	при постройке модели	при изготовлении технического устройства
6. Изготовление объекта	Подготовка оборудования, инструментов и приспособлений к работе, изготовление отдельных деталей, сборка узлов модели и изделий в целом	
7. Испытание объекта	Получение данных о работе модели или конструкции и отдельных ее узлов	
8. Корректировка технической документации	Сравнение технической документации с готовым изделием и внесение в нее исправлений, согласно результатам испытаний	
9. Отделка изделия	Выполнение отделочных работ (зачистка, покраска и т. д.)	
10. Ориентировочная экономическая оценка	Подсчет израсходованного материала, определение его стоимости и возможности замены другим, приближенный расчет трудовых затрат на изготовление	

юношу. Для него сконструировать — значит не только сделать чертеж, но и изготовить техническое устройство. Конкретный технический объект, разработанный и изготовленный учащимся, служит не только критерием верности идей, умственных и практических действий по их реализации, но и источником новых идей. Известно, что техническое мышление и способности наиболее успешно развиваются в деятельности, сочетающей творческие и исполнительские (практические) элементы.

Выбор объектов конструирования основывается на технических, психологических и дидактических требованиях: наличии вариативности в конструкторских решениях объекта; доступности (для данного периода обучения) выражения найденного решения в графической форме; посильности изготовления и наличии соответствующего оборудования и инструмента, политехнической значимости объекта; технологичности; общественно полезной направленности конструирования.

В учебной деятельности, как и в профессиональной, процесс конструирования условно делится на этапы (гл. 1, § 2). На основе этого можно определить содержание и наметить последовательность работы учащегося при конструировании и изготовлении технического устройства или его модели (табл. 1).

Представленная в таблице последовательность конструирования и изготовления объектов техники отражает процесс обучения учащихся моделированию и конструированию независимо от специфики изготовляемых объектов.

В учебном конструировании очень важно, чтобы процесс создания объекта на всех этапах был доступным для ученика и проходил достаточно быстро. Прежде чем приступить к моделированию и конструированию, необходимо изучить теоретиче-

ские вопросы: принцип работы устройства и техническую характеристику проектируемого объекта, конструкционные и отделочные материалы, а при постройке технических моделей — их классификацию и унифицированные детали для изготовления.

§ 2. МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ КОНСТРУИРОВАНИЮ

На занятиях по техническому конструированию и моделированию применяют различные методы и приемы обучения. Чем сложнее занятие и обширнее деятельность педагога и обучаемых, тем разнообразнее методы и приемы его проведения.

Сведения о процессе, принципах и правилах конструирования педагог дает в виде объяснения, рассказа, беседы. Для создания чувственной основы приобретаемых знаний применяют методы демонстраций. Формированию конструкторских умений и навыков способствуют методы практической работы: инструктаж, упражнение в решении задач, коллективное обсуждение, манипулятивный метод, самостоятельная работа, подведение итогов. Выбор методов и их сочетаний на занятии зависит от содержания изучаемого материала и цели занятия. Остановимся на специфических методах обучения конструированию.

Упражнения в решении технических задач. Решение задач — эффективное средство развития творческих возможностей учащихся, так как активная мыслительная деятельность является условием всякого творческого процесса. По содержанию технические задачи делятся на конструкторские и технологические. Кроме того, условно их можно подразделить на типовые и творческие.

Способы решения типовых задач основаны на применении к конкретным условиям общих принципов, на подведении заданной частной ситуации под какое-то общее правило. Сами данные условия задачи указывают на алгоритм их решения. В задаче, условно называемой творческой, сформулировано определенное требование, выполнимое на основе знания законов физики или техники, но отсутствуют какие-либо указания (прямые или косвенные) на те явления или процессы, законами которых необходимо воспользоваться при решении задачи. В этой задаче связь между искомым результатом и способами решения многозначна. У творческих задач обычно несколько вариантов решения, а границы его неопределенно широкие.

В настоящее время активно разрабатывается методика поиска вариантов решения творческих задач. Наиболее часто применяют такие методы, как «мозговая атака», алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ) и др.

Суть метода «мозговая атака» заключается в том, что задачу решают последовательно две группы специалистов (по 6—

12 человек). Первая группа только выдвигает различные идеи (группа «генераторов идей») без доказательства, причем требуется предложить их как можно больше. Другая группа («экспертов») по окончании «атаки» оценивает выдвинутые идеи. В эту группу подбирают людей с аналитическим и критическим складом ума. Во время решения задачи запрещается критиковать высказываемые идеи даже скрыто (мимикой, жестом, улыбкой и т. п.). Если за определенное время задача не будет решена, то ее предлагают новому коллективу. Смысл АРИЗа состоит в том, что сначала в задаче выявляют техническое противоречие, а затем, применив в определенной последовательности совокупность логических приемов и правил, рассматривают относительно небольшое число вариантов и устраняют его.

Конструкторские задачи в зависимости от общей цели деятельности классифицируют следующим образом:

задачи на моделирование — создание объекта по уже известному или по рисунку, чертежу, схеме, эскизу;

задачи на доконструирование — доработка или поиск отсутствующего звена (узла) технического устройства;

задачи на усовершенствование или переконструирование — внесение конструктивных изменений для улучшения отдельных показателей работы технического устройства;

задачи на конструирование по техническому заданию или собственному замыслу.

Конструктору приходится решать задачи, по сути дела, на каждом этапе процесса конструирования технического устройства. Назовем условно их частными конструкторскими задачами. Например, на этапе «Разработка эскизного проекта» решают задачи по составлению эскизных набросков частей устройства, по их анализу и выбору рационального варианта.

Чтобы овладеть процессом конструирования в целом и успешно конструировать, надо, прежде всего, научиться решать конструкторские задачи. Педагог заранее отбирает или составляет их для каждого этапа процесса конструирования, учитывая дидактические требования. Задачи должны быть посильными, соответствовать уровню усвоенных общеобразовательных и технических знаний, практических умений, создавая, однако, объективные потребности в приобретении и дополнительных знаний и умений; проблемными, с четко выраженным практическим назначением. Содержание задач должно иметь политехнический характер, отражать современное состояние науки и техники, тенденции их развития, направление трудового обучения в школе, тематику кружковых занятий, производственное окружение. Очень важно, чтобы конструкторские задачи формировали интерес учащихся к определенному разделу техники, умение творчески применять приобретенные знания и практический опыт, имели новое для учащихся решение.

Учитель должен быть уверенным в реальности задач, предлагая только такие, для которых известен хотя бы один вариант верного и интересного решения. При этом он сможет в любой момент оказать ученику помощь.

Большое значение для учащихся имеет заинтересованность учителя в их успехе при решении задач, поощрение интересной догадки, а также использование в условиях задачи ситуаций, близких учащимся, привлечение исторического материала и т. п.

Конструкторская задача решается в несколько этапов. Приступая к ее решению, главное внимание уделяют выяснению сути задачи и уточнению конечного результата (что желательно получить в идеальном случае). Этому в значительной мере способствует графическое изображение ее условия. После полного усвоения условия задачи переходят к ее анализу. Анализ проводится в целях выявления технического противоречия и вызывающих его причин. В ходе анализа ставят вопросы, которые помогают глубже проникнуть в содержание задачи, наметить пути устранения противоречия (что требуется определить в задаче или какова ее конечная цель, что мешает достижению этой цели, в чем причина затруднения, при каких условиях оно исчезает, не напоминает ли эта задача какую-либо из ранее решенных). Для облегчения поиска путей устранения противоречия и нахождения способа решения задачи можно предложить схему, где намечены отдельные этапы — шаги анализа задачи.

Пример. В гидравлическом цилиндре (рис. 7) возвратно-поступательно перемещается поршень. Скорость его перемещения в одном и другом направлении одинакова. Внесите изменение в конструкцию, чтобы движение поршня в направлении, указанном стрелкой, на участке *а* было замедленным.

Решение.

1. Уточнение конечного результата (что желательно получить в идеальном случае)	Поршень на участке *а* движется замедленно
2. Что мешает получению результата	Отверстие для выхода жидкости перекрывается пальцем штока. Жидкость практически несжимаема. Поэтому поршень на границе участка *а* будет останавливаться
3. Определение причины этого затруднения (помехи)	Отверстие для выхода жидкости перекрывается пальцем штока полностью
4. Определение условий исчезновения затруднения (помехи)	Жидкость протекает частично, поршень перемещается, но медленно
5. Поиск путей устранения противоречия (помехи)	В пальце штока надо сделать конструктивные изменения (сверления, пазы и т. п.)

Теперь нетрудно догадаться, что надо внести конструктивные изменения. Один из возможных вариантов показан на рис. 8. При подходе поршня к задней стенке цилиндра палец штока входит в стакан. Сливаемая жидкость должна теперь проходить через маленькие каналы, профрезерованные в пальце штока. Поршень будет двигаться медленнее.

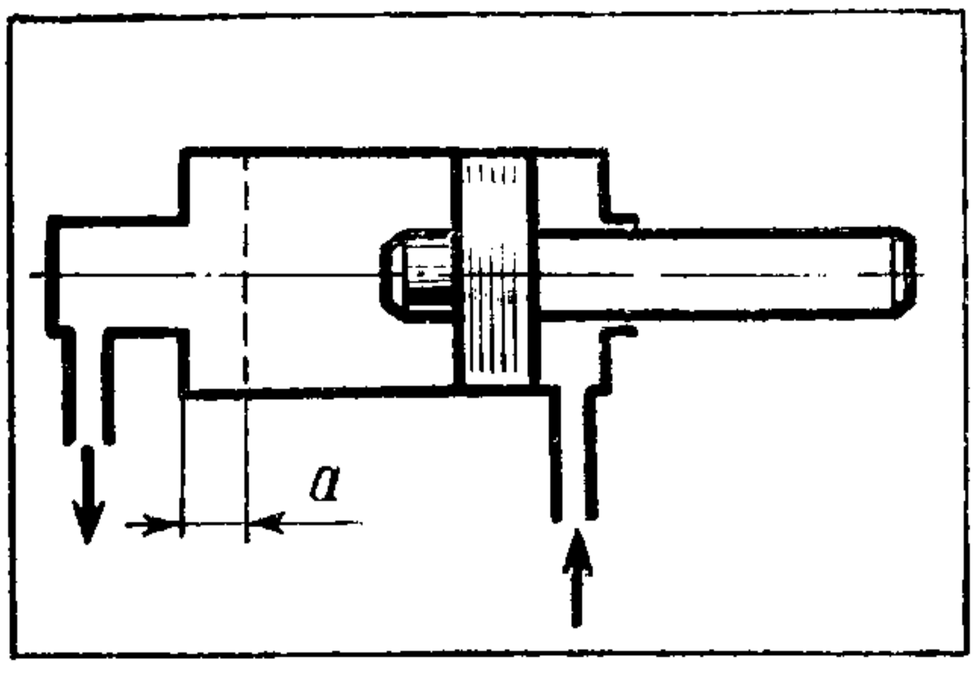


Рис. 7. Гидравлический цилиндр.

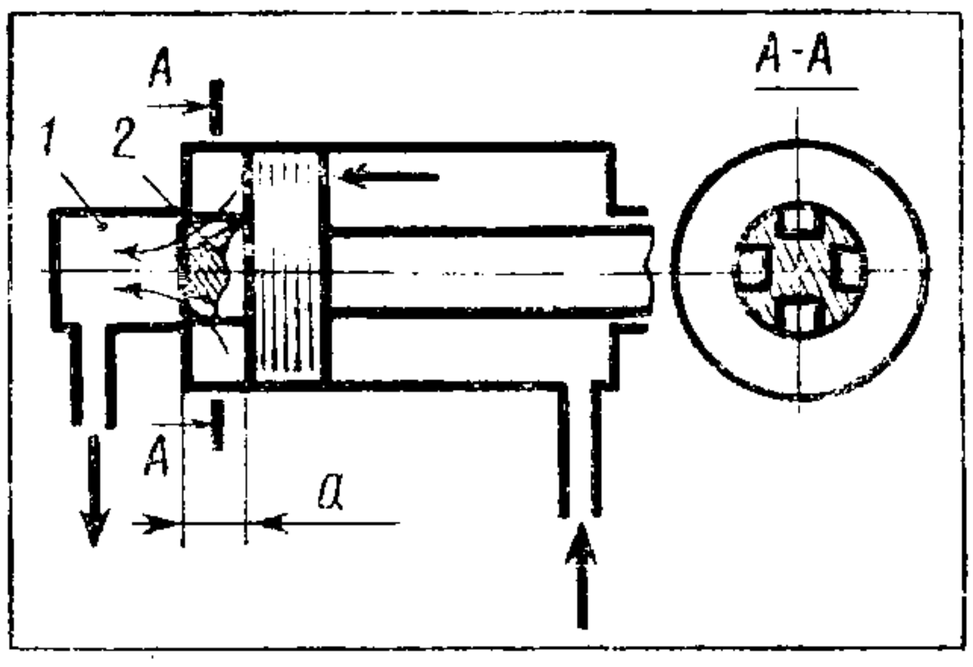


Рис. 8. Вариант изменения конструкции для замедления движения поршня:
1 — стакан; *2* — палец.

Следующий этап решения многих конструкторских задач — выполнение графических, графоаналитических или аналитических расчетов и последующая проверка их на практике. Применение схемы при решении конструкторских задач способствует формированию обобщенных способов действия, повышает творческую активность учащихся в поиске правильного решения.

Предлагаем самостоятельно решить некоторые технические задачи.

Задача 1. Заготовки одна за другой катятся по наклонному лотку (рис. 9). Как сделать, чтобы каждая последующая заготовка начинала скатываться, когда предыдущая достигнет конца лотка?

Задача 2. Шарики трех размеров под действием собственного веса непрерывным потоком скатываются по наклонному лотку (рис. 10). Как осуществить непрерывную сортировку шариков на группы в зависимости от размеров?

Задача 3. Заготовки загружены в вертикальный магазин. Сконструируйте устройство для поштучной выдачи заготовок, используя возвратно-поступательное движение штока (рис. 11). Заготовки движутся под действием собственного веса.

Задача 4. Рычажное измерительное устройство (рис. 12) имеет передаточное отношение 1 : 10. Сконструируйте такое же устройство с передаточным отношением 1 : 100, не выходя за габариты данного прибора.

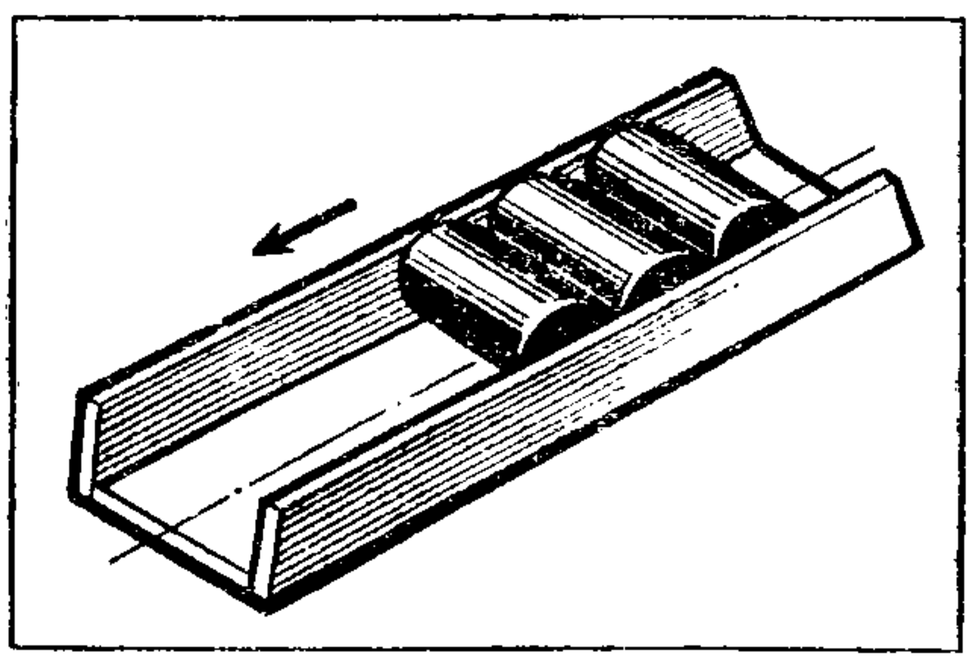


Рис. 9. Наклонный лоток для роликов.

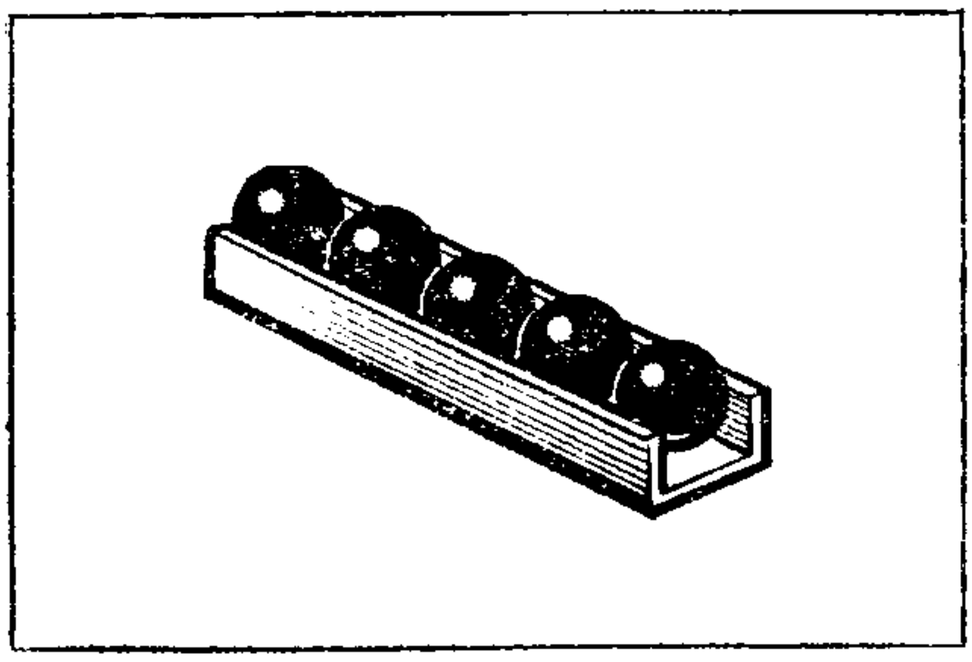


Рис. 10. Наклонный лоток для шариков.

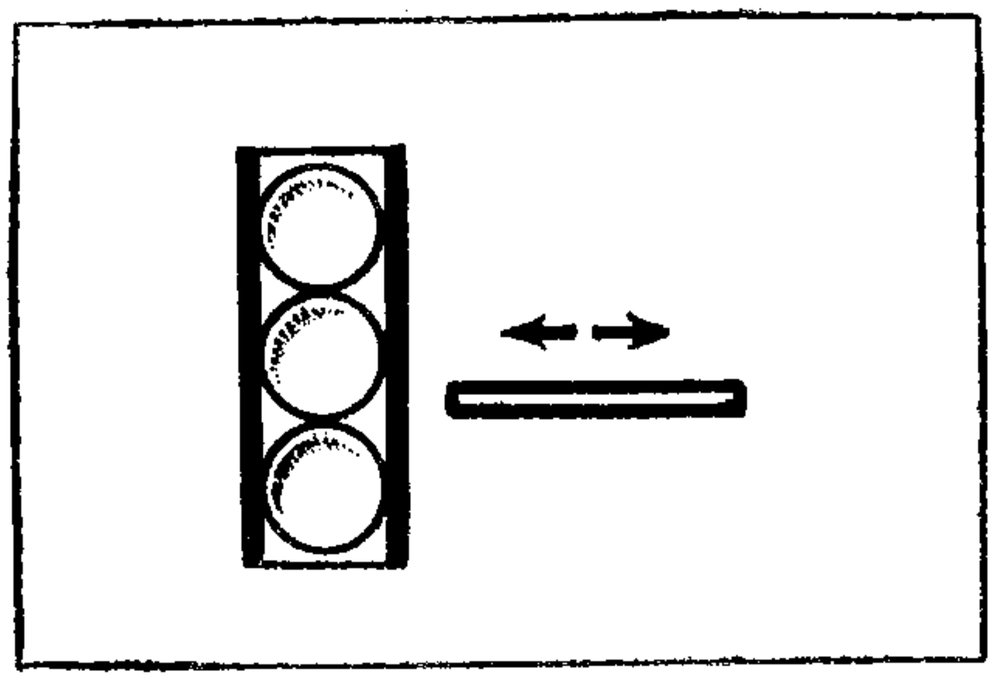


Рис. 11. Магазин.

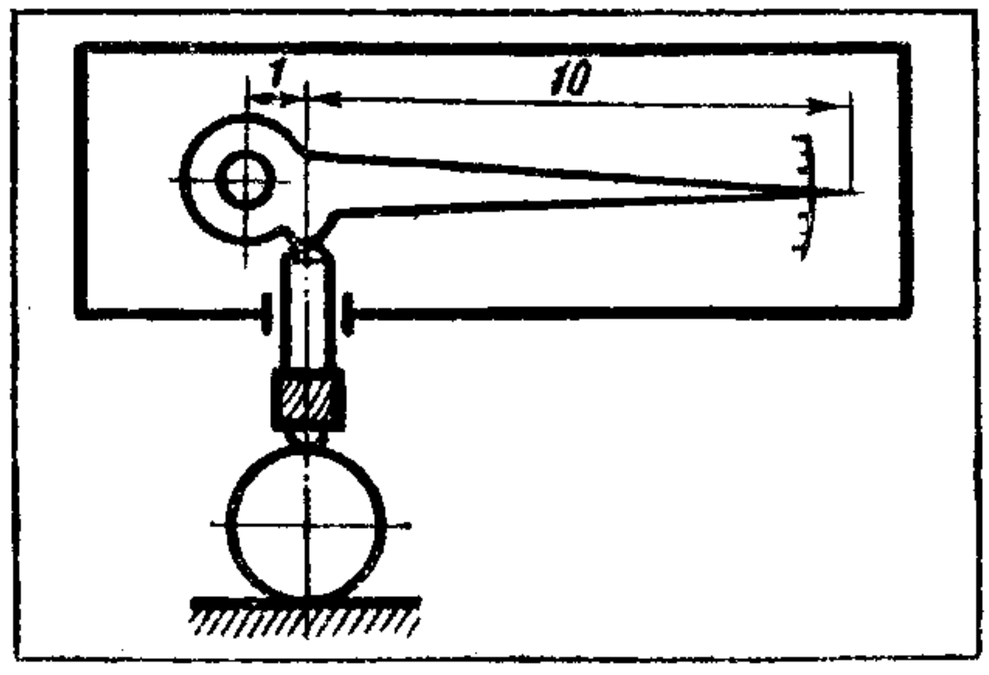


Рис. 12. Рычажное измерительное устройство.

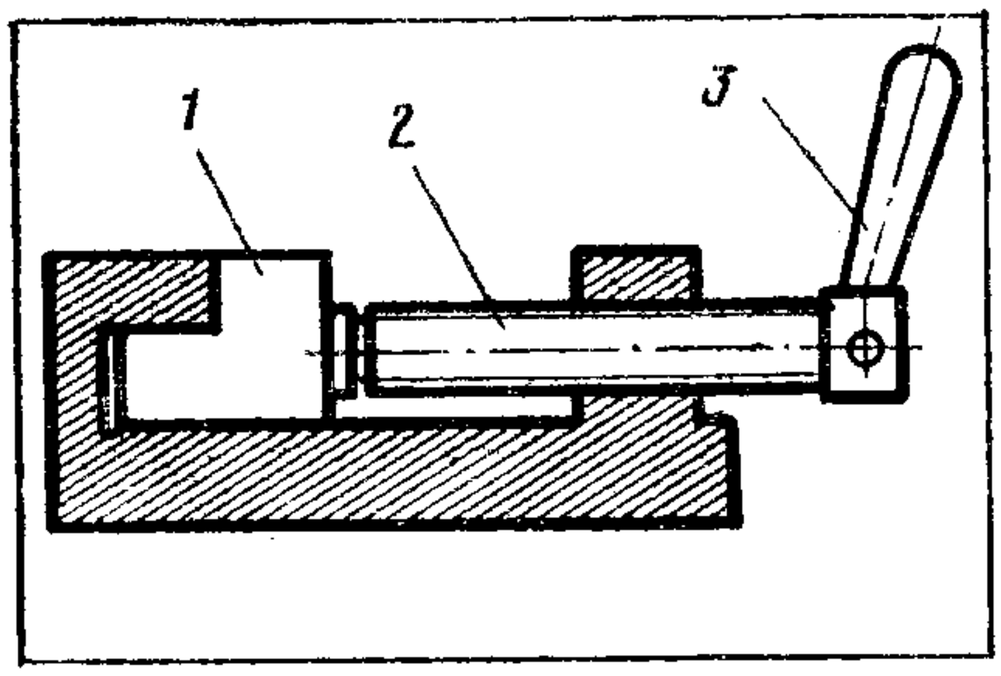


Рис. 13. Устройство для зажима деталей.

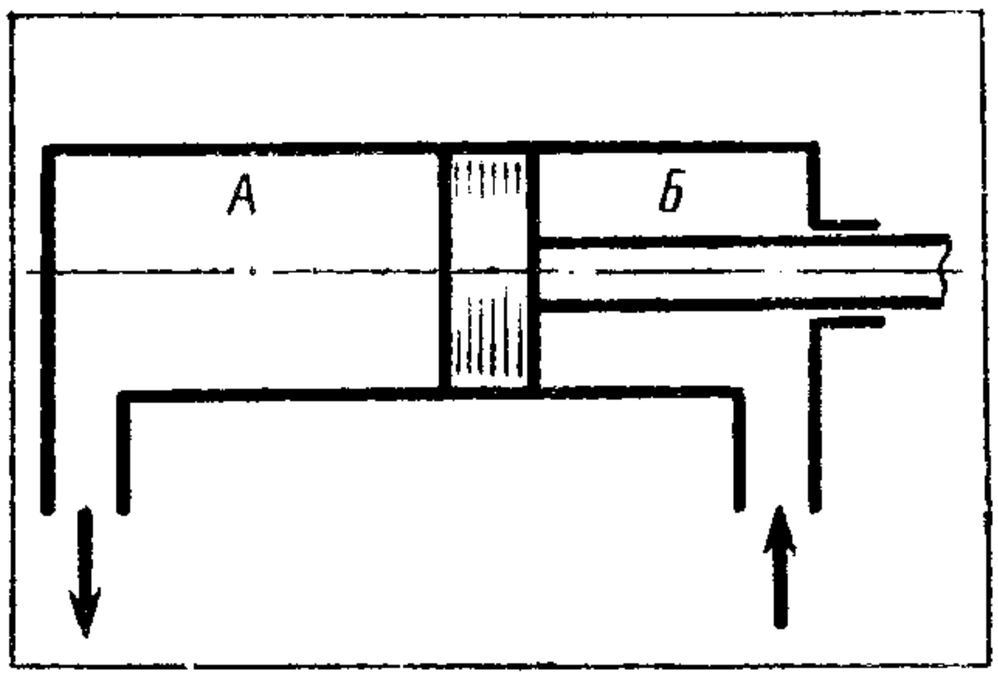


Рис. 14. Гидравлический силовой цилиндр.

Задача 5. На рис. 13 показано винтовое устройство для зажима деталей. Недостаток его в том, что для снятия детали *1* нужно долго выкручивать винт. Попробуйте изменить конструкцию зажима, сделав его быстросменным, т. е. чтобы, повернув рукоятку *3* всего на один-полтора оборота, можно было свободно выдвинуть стержень *2* вправо и снять деталь.

Задача 6. В гидравлическом силовом цилиндре (рис. 14) жидкость может поступать либо в полость *А*, либо в полость *Б*. Сконструируйте устройство, обеспечивающее движение поршня в одну сторону быстро (холостой ход), а в другую медленно (рабочий ход).

Остановимся на методах, которые применяются при решении конструкторских задач на занятиях в кружке и на уроках технического труда.

Коллективное обсуждение вариантов конструкции (решения). Этот метод является разновидностью беседы и применяется на различных этапах конструирования объекта в зависимости от формы организации труда. Так, когда каждый конструирует свое изделие, коллективное обсуждение проводится при защите проекта, т. е. на четвертом этапе конструирования (см. табл. 1), при фронтальной и звеньевой формах организации работы — на втором и четвертом этапах. Следует заметить, однако, что деление процесса конструирования на этапы условно, так как подготовленность обучаемых не одинакова —

более подготовленные быстрее справятся с работой, чем менее подготовленные. Преподаватель решает сам, когда организовать обсуждения найденных вариантов.

В качестве критериев при отборе лучших вариантов целесообразно взять такие, как совершенство конструкции, функциональность, воспитательное воздействие, технологичность. Более совершенной при прочих равных качествах считается простая в изготовлении конструкция с меньшим числом деталей и подвижных соединений и большим — унифицированных деталей и сборочных единиц. Функциональность определяется соответствием конструкции ее назначению, работоспособностью (предположительно), основными характеристиками и пр. Воспитательное воздействие конструируемого объекта зависит от его общественно полезной и политехнической значимости, посильности изготовления в данных условиях, возможности приобретения новых знаний и практических умений.

Коллективное обсуждение варианта решения служит закономерным продолжением работы над конструкторской задачей.

Однако же результат решения всегда нагляден, а наглядность может изменить направление поиска: сориентировать на внесение улучшений в предложенную конструкцию, а не на поиски новой, более рациональной. Поэтому при решении многовариантных задач коллективное обсуждение следует вести только после того, как будут предложены несколько вариантов.

Метод коллективного обсуждения должен применяться и в процессе практического изготовления технического объекта: технологических процессов изготовления наиболее ответственных и сложных деталей, способов отделки изделия и пр. При обсуждении технологического процесса прежде всего знакомятся с техническими требованиями к качеству изготовления детали, затем проверяют, полностью ли использованы возможности оборудования, правильно ли выбраны базы (разметочные, установочные, измерительные), приспособления и инструмент; уточняют порядок чередования операций и переходов, способы контроля (пооперационного, итогового). Учащихся привлекают к установлению причин брака, поломки инструмента, к устранению отдельных неисправностей в оборудовании и приспособлениях. Все это воспитывает вдумчивое и критическое отношение к существующему процессу, стремление внести в него изменения, улучшить, т. е. формирует черты, присущие новаторам производства.

Манипулятивный метод. Суть этого метода в том, что техническое устройство конструируется в процессе изготовления его упрощенного макета. Он позволяет сконцентрировать умственные усилия на решении конструкторской задачи до ее графического оформления. При графическом оформлении тратятся значительные силы, чтобы выразить мысль с помощью чертежа или рисунка. Манипулятивный метод освобождает от

этих усилий для решения собственно конструкторской задачи. При этом для облегчения разработки и уточнения пространственных форм деталей обращаются к легко обрабатываемым материалам: пластилину, картону, бумаге, пластмассам. Изготовив макет, уточняют эскизы и, продолжая конструирование, вносят изменения и дополнения.

Макет служит важным ориентиром для уточнения формы и размеров как отдельных деталей и узлов, так и объекта в целом.

Самостоятельная работа учащихся. Основной вид самостоятельной работы учащихся — выполнение технического задания на моделирование или конструирование. При этом учащимся приходится самостоятельно работать с технической литературой, решать конструкторские, технологические и организационные задачи, выполнять эскизы, чертежи, схемы, делать различного рода расчеты, изготавливать детали и собирать из них техническое устройство или модель, испытывать их в работе и вносить коррективы.

Педагогическая эффективность самостоятельной работы учащихся во многом зависит от качества руководства ею на всех этапах выполнения заданий со стороны учителя. Он должен заранее продумать порядок выполнения технического задания на каждом его этапе, обучить рациональным приемам умственного труда, инструктировать перед выполнением очередной работы, наблюдать за ее ходом, своевременно оказывать учащимся помощь в преодолении возникающих трудностей, в исправлении допущенных ошибок и т. п.

При изготовлении модели или технического устройства учащимся нередко приходится выполнять незнакомые им ранее операции или виды работ. Особенно часто это бывает в кружках, укомплектованных школьниками разного возраста. Чтобы постоянно не отвлекаться для сообщения теоретических сведений и проведения инструктажа по выполнению практических работ, полезно иметь краткие методические указания. Основой их могут быть либо инструкционно-технологические карты на выполнение наиболее распространенных операций или изготовление деталей, встречающихся в моделях и технических устройствах, либо справочные таблицы, графики, расчетные формулы. Например, в кружке моделирования сельскохозяйственной техники полезно иметь указания по оконцовыванию, пайке и укладке монтажных проводов, расчету и изготовлению редукторов, подбору двигательной установки, выбору и установке источников питания, изготовлению колес из различных конструкционных материалов и др. Кроме того, нужны руководства и пособия по использованию на занятиях приспособлений, механизированного инструмента, станков. Все это облегчит работу руководителя, ускорит приобретение технических знаний и практических умений вновь прибывшими кружковцами, создаст на-

иболее благоприятные условия для развития самостоятельности и инициативы.

Параллельно с основными занятиями желательно предусмотреть дополнительные в форме консультаций. Они особенно важны при разработке учащимися задания в графической форме и в процессе изготовления объекта. Консультации могут быть общими и индивидуальными и проводиться по графику или плану и без плана, по просьбе кружковцев. К проведению консультаций целесообразно привлекать специалистов — учителей физики, математики, черчения, родителей, шефов. Специалисты-родители и шефы могут оказать помощь в приобретении недостающих материалов, инструментов, подсказать темы для творческой работы учащихся, разработка которых полезна предприятию.

Наблюдая за самостоятельной работой каждого ученика на всех этапах разработки технического задания, руководитель делает записи в своем дневнике или журнале о затруднениях ученика в выполнении той или иной работы, о пробелах в знаниях, намечает меры по оказанию ему помощи, пути стимулирования познавательной деятельности кружковцев, развития их самостоятельности, волевых качеств и вносит коррективы в ход занятий. Это дает возможность руководителю стимулировать познавательную деятельность кружковцев, развивать самостоятельность и волевые качества учащихся.

Подведение итогов. После каждого практического занятия необходимо анализировать результаты работы: выявлять отступления от намеченных планов, устанавливать причины и определять пути устранения недостатков, вносить коррективы в план работы. В конце учебного года формой подведения итогов работы может быть участие кружковцев в массовых мероприятиях — соревнованиях, выставках, показательных выступлениях.

Варианты решения задач (см. рис. 9—14).

1. Один из вариантов решения показан на рис. 15. В дне лотка сделан продольный паз. В него входит неравноплечий рычаг *3*, поворачивающийся на оси *1*. Как только заготовка попадает на этот рычаг, она своим весом опускает длинное его плечо, при этом короткое поднимается, препятствуя движению следующей заготовки. Когда заготовка сойдет с рычага, пружина *2* вернет его в первоначальное положение, и процесс повторится.

2. Шарики, покинув лоток, скатываются далее по клиновидному калибру (рис. 16). В том месте, где ширина щели калибра совпадает с диаметром шарика, он проваливается в соответствующий приемник (*I*, *II* или *III*).

3. Устройство имеет два штифта (рис. 17), расположенных параллельно друг другу на расстоянии, равном размеру заготовки. Штифты, совершая возвратно-поступательное движение, поочередно «отсекают» заготовки.

4. Рычажное измерительное устройство с передаточным отношением 1 : 100 (рис. 18) состоит из двух рычагов, каждый из которых имеет передаточное отношение 1 : 10.

5. Один из возможных вариантов решения показан на рис. 19. Стержень *2* имеет продольный паз, который далее идет по винтовой линии.

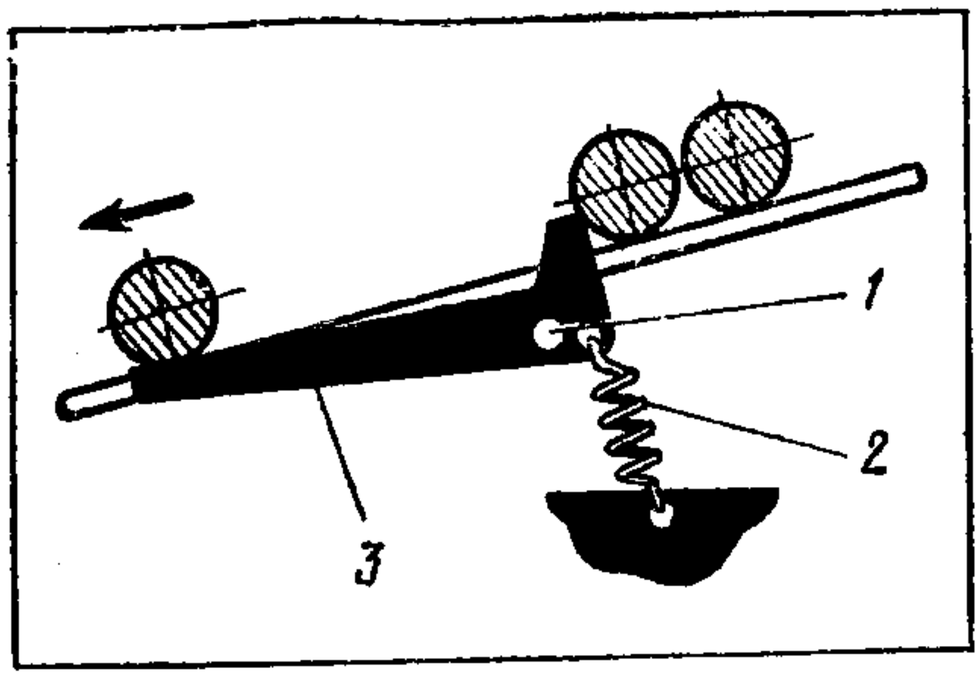


Рис. 15. К задаче 1.

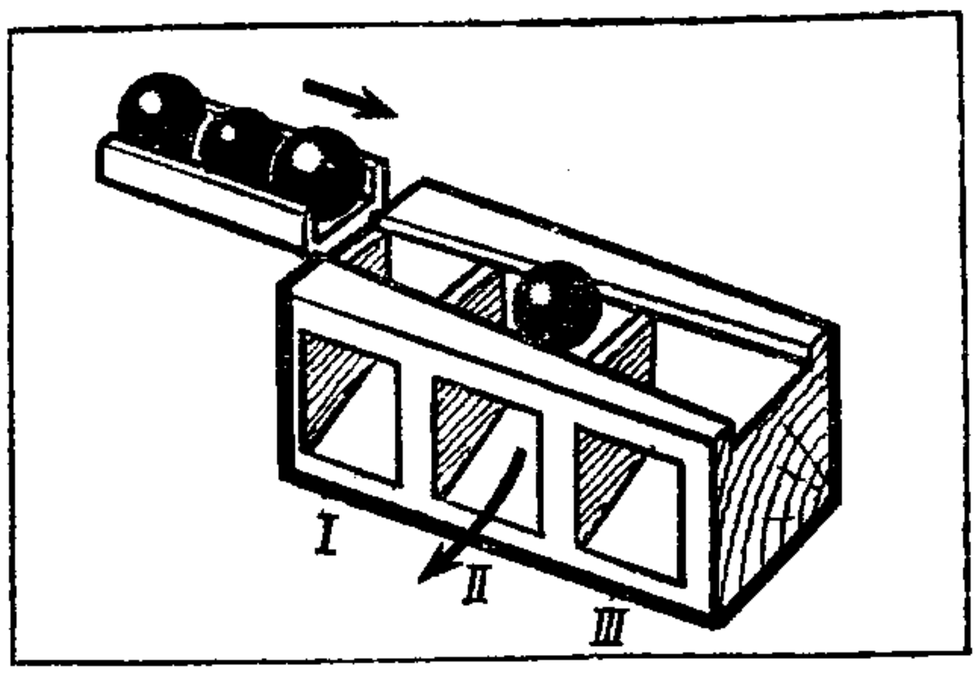


Рис. 16. К задаче 2.

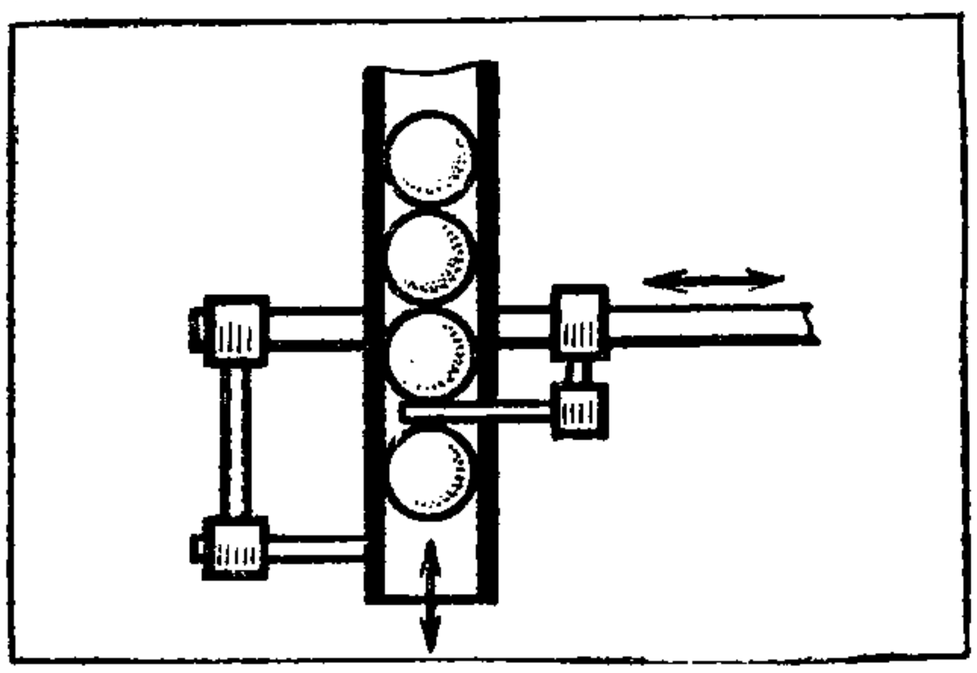


Рис. 17. К задаче 3.

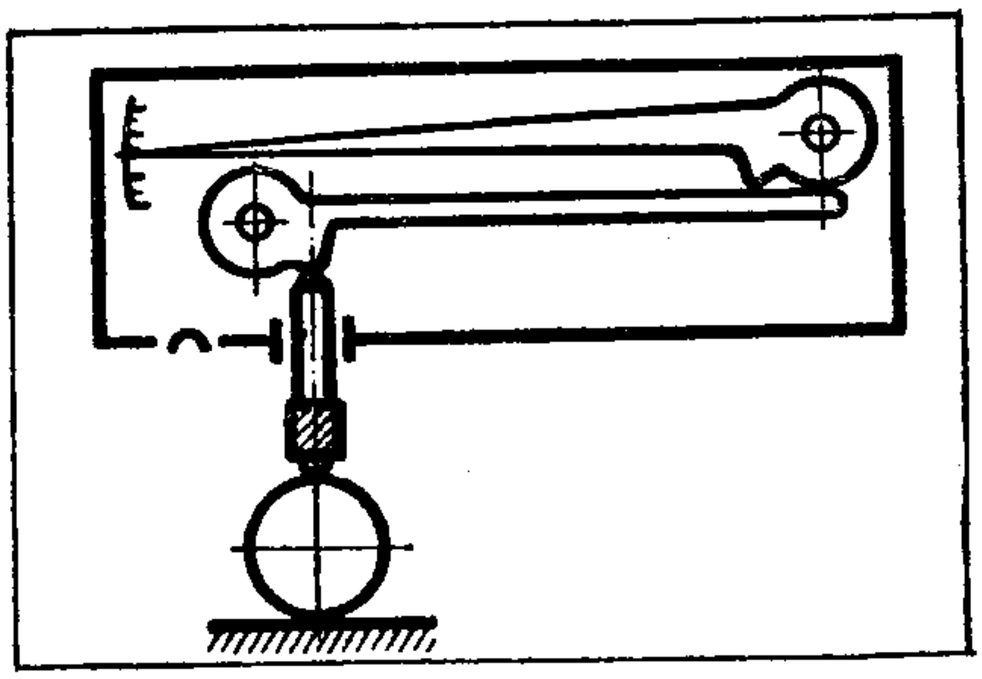


Рис. 18. К задаче 4.

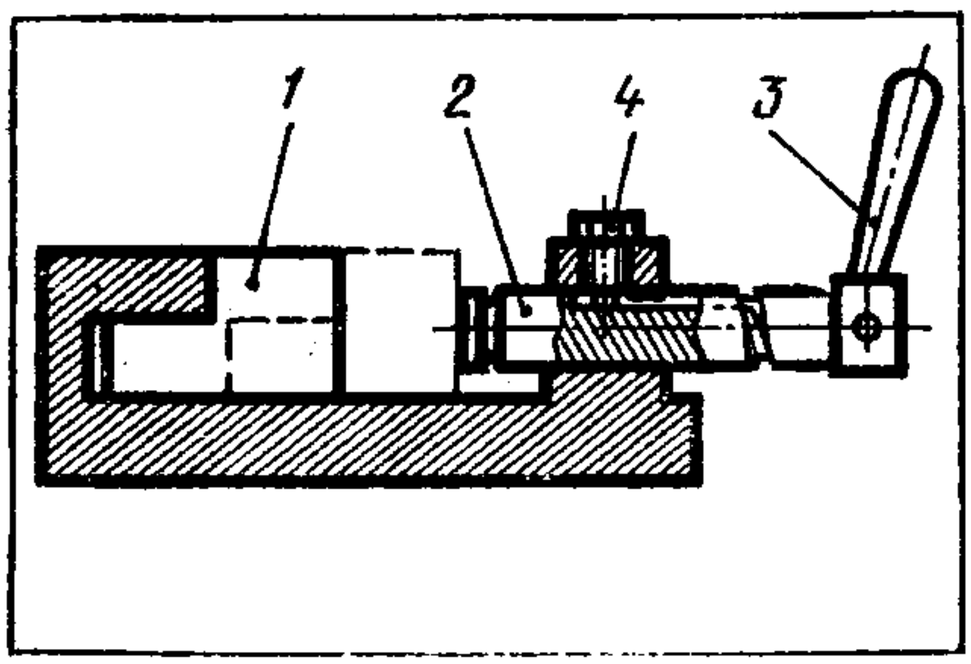


Рис. 19. К задаче 5.

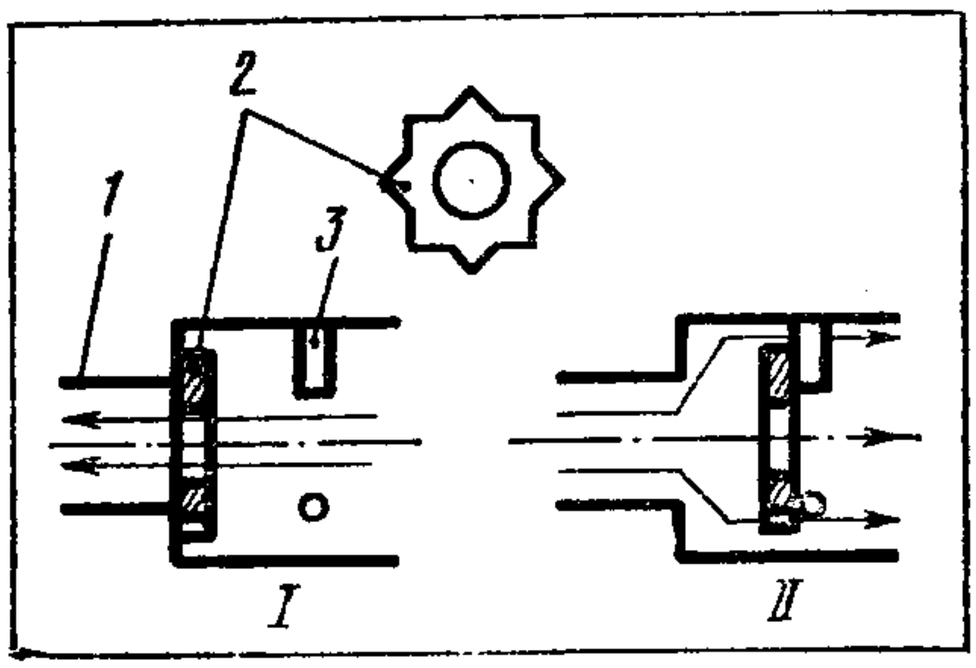


Рис. 20. К задаче 6.

В паз входит хвостовик болта *4*. Движением рукоятки *3* деталь *1* посылают на место, а затем поворотом рукоятки — зажимают. Чтобы стержень *2* самопроизвольно не отошел от детали, угол подъема винтового паза должен быть меньше угла трения.

6. В одном из подводящих каналов (шлангов) устанавливается клапан (рис. 20), состоящий из корпуса *1*, звездообразной шайбы *2* с дроссельным отверстием в середине и штифтов *3*. При подаче жидкости справа *(I)* шайба прижимается к буртику корпуса. В этом случае жидкость может протекать лишь через дроссельное отверстие в шайбе, и поршень будет перемещаться медленно. При подаче жидкости слева *(II)* шайба прижимается к штифтам. В этом случае жидкость может протекать не только через дроссельное отверстие, но и через впадины звездообразной шайбы, и поршень будет перемещаться быстро.

§ 3. СОРЕВНОВАНИЯ МОДЕЛИСТОВ

Соревнования моделистов — один из стимулов технического совершенствования моделей. Они не только выявляют качество моделей, но и способствуют углублению технических знаний, развивают стремление использовать их для достижения успеха, воспитывают волю, характер.

Существуют различные виды соревнований: на первенство (личное или командное) — в учебном заведении, районе, городе, области, а для тренировки и подведения итогов работы за год — внутри группы или кружка. Чтобы соревнующиеся были в равных условиях, в начале учебного года планируют постройку моделей, имеющих примерно одинаковые габаритные размеры, мощность двигательной установки и т. п. Модели должны отвечать требованиям, изложенным в положении о соревнованиях.

На занятиях необходимо научить кружковцев готовить модели к соревнованиям, ознакомив их с правилами запуска и предварительной регулировкой модели, работать с моделями на старте, выяснять причины неудачных запусков и быстро устранять дефекты. Для этого во время тренировок следует условно создавать неисправности и на них показывать учащимся, как нужно анализировать причины неудач и правильно выбирать способы их устранения, теоретически обосновывая неудачные старты.

Для подготовки соревнований создают оргкомитет, который определяет место их проведения, материальное обеспечение, призы, назначает судейскую коллегию, начальника соревнований и коменданта. Характер соревнований и система зачета устанавливаются «Положением о соревнованиях», которое разрабатывается заранее и утверждается организацией, проводящей эти соревнования. В нем определяются цели соревнования, состав команд и технические требования к моделям, обеспечение соревнований, система зачета, награждения победителей, срок приема заявок.

В технических требованиях указывается, какие классы моделей участвуют в соревнованиях, наибольшие их размеры (согласно классификации), тип двигателя (площадь поверхности паруса), кроме этого, для судомоделей — скорость на дистанции и ее длина, для авиамоделей — максимальный рабочий объем двигателя, время его работы, площадь несущей поверхности, масса, удельная грузоподъемность, для радиоуправляемых моделей — длина леера, а также по каким правилам (кем и когда выпущены) проводятся соревнования.

Некоторые модели (радиоуправляемые, модели-копии и др.) до начала соревнования проходят стендовую оценку. При этом учитывают общее впечатление о модели, сложность изготовления, соблюдение масштаба, качество отделки и выставляют

баллы за соревнования. Обычно соревнования моделистов предполагают решение комплексной цели: розыгрыш лично-командного первенства, пропаганду развития моделизма (авиа-, судо- и т. п.), выполнение учащимися разрядных норм и повышение спортивного мастерства, обмен опытом в постройке и запуске моделей, отбор моделистов для участия в соревнованиях более высокого уровня. Воспитательное значение соревнований огромно — они наглядно показывают, чему научились учащиеся на занятиях в кружке.

Контрольные вопросы. 1. В чем различие между профессиональным и учебным конструированием? 2. Каким требованиям должны удовлетворять объекты для конструирования в школе? 3. Каково содержание деятельности учащегося при постройке модели и при изготовлении технического устройства? 4. Какие методы применяют при обучении конструированию? 5. Какова методика решения конструкторской задачи? 6. Какие преимущества и недостатки имеет метод коллективного обсуждения варианта конструкции? 7. Каковы воспитательные возможности манипулятивного метода? 8. В чем особенность самостоятельной работы при обучении конструированию? 9. Как организовать соревнование моделистов?

ГЛАВА 4

ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОДЕЛЕЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

§ 1. ОБОРУДОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ

Занятия по техническому моделированию и конструированию можно проводить в учебных мастерских, но лучше иметь для этого дополнительное помещение, отвечающее ряду требований: санитарно-гигиенических, педагогических, НОТ и безопасности труда. Материально-техническая база должна способствовать выполнению требований программы технического кружка и решению психолого-педагогических задач. Специфика занятий по техническому моделированию и конструированию заключается в том, что в процессе обучения четко выражена познавательно-практическая направленность. Поэтому оборудование должно способствовать реализации в первую очередь таких дидактических принципов, как научность, наглядность, доступность и посильность.

В наиболее удачном варианте помещение для технического моделирования и конструирования должно состоять из трех комнат (рис. 21). В одной из них размещается мастерская механической обработки материалов, в ней же выполняют малярные работы, хранят инструмент, материалы, унифицированные детали и сборочные единицы. Другую комнату отводят под

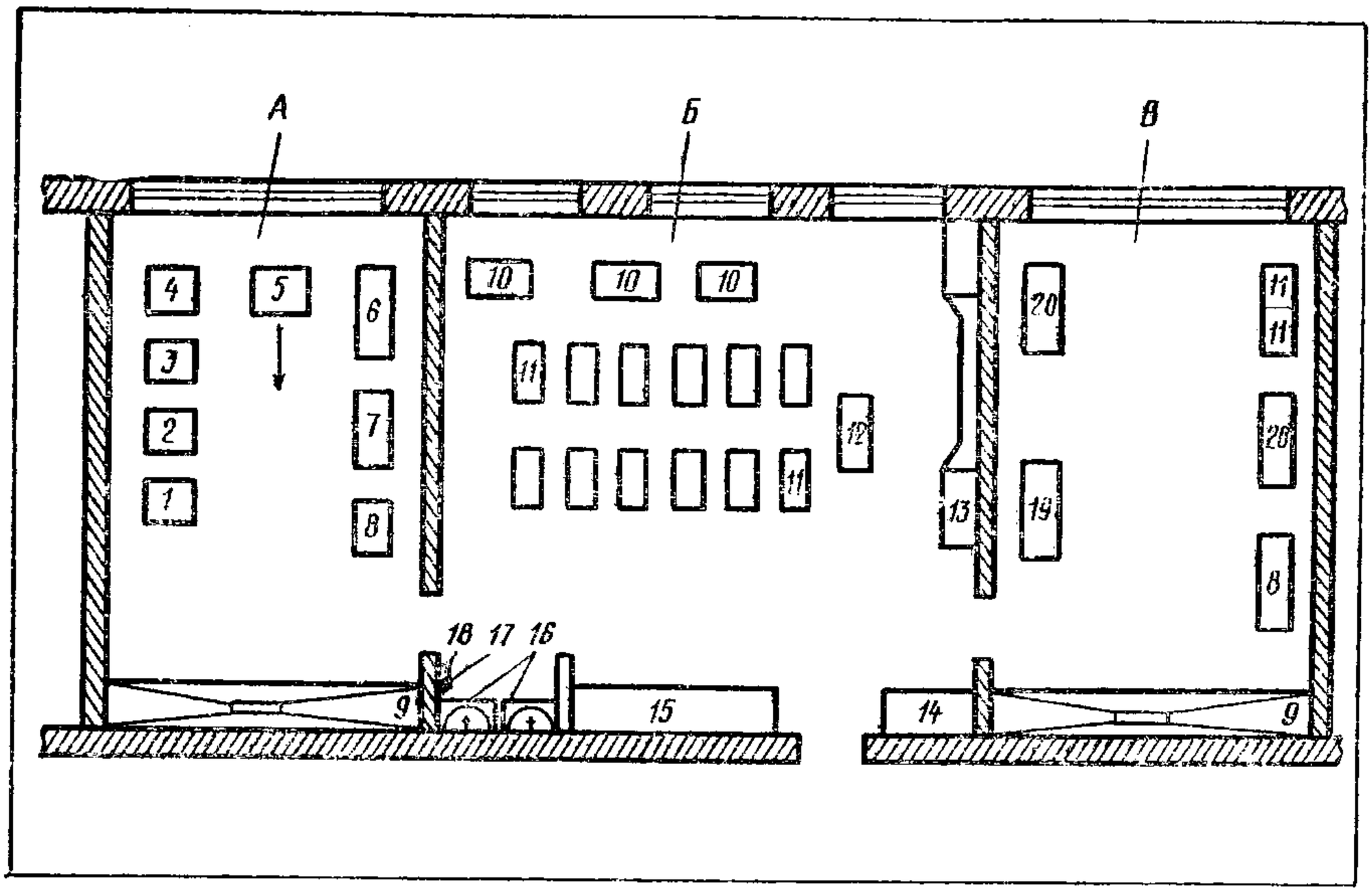


Рис. 21. Размещение оборудования в помещении для занятий по техническому моделированию и конструированию:

А — мастерская механической обработки; *Б* — комбинированная мастерская; *В* — лаборантская; *1* — заточный станок; *2* — муфельная печь; *3* — сверлильный станок; *4* — фрезерный станок; *5* — комбинированный станок КСФШ-4; *6* — токарный станок; *7* — инструментальный шкаф; *8* — ящик для отходов; *9* — вытяжной шкаф; *10* — чертежный стол; *11* — верстак; *12* — стол преподавателя; *13* — классная доска; *14* — шкаф для одежды; *15* — встроенные шкафы для хранения моделей и материалов; *16* — умывальник; *17* — электросушитель для рук; *18* — аптечка; *19* — стол для настройки и проверки аппаратуры; *20* — испытательный стенд.

комбинированную мастерскую для обработки древесины, металлов и пластмасс вручную, для электромонтажных работ и сборки технических устройств и моделей. Здесь же проводят учебные занятия по техническому труду и хранят готовые изделия и незавершенные работы, выполняют расчетно-графические работы. Третья комната — лаборантская. Здесь выполняют экспериментальные работы, проводят испытания, хранят техническую документацию, методическую и справочную литературу. В помещениях устанавливают один или два вытяжных шкафа, которые используются при покраске изделий и их сушке, приготовлении топливной смеси для двигателей внутреннего сгорания, а также для хранения растворителей, разбавителей и химикатов. Оборудование размещают в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами и правилами безопасности труда.

Цветовое оформление помещений и оборудования влияет на трудовой процесс. Панели стен рекомендуется окрашивать на высоте 2,5—3 м от пола в светло-зеленый или бежевый цвет, поверхность металлорежущих станков — в светло-голубой, фи-

сташковый, светло-зеленый, зелено-голубой, светло-серый, движущиеся нерабочие части станков — в ярко-желтый. Органы управления выделяют контрастными цветами. Внутренние поверхности коробок скоростей, подач и другие окрашивают в светло-красный цвет, чтобы они были заметны в открытом положении.

Оборудование комплектуют с учетом выполнения всех видов работ, предусмотренных программой. В комбинированной мастерской оборудуют 12—13 рабочих мест для ручной обработки материала, сборочных и электротехнических работ. Для этой цели удобны комбинированные верстаки, выпускаемые Кировским заводом «Физприбор» № 2 им. А. В. Луначарского. На таком верстаке можно обрабатывать различные материалы и выполнять электротехнические работы, он имеет приспособления для быстрой и легкой подгонки по росту работающего. К верстаку приложен столик для выполнения графических работ и записей, регулируемое по высоте сидение. Для выполнения сложных графических работ нужно иметь два-три чертежных стола (рис. 22) или кульмана и 9—10 чертежных досок с чертежными приборами.

Для механической обработки материалов устанавливают станки: токарные типа ТВ-6 (1—2 шт.), горизонтально-фрезерный типа НГФ 110-Ш3 (1 шт.), сверлильный типа 2М112 или НС-12 (1 шт.), комбинированный для обработки древесины типа КСФШ-4 (1 шт.), заточные типа ЭТ-75 (1 шт.) и ЭТ-62 (1 шт.), машинные тиски (2 шт.), муфельную печь типа ПМ-8 (1 шт.), винтовой пресс с номинальным усилием до 30 кН (1 шт.), гибочные приспособления для работы с тонким листовым металлом.

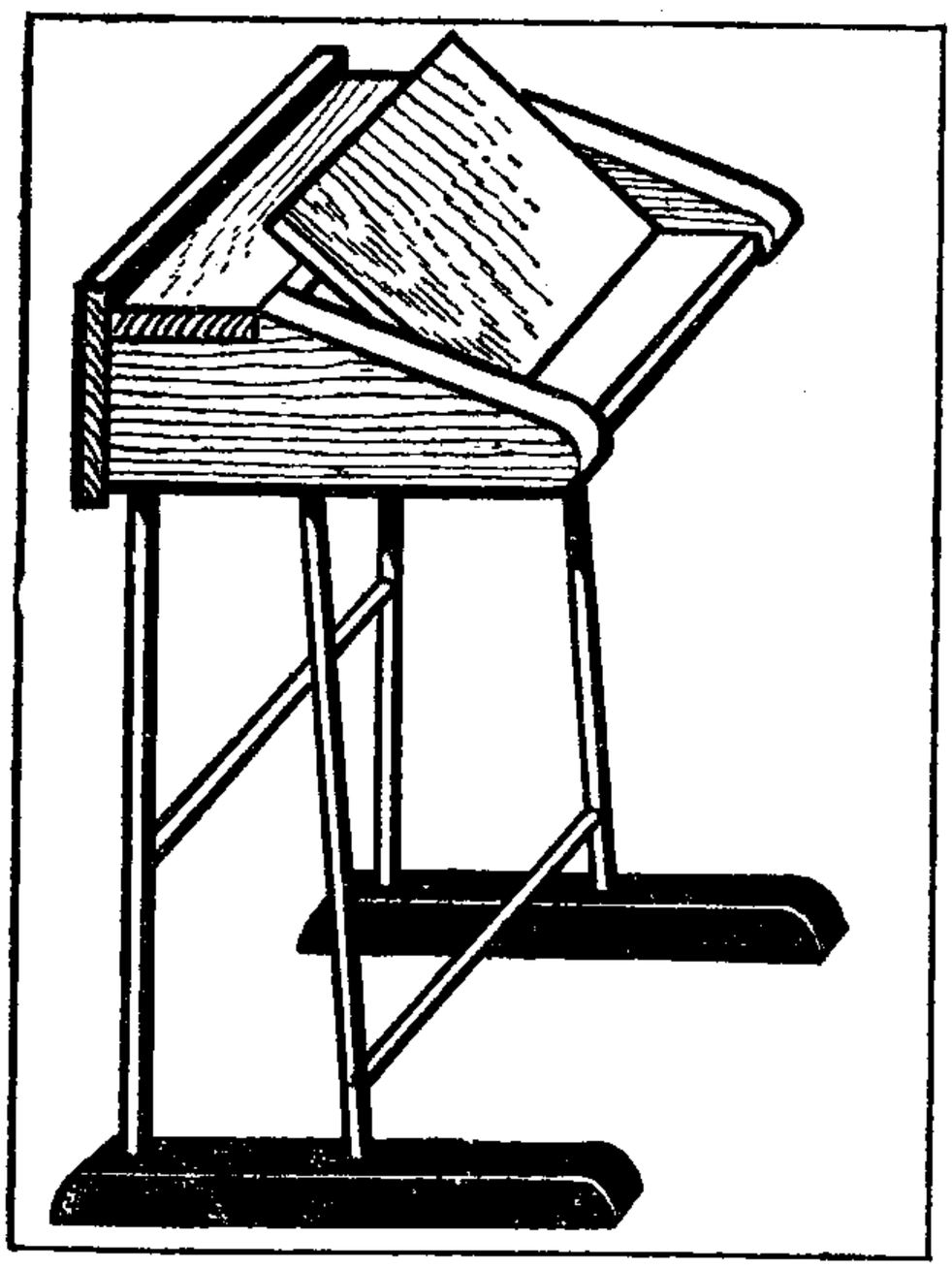


Рис. 22. Чертежно-рисовальный стол, разработанный на кафедре ОТД Кировского государственного педагогического института им. В. И. Ленина.

Для ручной обработки металла, древесины и пластмасс необходимы наборы столярного и слесарного инструмента (по одному комплекту на учащегося). Электротехнические работы при изготовлении технических устройств, особенно сельскохозяйственной техники, занимают сравнительно мало времени, поэтому для их выполнения достаточно одного комплекта инструментов на двух учащих-

ся: паяльники электрические с подставками, кусачки, круглогубцы, складной нож, отвертки (узкая и широкая). Другие необходимые инструменты берут из комплекта для слесарных работ. Кроме того, нужно иметь электрифицированный инструмент: электродрель (1 шт.), электролобзик (1 шт.), электрокраскопульты (2 шт.), а также школьные наборы чертежных инструментов типа «Эврика» (12—13 шт.) и конструкторские чертежные приборы, кисти для клея, малярные и художественные (разные) кисти, ножницы для бумаги, ножи (скальпели), пресс для картонажных работ.

Инструменты удобно хранить в шкафах и в зависимости от вида выполняемой работы выкладывать на рабочие места. Шкафы могут быть разной конструкции, в том числе встроенные или в виде стеллажей, желательно со стеклянными дверцами. Инструменты в шкафу располагают в определенном порядке и хранят постоянно на одном и том же месте. При устройстве полок в шкафах надо стараться, чтобы любой футляр или укладку с 6 или 12 инструментами можно было достать рукой, не применяя подставок, лестниц или других приспособлений.

Для хранения незавершенных работ оборудуют специальные шкафы (встроенные или стеллажи) с несколькими отделениями, имеющими дверцы, каждое из которых предназначено для группы учащихся. В этом же шкафу необходимо выделить место для хранения небольшого запаса материалов, полуфабрикатов, унифицированных деталей и сборочных единиц. Законченные лучшие работы выставляют для обзора в стеклянные шкафы или на открытые полочки.

Для занятий желательно иметь универсальный источник питания — это избавит от необходимости постоянно покупать батареи для питания микродвигателей. Для проверки, настройки и отладки собранных радиосхем нужна настроечная и контрольная аппаратура.

В помещении для технического конструирования следует иметь в необходимом количестве материалы: прокат различного профиля из стали и сплавов на основе меди и алюминия, древесину различных пород, картон, монтажный провод, пластмассовые полуфабрикаты, наждачную бумагу, клей, наборы типа «Конструктор» (13—15 шт.). Кроме наборов «Конструктор», желательно приобрести наборы типа «Электрон» или «Радиоконструктор», из деталей которых можно быстро собрать различные электронные датчики и устройства для контроля и управления техническими моделями.

Для развития технического творчества детей и молодежи промышленность выпускает наборы полуфабрикатов и сборочных единиц для постройки различных моделей, которые комплектуются в посылки. Каждый набор, например для постройки моделей судов или летательных аппаратов, содержит все необходимое (кроме инструмента): детали, полуфабрикаты, материалы, чертежи и инструкцию по изготовлению. Наборы можно заказать и получить по таким адресам:

Центральная торговая база Посылторга Министерства торговли РСФСР: Москва, К-126, Авиамоторная ул., 50.

Магазин центральной базы ДОСААФ: Москва, Кутузовский проспект, 13.

Магазин «Детский мир»: Москва, Театральный проезд, 7.

Магазин «Пионер»: Москва, ул. Горького, 56.

§ 2. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Конструкционные материалы выбирают в зависимости от условий работы деталей и сборочных единиц и характера нагрузок, действующих на деталь. При этом стараются наиболее полно учесть свойства материалов. Для сравнения материалов по различным характеристикам необходимо иметь справочные данные.

Металлы и сплавы. Для изготовления деталей широко применяют конструкционную углеродистую сталь обыкновенного качества группы А марок Ст1—Ст4 и группы Б марок БСт1—БСт4, качественную сталь марок 05—55 и реже — легированную сталь. Срок службы моделей невелик, поэтому приобретать легированные стали и сплавы следует только для изготовления ответственных деталей функциональных моделей и технических устройств.

Сталь обычно поставляется в виде проката с различным качеством отделки поверхности разного сортамента (квадрат, круг, шестигранник, уголок, швеллер, тавр, двутавр, полоса, проволока, лента и др.).

Сплавы на основе меди (латунь и бронзу) используют для изготовления втулок, подшипников скольжения и других трущихся деталей, на основе алюминия (дюралюминий и силумин) — для изготовления самых различных деталей моделей. Латунь и дюралюминий поступают в виде сортового проката различных сортамента, качества поверхности и размеров, бронза и силумин — в виде отливок и сортового проката (чаще всего — прутков).

При изготовлении моделей сельскохозяйственных машин, автомобилей, тракторов приходится делать большое количество шкивов, колес, звеньев гусениц, ступиц и т. п. Заготовки их можно отливать из алюминиевого сплава АЛ4, АЛ7, АК4. Для нагрева и плавления металла применяют тигельную или муфельную печь. Звенья отливают в гипсовые или земляные формы, а заготовки цилиндрической формы — в кокиль, который можно изготовить из кровельной стали. Сырьем для заготовок могут служить выбракованные детали двигателей внутреннего сгорания: поршни, головки, блоки и др. Перед плавлением эти детали разбивают на мелкие куски.

Чтобы правильно сделать заказ на приобретаемые материалы, нужно знать их обозначения. Приведем некоторые примеры:

Лента 2,5×30 Ст2пс ГОСТ 6009—74 — лента горячекатаная толщиной 2,5 мм, шириной 30 мм из стали марки Ст2пс.

Круг $\frac{\text{В-20 ГОСТ 2591—71}}{\text{30-2б ГОСТ 1050—74}}$ — сталь горячекатаная, обычной точности прокатки В, диаметром 20 мм, марки 30, 2-й категории, подгруппы б, без термической обработки.

Пруток Л60т, кр. Н. М-20 ГОСТ 2060—73 — пруток из латуни марки Л60 тянутый, круглый, нормальной точности изготовления, мягкий, диаметром 20 мм.

Лист АД1-5×1000×2000 ГОСТ 21631—76 — лист из алюминиевого сплава марки АД1, без термической обработки, обычной отделки поверхности, нормальной точности изготовления, толщиной 5 мм, шириной 1000 мм, длиной 2000 мм.

Древесина. Из неметаллических материалов при постройке моделей и технических устройств широко применяют древесину. Она легко обрабатывается резанием, способна сохранять заданную первоначальную форму, имеет достаточно высокую прочность (см. приложение, табл. 1).

Корпуса моделей кораблей и судов и детали, не воспринимающие большие нагрузки, делают из липы, осины, тополя. Липа и осина — это наиболее легкие породы, произрастающие в средней полосе страны. Древесина у них мягкая и тонковолокнистая, хорошо режется острым инструментом и полируется. Тополь по своим качествам уступает липе и осине и применяется как заменитель липы.

Для изготовления несущих конструкций моделей планеров, самолетов, воздушных змеев, кораблей и судов применяют сосну, ель, пихту, кедр, бальзу, бамбук, чий и др. Сосна обладает достаточно высокой механической прочностью, хорошо обрабатывается режущим инструментом. В авиа- и судомоделировании применяют сосну мелкослойную (расстояние между ее волокнами не должно превышать 1 мм) и прямослойную. Из нее делают рейки для фюзеляжей моделей планеров и самолетов, грузики, законцовки, нервюры, кромки крыльев и стабилизаторов, лонжероны и распорные рейки воздушных змеев. При постройке корпусов моделей кораблей и судов сосна идет на изготовление стрингеров и различных реек.

Древесина ели мягче и ноздреватее сосновой, но имеет более прямолинейные волокна, что очень важно для изготовления продольных элементов конструкции модели, работающих на изгиб. По своим качествам близка к хорошей еловой древесине пихта. Мягкую, прямослойную и мелкослойную с частыми смолистыми прослойками древесину имеет сибирский кедр. Древесина кедра хорошо обрабатывается в разных направлениях, а по физико-механическим свойствам она занимает промежуточное положение между елью и пихтой.

Бальза просто и легко обрабатывается инструментом с малым углом заострения и тонким лезвием. При одинаковой массе детали (конструкции) из бальзы более жесткие, чем из липы или сосны. Бальзу применяют для изготовления почти всех

частей летающих моделей. Однако эта порода редкая, она произрастает в Южной Америке.

Бамбук имеет очень прочный внешний слой, хорошо колется вдоль волокон, строгается рубанком, обрабатывается напильником. Рейки из бамбука хорошо изгибаются, если их нагревать пламенем со стороны, противоположной глянцевой. Лучше применять бамбук с диаметром стебля 30—60 мм и толщиной стенки 3—5 мм. Обрабатывать рейки бамбука необходимо очень осторожно, так как об их острые ребра можно поранить руки.

Чий используют для кромок, нервюр, распорок и других деталей. Чий — это многолетний злак, растет в Средней Азии, обладает большой прочностью и упругостью.

Для изготовления деталей моделей летательных аппаратов, у которых должны быть острые и прочные кромки, иногда применяют самшит. Древесина самшита однородная, плотная и очень твердая, хорошо обрабатывается точением и полируется.

Клен имеет твердую однородную мелкослойную древесину. Он плохо колется, но хорошо лущится на шпон, полируется и окрашивается любыми лаками. Им фанеруют палубы моделей торговых судов.

Для изготовления настольных моделей парусных судов, яхт применяют красное дерево, древесина которого легко обрабатывается, хорошо полируется и лакируется, для инкрустации макетов парусных кораблей — древесину груши и ореха, имеющую красивую текстуру и окраску.

Солому злаковых растений используют для имитации отдельных элементов моделируемых технических устройств, например для гофрированной или имеющей штампованные ребра (зиги) обшивки моделей-копий ракет и т. п.

В техническом моделировании и конструировании широкое распространение получили фанера и древесные плиты. Чаще всего применяют трех-, пяти- и многослойную фанеру, изготовленную из древесины березы, осины или сосны. Она выпускается толщиной от 1,5 до 18 мм, шириной от 725 до 1525 мм и длиной от 1220 до 2440 мм. Декоративная фанера с пленочным покрытием выпускается четырех марок: ДФ-1, ДФ-2, ДФ-3, ДФ-4. Облицовочное покрытие фанеры ДФ-1 прозрачное, ДФ-2 — непрозрачное с декоративной бумагой, имитирующей текстуру ценных пород древесины или с другими рисунками, ДФ-3 — прозрачное, повышенной водостойкости, ДФ-4 — непрозрачное, повышенной водостойкости.

Древесноволокнистые плиты в зависимости от плотности разделяются на мягкие (М-4, М-12 и М-20), полутвердые (ПТ-100), твердые (Т-350, Т-400) и сверхтвердые (СТ-500). Наиболее распространенный формат плит — 1200×2700 и 1700×2700 мм, толщина — от 2,5 до 25 мм. Древесностружечные плиты марок ПТ-1, ПС-1, ПТ-3 и ПС-3, применяемые в

моделировании, выпускают длиной от 1800 до 3660 мм, шириной от 1220 до 1830 мм и толщиной от 10 до 25 мм.

Бумага, картон, нитки. Этот доступный конструкционный материал позволяет находить простые решения при техническом моделировании сложных объектов, применяется при постройке моделей ракет, в авиамоделировании. Бумага по назначению делится на несколько видов: бумага для печати, для письма, черчения и рисования, электротехническая (изоляционная, кабельная, конденсаторная), декоративная (бархатная, цветная глянцевая, шагреневая и др.), оберточная и упаковочная, папиросная.

В техническом моделировании применяют писчую и чертежную бумагу — для изготовления корпусов моделей, папиросную — для элементов авиамоделей (парашютов, куполов, мембранных крыльев и др.), проклейки стыков и заделки дефектов бумажных и деревянных деталей, декоративную — вместо окраски частей модели, конденсаторную — как технологическую прокладку при изготовлении корпусов и отдельных деталей модели для предотвращения приклеивания детали к оправке.

Картоны подразделяются на классы: тарные и упаковочные, для полиграфического производства, легкой промышленности, фильтровальные, технические и строительные, а каждый класс в зависимости от целевого назначения — на виды, их более 100. Силовые элементы (шпангоуты, стрингеры, лонжероны и др.) для корпусов моделей и обшивки делают из коробочного картона или прессшпана (полиграфического картона), который обладает высокой механической прочностью.

Нитки в техническом моделировании применяют для сращивания деталей из разных материалов с последующей пропиткой обмотки клеем, для изготовления стропил и фалов парашютов, для имитаций сварных швов на корпусах моделей-копий и т. д. Используют хлопчатобумажные нитки «экстра» и «прима» (в три сложения), специальные (в 6 сложений), особопрочные (в 9 и 12 сложений), капроновые швейные (вместо хлопчатобумажных там, где нужна большая прочность). Стеклянная крученая нить применяется для электроизоляционной обмотки стыков, для прошивки термонагруженных деталей. Работать с этими нитками необходимо в хлопчатобумажных перчатках и респираторах.

Пластмассы. Многие пластмассы по прочности не отличаются от конструкционной стали, и идентичные конструкции одинаковой массы, изготовленные из этих материалов, могут быть равнопрочны. Характеристики пластмасс и область их применения даны в табл. 2.

Припои и клеи. Для паяния стальных, медных и латунных деталей применяют мягкие оловянно-свинцовые (ПОС50, ПОС40), оловянно-свинцово-сурмянистые (ПОССу4-6), висмутовые и кадмиевые припои (поставляются в виде прутков, про-

Таблица 2. **Характеристики пластмасс и их применение в моделях**

Название	Марка	Предел прочности при растяжении, МН/м²	Плотность, г/см³	Вид полуфабриката	Цвет, прозрачность	Растворитель или клей для соединения деталей	Применение в моделях
Полиэтилен	ВД, НД	20	0,95	Листы, пленка, трубки, гранулы	Прозрачный	Д-9, БФ-2 (можно сваривать)	
Капрон		55—70	1,13—1,17		От молочно-белого до серого	Муравьиная кислота, уксусная кислота (при нагреве)	Изготовление якорей, кнехтов, стволов орудий, колес, подшипников, винтов и др.
Органическое стекло	СОЛ, СТ-1		1,18	Листы толщиной от 0,8 до 24 мм	Прозрачный (бесцветный или окрашенный)	Бензол, толуол, ацетон, дихлорэтан	Изготовление фонарей кабин на моделях-копиях самолетов, ракетопланов, автомобилей, корпусов небольших моделей и др.
Полистирол	А Б	18 38	1,06 1,06	Листы толщиной от 1,4 до 10 мм	Светло-голубой, белый и слоновой кости	Бензол, толуол, ацетон, дихлорэтан	Облицовка и изготовление деталей, получаемых штамповкой с вытяжкой (корпусов небольших моделей кораблей, надстроек и др.)

Целлулоид	А	35—45	—	Листы толщиной от 0,3 до 5,0 мм	Прозрачный, белый, окрашенный в разные цвета	Ацетон, клей АК-20	Отделка моделей и штамповка мелких деталей: шлюпок, башен, фар и др.)
Винипласт химически стойкий пластикат	ВН ВД		1,38 1,38	Листы толщиной от 1 до 20 мм, трубки	Непрозрачный, чаще коричневый Однотонный разных цветов	Дихлорэтан (материал набухает)	Изготовление аккумуляторных сеток, топливопроводов Облицовка
Текстолит	ПТК, ПТ	68—100	1,3—1,4	Листы толщиной от 0,5 до 70 мм, прутки	Светло- и темно-коричневый	Не растворяется. Клеи Д-9, АК-20, БФ-2	Изготовление зубчатых колес, редукторов, втулок, подшипников скольжения, панелей и др.
Стеклотекстолит	ВФГ-С КАСТ	400 270	1,55—1,75 1,6—1,8	Стеклоткань	Белый	Не растворяется. Клеи Д-9, БФ-2, БФ-4	Изготовление корпусов моделей автомобилей, судов, палуб, водонепроницаемых перегородок, шпангоутов и др.
Гетинакс		80	1,3—1,4	Листы толщиной от 0,2 до 5 мм	Светло-коричневый	Клеи Д-9, БФ-2	В качестве низкочастотного диэлектрика, изготовление стенок редукторов, подставок для моделей и др.
Пенопласт	ПС-1 ПС-4 ПХВ-1 ФФ —	4,2 0,6 1,8—2,4 1,0—4,0 рыхлая	0,2 0,08—0,35 0,1—0,13 0,19—0,23 0,02	Плиты	Белый	Клеи БФ-2, БФ-4 Клей № 88Н Клей № 88Н	Изготовление моделей-макетов, фюзеляжей и стабилизаторов самолетов, планеров (вместо бальзы), корпусов моделей кораблей длиной до 600 мм и др.

волоки, ленты), а также медно-цинковые (ПМЦ36, ПМЦ54) твердые припои, для паяния алюминия и его сплавов — смеси, состоящие из хлористого цинка, хлористого аммония и фтористого натрия.

При изготовлении моделей и технических устройств используют природные и синтетические клеи. Из группы природных клеев широко известны клеи животного происхождения — мездровый, казеиновый и др.

В настоящее время создан набор синтетических клеев, с помощью которых можно склеивать практически все конструкционные и другие материалы (металлы, пластмассы, бетон, древесину, стекло и др.) в различных сочетаниях.

Для склеивания материалов, работающих при температурах 40—60 °С, широко применяют универсальные клеи БФ-2, БФ-4 и БФ-6 (для склеивания тканей). Это спиртовые растворы поливинилбутираля и резольной феноло-формальдегидной смолы. Недостаток их — необходимость высоких температур (140—150 °С) для образования склеивающего слоя и невысокая прочность при сдвиге. При комнатной температуре твердеют клеи циакрин ЭО, ВК-9 и композиции на основе эпоксидных смол ЭД-6, ЭДП, ЭД-40, Д-9 и др.

Из резиновых клеев наибольшее распространение получили клеи № 88 и 88Н. Их применяют для склеивания холодным способом ткани, пенопласта, древесины, пробки, металлов, текстолита. Однако эти клеи неустойчивы к маслам, бензину, керосину. Для склеивания бумаги и картона используют силикатный клей, представляющий собой водный раствор силиката натрия, а также универсальный клей ПВА. Клеем ПВА, кроме бумаги, можно клеить древесину, стекло, кожу, линолеум, фарфор.

Работать с синтетическими клеями на основе эпоксидных смол надо в вытяжном шкафу, надев резиновые или полиэтиленовые перчатки на бязевой подкладке. Силикатный клей опасен при попадании в глаза.

Технологический процесс склеивания независимо от материала и конструкции включает: подготовку поверхности к склеиванию (очистка и обезжиривание), зачистку наждачной бумагой, нанесение клея на соединяемые поверхности, выдержку после нанесения клея, сборку соединяемых деталей, сдавливание (от 5 мин до 2 сут), очистку шва от потеков, контроль качества соединения.

§ 3. ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ

Для уменьшения шероховатости, улучшения внешнего вида и повышения сопротивляемости коррозии и гниению поверхности моделей тщательно обрабатывают. Широкое распространение при этом получила отделка лаками, красками и другими

материалами, так как они хорошо закрывают поры и углубления металлических поверхностей, ворсистость и мшистость деревянных, придают им нужный блеск и цвет.

Отделка — очень важный этап в изготовлении моделей, на нее прежде всего обращают внимание. Дети любят заниматься отделкой, для них это доступный способ выразить свое понимание красоты вещей. Выбор цвета или сочетаний цветов, орнамента — все это служит эстетическому воспитанию учащихся.

Материалы для подготовки поверхности к отделке. Для подготовки поверхности к отделке применяют грунтовки, порозаполнители, шпатлевки различных видов. Грунтом для стальных деталей может служить жидкий раствор наносимой краски, но с добавкой олифы или глифталевого лака. В качестве пигмента лучше всего применять свинцовый или железный сурик. Состав грунта: сурик железный сухой — 25% (по массе), крон цинковый — 25%, олифа или глифталевый лак — 50%. Для цветных металлов хорошо зарекомендовали себя грунты на основе цинкового крона такого состава: крон цинковый или краска цинковая желтая — 40%, олифа или глифталевый лак — 60%. При прозрачной отделке деталей из древесины применяются нитроцеллюлозные грунтовки НЦ-48, НЦ-0127 (для имитационной отделки), канифольно-казеиновая № 238, а также грунтовки ГМ-11, ГМ-12. Последние не поднимают ворса, не требуют шлифования после высыхания, не вуалируют текстуру древесины и используются под нитролаки.

Широкое применение при отделке моделей судов, сельскохозяйственных машин, автомобилей получили порозаполнители КФ-1, КФ-2, ПМ-11, ЛК и нитрошпатлевка НШ-1. При работах масляными красками употребляют масляную и лаковую шпатлевки. Состав масляной шпатлевки: мел — 60% (по массе), охра — 10—12%, сажа — 2% или белила 6—8%, остальное — жидкость для разведения, состоящая из олифы — 25%, лака — 20%, скипидара — 25%, сиккатива — 30%. При отсутствии некоторых компонентов можно применять шпатлевку такого состава: 70—75% мела и 25—30% олифы. Лаковая шпатлевка содержит 75—80% мела с пигментами и 20—25% подмазочного лака (74 или 75).

Материалы для отделки поверхности. Для прозрачной отделки деталей из древесины используют масляные лаки 4С, 5С, 7С, нитролаки НЦ-221, НЦ-241, НЦ-241М и политуры. Политуры служат для создания ровного, зеркально блестящего прозрачного покрытия, выявляющего и углубляющего естественную текстуру древесины. Используют спиртово-щелочные политуры 13 (светло-коричневого цвета), 14 (темно-коричневого цвета), 15 (красно-малинового цвета), 16 (черно-синего цвета). Нитрополитуры образуют более стойкие покрытия, чем спиртовые. Их применяют для полирования нитролаковых покрытий

после разравнивания или шлифования. Нитрополитуру НЦ-314 смешивают с щелочной политурой и растворителем РМЛ в соотношении 1 : 1 : 1.

Для непрозрачной отделки моделей и технических устройств применяют краски и эмали. Цветовое многообразие можно получить, составляя смеси из красок основных цветов: красного, желтого и синего. Рекомендуемый минимум красок: желтая стронциевая или кадмий желтый, охра (светло-желтая или золотистая), умбра или сиена натуральная (коричневая), краплак (красная), зеленая изумрудная, ультрамарин (синяя) и обязательно белила. Эти краски могут обеспечить все 130 цветовых переходов, имеющихся в спектре солнечного луча. Чтобы исключить грязноватость покраски при механическом смешивании красок, надо смешивать их в соответствии с очередностью, устанавливаемой «цветовым кругом». Нельзя соединять неустойчивые друг к другу в химическом отношении красящие вещества, например свинцовые белила, представляющие собой углекислый свинец и его водные окислы, с красками, содержащими сернистые соединения — ультрамарином, киноварью. В разбавляемые краски для ускорения высыхания вводят от 5 до 10% сиккатива.

При выборе цветовых пар надо помнить, что для быстродвигающейся модели возможны оптические смещения, и добиваться резкости контрастов. Стандарты рекомендуют следующие пары контрастных цветов: белый с красным, белый с черным, зеленый с черным, красный с черным, желтый с черным. При покраске спортивных моделей самолетов и планеров выбирают цвета, составляющие контраст с цветом неба в данной широте.

Для улучшения лакокрасочных покрытий и придания им блеска используют разравнивающие и полировочные жидкости, полировочные пасты, составы для удаления жировых загрязнений после полирования. Для разравнивания нитролаковых покрытий применяют жидкости НЦ-313 и РМЕ. Полировочные пасты содержат абразивные порошки с высокой дисперсностью и небольшой твердостью, такие, как окись аммония, окись хрома, меловая пудра и др.

Для полирования металлических поверхностей широко применяют пасты ГОИ: грубую (светло-зеленую), среднюю (зеленую) и тонкую (черную с зеленоватым оттенком). При полировании смоляными политурами, разравнивающими и полировочными жидкостями и пастами на отделываемой поверхности остаются масла и жиры. Их удаляют полировочной водой № 18 или восковым полирующим составом № 3.

Пленочные и листовые отделочные материалы на основе бумаг и синтетических смол. Эти материалы делятся на прозрачные и непрозрачные, одни из них требуют после приклеивания отделки, другие не требуют. Пленки на бумажной основе

могут быть имитирующими, т. е. с текстурой древесины или с другим рисунком (заменяют шпон), или без имитации (заменяют грунтовочный слой под эмали).

На основе синтетических смол выпускают пленки из полистирола, полиэтилена, пропилена, поливинилхлорида и полиамидов толщиной от 0,005 до 0,3 мм. Они применяются в авиа- и судомоделировании. Для постройки моделей летательных аппаратов получили распространение металлизированные (с напылением алюминия) пленки толщиной от 0,005 до 0,12 мм. Их применяют для парашютов, триммеров, крыльев и для наружной отделки корпусов моделей-копий (в целях имитации металла).

Нанесение надписей и знаков. Существует несколько способов нанесения опознавательных знаков и инициалов авторов на моделях, участвующих на соревнованиях. Самый простой и распространенный из них заключается в том, что необходимые знаки вырезают из бумаги, отличающейся по цвету от модели. Сначала знаки вычерчивают на миллиметровой бумаге, затем подкладывают под нее бумагу (на один-два листа больше, чем нужно для знаков) и на доске острым ножом вырезают знаки, приклеивают их к модели после отделки поверхности и покрывают прозрачным лаком.

На моделях-копиях и спортивных моделях надписи делают распылителем через специальные трафареты. Хорошие надписи с четкими границами шрифта на плоских поверхностях получаются, если шрифт выпилить из целлулоида толщиной 0,5 мм или фанеры толщиной 1 мм и, применив его как шаблон, вырезать трафареты шрифта из пропарафиненной конденсаторной бумаги. Готовый трафарет накладывают на место нанесения надписи. Кромки бумаги смачивают водой с помощью мягкой кисти, расправляя прилипший к поверхности трафарет, устраняют морщинки, под которые может затечь краска. Излишки влаги снимают промокательной бумагой и затем наносят краску кистью или распылителем. Закончив покраску, трафарет немедленно снимают. После высыхания остатки бумаги смывают водой, а неровности краев краски подчищают лезвием бритвы.

Для трафаретов широко используют также липкую ленту. Ее наклеивают на стекло и вырезают нужную надпись. Если размер надписи больше, чем ширина ленты, то наклеивают несколько полос так, чтобы последующая полоса на 5—6 мм перекрывала предыдущую.

§ 4. МОДЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Для приведения в движение моделей и технических устройств применяют различные двигатели: тепловые, электрические и механические. Наиболее сложные модели имеют целый комплекс, состоящий из теплового и системы электрических двигателей, радиоаппаратуры.

Рассмотрим основные типы модельных двигателей. Из тепловых двигателей широко применяются микродвигатели внутреннего сгорания поршневые, реактивные и ракетные.

Поршневые двигатели. По способу зажигания рабочей смеси модельные двигатели делятся на калильные — с зажиганием от калильной свечи и компрессионные — с воспламенением горючей смеси от сжатия. Правилами соревнований предусмотрена классификация поршневых микродвигателей по их рабочему объему (три категории): I — с рабочим объемом до 2,5 см^3, II — от 2,5 до 5,0 см^3, III — от 5,0 до 10,0 см^3. Такое деление двигателей позволяет точнее сравнивать ходовые или летные качества различных моделей и создает одинаковые условия соревнований. Краткая характеристика спортивных поршневых микродвигателей дана в приложении (табл. 2). В настоящее время на модели каждого класса устанавливают двигатели определенного типа.

На авиамодели устанавливают микродвигатели следующих типов:

двигатель МК-17 — на кордовые тренировочные модели-копии, таймерные модели самолетов;

двигатель МК-12В — на таймерные, пилотажные, скоростные модели и на модели воздушного боя; получил массовое распространение;

двигатель МД-2,5К «Метеор» — на скоростные, таймерные модели самолетов, модели воздушного боя; наиболее распространенный двигатель с калильным зажиганием;

двигатель ЦСКАМ-1 — на гоночные модели; конструкция его аналогична конструкции МД-2,5К «Метеор»;

двигатель МД-2,5А «Комета» — на пилотажные и радиоуправляемые модели самолетов;

двигатель «Полет» — на пилотажные модели, а также на модели-копии и радиоуправляемые модели; в последнем случае его дополнительно оборудуют приспособлениями для регулирования мощности;

двигатель МАИ-10 — на кордовые модели: пилотажные и копии, а также на радиоуправляемые; экспонировался на ВДНХ, отмечен серебряной медалью;

двигатель МАИ-25 — на тяжелые модели летательных аппаратов.

Пульсирующий воздушно-реактивный двигатель РАМ-1 используется на кордовых моделях. С этим двигателем был установлен абсолютный мировой рекорд скорости моделей (395,64 км/ч).

Для скоростных кордовых моделей автомобилей применяют двигатели МД-2,5К, МД-5А, МАИ-10, ОТМ-2,5 «Сокол».

В отличие от авиамоделей двигатели морских моделей эксплуатируются в более тяжелых условиях. Очень часто двигатель перестает работать при погружении модели в воду или

при попадании водяных брызг в диффузор. На скоростных моделях-глиссерах и других применяют обычно двигатели типа МД-5А «Комета» и МД-2,5К «Метеор», МАИ-10, МАИ-25, ОТМ-2,5 «Сокол».

Топливные смеси для микродвигателей состоят из ряда компонентов: горючего (керосина, этилового эфира, метилового спирта), смазочных масел (касторового, минерального МК8, солярового) и присадок. Состав смеси выбирают в зависимости от ее назначения: для обкатки двигателей применяют смеси с большим содержанием смазочных масел, для нормальной работы двигателя — с небольшим количеством смазочных масел и большим содержанием горючего, для получения максимальной мощности — с разнообразными присадками, повышающими активность сгорания топлива (например, амилнитрит увеличивает мощность двигателя почти на 20%).

Составление топливной смеси — ответственное и сложное дело. Необходимо иметь чистую герметичную посуду, лучше темного цвета, шприцы, воронки, мензурку и фильтры. Соединять компоненты топлива надо в определенной последовательности. Для компрессионных двигателей сначала растворяют в эфире смазочные вещества, затем добавляют керосин или соляровое масло и в последнюю очередь — присадки. Амилнитрит вводят обычно перед запуском. После этого смесь фильтруют, отстаивают в течение 1,5—2 сут в темном помещении при температуре 20—25 °С и снова фильтруют. Для двигателей с калильным зажиганием в метиловом спирте растворяют касторовое масло (смазочное вещество), присадки, взбалтывают, дают отстояться и фильтруют. Метиловый спирт ядовит. Нельзя обкатывать двигатель в закрытом помещении без вентиляции. Топливные смеси и горючие смазочные материалы огнеопасны, а при температуре воздуха выше 25 °С и взрывоопасны. Хранят их в несгораемом шкафу, в герметичных сосудах, на которые наклеены этикетки с соответствующими надписями. Не следует применять на соревнованиях горючее, ранее не опробованное на данном двигателе.

Существует много рецептов смесей для различных состояний двигателя, погодных условий, целей запуска. Наиболее часто применяемые приведены в табл. 3 (см. приложение).

При эксплуатации микродвигателей необходимо соблюдать правила безопасной работы:

прежде чем запустить двигатель, его нужно надежно закрепить на модели или на испытательном стенде;

запрещается крепить двигатель за картер, так как это может привести к деформациям и трещинам картера;

запускать двигатели можно только в помещениях, где есть принудительная вентиляция, или на открытом воздухе на специально оборудованных площадках — кордодромах;

перед установкой воздушного винта на двигатель следует

убедиться в том, что на нем нет трещин, зазубрин или заусенцев, и отбалансировать его (дисбаланс воздушного винта приводит к большим вибрациям двигателя на модели, что ослабляет его крепление и может даже повредить модель);

нельзя находиться в плоскости вращения воздушного винта работающего двигателя, так как возможен разрыв винта из-за больших напряжений, возникающих в нем.

Электрические двигатели малой мощности (микроэлектродвигатели). В моделировании наиболее широко применяют двигатели постоянного тока. Они компактны, надежны, легко запускаются, бесшумны в работе, просты в эксплуатации и имеют большой срок работы. В зависимости от характера возбуждения электродвигатели постоянного тока делятся на двигатели с возбуждением от постоянных магнитов и от электромагнитов.

Электродвигатели с возбуждением от постоянных магнитов выпускаются мощностью от десятых долей до десятков ватт нескольких типов: ДПМ, ДПР, ДП, ДИ. Техническая характеристика их дана в табл. 4 (см. приложение).

Электродвигатели типа ДПМ выпускаются в трех вариантах: Н1 — с одним выходным концом вала, Н2 — с двумя выходными концами, Н3 — с центробежным регулятором частоты вращения.

Электродвигатели типа ДПР исполняют в четырех вариантах: Н1 — нормальное с одним выходным концом вала, Н2 — нормальное с двумя выходными концами, Ф1 — фланцевое с одним выходным концом вала, Ф2 — фланцевое с двумя выходными концами. Они имеют шесть габаритов: наружный диаметр корпуса 15 мм принят за исходный, а диаметр следующего габарита на 5 мм больше предыдущего.

Примеры расшифровки обозначений электродвигателей:

ДПМ-20-Н1-01: ДПМ — двигатель постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов; 20 — наружный диаметр корпуса 20 мм; Н1 — исполнение с одним выходным концом вала; 01 — порядковый номер исполнения по номинальным данным.

ДПР-42-Н1-05: ДПР — электродвигатель постоянного тока с полым немагнитным якорем и возбуждением от постоянных магнитов; 4 — номер габарита; 2 — двухполюсный; Н1 — нормальное исполнение с одним выходным концом вала; 05 — порядковый номер исполнения по номинальным данным.

В моделировании применяют электродвигатели постоянного тока с возбуждением от электромагнитов преимущественно типов МУ, Д и СД. Самые распространенные из них — МУ-30, МУ-50, МУ-100 — двигатели с двумя сериесными обмотками возбуждения. Эти двигатели можно реверсировать, переключая питание с одной обмотки возбуждения на другую без изменения направления тока в обмотке якоря, они обладают большим крутящим моментом на валу ($M_{кр}$). Однако у двигателей типа МУ есть недостатки: при увеличении нагрузки резко уменьшается частота вращения вала и чрезмерно увеличивается потребление тока.

Наша промышленность выпускает компактные малогабаритные электродвигатели переменного тока. Наиболее широко применяется при изготовлении функциональных моделей и технических устройств двигатель типа РД-09 — реверсивный конденсаторный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором. Он имеет встроенный редуктор с определенным коэффициентом редукции. Технические данные его приведены в табл. 4 (см. приложение).

Чтобы электродвигатель мог нормально работать длительное время, необходимо своевременно производить его профилактический осмотр и смазывать подшипники вала. У коллекторных двигателей следует периодически очищать от пыли и масла пластины коллектора, протирая их чистой тряпкой, смоченной бензином или спиртом. Щетки должны свободно перемещаться в щеткодержателях и плотно (всей поверхностью) прилегать к пластинам коллектора.

Микроэлектродвигатели уступают двигателям внутреннего сгорания по мощности, отнесенной к их массе. Поэтому их редко устанавливают на авиамоделях в качестве основного двигателя. Двигатели мощностью 0,2—1,5 Вт используют в рулевых машинках радиоуправляемых моделей, а также для привода различных механизмов кордовых авиамоделей-копий (для уборки шасси и выпуска щитков, регулирования частоты вращения и остановки основного двигателя), моделей судов и др. Следует отметить, однако, что после переделки двигатели ДИ-1-3 и МЭД-40 можно устанавливать на авиамодели (кордовые и свободного полета) в качестве основного (см.: «Моделист-конструктор», 1979, № 5, с. 27).

Наиболее распространенные двигатели типа ДП, ДИ, МЭД устанавливают обычно на небольших моделях, игрушках (они входят в наборы различных детских конструкторов), двигатели типа МУ — на различных самоходных и радиоуправляемых моделях кораблей и судов. Так, для обеспечения масштабной скорости самоходной модели гражданского судна водоизмещением до 16—18 кг ставят двигатель МУ-30, а на модель крейсера или эсминца того же водоизмещения — двигатель МУ-100 или два двигателя МУ-50. Двигатели типа МУ, РД-09, СД, Д устанавливают на функциональных моделях транспортных, сельскохозяйственных, землеройных и других машин. Для питания электрических двигателей моделей применяют химические источники тока, предназначенные для одноразового (элементы) или многоразового (аккумуляторы) использования, а также батареи, состоящие из нескольких параллельно или последовательно соединенных элементов или аккумуляторов.

Сухие гальванические элементы бывают различной конструкции: стаканчиковые, галетные и пуговичные.

Для питания электродвигателей применяются: стаканчиковые элементы 1,6-ФМЦ-У-3,2; 1,6-ПМЦ-Х-1; 1,6-ПМЦ-У-3,2;

1,6-ПМЦ-У-8; 1,48-ПМЦ-9; 1,6-ТМЦ-7,5-У-8; 1,6-ТМЦ-У-28; 1,35-ТВМЦ-50 и др.; батареи из отдельных стаканчиковых элементов 3,7-ФМЦ-0,5; 4,1-ФМЦ-0,7; 4-САМЦ-1,0; 6,5-АНМЦ-1,3; 102-АМЦ-1,0; галетные батареи 70-АМЦГ-1,3; 100-АМЦГ-2,0.

В обозначении цифры, расположенные перед буквами, показывают напряжение в вольтах, после букв — заряд в ампер-часах (в соответствии с СИ заряд элемента или батареи измеряется в кулонах: 1 А·ч=3,6·10³ Кл).

Пуговичные элементы (для питания транзисторных схем типа МЦ-1К, МЦ-2К, МЦ-3К и МЦ-4К) имеют небольшую массу и большой срок службы, их можно перезарядить. Такой же способностью обладают элементы и батареи ФВС, «Крона» и др. Часто применяют как источник питания батарейки карманного фонаря марки 3336Л, 373 «Марс» и др.

Кислотные аккумуляторы имеют большую массу и габариты. Поэтому их используют после переделки на судомоделях и на больших моделях сельскохозяйственных машин и автомобилей. Чаще всего применяют анодные аккумуляторные батареи 10РА-10, авиационные — 12А-5 и 12А-10, мотоциклетные — 3МТ-6 и 3МТО-12, стартерные — 3СТ-42 и 6СТ-54. Переделка аккумуляторных батарей состоит в замене бачка более легким, изготовленным из органического стекла или полистирола (12А-5), в уменьшении размеров пластин — ширины (12А-10) или высоты (в батареях типа 3МТ). Аккумуляторную батарею можно сделать самим из имеющихся в продаже пластин.

Щелочные аккумуляторы по материалу электродов подразделяются на кадмиево-никелевые (ламельные, безламельные и герметичные), железо-никелевые, серебряно-цинковые, никель-цинковые, серебряно-кадмиевые.

Наиболее распространены кадмиево-никелевые щелочные аккумуляторы. Сейчас выпускаются малогабаритные кадмиево-никелевые аккумуляторы нескольких типов в герметичном исполнении. Наибольшее применение из них получили дисковые аккумуляторы Д-0,06, Д-0,07, Д-0,12 и Д-0,20 (Д — дисковый, цифра — значение заряда в А·ч). Промышленность выпускает также цилиндрические (АЧ, НФЧ, НФ6, Н7, ЦНК-0,2, ЦНК-0,45, ЦНК-0,85, КНГЦ-1Д и др.) и прямоугольные (КНГ-0,35Д, КНГ-0,7Д, НКГ-1,0Д и др.) кадмиево-никелевые аккумуляторы в герметичном исполнении (цифры — заряд в А·ч).

Серебряно-цинковые аккумуляторы имеют заряд, отнесенный к массе или объему, в 4—5 раз выше, чем рассмотренные ранее аккумуляторы, но небольшой срок службы. Этот срок можно продлить проведением «лечебных» циклов — заряда и разряда 2—3 раза в месяц током нормальной силы.

Перед эксплуатацией аккумуляторы отформовывают, т. е. проводят два цикла заряда-разряда. Заряд проводят постоянным током, контролируя его силу и напряжение на аккумуля-

торе, и прекращают при возрастании напряжения на кадмиево-никелевом аккумуляторе до 1,76—1,85 В, а на серебряно-цинковом — до 1,95—2,02 В. При разряде аккумулятора напряжение на выводах доводят до 1 В, а затем разряд прекращают во избежание порчи аккумулятора.

Стендовые испытания двигателей. Перед установкой двигателя на модель его предварительно регулируют и испытывают на стенде, чтобы определить эффективную мощность. Для регулирования поршневых микродвигателей с рабочим объемом до 2,5 см^3 применяют стенд, показанный на рис. 23. Он имеет зажим для крепления двигателя и топливного бака, смонтированный на основании (размеры стенда 134×120×84 мм).

Эффективную мощность микродвигателя чаще всего определяют с помощью балансирного станка. На нем измеряют крутящий момент на валу и частоту вращения коленчатого вала и по формуле подсчитывают мощность двигателя (кВт):

$$N_э = M_{кр} n / 9555,$$

где $M_{кр}$ — крутящий момент, Н·м;
n — частота вращения вала, об/мин;
9555 — постоянный коэффициент.

Балансирный станок (рис. 24) состоит из двух частей: подвижной части *1*, качающейся на оси *4*, и неподвижной станины *2*. Испытуемый двигатель устанавливают на подвижной части, она уравновешивается контргрузом весом Q. К подвижной

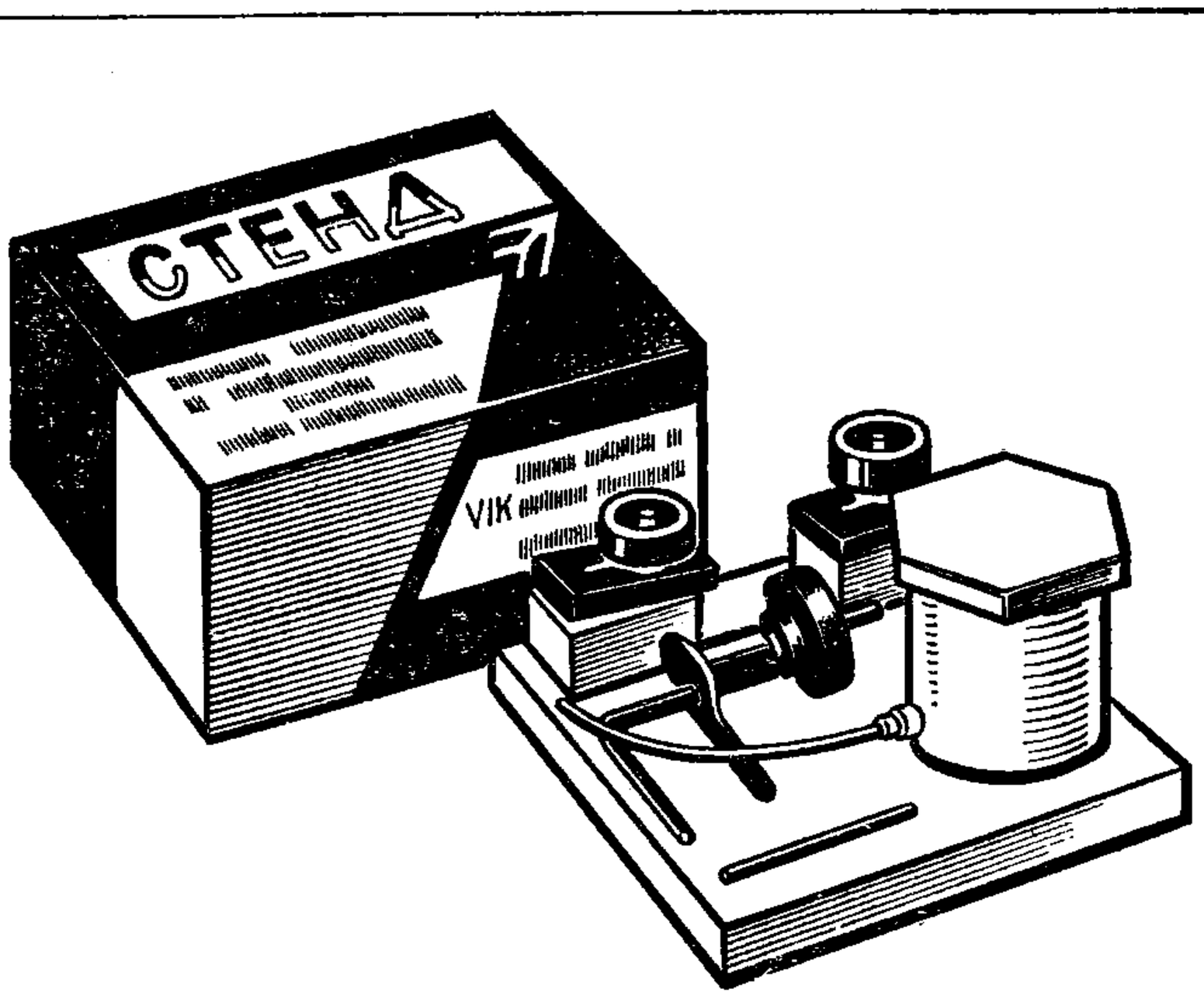


Рис. 23. Регулировочный стенд.

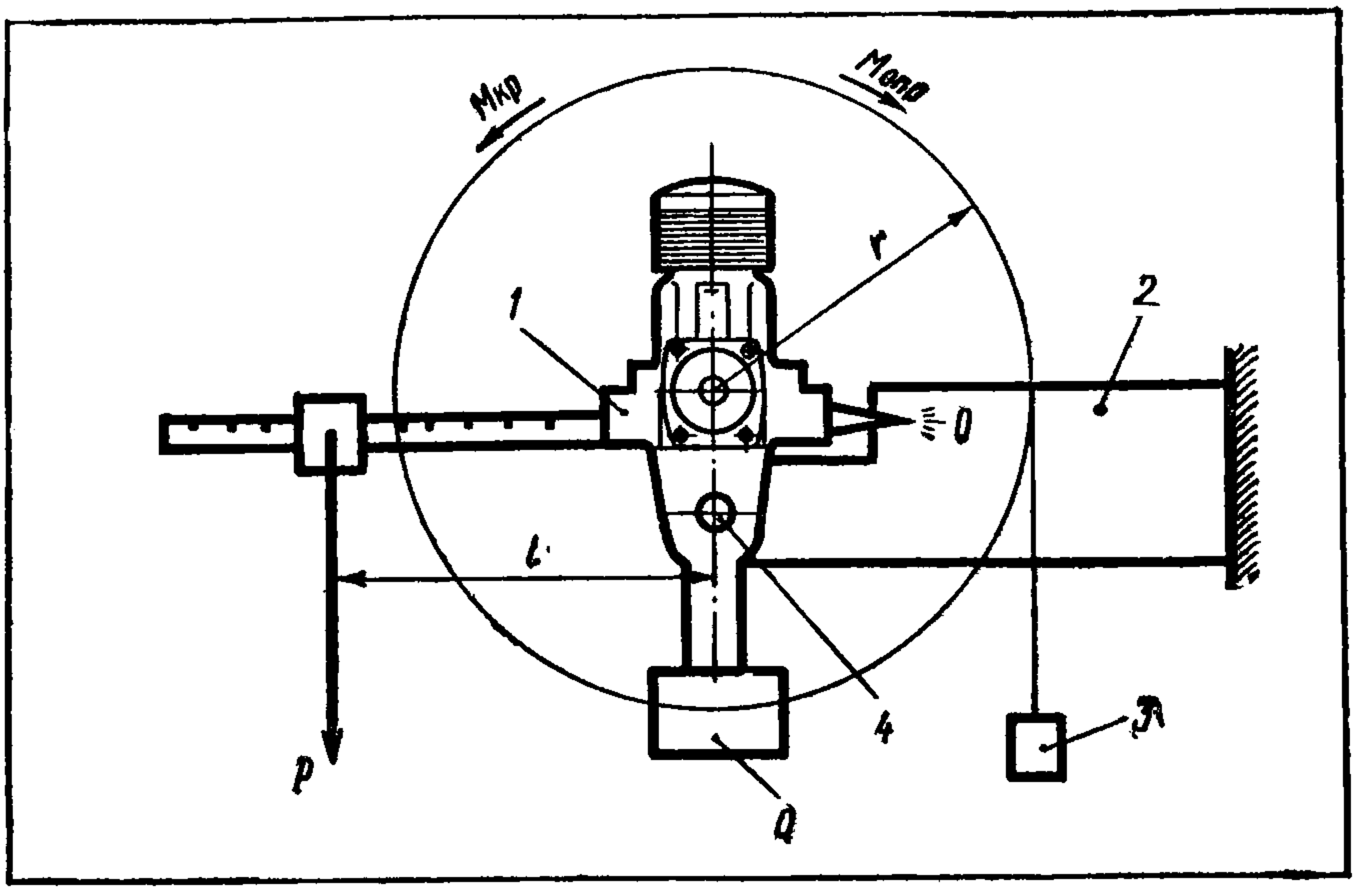


Рис. 24. Балансирный станок:

1 — подвижная часть; *2* — станина; *3* — тарировочный груз; *4* — ось.

части прикреплена штанга с подвижным грузом весом P. При работе двигателя создается реактивный опрокидывающий момент, равный по значению $M_{кр}$, но в направлении, противоположном вращению вала. Под действием этого момента ($M_{опр}$) подвижная часть с двигателем отклоняется от горизонтального положения. Чтобы восстановить горизонтальное положение, перемещают груз P. Крутящий момент определяют по формуле

$$M_{кр} = Pl,$$

где P — вес груза, Н;

l — длина плеча рычага от оси вращения до центра тяжести груза P, м.

Для того чтобы сразу получать значение $M_{кр}$, штангу тарируют следующим образом: на валу двигателя закрепляют диск диаметром 150—200 мм, к которому подвешивают поочередно тарировочный груз *3* (гирьки массой 25, 50, 75 и т. д.). Каждый раз с помощью подвижного груза уравновешивают подвижную часть таким образом, чтобы она вернулась в исходное положение. Для контроля положения подвижной части на ней закрепляют стрелку, которую в исходном положении совмещают с отметкой на неподвижной части станка. Зная радиус r диска и вес гири (в ньютонах), определяют значение тарированного крутящего момента, которое записывают напротив риски положения уравновешивающего груза.

Частоту вращения коленчатого вала двигателя измеряют с помощью тахометра.

Полезную мощность микроэлектродвигателей определяют на самодельном стенде. Для изготовления стенда необходимы два амперметра, два вольтметра, реостат, динамомашина и доска для основания размером 400×150×30 мм. В качестве динамомашины можно использовать микроэлектродвигатель той же мощности, что и испытуемый, с постоянными магнитами или шунтовой обмоткой возбуждения. Шунтовую обмотку на время испытаний подключают к внешнему источнику тока, чтобы создать магнитное поле, индуцирующее ток в якоре динамомашины.

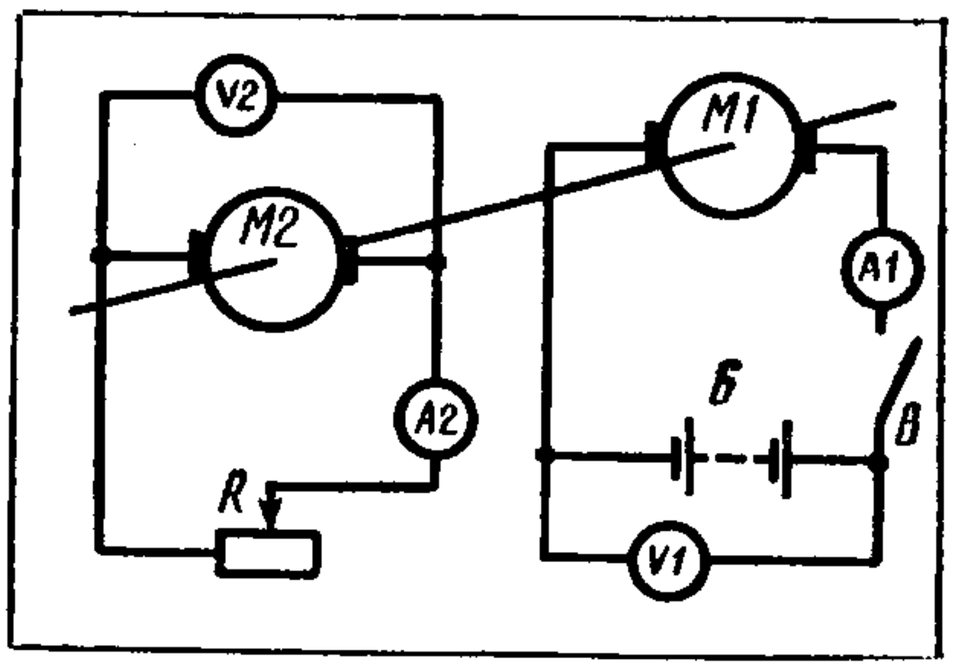


Рис. 25. Схема стенда для определения полезной мощности микроэлектродвигателя.

Вал испытуемого двигателя муфтой соединяют с валом динамомашины и подключают их по схеме, приведенной на рис. 25. С помощью выключателя *В* запускают испытуемый микроэлектродвигатель *М1* и снимают показания вольтметра *V1* и амперметра *A1*. Потребляемая электродвигателем мощность равна $N_п = IU$. Полезная мощность равна:

$$N = I'U',$$

где I' — показание амперметра *A2*;

U' — показание вольтметра *V2* микроэлектродвигателя *М2*.

Устанавливая реостатом *R* разные нагрузки, находят значения $N_п$ и $N_э$. Их отношения дадут значение КПД в зависимости от нагрузки. По этим данным и оценивают пригодность двигателя для установки на выбранную модель.

Контрольные вопросы. 1. Какие требования предъявляют к помещению для занятий по конструированию и моделированию? 2. Какой инструмент необходим для изготовления модели и технического устройства? 3. Какие металлические материалы наиболее широко применяются для изготовления моделей и технических устройств? 4. Какие древесные материалы используют при постройке авиа-, судомоделей? 5. Какие применяют неметаллические материалы, кроме древесины? 6. Для каких целей используют припои и клеи различных марок? 7. Как подготавливают поверхность к отделке? 8. Какими красками, эмалями и лаками покрывают поверхности моделей? 9. Как выполняют надписи на моделях? 10. Какие поршневые микродвигатели устанавливают на авиамоделях, на моделях автомобилей, кораблей? 11. Как приготовить топливную смесь для поршневого двигателя? 12. На каких моделях устанавливают электрические двигатели типа ДПР, МУ, РД-09? 13. Как расшифровать обозначение типов электродвигателей ДПМ-25-Н1/Н2-03, ДПР-72-Н1/Н2-08? 14. Какие источники тока применяют для питания модельных электродвигателей? 15. С какой целью и как проводят стендовые испытания двигателей?

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

ГЛАВА 5

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ИЗ ЛЕГКООБРАБАТЫВАЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ И ДЕТАЛЕЙ КОНСТРУКТОРОВ

§ 1. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ИЗ БУМАГИ И КАРТОНА

Бумага и картон легко поддаются обработке и широко используются при изготовлении моделей. Чтобы получить модели хорошего качества, нужно соблюдать определенные правила резания, сгибания и склеивания. Толстую бумагу и картон режут специальным картонажным или сапожным (рис. 26) ножом, обычную бумагу и тонкий картон — канцелярскими ножницами. Резать бумагу и картон ножом следует на подрезной доске с широкой и ровной поверхностью. Гладкая поверхность обеспечивает плотное прилегание бумаги и позволяет получить ровный обрез. Для вырезания элементов конструкции, ограниченных кривыми линиями, используют ножницы с короткими лезвиями и острыми концами. Рабочие части ножниц и ножа должны быть острыми. Тупой инструмент рвет бумагу и дает неровный срез. Во время работы по мере затупления инструмент следует затачивать.

Для разглаживания складок на бумаге или выравнивания места сгиба служит фальцбейн (рис. 27) с полированной рабочей поверхностью.

Детали конструкций из бумаги и картона соединяют с помощью клея, нанося его на поверхность склеиваемых деталей плоской кистью или тампоном из мягкой ткани.

Задание 1. Подготовить к работе инструмент для обработки бумаги и картона.

Цель. Освоение приемов заточки режущих инструментов.

Объект работы. Картонажный нож и ножницы.

Инструмент и материалы. Электрическое точило ЭТ-62, абразивный брусок, оселок, ветошь, сосуд с водой.

Методические рекомендации. Нож и ножницы затачивают сначала на электрическом точиле, потом на абразивном бруске и окончательно — на оселке.

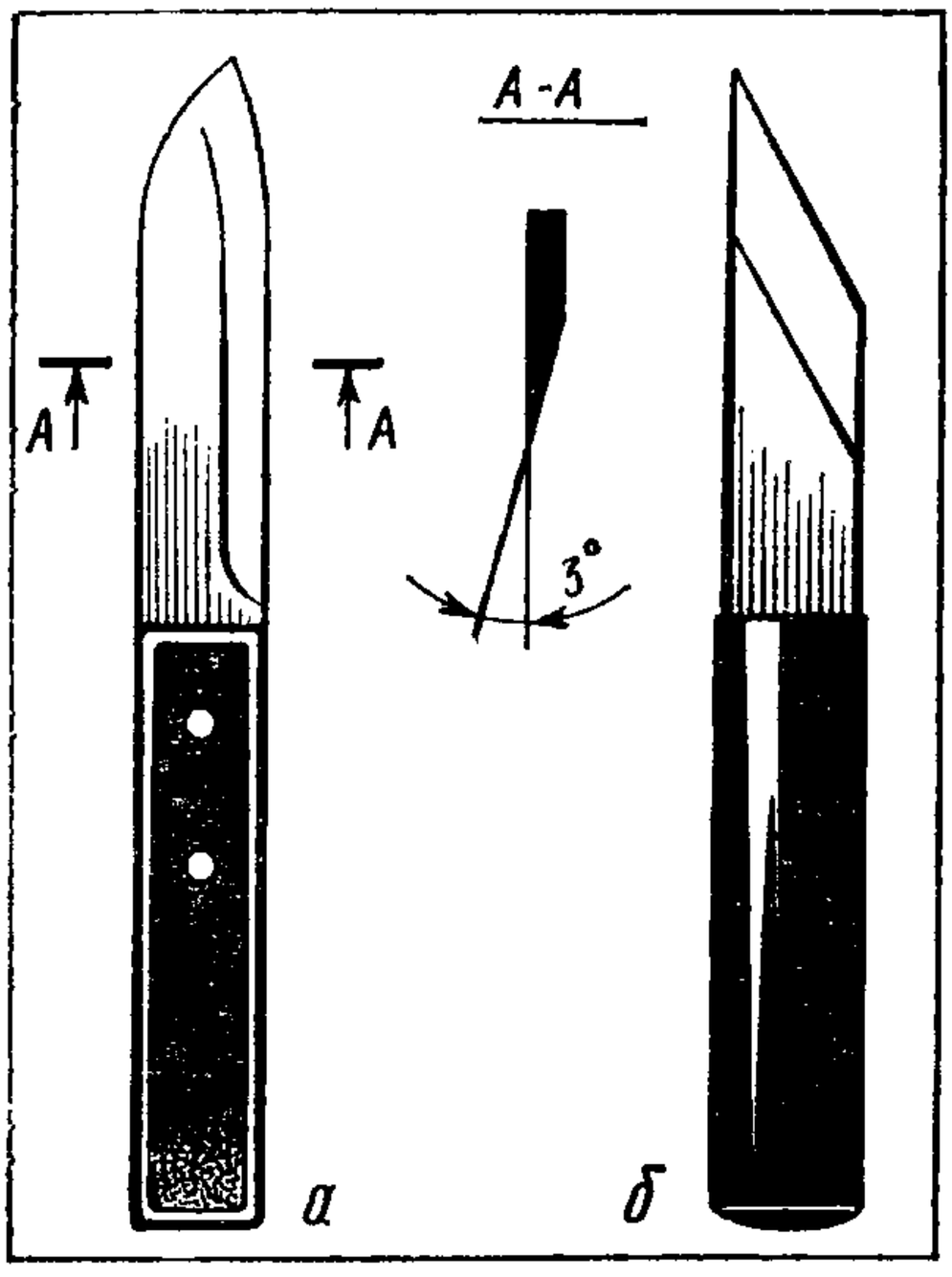


Рис. 26. Картонажный (*а*) и сапожный (*б*) ножи для разрезания бумаги.

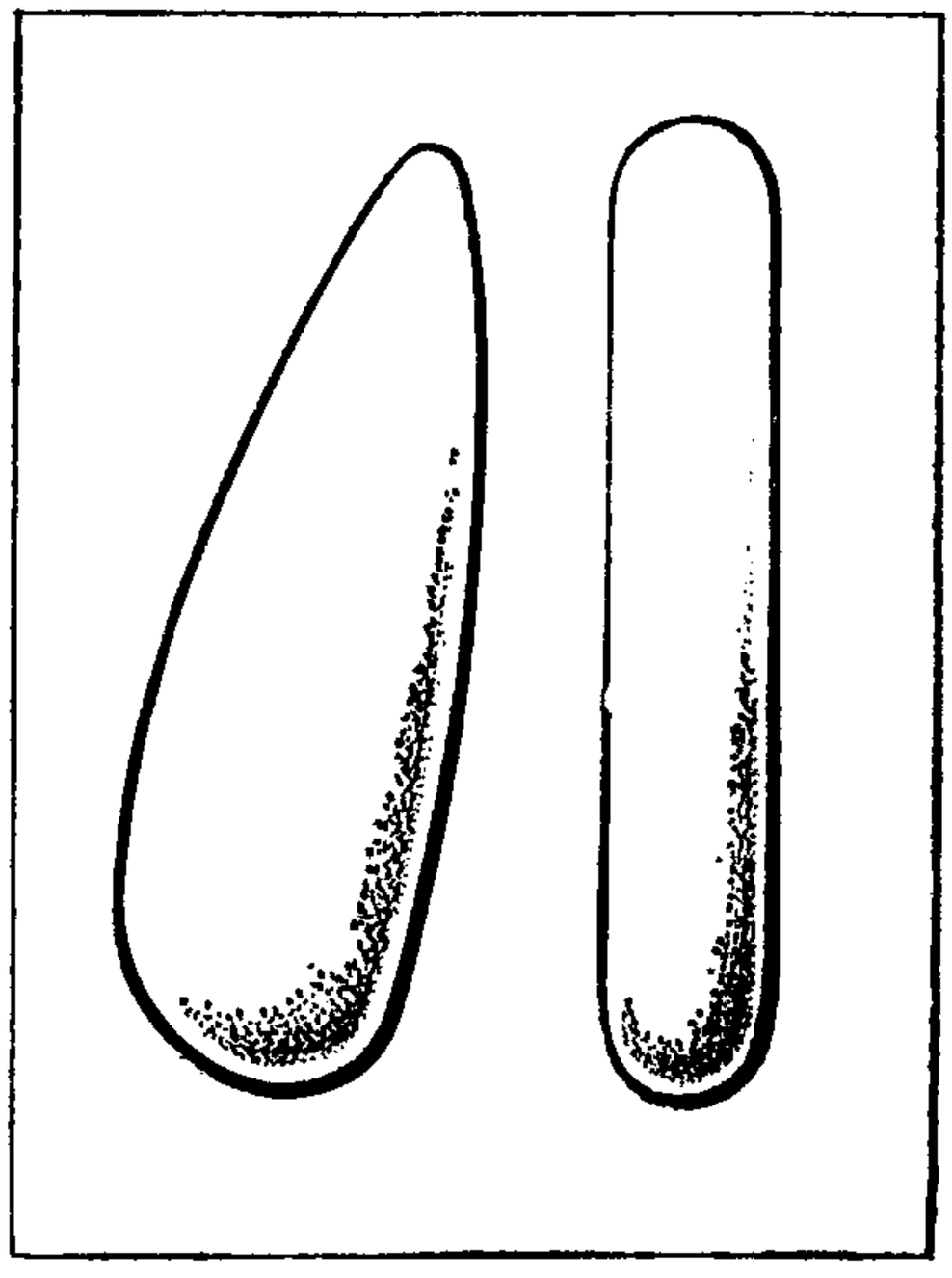


Рис. 27. Фальцбейн.

Чтобы нож не потерял твердость, его лезвие прижимают к абразивному кругу с небольшим усилием, без остановки плавно перемещают его и периодически охлаждают в воде. Правильно заточенный нож должен иметь светлую ровную и плоскую фаску с углом заострения 3—5°.

При затачивании вручную нож плотно прижимают фаской к абразивному бруску и перемещают возвратно-поступательно поперек и немного вдоль так, чтобы он затачивался по всей длине. Нажимают на нож вначале сильно, потом слабее, иначе на режущей кромке к концу затачивания отогнется заусенец. На рабочей поверхности бруска вскоре появятся синие полосы и пятна — металлические стружки, оставшиеся между абразивными зернами бруска. Их нужно периодически смывать ветошью, обильно смоченной водой, иначе они будут препятствовать соприкосновению ножа с режущими гранями абразивных зерен и затачивание замедлится или вовсе прекратится.

Окончательную доводку выполняют на оселке, перемещая нож круговыми движениями со слабым нажимом. Качество заточки определяют визуально. Для этого встают лицом к свету и смотрят сверху на режущую кромку. Если вся кромка или часть ее светятся узкой полосой, то нож тупой и затачивание нужно продолжить. Остро отточенный нож имеет темную невыделяющуюся режущую кромку.

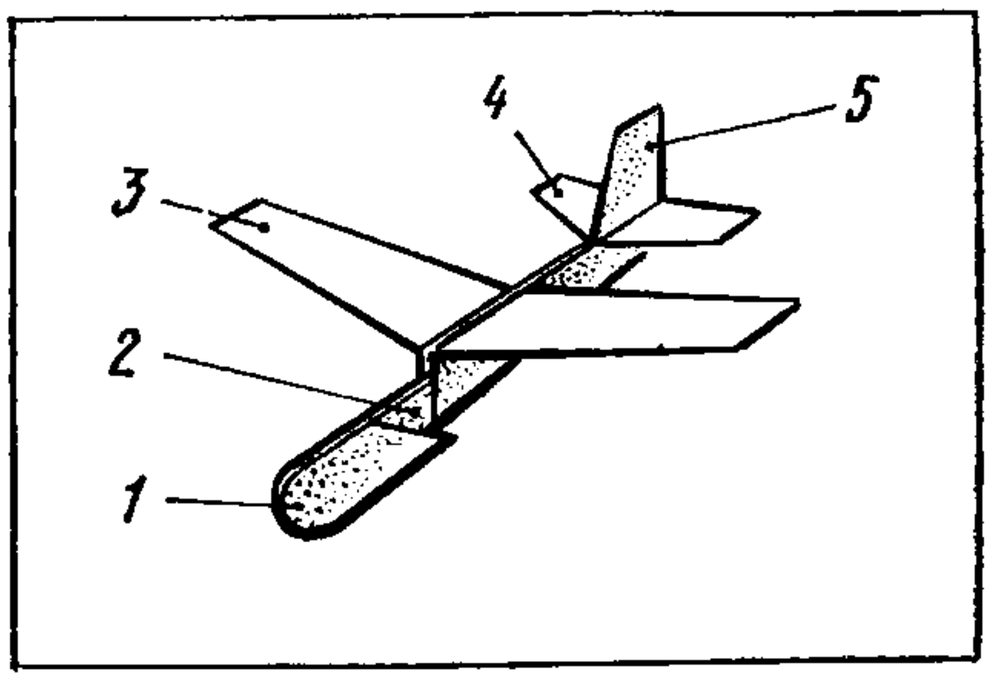


Рис. 28. Простейшая модель планера:

1 — носовая часть фюзеляжа; *2* — фюзеляж; *3* — крыло; *4* — стабилизатор; *5* — киль.

Ножницы затачивают так же, как нож, но с одной фаской по передней поверхности, выдерживая угол заострения 83—85°.

Задание 2. Изготовить простейшую модель планера.

Цель. Освоение приемов разметки, вырезания и склеивания заготовок из бумаги и картона.

Объект изготовления. Модель планера (рис. 28).

Инструмент и материалы. Картонажный нож, линейка, угольник, фальцбейн, подрезная доска, бумага чертежная, картон, клей, кисть, резиновая нить сечением 1×1 мм.

Методические рекомендации. На подобранных по размерам листах бумаги выполнить остро отточенным карандашом с помощью линейки и угольника чертежи крыла, стабилизатора и киля в масштабе 1 : 1, на картоне — чертеж фюзеляжа и его носовой части (рис. 29).

Упражнение 1. Сгибание, склеивание и вырезание заготовки крыла, стабилизатора и киля.

Крыло, стабилизатор и киль, сделанные из одного слоя бумаги, будут иметь недостаточную жесткость, поэтому их изготавливают из двух склеенных листов. Лист с чертежом крыла перегибают пополам по первой линии сгиба так, чтобы чертеж оказался с наружной стороны. Предварительно проводят с легким нажимом обратной закругленной стороной ножа вдоль линии сгиба по линейке. Этот прием облегчает сгибание бумаги и обеспечивает требуемую точность. Сложенную вдвое заготовку по линии перегиба проглаживают фальцбейном. Внутреннюю поверхность перегнутой заготовки равномерно смазывают клеем и укладывают заготовку под плоский пресс. Роль пресса может выполнять ровная доска с грузами, металлическая плита или другой плоский тяжелый предмет. После высыхания клея, пользуясь линейкой, картонажным ножом и подрезной доской (рис. 30, *а*), обрезают заготовку по линиям чертежа. Линейку следует прижимать к подрезной доске, чтобы избежать сдвига бумаги и искривления линий разрезов.

Нож плоской поверхностью лезвия прижимают к кромке линейки и плавно перемещают вдоль нее. Нажим ножа на бумагу должен быть достаточным для полного прорезания бумаги, но не чрезмерным, иначе будет портиться подрезная доска. Для предохранения ее от порчи под разрезаемую бумагу полезно подложить еще один лист плотной бумаги или

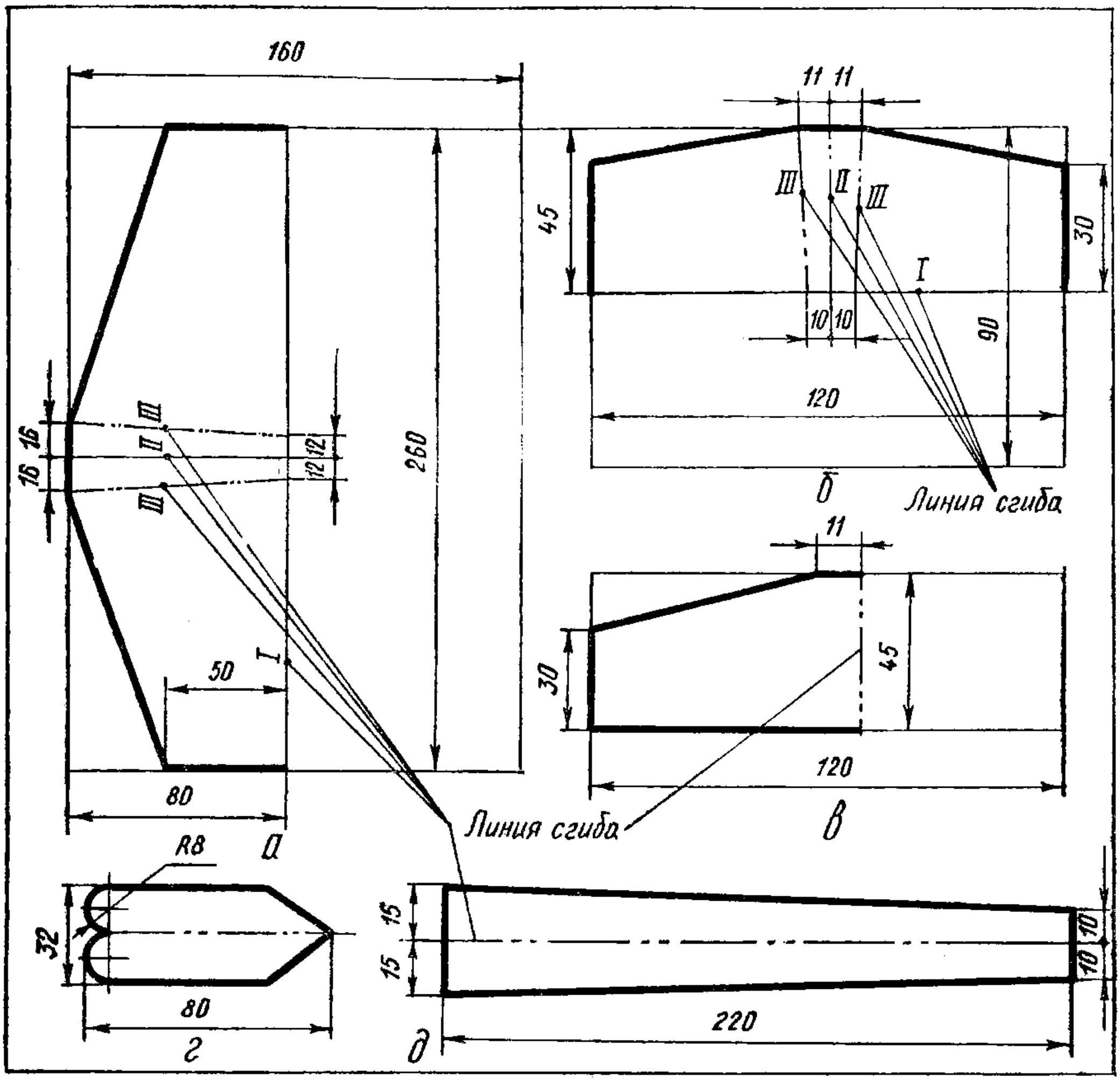


Рис. 29. Развертки частей модели планера:

а — носовой части фюзеляжа; *б* — фюзеляжа; *в* — крыла; *г* — стабилизатора; *д* — киля; *I*, *II*, *III* — линии сгиба.

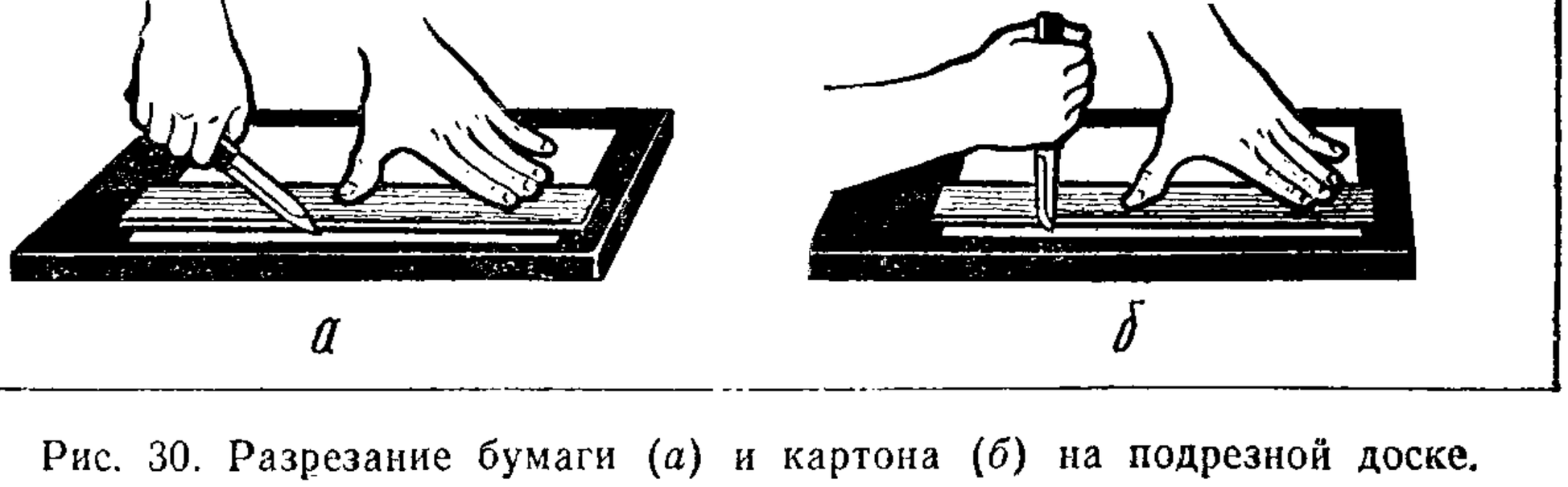


Рис. 30. Разрезание бумаги (*а*) и картона (*б*) на подрезной доске.

картона. Нож располагают перпендикулярно плоскости подрезной доски, что обеспечивает прямолинейность разреза и правильность расположения среза бумаги.

Заготовку крыла и стабилизатора сгибают по вторым и третьим линиям сгиба и проглаживают фальцбейном.

Упражнение 2. Вырезание и сгибание заготовок из картона. Обработка картона по сравнению с бумагой требует больших усилий, чем бумага. При резании картона нож надо держать лезвием вниз (рис. 30, *б*) и под бóльшим углом к поверхности, чем при резании бумаги.

Перед сгибанием картонной заготовки по всей линии сгиба делают неглубокий равномерный надрез. При сгибании надрез остается на внешней стороне. Закругленные элементы на носовой части фюзеляжа вырезают ножницами.

Упражнение 3. Сборка и регулирование модели. Заготовку фюзеляжа смазывают клеем по внутренним поверхностям, вставляют киль и кладут под пресс. Смазывают клеем внутреннюю поверхность носовой части и вклеивают в нее фюзеляж. Аналогично вклеивают фюзеляж в стабилизатор.

Крыло временно закрепляют на фюзеляже канцелярской булавкой и определяют расположение центра тяжести модели. Он должен находиться на расстоянии 56—57 мм от передней кромки крыла (рис. 31). Передвигая крыло вдоль фюзеляжа, добиваются выполнения этого условия. Если перемещение крыла не дает положительных результатов, то можно в носовой части поместить дополнительный груз (скрепки для бумаги). Добившись требуемой центровки, крыло приклеивают к фюзеляжу и регулируют модель в полете. Отклоняя плоскости крыла и стабилизатора на различные углы, добиваются плавного полета модели с руки. Затем два участника держат резиновую нить за концы, а третий прикрепляет ее в середине к буксирному крючку и натягивает нить, направляя модель по восходящей линии. Отпущенная модель взлетает и планирует. Модель готова к соревнованию.

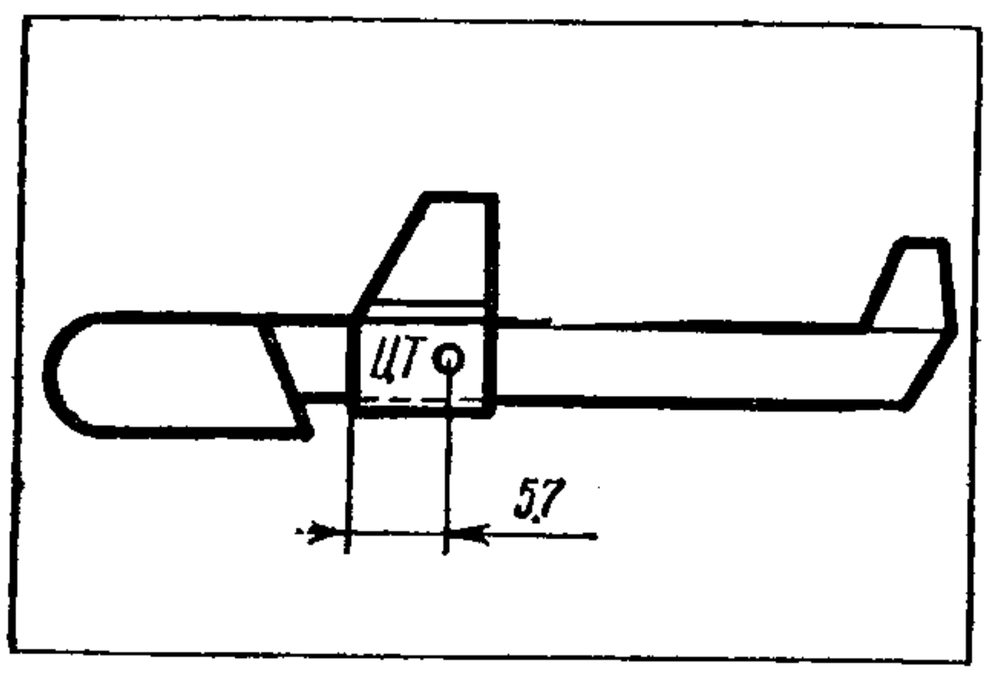


Рис. 31. Положение центра тяжести модели.

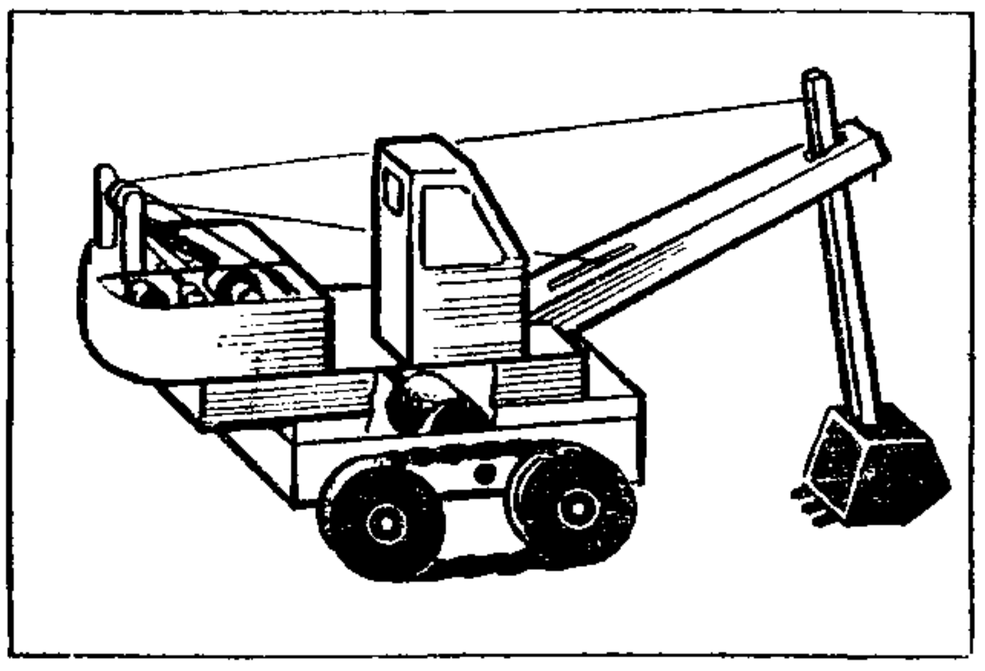


Рис. 32. Общий вид модели экскаватора.

Задание 3. Изготовить модель экскаватора.

Цель. Приобретение умений в изготовлении простейших моделей машин из бумаги и картона по чертежам.

Объект изготовления. Модель экскаватора (рис. 32).

Инструмент и материалы. Ножницы конторские, нож, линейка, карандаш, циркуль, кисточка, булавки, скрепки, листовой картон толщиной 1—2 мм, плотная бумага размером 226×313 мм — 4—5 листов, гофрированная бумага размером 313×100 мм — 1 лист, папиросная бумага размером 226×100 мм — 1 лист, стержни из древесины длиной 170 мм, диаметром 6 мм — 2 шт., березовые рейки толщиной 2—3 мм, шириной 8—10 мм и длиной 40 мм — 4 шт., клей мездровый или ПВА, нитки капроновые, краска гуашь (1 набор), резина ниппельная длиной 20—25 мм, резина моторная, монтажный провод, электродвигатели МЭД-20 (или 40), ДИ-1-3 — 2 шт., ДП-10 — 2 шт.

Методические рекомендации. На рис. 33 изображена модель экскаватора[1] с указанием габаритных размеров. Они помогут определить размеры деталей, которые не указаны. Сделайте это самостоятельно.

---

[1] Модель заимствована с изменениями из журнала «Юный техник» (приложение), 1975, № 10.

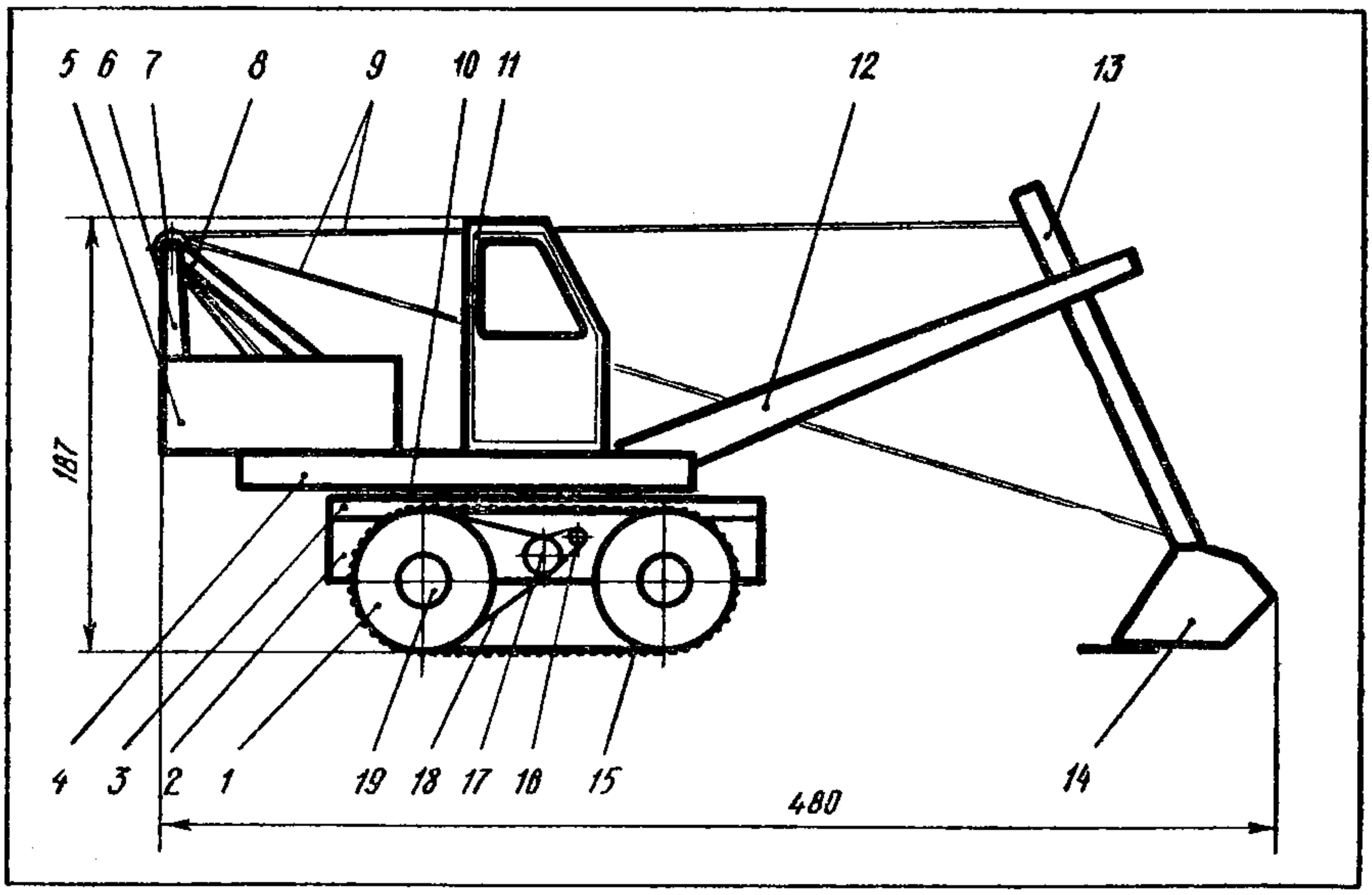


Рис. 33. Чертеж модели экскаватора:

1 — ведущее колесо; *2* — рама; *3* — крышка коробки рамы; *4* — платформа; *5* — емкость для балласта; *6* — стойка; *7* — блоки; *8* — упорная планка; *9* — трос; *10* — поворотный диск; *11* — кабина; *12* — стрела; *13* — хобот; *14* — ковш; *15* — гусеница; *16* — шкив электродвигателя; *17* — промежуточный шкив; *18* — приводной ремень; *19* — шайба.

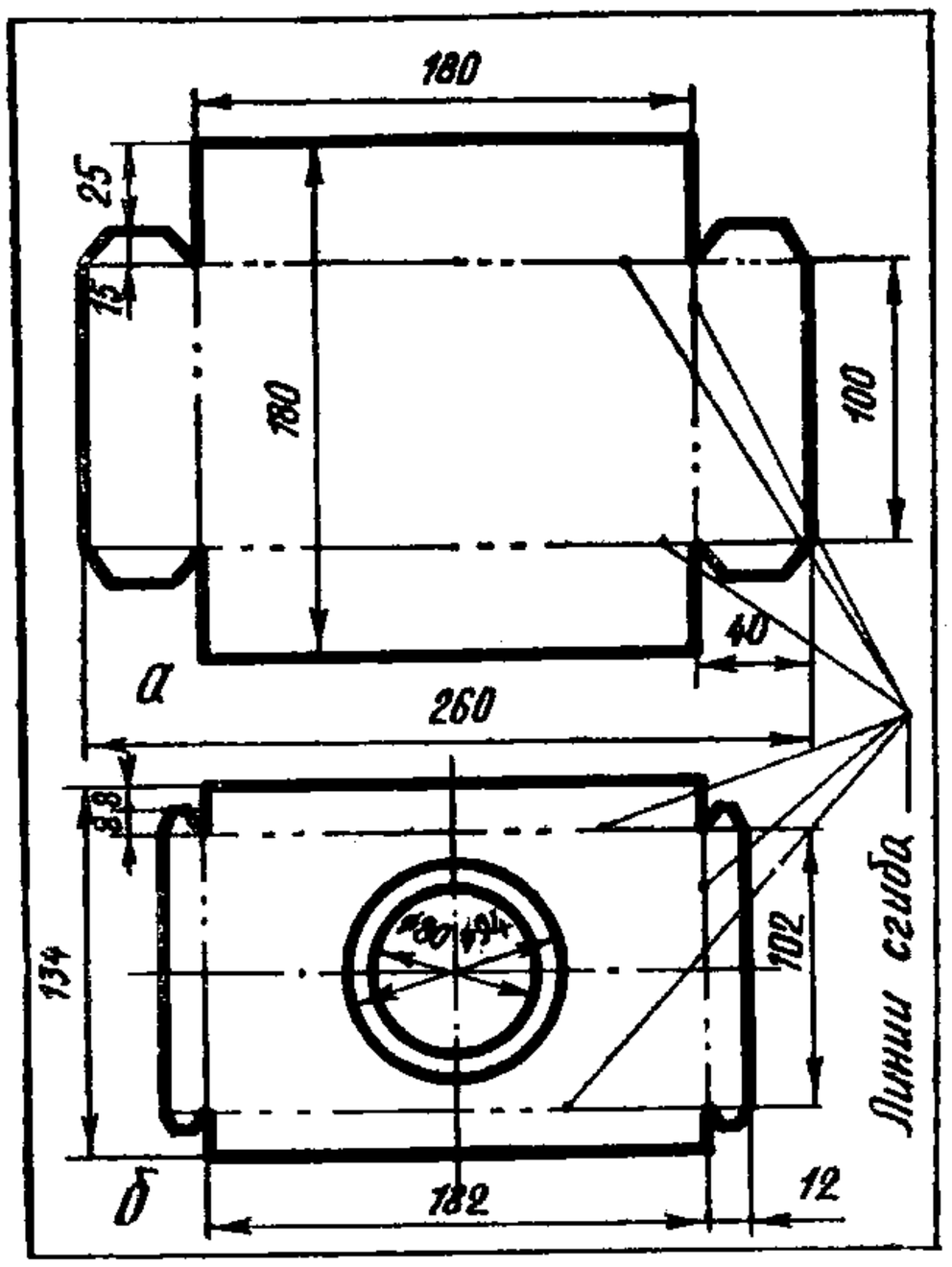


Рис. 34. Развертки рамы (*а*) и крышки (*б*).

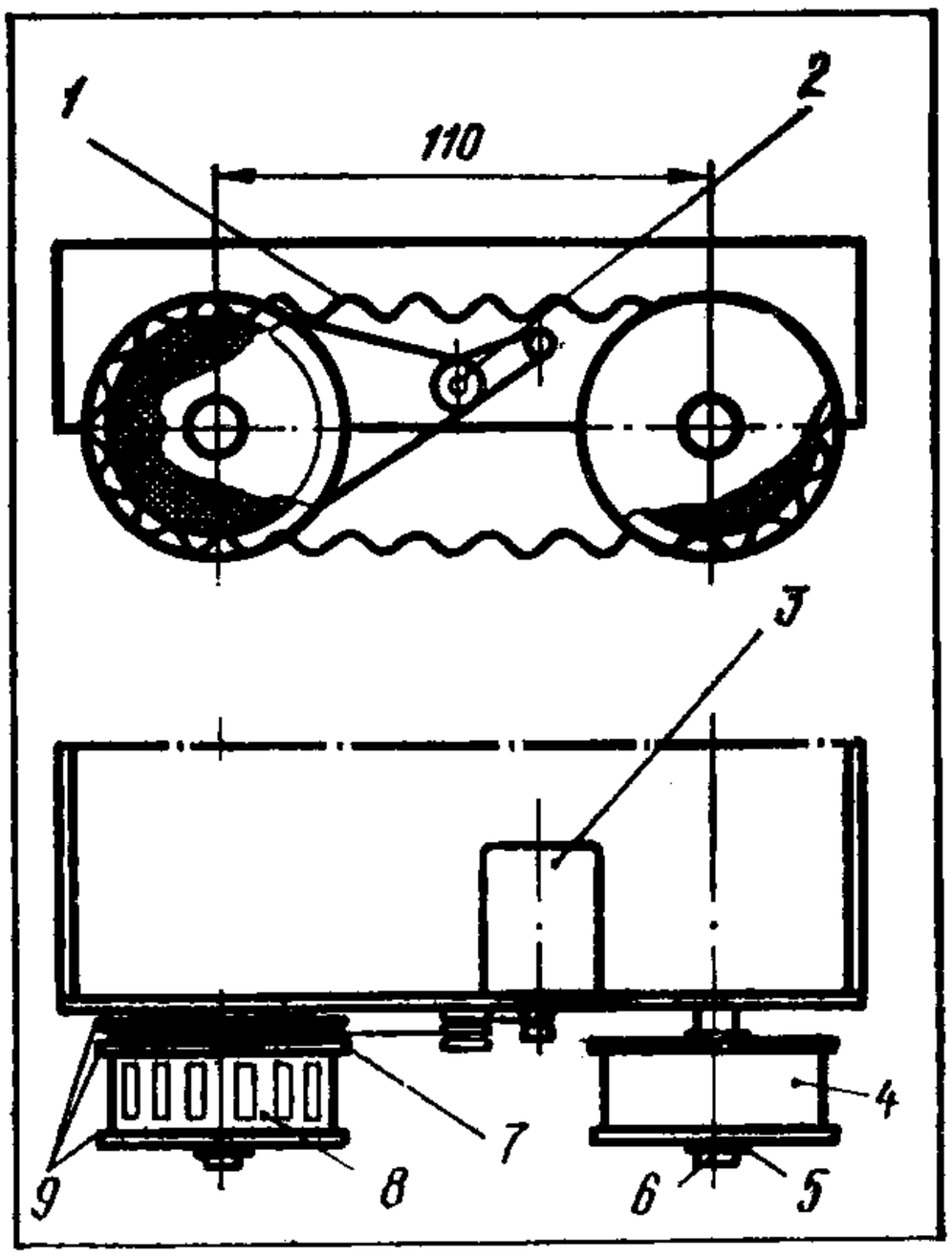


Рис. 35. Ходовая тележка:

1 — гусеница; *2* — промежуточный шкив; *3* — электродвигатель; *4* — шина; *5* — шайба; *6* — ограничители; *7* — диск Ø 58 мм; *8* — ведущее колесо; *9* — диски Ø 64 мм.

Упражнение 1. Изготовление ходовой части экскаватора.

Ходовая часть экскаватора состоит из рамы, ведущих и ведомых колес, гусениц. Раму выполняют в виде коробки с крышкой (рис. 34). Коробку размером 180×100×40 мм делают из листа картона толщиной 1,0—1,5 мм. Для повышения жесткости ее края отгибают внутрь на 5 мм, надрезая картон ножом по линии перегиба (со стороны, противоположной перегибу). Чтобы крышка плотно прилегала к коробке, коробку кладут вверх дном на лист картона и обводят тонко отточенным карандашом ее контур. Заготовку сгибают по линии, проведенной карандашом, и обрезают края крышки до 12 мм. Затем наклеивают на готовую крышку опорное кольцо из картона диаметром 94 мм и шириной 7 мм (рис. 34, *б*). К дну рамы приклеивают две оси диаметром 7 мм и длиной 170 мм, выдерживая расстояние между ними 110 мм.

На рис. 35 показана ходовая тележка. Ведущее колесо *8* состоит из двух дисков *9* диаметром 64 мм и шины *4* длиной 200 мм и шириной 25 мм. Диски делают из картона, шину — из плотной бумаги. К диску приклеивают шину, а затем второй диск. При этом получается бортик шириной 2 мм, который удерживает гусеницу от соскальзывания при движении модели. Из картона толщиной 2 мм изготавливают диск *7* диаметром 58 мм, который приклеивают к колесу, а затем к нему приклеи-

вают диск противоспада диаметром 60 мм. Так создается шкив для привода колеса от электродвигателя. Чтобы центры всех дисков совпадали, при склеивании их фиксируют булавкой. После склеивания делают отверстие под ось. Чтобы получить «зацепы», на шину колеса наклеивают с расстоянием 13—15 мм друг от друга кусочки спичек длиной 20 мм. Так же делают и второе ведущее колесо. Ведомые колеса изготавливают подобно ведущим, но без шкива для привода.

Гусеницы *1* вырезают из гофрированной упаковочной бумаги шириной 20 мм и склеивают. Чтобы гусеница при движении не растягивалась, на нее с наружной стороны наклеивают полоску папиросной бумаги шириной 10 мм.

После изготовления всех необходимых деталей собирают ходовую часть. Чтобы колеса не соскакивали с осей, на их концы надевают шайбы *5* из картона и ограничители *6* из полосок тонкой бумаги: со стороны рамы — шириной 4 мм, а на концах осей — 2 мм; общая длина полоски — 250—300 мм. Затем к раме между осями приклеивают электродвигатели *3* с таким расчетом, чтобы вал выступал через отверстие в коробке на 10—12 мм. Для образования шкива на вал надевают отрезок нипельной резины длиной 8—10 мм, а на конец приклеивают ограничитель шириной 2 мм для приводного ремня. Его можно изготовить из нити или ленты резинового двигателя. Из картона делают промежуточный шкив *2* диаметром 8 мм. От электродвигателей к источнику питания и пульту управления монтируют провод.

Электроцепь управления перемещением, модели вперед и назад с поворотом влево и вправо предлагается сделать самостоятельно. После монтажа провода следует испытать ходовую часть в работе.

Упражнение 2. Изготовление платформы.

Платформу делают из картона толщиной 1—1,5 мм. Развертка ее показана на рис. 36, *а*. К платформе приклеивают опорное кольцо, которое должно совпадать с кольцом, установленным на крышке рамы. Готовую платформу соединяют с рамой ходовой части так, чтобы она могла поворачиваться. Это выполняется с помощью резиновой петли, пропускаемой

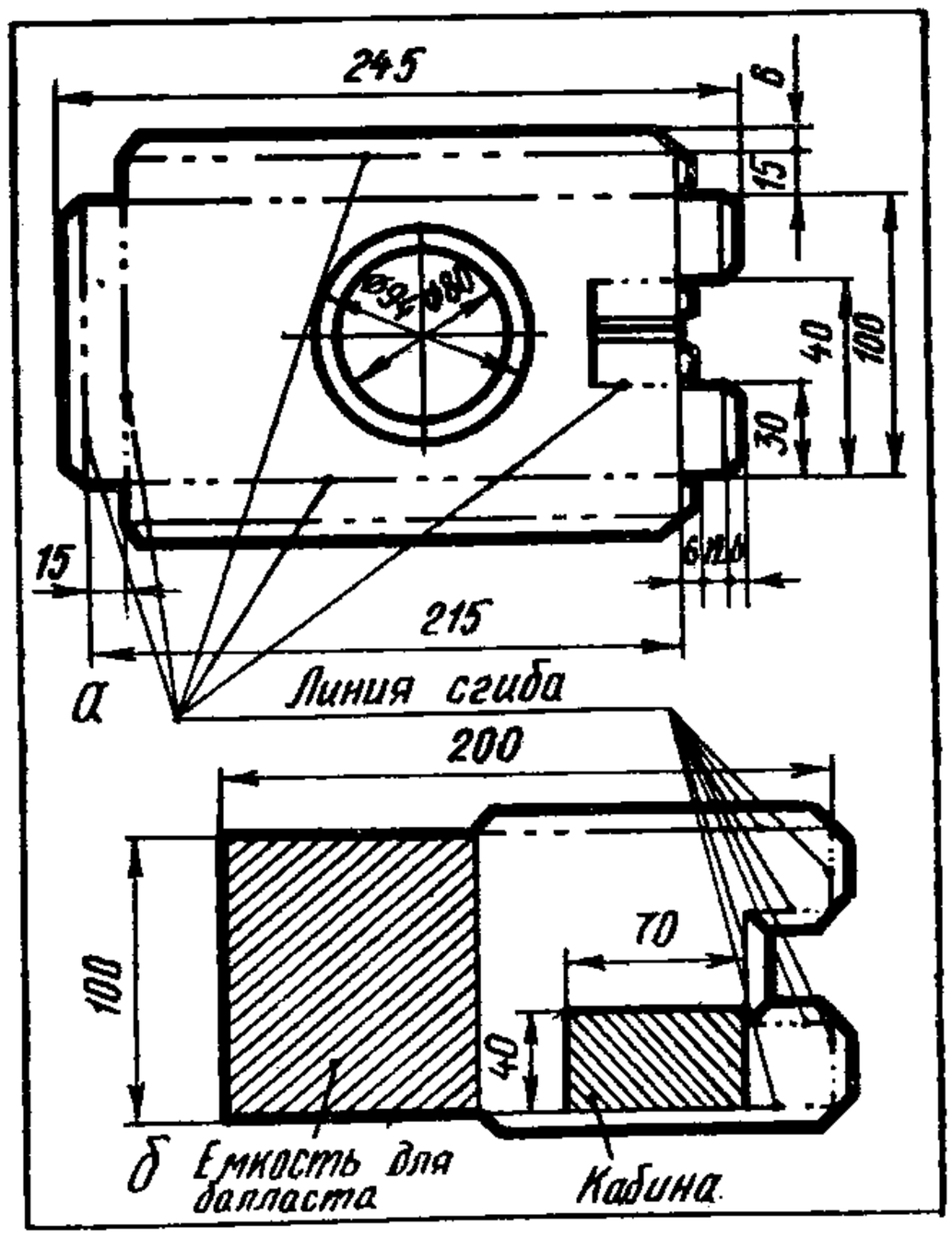


Рис. 36. Развертки платформы (*а*) и ее полика (*б*).

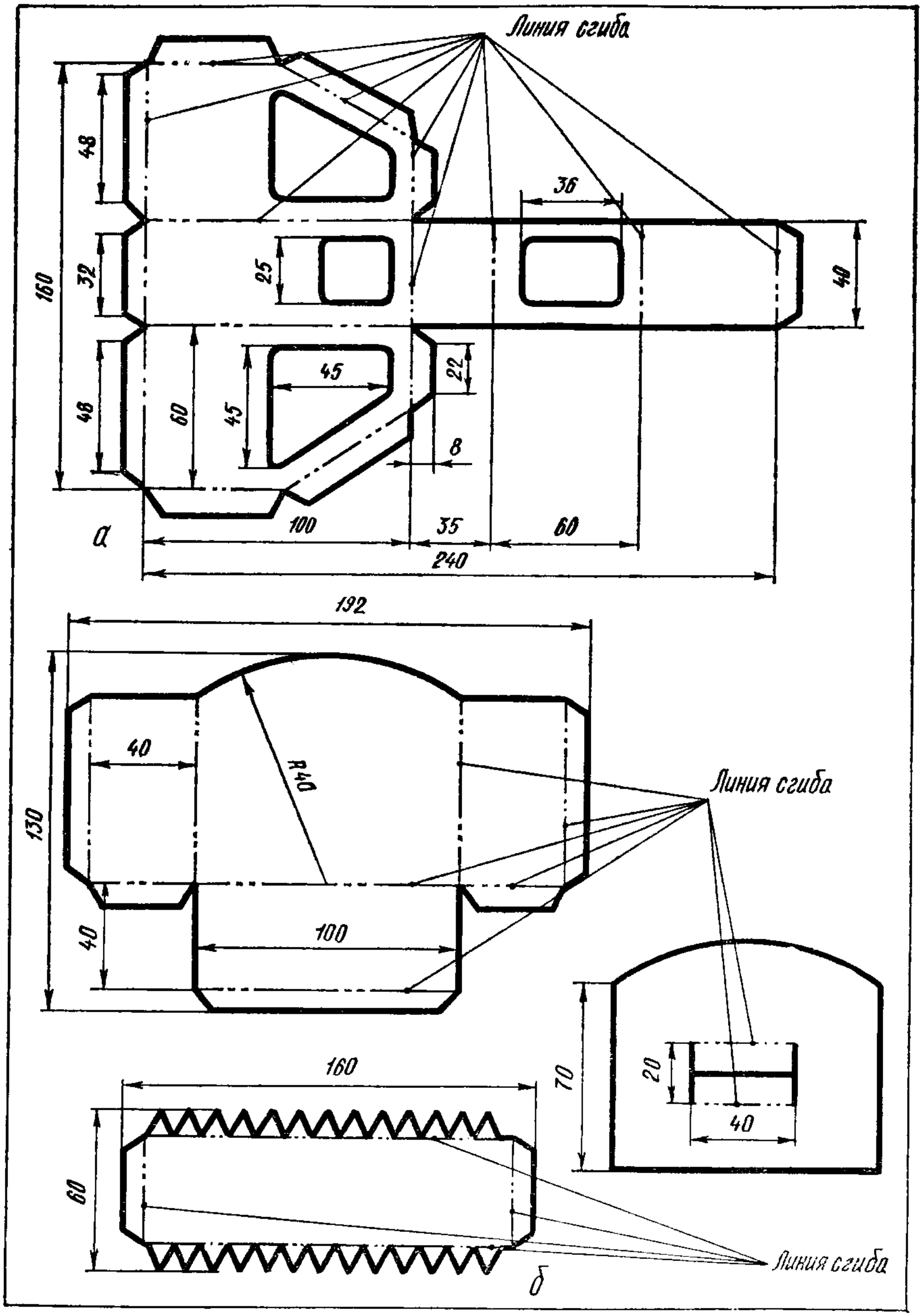


Рис. 37. Развертки кабины (*а*) и емкости для балласта (*б*).

через отверстие в центре опорных колец и удерживаемой спичками (или деревянными брусочками) со стороны платформы и со стороны рамы (низ). Натянутая резина обеспечивает эластичное и надежное крепление.

К платформе приклеивают полик (рис. 36, *б*; места приклеивания кабины и емкости для балласта заштрихованы). Полик делают из картона по контуру рисунка, бортики отгибают вверх.

Упражнение 3. Изготовление кабины, емкости для балласта, лебедки и блоков.

Кабину экскаваторщика и емкости для балласта делают из плотной бумаги. Их развертки даны на рис. 37. На место стекол в кабине наклеивают цветные рисунки с изображением части неба с облаками, земли, деревьев, что создает впечатление отраженного пейзажа. Стрела и ковш приводятся в движение от электродвигателей с помощью лебедок и блоков, которые устанавливают в емкости для балласта. Схема их расположения показана на рис. 38. Шкивы делают из картона и плотной бумаги аналогично шкиву привода ведущего колеса ходовой части. Валы выполняют из проволоки диаметром 2,5 мм и с помощью клея ПВА приклеивают к ним шкивы. Оси вращаются в отверстиях стоек, изготавливаемых из березовых реек толщиной 2—3 мм и шириной 8—10 мм. Их приклеивают к стенкам камеры для балласта. Блок 7 диаметром 10—12 мм (см. рис. 33) выполняют из картона и устанавливают на картонной стойке *6*. Для жесткости к ней крепят картонную упорную планку *8*. Размеры их рекомендуется определить самостоятельно.

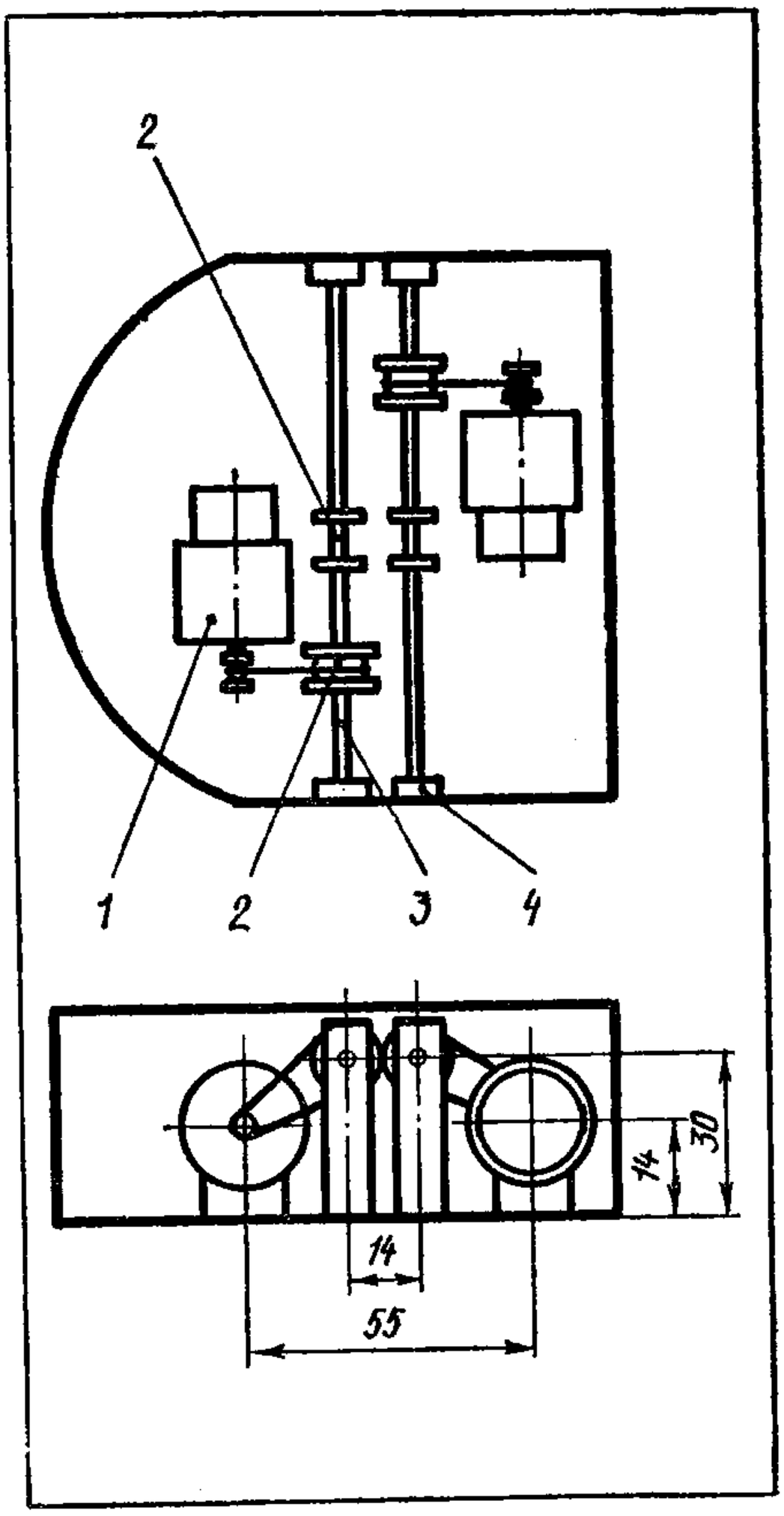


Рис. 38. Устройство для привода стрелы и хобота:

1 — электродвигатель; *2* — блок; *3* — вал; *4* — стойка.

Тросы делают из капроновых ниток, определяя их длину опытным путем. Затем приклеивают к основанию камеры для балласта электродвигатели и устанавливают го-

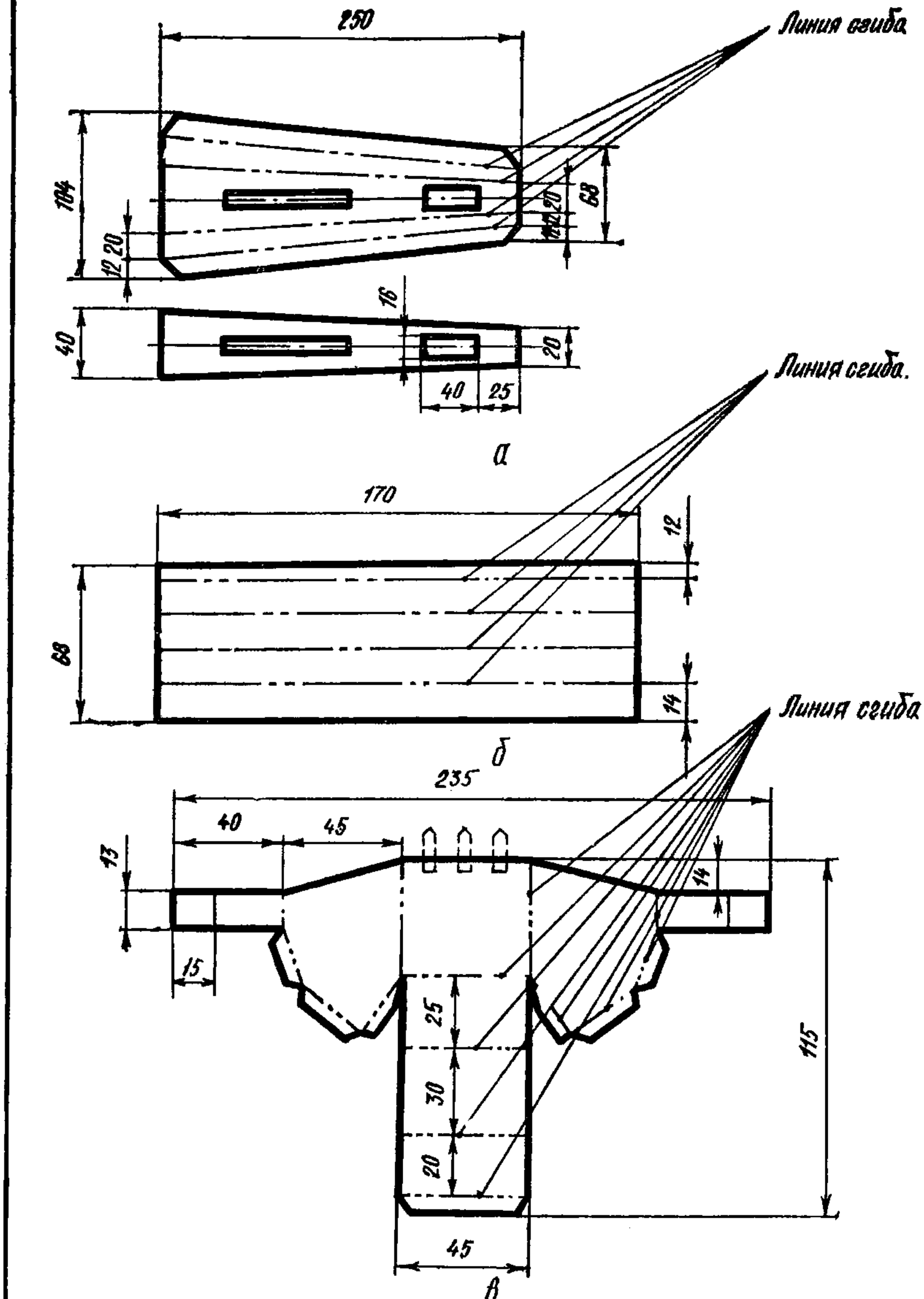


Рис. 39. Развертки стрелы (*а*), хобота (*б*) и ковша (*в*).

товую кабину экскаваторщика и емкость для балласта на места, указанные на рис. 36, *б*.

Упражнение 4. Изготовление стрелы, хобота и ковша экскаватора.

Стрелу (рис. 39, *а*) изготавливают из картона. В заготовке стрелы сначала делают прорезь, затем вырезают отверстия для хобота. После этого заготовку сгибают по линиям, придав стреле профиль. Далее вырезают торцовую заглушку и вклеивают ее в нижнюю часть стрелы, а направляющую хобота — в верхнюю часть. В процессе изготовления стрелы необходима подгонка направляющей хобота и торцовой заглушки.

Хобот (рис. 39, *б*) делают из плотной бумаги, а ковш вырезают из картона (рис. 39, *в*) и соединяют их под определенным углом (см. рис. 33). Стрелу с платформой соединяют мягкой проволокой (можно канцелярской скрепкой), которая служит осью. Так же соединяют хобот со стрелой (канцелярской скрепкой или булавками).

Упражнение 5. Испытание и покраска модели.

Проверив правильность длины тросов, в случае необходимости регулируют их. Затем устанавливают батарейки в рамке-коробке или в емкости для балласта и испытывают экскаватор в работе. После испытания модель красят и делают необходимые надписи.

§ 2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

При изготовлении моделей и технических устройств детали из пластмасс получают механической обработкой, литьем под давлением, вулканизацией, горячим компрессионным прессованием, сваркой, склеиванием и другими способами.

Механическая обработка пластмасс имеет некоторые особенности. Токарную обработку производят специально заточенными резцами. Для термопластов применяют резцы из стали У10, У10А или из быстрорежущей стали и ее заменителей. Термореактивные пластмассы обрабатывают резцами из быстрорежущей стали или резцами с пластинками из твердого сплава. Геометрия резцов и режимы резания пластмасс представлены в табл. 5 (см. приложение).

При сверлении термопластов стандартными сверлами (с заточкой для обработки металла) происходит «затягивание» их в материал и заедание. Поэтому нужно затачивать их иначе. Углы заточки спиральных сверл и режимы сверления пластмасс можно найти по справочникам. При обработке отверстий применяют сверла большего диаметра (на 0,04—0,1 мм), чем отверстия. Отверстия глубиной более 10 мм рекомендуется сверлить в два приема: сначала сверлом, диаметр которого в два раза меньше необходимого, а затем — до нужного диаметра.

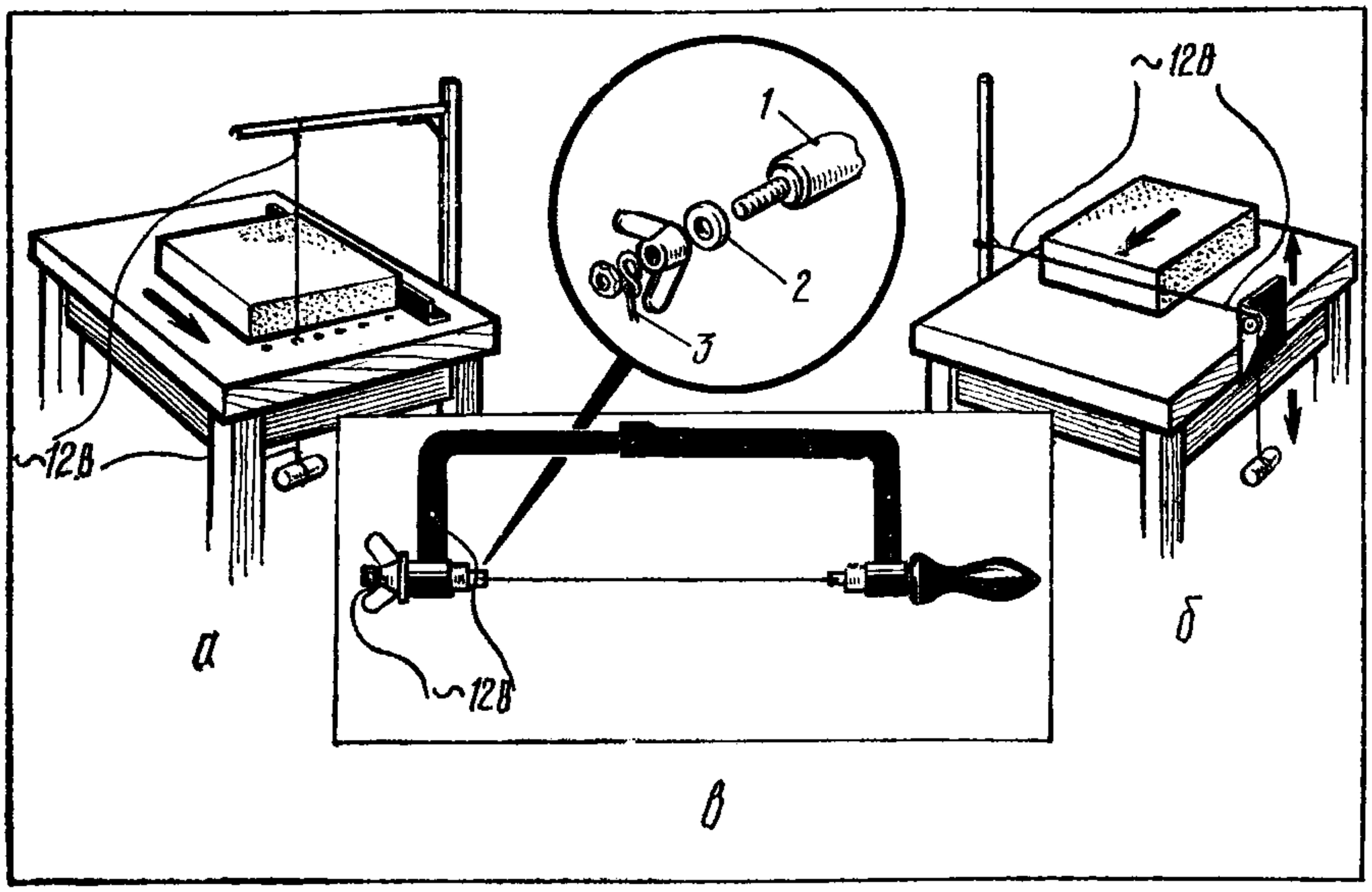


Рис. 40. Разделка пенопласта:

а — при вертикальном расположении нихромовой нити; *б* — при горизонтальном се расположении; *в* — терморезаком из ножовки; *1* — бумага; *2* — текстолитовая шайба; *3*— провод.

Чтобы устранить микротрещины, образующиеся на поверхности в результате обработки резанием, применяют доводочные и отделочные операции: шлифование, полирование, шабрение. Для шлифования применяют шлифовальные шкурки, войлочные и шерстяные шайбы.

Пенопласты хорошо режутся лобзиком, проволокой, нагретой до 200—300 °С (рис. 40), и на станках.

Склеивание термопластов производят растворителем или 2—4-процентным раствором данной пластмассы в растворителе (см. табл. 2). Растворитель вызывает набухание поверхности термопластичного материала. Это придает клейкость, необходимую для соединения. Склеиваемые поверхности прикладывают друг к другу, и детали зажимают в струбцины, тиски и т. п. или кладут под груз. Лучше и быстрее происходит склеивание при нагревании до 60—80 °С в сушильном шкафу.

Задание 4. Изготовить фальцбейн.

Цель. Освоение приемов обработки пластмасс.

Объект изготовления. Фальцбейн для учебных целей.

Оборудование, инструмент и материалы. Фуговально-пильный станок или ножовка для резания металла, напильники № 1 и 2, шлифовальная шкурка, войлок, паста ГОИ, масштабно-координатная бумага, листовая термопластичная пластмасса размером 100×(3—6) мм.

Методические рекомендации. Размеры фальцбейна выбирают в зависимости от размеров листов бумаги и картона, с которыми предстоит работать. Для учебных целей целесообразно принять следующие размеры: длина 60—100 мм, ширина 30—40 мм. Форма может быть различной (см. рис. 27). Фальцбейн можно сделать из органического стекла (полиметилметакрилата), полистирола, целлулоида или винипласта. Эти пластмассы хорошо обрабатываются резанием.

По выбранной форме и размерам на масштабно-координатной бумаге делают эскиз фальцбейна. В моделировании иногда вместо разметки заготовки приклеивают на материал эскиз или чертеж детали и по нему ведут обработку. Бумагу к пластмассе приклеивают резиновым клеем марки 88 или синтетическим ПВА. Для лучшего прилипания поверхность пластмассы обрабатывают шлифовальной шкуркой. После обработки заготовки остатки бумаги удаляют.

Листы пластмассы хорошо режутся на циркульном станке пилой с мелким зубом или ножовкой. При этом следует работать с небольшой подачей (0,1—0,2 мм/зуб), а при резании ножовкой делать 40—45 двойных ходов в минуту. При большой подаче и повышенном темпе работы ножовкой эти пластмассы нагреваются и размягчаются, что может привести к заклиниванию диска пилы или полотна ножовки.

Ребра и кромки заготовки можно строгать рубанком с металлической колодкой или опиливать. Отделочные операции — шлифование и полирование — производят вручную или на станке с вращающимся кругом. Давление прижима детали к кругу или полотну должно быть 0,05—0,15 МН/м^2, подача — 1,5 м/мин. Для придания поверхности блеска ее после шлифования полируют. Полировочные круги делают толщиной 40 мм и диаметром 60—250 мм из слоев ткани, которые зажимают между металлическими шайбами. Круги должны иметь окружную скорость 15—35 м/мин. Полирование ведут обычно в два приема: вначале на кругах с нанесением на них паст (ГОИ, ВИАМ-2 и др.), а затем — на сухих хлопчатобумажных кругах при незначительном прижиме. Если при полировании возникает большое трение, материал перегревается, тянется, и на полируемой поверхности появляются серые морщинистые пятна.

После окончания работы, связанной с механической обработкой пластмасс, необходимо вымыть руки и лицо теплой водой, сначала без мыла, чтобы пыль не втиралась в кожу, а потом с мылом.

Если при постройке модели требуется значительное количество небольших заготовок деталей, можно формовать их из пластмасс литьем.

Задание 5. Получить заготовку ступицы колеса для модели гоночного автомобиля, конструируемой в кружке авиамоделизма.

Цель. Приобретение навыков получения заготовок из пластмасс литьем под давлением.

Объект изготовления. Заготовка ступицы колеса.

Оборудование, инструмент и материалы. Прибор (установка) для литья под давлением, пресс-форма, гранулированный полиэтилен, парафин.

Методические рекомендации. Сначала готовят к работе самодельный прибор для литья под давлением (рис. 41): проверяют исправность электропроводки, закрепляют в отверстии термопару *5* и подключают ее к гальванометру, в загрузочное отверстие *3* засыпают порцию гранулированного полиэтилена, включают электрообогрев. Затем готовят к работе разъемную металлическую пресс-форму (рис. 42): очищают ее внутренние полости от пыли и остатков полиэтилена и натирают парафином (при нагревании он плавится и заполняет неровности поверхности), собирают форму и подогревают ее в термостате до 50—60 °С. Как только полиэтилен станет вязкотекучим (это будет видно в отверстии горловины), ставят форму на планку *1* (см. рис. 41) и прижимают питательным отверстием к отверстию горловины с помощью двух специальных гаек. Вращением маховика *4* по часовой стрелке перемещают поршень вниз.

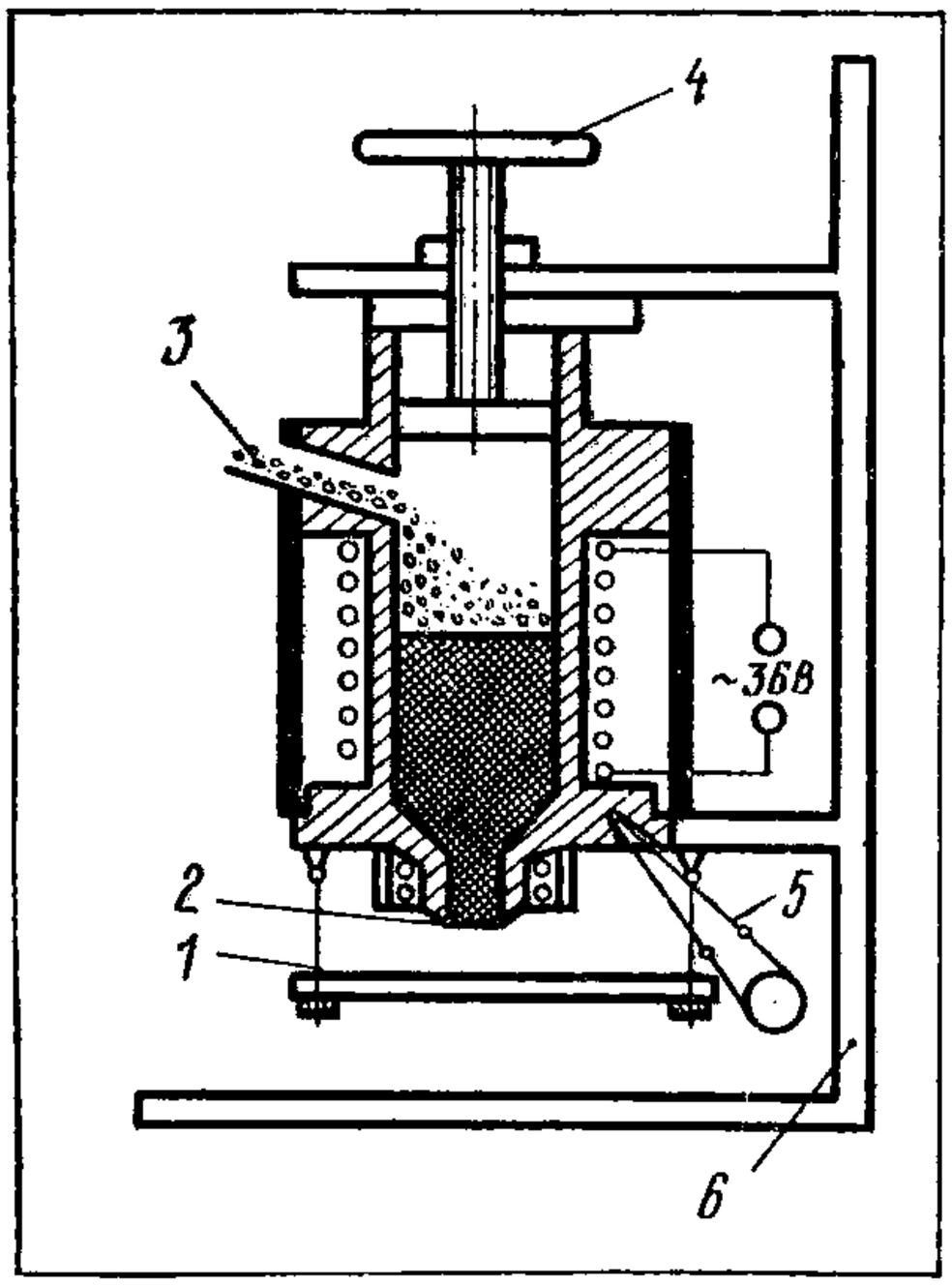


Рис. 41. Схема прибора для литья под давлением:

1 — планка; *2* — отверстие горловины; *3* — загрузочное отверстие; *4* — маховик; *5* — термопара; *6* — стойка.

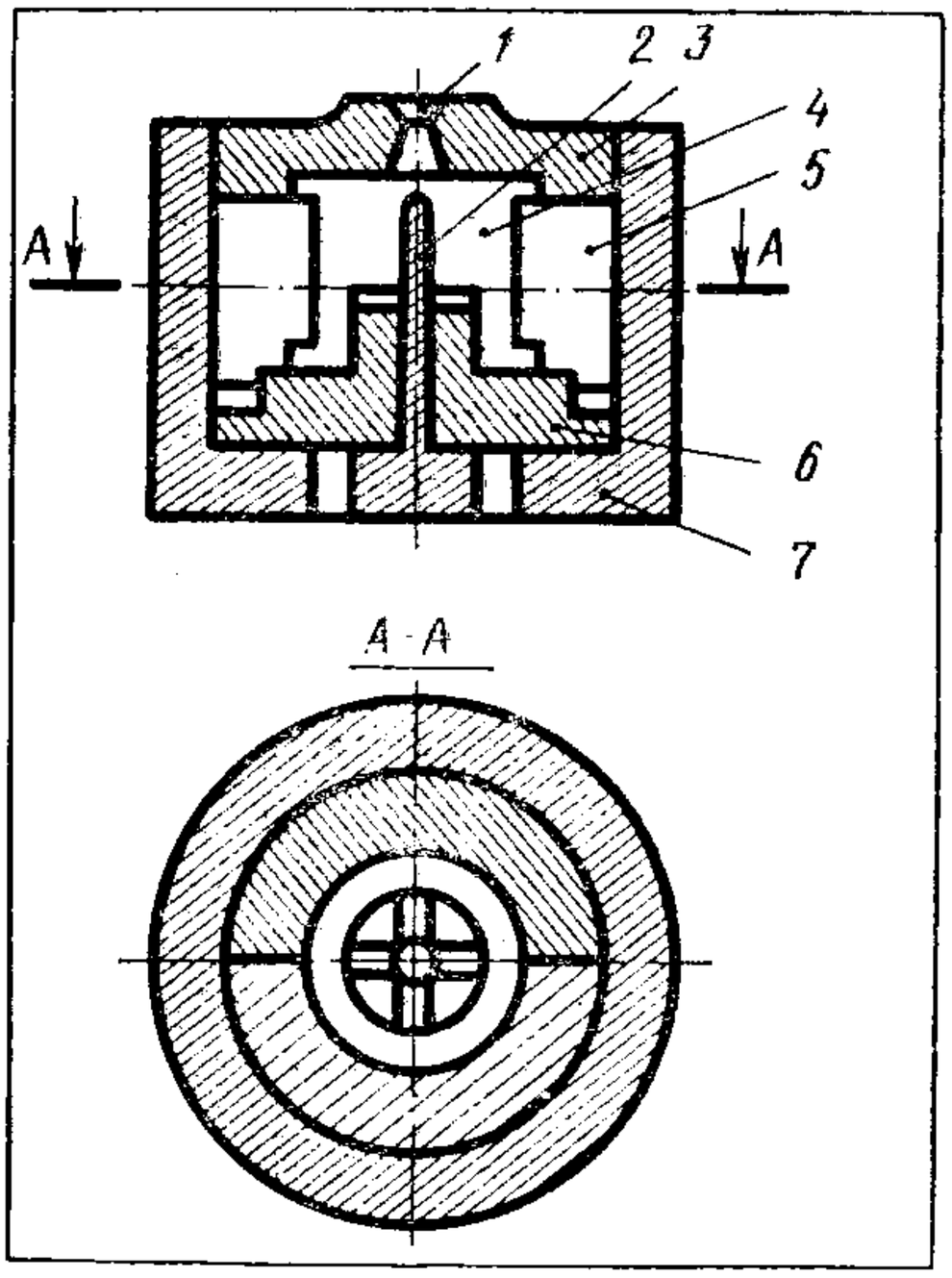


Рис. 42. Пресс-форма для получения ступицы литьем под давлением:

1 — литник; *2* — вкладыш-центр; *3* — шайба с литником; *4* — полость в форме ступицы; *5* — вкладыш разрезной; *6* — вкладыш фигурный; *7* — корпус.

При этом происходит выдавливание полиэтилена, находящегося в вязкотекучем состоянии, через отверстие горловины в полость формы и заполнение ее. После выдержки в течение нескольких секунд поворотом маховика против часовой стрелки возвращают поршень в исходное положение, снимают форму с планки, разбирают, охлаждают на воздухе и извлекают заготовку.

Задание 6. Отлить заготовку звена гусеничной цепи для модели трактора, конструируемой в кружке моделирования сельскохозяйственной техники.

Цель. Приобретение навыков получения заготовок из пластмасс литьем в гипсовую форму.

Объект изготовления. Заготовка звена гусеничной цепи.

Оборудование, инструмент и материалы. Слесарный верстак, инструмент для работы с пластилином, деревянные ящики-опоки размером в два-три раза больше модели звена, кисточки, струбцинки, посуда для приготовления смесей, гипс, пластилин, технический вазелин, стирол, полимер Л-1 или АКР-7, стеарин, перекись бензола.

Методические рекомендации. Из пластилина делают модель звена гусеничной цепи (форму и размеры узнают у руководителя кружка моделирования сельскохозяйственной техники). Модель смазывают тонким слоем вазелина. Готовят гипсовый раствор: на 10 массовых частей гипса добавляют 7 частей воды. Сначала в посуду наливают воду, а затем постепенно всыпают гипс, равномерно распределяя его до тех пор, пока он не покажется над поверхностью воды. После того как гипс пропитается водой, его перемешивают до получения однородной сметанообразной массы. Не рекомендуется добавлять воду в процессе перемешивания, так как при этом гипс становится более рыхлым, а также прибавлять гипс — это может привести к образованию комочков в гипсовом растворе.

В нижнюю опоку заливают гипсовый раствор и в него до половины погружают модель звена, смазанную вазелином. После затвердевания гипса модель вынимают и проверяют правильность полученной формы. Лишний гипс удаляют, и модель снова укладывают на свое место. Смазав вазелином верхнюю плоскость, устанавливают вторую опоку (без дна) и тоже заливают гипсовым раствором. Сразу же после заливки, пока гипс еще не затвердел, в него вставляют три деревянных стержня диаметром 4—6 мм (рис. 43), смазанных вазелином. С помощью этих стержней получают три отверстия: в центре — для заливки (литник), с краев — для выхода воздуха. После затвердевания раствора осторожно снимают верхнюю опоку, вынимают модель звена и деревянные стержни.

После того как полуформы высохнут, внутренние полости их смазывают вазелином или раствором парафина в керосине и

соединяют. Чтобы не произошло смещения, их скрепляют струбцинками или кладут на края груз. Гипсовая форма готова к заливке.

Состав для литья приготавливают следующим образом. На две массовые части полимера марки А-1 или АКР-7 (порошок) берут одну массовую часть мономера (стирола). Мономер делят на две части: в одной из них при температуре 50—60 °С растворяют стеарин (смазочный материал) — 2% от общей массы, а в другой — инициатор (перекись бензола) — 0,2—0,3%. Порцию с инициатором вливают в порцию со смазочным материалом. Затем эту жидкость заливают в сосуд с полимером и слегка размешивают фарфоровым пестиком. Массу выдерживают 10—15 мин для вызревания и превращения в однородную. Состав для литья готов к формовке, если он начинает легко отставать от стенок сосуда и рук. Массу через воронку заливают в отверстие формы. Для лучшего заполнения составом полости формы и удаления оставшегося воздуха опоку встряхивают и обстукивают. На следующем занятии форму разбирают и полученную заготовку обрабатывают.

Задание 7. Изготовить резиновое колесо для модели (по заданию руководителя).

Цель. Приобретение навыков получения деталей из сырой резины.

Объект изготовления. Колесо модели.

Оборудование и материалы. Муфельная печь или термостат, пресс-форма, струбцина, сырая протекторная резина.

Методические рекомендации. Сначала из сырой подогретой резины формуют полуфабрикат колеса с запасом. Затем эту заготовку кладут в пресс-форму, половинки которой сжимают струбциной или стягивают болтами (в зависимости от конструкции) (рис. 44), и помещают в муфельную печь или в термостат. Процесс вулканизации проходит при температуре 138—

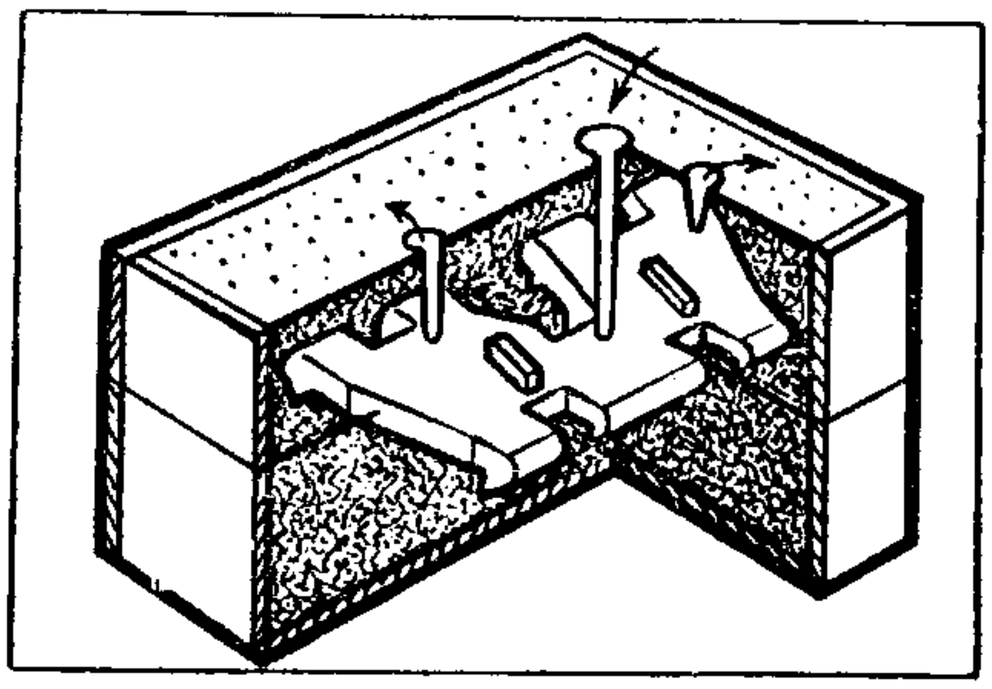


Рис. 43. Форма для получения отливки звена гусеницы трактора.

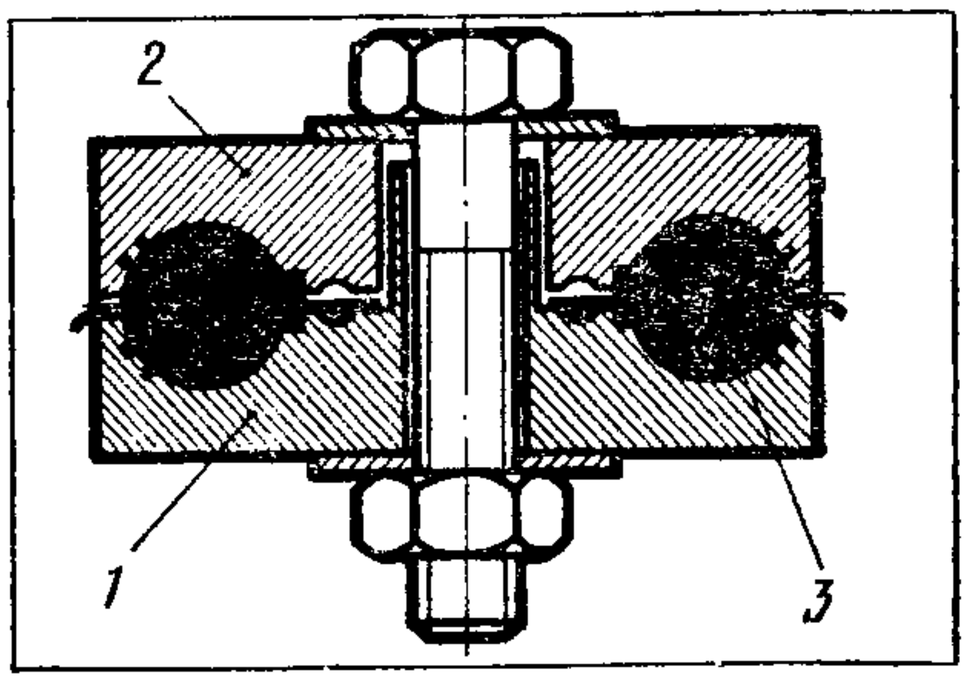


Рис. 44. Пресс-форма для вулканизации колес из сырой резины:

1 — матрица; *2* — пуансон; *3* — сырая резина.

143 °С в течение 30—40 мин. После этого пресс-форму охлаждают до комнатной температуры и разбирают. Излишки резины в виде кольцевых выступов удаляют ножом.

§ 3. РАБОТА С ДЕТСКИМИ КОНСТРУКТОРАМИ

Детские конструкторы — это наборы, состоящие из типовых деталей унифицированных размеров и форм, деталей с отверстиями постоянного шага (перфорацией), крепежных деталей для сборки моделей машин, механизмов и других изделий (иногда в наборы входят двигатели и редукторы). К каждому набору приложен альбом с заданиями, пояснительными рисунками или фотографиями моделей, которые можно собрать из имеющихся деталей.

Наша промышленность выпускает наборы конструкторов для детей всех возрастных групп. Наборы типа конструктор-игра предназначены для занятий дома, в группе продленного дня, в дошкольных детских учреждениях, в пионерском лагере. Это наборы «Юный умелец» № 1—3, «Конструктор» № 1—3, «Полет», «Волшебник», «Юность» № 1—6, строительные наборы и др. Для формирования у детей во внеучебное время первоначальных навыков экспериментальной работы в различных отраслях науки и техники выпускаются наборы по электротехнике, радиотехнике, электронике и др. Для работы на занятиях по техническому труду в школе созданы учебные конструкторы. Это наборы «Электромеханический конструктор», «Конструктор-механик», «Школьник».

Центральным конструкторско-технологическим бюро игрушки Минлегпрома СССР разработана серия наборов конструкторов, которые условно можно разделить на три группы.

Металлический конструктор К-1 — это базовый конструктор, выпускаемый в нескольких модификациях (с различным количеством конструируемых моделей). Так, из набора К-115 можно собрать 15 различных моделей. К этой группе относятся и такие наборы, как «Мальчиш-кибальчиш», «Орленок», «Зарница», «Юнармеец», «Винтик-шпунтик» № 1 — 6.

Механический конструктор К-2 создан на базе конструктора К-1 и содержит редуктор, который расширяет его возможности. Так, из набора К-220 можно собрать 15 моделей без редуктора и 5 с редуктором.

Электромеханический конструктор К-3 создан также на базе К-1 и содержит редуктор и электродвигатель, благодаря чему возможности конструктора значительно расширяются.

Можно расширить возможности и других наборов конструкторов в результате применения двигателей, редукторов и других сборочных единиц. Так, для детского конструктора «Полет» специально выпускается приставка «Мотор» с червяком,

в которую входят микродвигатель ДП или МЭД-40 (МЭД-20), пульт управления и другие детали.

Многие конструкторы, однако, с технической точки зрения несовершенны. Модели, которые можно собрать из имеющихся в наборе деталей и сборочных единиц, лишь внешне схожи с конструируемой машиной. В них отсутствуют многие типовые детали и механизмы. А некоторые из них могут даже давать искаженное представление о техническом устройстве, так как существенные его признаки и понятия о составных компонентах могут оказаться нераскрытыми.

Несмотря на эти недостатки, занятия с конструкторами развивают техническое мышление и конструкторские способности, способствуют формированию рациональных приемов поисковой деятельности. Модели, собранные из деталей «Конструктора», удобны тем, что после сборки и пробных испытаний в них можно вносить изменения и усовершенствования. Опыт показывает, что возникающие у юных конструкторов замыслы можно осуществить и проверить с помощью самых простых и доступных деталей, помещаемых в наборах «Конструктор». Например, в Волгоградском НИИ технологии машиностроения с помощью деталей набора собраны и проверены модели конвейера с автоматическими захватами пружин и автоматического загрузочного приспособления для подачи деталей (см.: «Изобретатель и рационализатор», 1966, № 5). Н. Н. Рахманов свое первое изобретение сделал в 11 лет с помощью металлического конструктора — он собрал такую модель подъемного крана, которая оказалась лучше существовавших в то время конструкций, созданных инженерами.

В целях приобретения опыта работы с конструкторами предлагается самостоятельно выполнить два задания.

Задание 8. Провести анализ наборов конструкторов, выпускаемых промышленностью для учебных занятий.

Цель. Самостоятельное изучение содержания и возможностей конструкторов.

Объект изучения. Наборы «Конструктор-механик», «Юность», электромеханический конструктор, приставка «Мотор» и др.

Методические рекомендации. В процессе анализа каждого из наборов конструкторов необходимо дать ответы на ряд вопросов. Какие типовые, соединительные и крепежные детали входят в набор? Модели каких орудий и машин можно собрать из них? Будут ли они функциональными? Какие источники питания нужны для них? Каковы их габаритные размеры и скорость перемещения, можно ли их модернизировать? Ответы на эти и другие вопросы можно получить в результате изучения инструкции, помещаемой в наборе.

В ходе анализа наборов конструкторов необходимо собрать в соответствии с рисунками две-три наиболее сложные модели, строго соблюдая порядок сборки, указанный в инструкции

(альбоме). Все детали, нужные для сборки конкретной модели, складывают отдельно. В процессе сборки крепежные детали (винты, гайки) завинчивают отверткой сначала слегка. После проверки правильности соединения их затягивают до конца ключом, а чтобы винт не проворачивался вместе с гайкой, его удерживают отверткой. Собранную модель регулируют: уменьшая или увеличивая зазор между деталями, добиваются (там где это необходимо), чтобы они свободно перемещались одна относительно другой. Затем модель испытывают и продумывают, нельзя ли ее улучшить, если применить при сборке другое сочетание деталей. Наборы каждого комплекта позволяют это сделать. После этого модель разбирают и осматривают все детали. Если на деталях появились заусенцы, то их удаляют, протирают детали чистой ветошью, смоченной маслом, и кладут на свои места в коробке набора или на верстаке.

Задание 9. Самостоятельно сконструировать самоходную модель.

Цель. Приобретение опыта конструирования моделей машин из различных наборов конструкторов.

Объект изготовления. Самоходная модель колесного сельскохозяйственного трактора.

Наборы полуфабрикатов и стандартные изделия. Наборы конструкторов «Юность» № 2 или «Винтик-шпунтик» № 1—4, электродвигатели МЭД-40 или другие, редуктор, конструктор металлический (К-120, К-130) № 6.

Методические рекомендации. Конструирование самоходной модели колесного трактора на базе указанных конструкторов в руководствах не предусмотрено. Предлагается это сделать самостоятельно.

Сначала подбирают рисунок (фотографию) прототипа конструируемой модели, определяют ее габаритные размеры, выбрав заранее масштаб, чтобы выдержать пропорции отдельных частей модели (при этом можно ориентироваться по размерам имеющихся в наборах колес). Затем определяют конструкцию переднего и заднего мостов, выбирают источники питания. Составляют кинематическую схему трактора. После этого находят нужные крепежные и соединительные детали, определяют порядок сборки, собирают, регулируют и испытывают модель.

Контрольные вопросы и задания. 1. Назовите инструменты и клеящие материалы, необходимые для работы с бумагой и картоном. 2. В чем отличие обработки картона и бумаги? 3. Каковы особенности обработки резанием термореактивных пластмасс и термопластов? 4. Из каких материалов делают инструмент для обработки пластмасс? 5. Назовите последовательность операций при склеивании пластмасс. 6. В чем особенность отделки поверхностей деталей из пластмасс по сравнению с металлическими? 7. Составьте схему технологического процесса получения шестерни из капрона литьем под давлением. 8. Какие модели можно собрать из электромеханического конструктора К-3? 9. Назовите дидактические возможности набора «Конструктор-механик».

ГЛАВА 6

АВТОМОДЕЛИРОВАНИЕ

§ 1. МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЕЙ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Объектами моделирования могут быть легковые, грузовые, специальные автомобили и автобусы; военная колесная и гусеничная техника (бронетранспортеры, танки, самоходные установки и т. п.); специальные транспортные средства (аэросани, снегоходы, амфибии и т. д.). Объединяет их наличие двигателя, редукторов и движителей, приводящих транспортное средство в движение.

Модели классифицируют аналогично их прототипам в автомобильном транспорте и военной технике. Принятая в системе ДОСААФ СССР классификация автомоделей определяет единство требований к ним, масштабность, делит модели на классы, дает определение некоторых терминов.

Модель-копия представляет собой построенную в определенном масштабе геометрически подобную копию прототипа, повторяющую большинство узлов трансмиссии (сцепление, коробку передач, карданную передачу, дифференциал), органы управления, а также системы освещения, сигнализации и т. п. Модели-копии должны быть остеклены (дверные стекла могут быть полуопущенными). Предельная длина модели-копии установлена до 500 мм.

В спортивном моделировании выделяют скоростные (гоночные) модели собственной конструкции и модели-копии транспортных или гоночных автомобилей. При создании гоночных моделей особое внимание обращают на их скоростные качества и управляемость. Чаще всего такие модели изготавливают с ДВС и приводом на колеса или воздушный винт. Управляют моделями по радио или с помощью корды. Радиоуправляемые модели гоночных автомобилей должны иметь длину не более $^1/_8$ длины настоящих автомобилей и ширину не более 265 мм.

К спортивным моделям предъявляют строгие требования: они проходят стендовую оценку и оценку ходовых качеств. Для стендовой оценки спортивной модели необходим чертеж с основными размерами прототипа (рис. 45). Ниже приведены основные показатели, по которым осуществляется стендовая оценка автомобиля в баллах.

А. Поощрительные баллы:

1. Наличие ведущих осей свыше одной (за каждую)	5
2. Модель на гусеничном ходу	10
3. Наличие:	
а) сцепления	2
б) коробки передач	4
в) раздаточной коробки для многоосных моделей	3

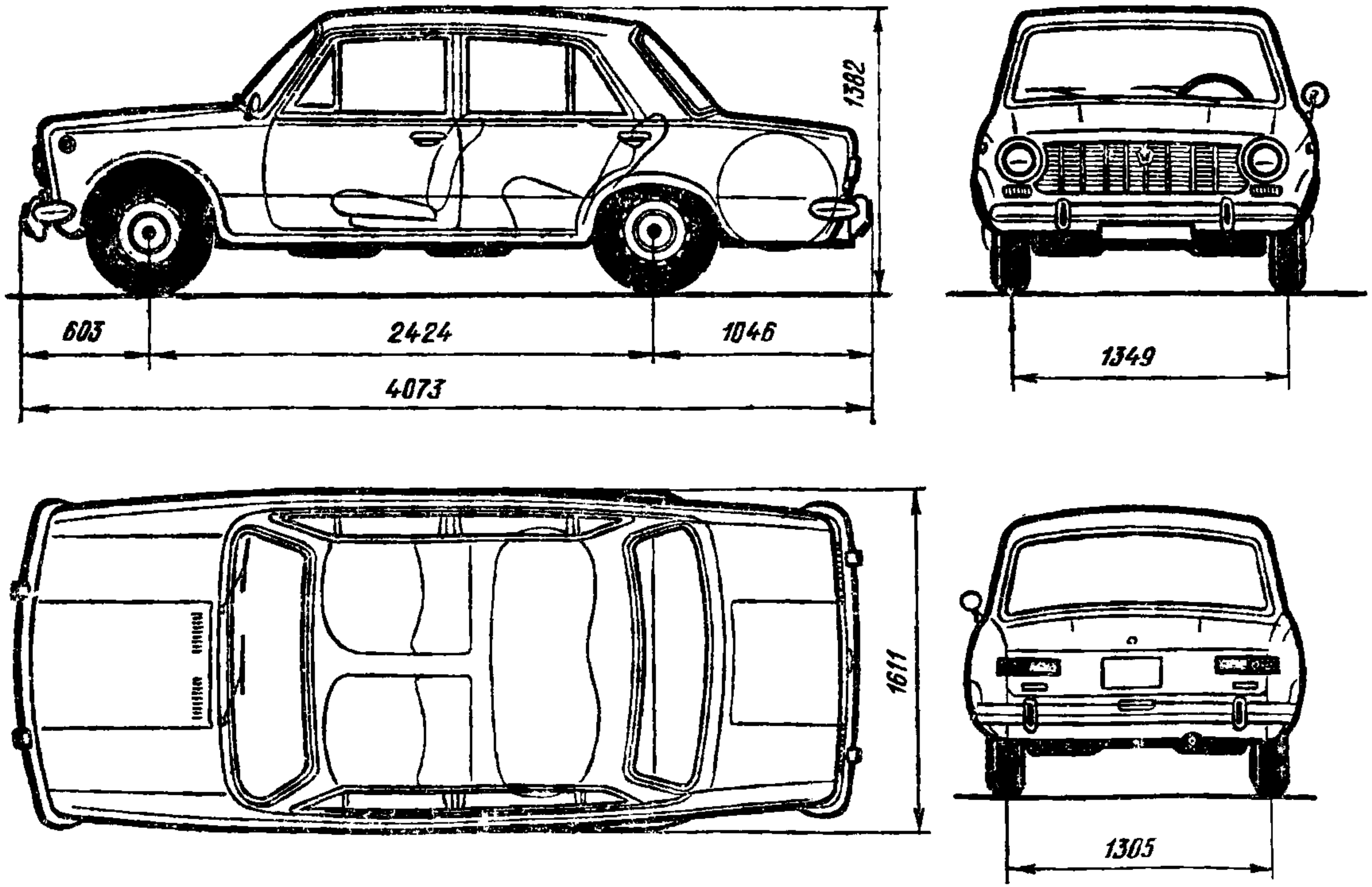


Рис. 45. Эскиз общего вида автомобиля-прототипа ВАЗ-2101.

г) карданной передачи (за каждую) 2
д) дифференциала механического (за каждый) 5
е) дверей (за каждую), капота, багажника, кузова грузового автомобиля 1
ж) позиций (до 6) переключателя света (за каждую) 1
з) звукового сигнала 2
и) стеклоочистителя с механическим приводом 2

4. За модель, управляемую по радио, с двигателем внутреннего сгорания 10

Б. Баллы за подобие и качество изготовления:

1. Расположение двигателя:
   а) соответствующее расположению в копируемом автомобиле (в кабине, под полом), двигатель капотирован 3
   б) соответствующее расположению в копируемом автомобиле (в кабине, под полом), двигатель не капотирован 2
   в) не соответствующее расположению в копируемом автомобиле . . 1
2. Конструкция ведущего моста:
   а) открытого, с подвеской произвольной конструкции (или без подвески) 1
   б) закрытого, с кожухом и подвеской, подобными копируемым . . 3
   в) закрытого, с кожухом и подвеской, не соответствующими копируемым 2
3. Конструкция ведомого моста:
   а) подобная конструкции копируемого автомобиля 3
   б) произвольная 1
4. Конструкция рамы или профилированной нижней части кузова:
   а) подобная конструкции копируемого автомобиля 3
   б) произвольная 1
5. Конструкция колес в сборе:
   а) шины с протектором; форма шин, дисков и колпаков соответствует копируемым 4
   б) форма шин не соответствует копируемым 2
   в) форма шин, дисков и колпаков не соответствует копируемым . . 1
6. Форма кузова:
   а) полное подобие прототипу 5
   б) нарушение отдельных пропорций 3
   в) грубое нарушение форм и пропорций 1
7. Качество покраски:
   а) высококачественная покраска, поверхность полированная (лакированная) без пятен, потеков и других дефектов 5
   б) покраска без полировки (лакировки), поверхность ровная, без потеков, пятен и других дефектов 3
   в) на поверхности есть следы кисти, потеки, пятна и другие дефекты 1
8. Полнота облицовки и пропорциональность ее деталей:
   а) облицовка легкового автомобиля или автобуса полная, при соблюдении пропорций 5
   б) облицовка легкового автомобиля или автобуса неполная, с нарушением пропорций 4
   в) облицовка грузового автомобиля 3
   г) несоответствие облицовки копируемой 1
9. Качество изготовления облицовки:
   а) хромированная или полированная облицовка в соответствии с копируемой 3
   б) не хромированная облицовка без полировки и крашения . . 2
   в) облицовка грузового автомобиля 1
10. Внутренняя отделка салона (кабины):
   а) полное копирование салона (кабины) автомобиля, высококачественная отделка 6
   б) неполное копирование, некачественная отделка 3

в) несоответствие салона (кабины) копируемому 1
11. Качество монтажа электрооборудования:
а) высококачественный монтаж, питание и проводка скрыты в модели 3
б) открытое питание и проводка 1

§ 2. ОСНОВНЫЕ СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ МОДЕЛЕЙ И ИХ КОМПОНОВКА

Основными сборочными единицами моделей автомобилей являются кузов, шасси (рама, ведущие колеса с осями, ведомые колеса с рулевой трапецией, рулевая машинка), двигатель, бортовая аппаратура (для радиоуправляемых моделей — приемник и элементы автоматики), источники питания.

Устанавливаемые на автомобилях двигатели (ДВС и электрические) имеют большую частоту вращения вала. Скорость перемещения моделей-копий невелика, поэтому необходимо ставить на модель редуктор. Он является промежуточным звеном между двигателем и валом ведущих колес и снижает частоту их вращения, чем обеспечивается заданная скорость перемещения модели.

Действующая модель должна обладать определенной маневренностью. Это достигается введением дифференциала (рис. 46) или свободной посадкой одного из колес заднего моста. Последний способ снижает ходовые и оценочные качества модели, поэтому желательна установка дифференциала. Для его изготовления нужно иметь конические зубчатые колеса.

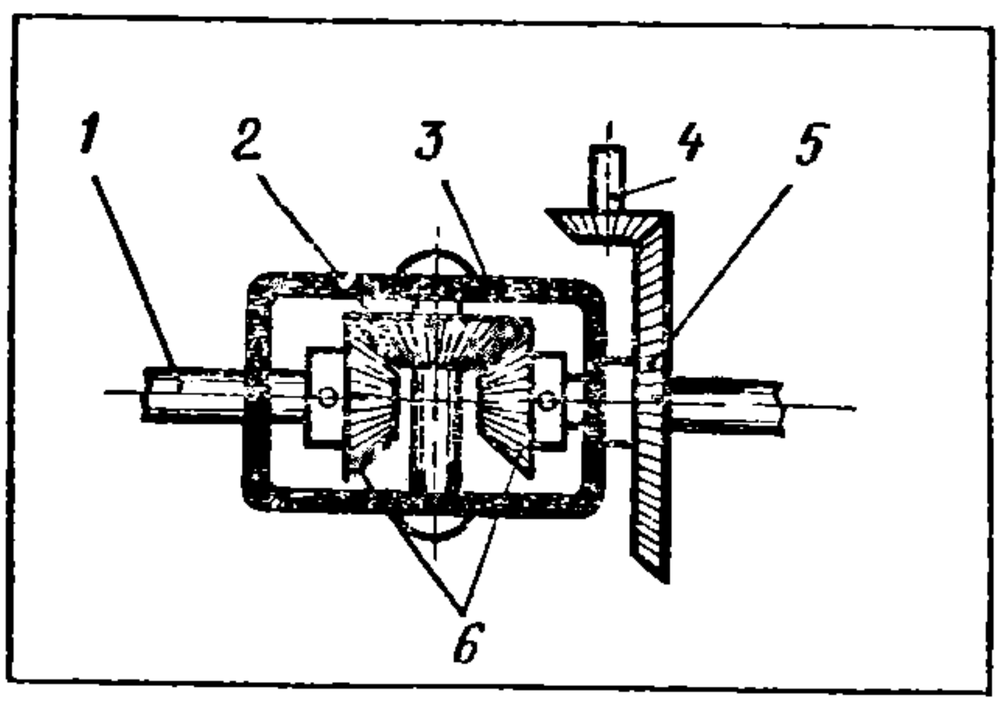


Рис. 46. Дифференциал модели автомобиля:

1 — полуось заднего моста; *2* — сателлит; *3* — кожух; *4* — хвостовик главной передачи; *5* — шестерня главиой передачи; *6* — шестерни полуосей.

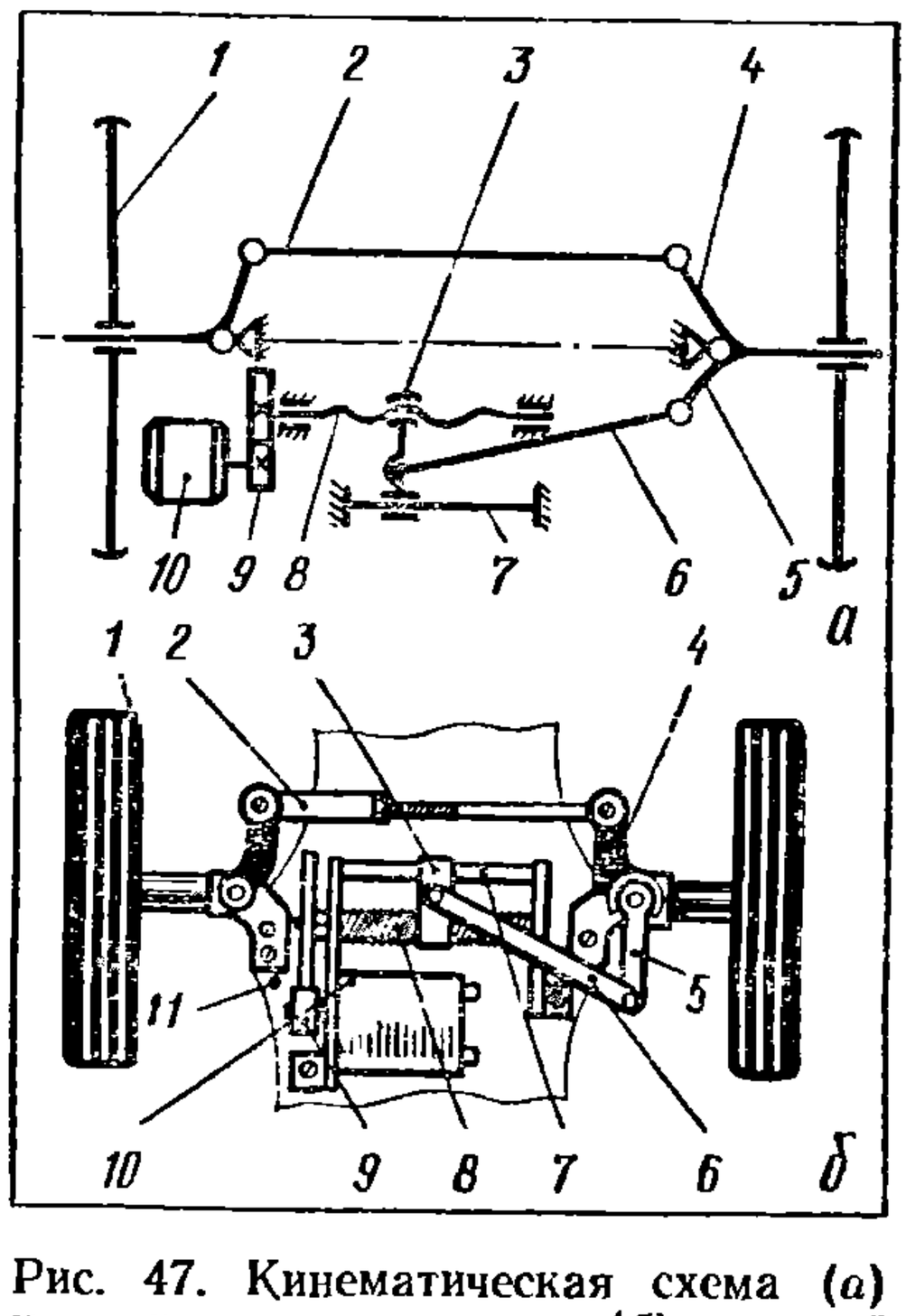


Рис. 47. Кинематическая схема (*а*) и вариант конструкции (*б*) рулевой трапеции с рулевой машинкой:

1 — переднее колесо; *2* — тяга рулевой трапеции; *3* — ходовой брусок (гайка); *4* — поворотиая цапфа; *5* — рычаг; *6* — тяга рулевой машиики; *7* — направляющий валик; *8* — винт ходовой передачи; *9* — редуктор; *10* — электродвигатель; *11* — рама.

Маневренность модели зависит от механизма рулевого управления. Повороты направляющих колес осуществляются с помощью рулевой трапеции, которая обеспечивает связь правого и левого колес и разность углов их поворота относительно осевой линии автомобиля (автомодели). В самоходных моделях-копиях рулевое управление осуществляется с помощью рулевой машинки (рис. 47). Через редуктор *9* электродвигатель *10* приводит во вращение винт *8* ходовой передачи. Ходовой брусок *3*, перемещаясь по винту, через тягу *6* поворачивает рычаг *5* поворотной цапфы вокруг оси. Цапфа поворачивается вместе с полуосью колеса. Тяга *2*, соединенная шарнирно с цапфами колес, передает вращение на ось второго колеса. Направляющий валик 7 поддерживает поступательное движение ходового бруска и предотвращает заклинивание тяги рулевой машинки.

Возможны различные варианты материализации кинематической схемы рулевого управления. Ответственным звеном в этой схеме является поворотная цапфа. Конструктивно она может быть выполнена по-разному, но во всех случаях должна свободно вращаться вокруг своей оси. Цапфа соединяет переднюю ось модели, тягу рулевой трапеции и тягу рулевой машинки. На рис. 48 изображена цапфа, собранная из отдельных деталей. Другие варианты конструктивного решения поворотной цапфы показаны на рис. 49.

Для легковых автомобилей характерна независимая подвеска передних колес. На рис. 50 приведены кинематическая схе-

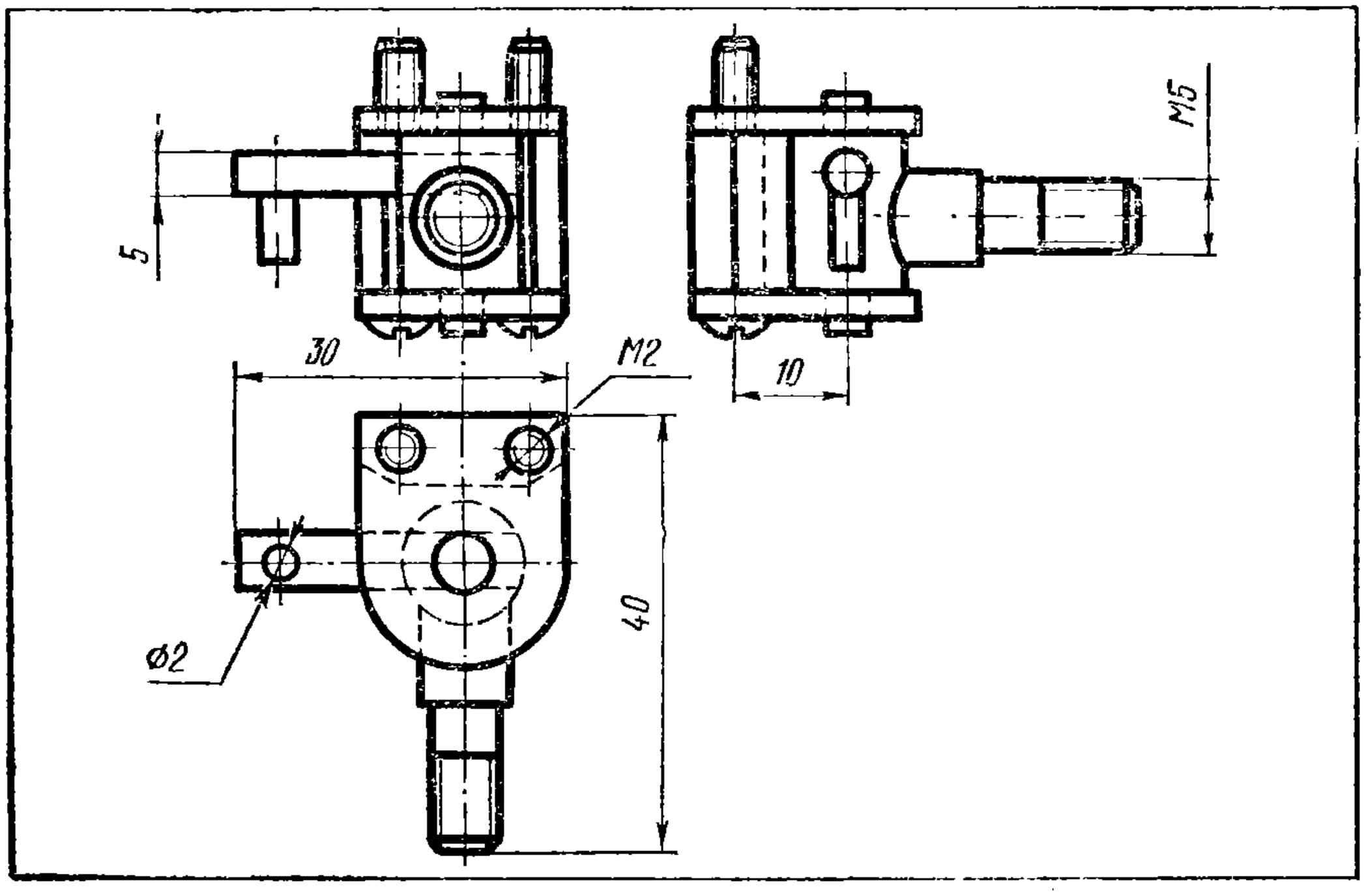


Рис. 48. Цапфа, собранная из составных элементов.

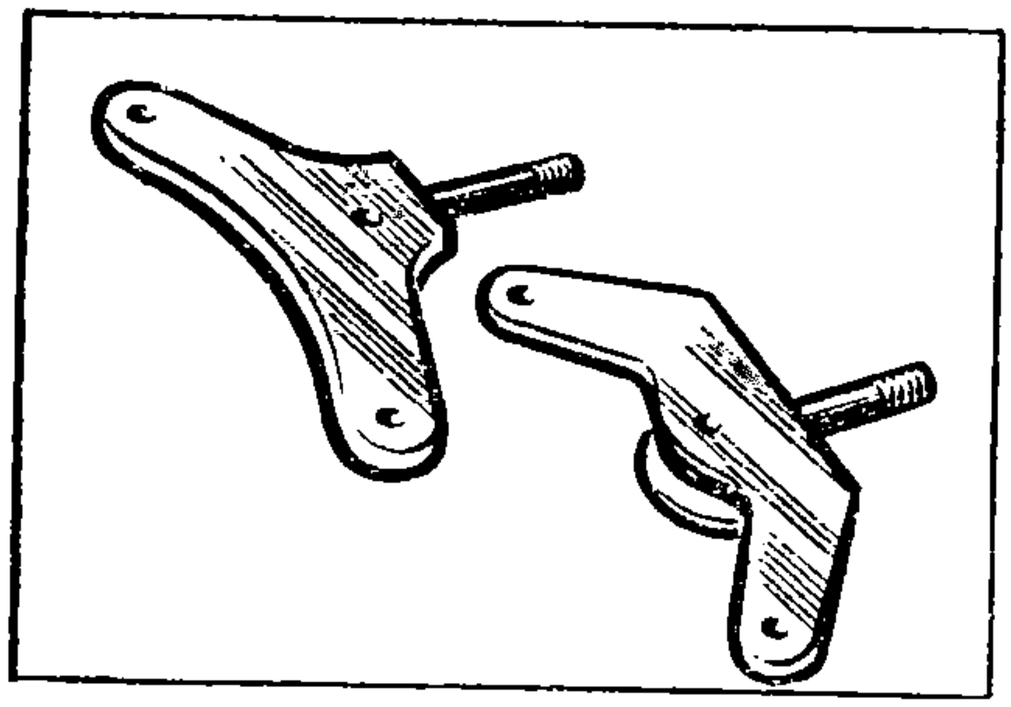


Рис. 49. Варианты конструкции поворотной цапфы.

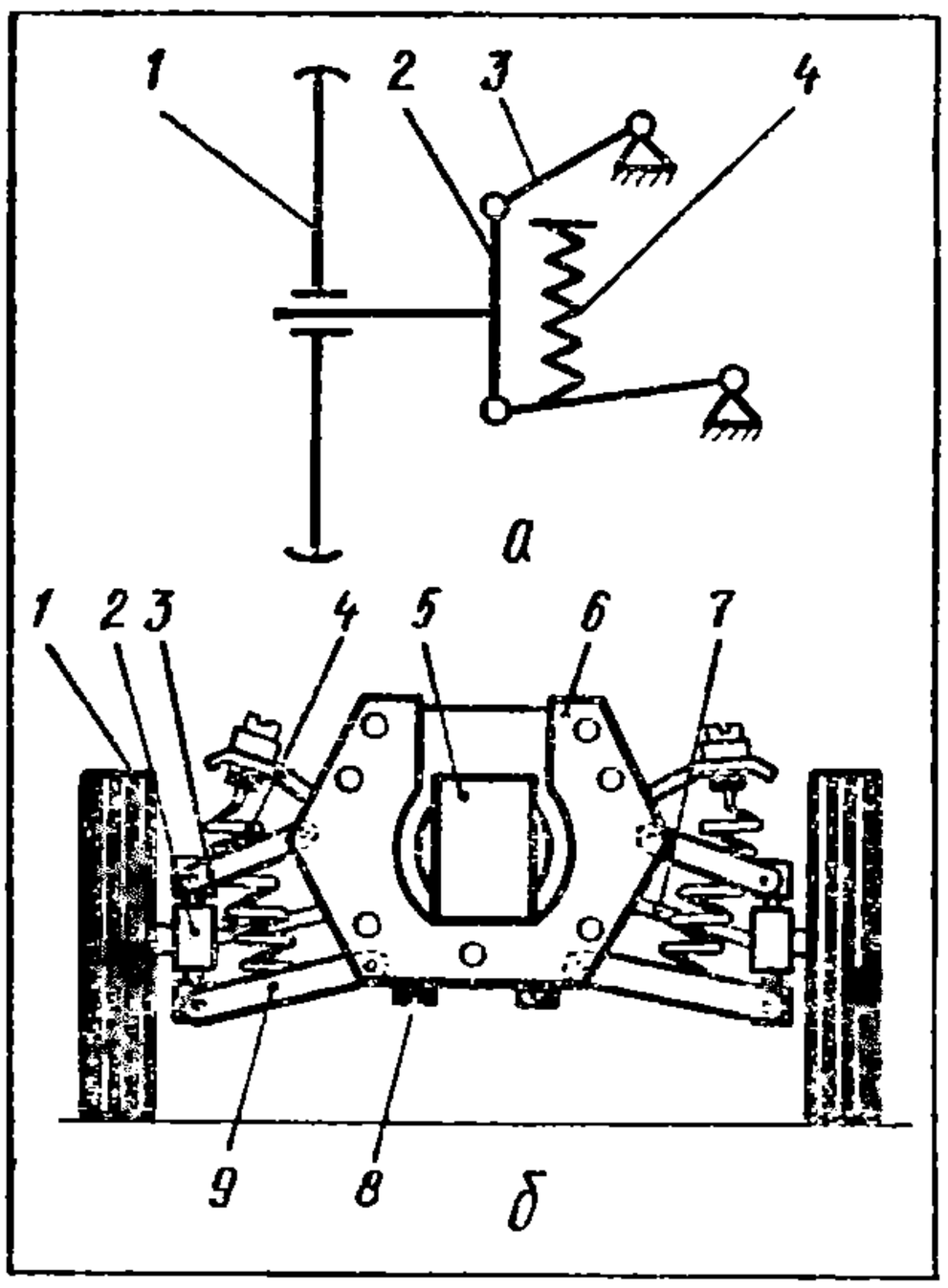


Рис. 50. Кинематическая схема (*а*) и конструкция (*б*) независимой подвески передних колес модели автомобиля:

1 — правое колесо; *2* — поворотная цапфа с полуосью; *3* — верхний рычаг; *4* — пружинная рессора; *5* — электродвигатель рулевой машинки; *6* — передняя монтажная плата; *7* — тяга рулевой трапеции; *8* — рама; *9* — нижний рычаг.

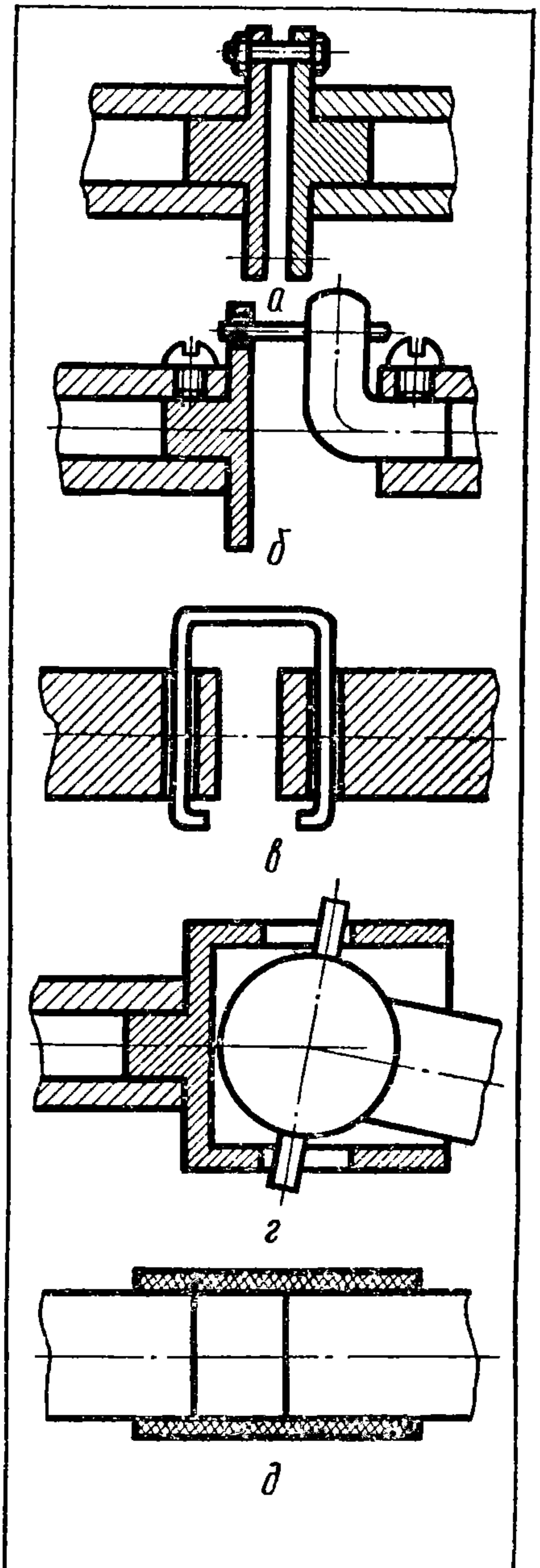


Рис. 51. Конструкции муфт с различными соединительными элементами:

а — фланец и болт; *б* — фланец и поводковый палец; *в* — проволочная скоба; *г* — цилиндр и шар с пальцами (шарнирное соединение); *д* — резиновая трубка.

ма и чертеж независимой подвески колес переднего моста модели [1].

Колеса моделей изготовляют из сырой резины методом вулканизации (для этого необходима пресс-форма) или применяют колеса от игрушек заводского изготовления, если они подходят по расчету.

Вращательное движение от микродвигателя к ведущим колесам передается с помощью карданной передачи, состоящей из валов и соединительных муфт. Валы можно изготовить из проволоки типа ВС, ОВС, из резиновых и пластмассовых трубок (например, от стержней шариковых авторучек и т. п.). Муфты для соединения валов представлены на рис. 51.

Когда определен принцип работы модели, приступают к решению вопросов компоновки деталей и сборочных единиц. При этом нужно учесть, что в самоходных моделях компоновка отдельных сборочных единиц может быть иной, чем в автомобиле-прототипе. Например, при моделировании автомобиля с задним расположением двигателя двигатель на модели можно располагать в середине рамы. Вместо карданной передачи может быть использована зубчатая или иная передача, вместо коробки передач — редуктор с постоянным передаточным отношением, вместо двух или четырех сателлитов в дифференциале — один и т. д. На открытой (без кузова) модели эти сборочные единицы выглядят иначе, чем на копируемом автомобиле. Двигатели и источники питания часто размещают в закрытых отсеках модели. В моделях грузовых автомобилей некоторые элементы устанавливают в кузове.

Компоновка сборочных единиц должна быть удобной для регулирования и замены источников питания. Необходимо добиться согласованной работы деталей. Все это требует предварительного проектирования модели и отдельных сборочных единиц.

§ 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЯ

Прежде чем приступить к проектированию модели автомобиля, необходимо знать его устройство и основные технические характеристики, классификацию моделей автомобилей, приемы построения чертежа модели, типы двигателей и источников питания, устанавливаемых на моделях, а также физико-механические свойства материалов и технологию их обработки.

Проектирование начинается с выбора класса модели и составления технического задания на постройку ее (выполняется самостоятельно с последующим коллективным обсуждением). В качестве примера покажем порядок проектирования самоходной модели-копии легкового автомобиля.

---

[1] Дьяков А. В. Радиоуправляемые автомодели. М., 1973.

I этап. Подбор рисунков, фотографий и другой документации, относящейся к автомобилю-прототипу. Определение класса модели, масштаба, конструкции корпуса и мостов, типов двигателя и источника питания, материалов, необходимых для постройки модели.

II этап. Определение габаритных размеров модели автомобиля и скорости перемещения на основе принципов механического подобия.

III этап. Выполнение чертежа прототипа.

IV этап. Выполнение чертежей отдельных деталей и сборочных единиц модели, изготовляемых в мастерских, с помощью рисунков, фотографий и другой документации, относящейся к автомобилю-прототипу. Составление технологических карт на изготовление наиболее сложных деталей.

Задаиие 1. Провести анализ конструкции автомобиля, выбранного для моделирования.

Цель. Изучение композиции и конструктивных особенностей деталей и сборочных единиц, сбор сведений для составления чертежа и обеспечения механического подобия модели.

Объект изучения. Легковой автомобиль-прототип модели, выбранной для изготовления.

Материалы для изучения и принадлежности. Литература и плакаты по устройству прототипа, фотографии, технические рисунки, письменные принадлежности.

Методические рекомендации. В процессе анализа конструкции необходимо ознакомиться с основными механизмами и деталями автомобиля, принципом его работы, габаритными размерами, рабочими параметрами. Изучение учебников, каталогов, проспектов и плакатов даст возможность разработать чертежи прототипа и модели и выбрать ее масштаб.

Задание 2. Разработать чертеж общего вида модели автомобиля.

Цель. Освоение приемов построения чертежа модели.

Объект изучения. Легковой автомобиль.

Материалы для изучения, принадлежности и инструмент. Технические рисунки, фотографии, плакаты, учебные пособия или заводские инструкции по эксплуатации автомобиля выбранной для моделирования марки, миллиметровая или чертежная бумага, линейка, карандаш, циркуль-измеритель, лекало, фотоаппарат, увеличитель, фотопринадлежности и материалы.

Методические рекомендации. Для разработки чертежа иногда в названных источниках недостает отдельных данных. По некоторым объектам моделирования могут возникнуть затруднения в определении размеров большинства деталей прототипа. В таких случаях следует обращаться к фототехнике. Интересующий объект фотографируют с расстояния 4—8 м, позволяющего получить фотоотпечатки без больших искажений, связан-

ных с перспективой. С негатива можно воспроизвести изображение автомобиля в выбранном масштабе. Рекомендуются масштабные соотношения 1 : 20, 1 : 25 (1 : 24), 1 : 32 (международный масштаб), 1 : 40.

Ориентиром при фотопечати должна служить база, так как габариты автомобиля могут меняться в зависимости от модификации или по другим причинам. Продольной базой автомобиля является расстояние между передней и задней осями. С помощью фотоотпечатка можно получить размеры отдельных элементов конструкции, например размеры стекол, расстояние между фарами, их высоту над уровнем земли и т. д. Но этот способ определения данных объекта имеет большую погрешность. Более полные и точные данные можно получить при проецировании изображения автомобиля на экран в масштабах 1 : 1, 1 : 2, 1 : 4 непосредственно с негатива или же с диапозитива, изготовленного с помощью аппарата АКД-55.

Хороший результат дает объединение этих двух методов следующим образом: на фотобумаге получают зеркальный отпечаток (фотопечать выполняется при зарядке негатива в увеличитель эмульсией вверх); просвечивая эту фотографию на стекле (например, на окне), обводят на ее обороте основные линии, детали и получают эскиз; проецируют на большой экран изображение автомобиля, добиваясь при этом, чтобы база, известная по техническим данным, и ее размеры на изображении в масштабе соответствовали друг другу; линейкой измеряют размеры интересующих деталей и переносят их на подготовленный эскиз. Чертеж, выполненный в выбранном масштабе, облегчает подбор унифицированных изделий.

Задание 3. Составить кинематическую схему модели.

Цель. Приобретение навыков в разработке кинематических схем.

Объект изучения. Модель легкового автомобиля.

Материалы, инструменты и принадлежности те же, что и в заданиях 1 и 2.

Методические рекомендации. Кинематическую схему модели составляют на основании данных, полученных в результате выполнения предыдущих заданий, учитывая наличие унифицированных изделий. Исходной может служить кинематическая схема модели, приведенная на рис. 52.

Задание 4. Подобрать двигатели для модели.

Цель. Приобретение умения подбирать двигатели и по чертежу и кинематической схеме.

Объект изучения. Модель легкового автомобиля.

Материалы для изучения. Чертеж прототипа и кинематическая схема, табл. 2 и 4 приложения, паспорта двигателей.

Методические рекомендации. Двигатели подбирают по мощности и моменту на валу, потребляемому току, частоте вращения коленчатого вала, габаритным размерам и массе. Учиты-

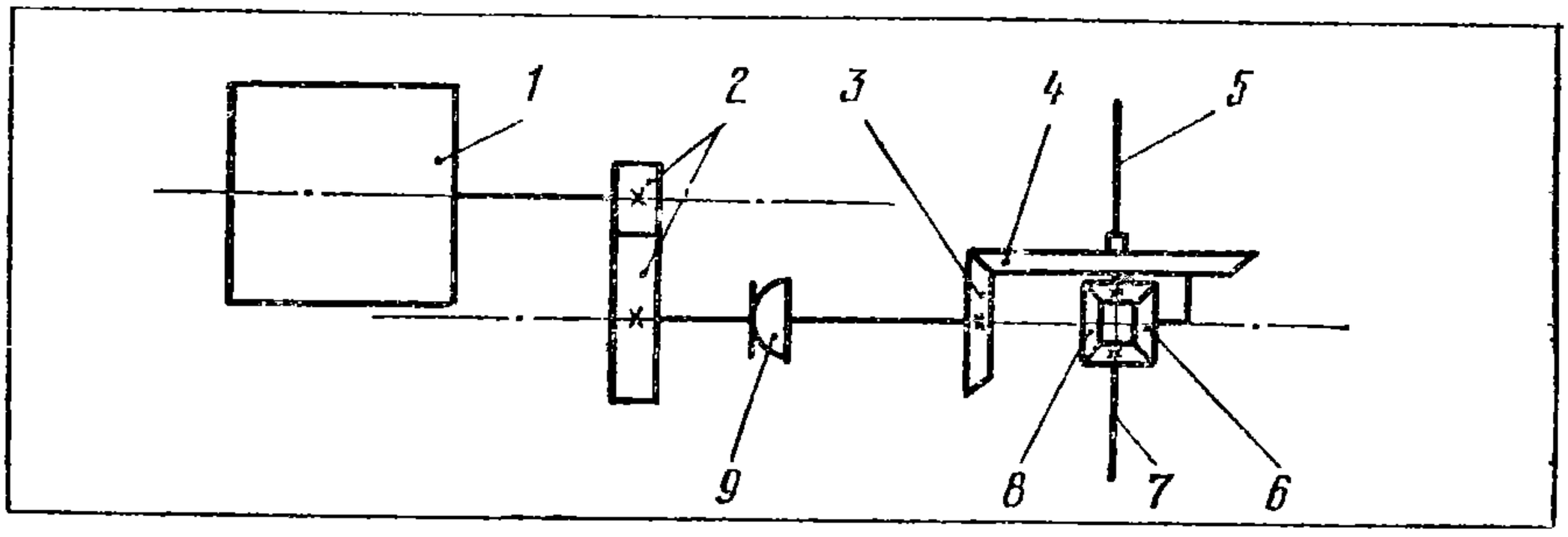


Рис. 52. Кинематическая схема трансмиссии модели:

1 — микроэлектродвигатель; *2* — шестерни редуктора; *3* — шестерня хвостовика главной передачи; *4* — шестерня главной передачи; *5, 7* — полуоси заднего моста с коническими шестернями; *6, 8* — сателлиты: *9* — муфта кврданной передачи.

вают также возможности обеспечения модели источниками питания и массу всей двигательной установки.

Задание 5. Рассчитать передаточные отношения в кинематической схеме модели.

Цель. Приобретение умений и навыков расчета для обеспечения проектируемой скорости и маневренности модели.

Объект расчета. Редукторы ходового двигателя, дифференциала, рулевой машинки.

Материалы для изучения те же, что и в задании 4.

Методические рекомендации. Часто приходится решать задачу обеспечения необходимой скорости движения модели при заданных параметрах двигателя, прежде всего — частоты вращения вала двигателя. Соответствие между ними обеспечивается расчетом редуктора. Заметим, что для радиоуправляемых моделей не рекомендуется скорость более 5 км/ч (83,3 м/мин). Для примера определим параметры редуктора модели автомобиля ВАЗ-2101. Известно, что диаметр ведущего колеса модели равен 30 мм, в качестве двигателя взят электродвигатель ПАУ-22 с частотой вращения вала 10000 об/мин, а скорость модели должна быть 30 м/мин.

Сначала определяем частоту вращения колеса, соотвстствующую данной скорости, из формулы $v = \pi D n_{кол}$:

$$n_{кол} = v/(\pi D) = 30/(3{,}14 \cdot 0{,}03) = 315 \text{ об/мин},$$

где v — скорость модели;

D — диаметр ведущего колеса.

Передаточное отношение редуктора определяется по формуле

$$u = n_{кол}/n_{двиг} = 315/10000 = 0{,}0315,$$

где $n_{двиг}$ — частота вращения вала двигателя.

Однако для зубчатых редукторов не рекомендуется передаточное отношение более 8 и менее $^1/_8$. Значит, выполнить

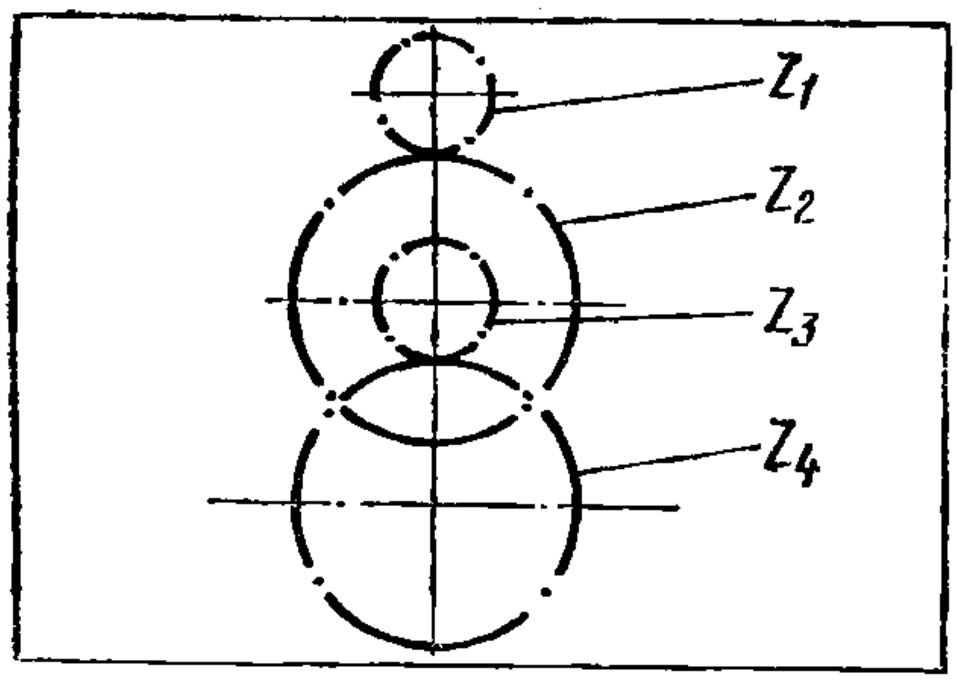


Рис. 53. Схема двухступенчатого редуктора.

передачу «двигатель — ведущее колесо модели» с помощью одной ступени невозможно. В автомоделях применяют двухступенчатые редукторы по схеме, изображенной на рис. 53, или второй редуктор в дифференциальном механизме (см. рис. 46). В обоих случаях передаточное отношение определяется как произведение передаточных отношений каждой ступени:

$$u = u_1 u_2 = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4},$$

где z_1, z_2 — числа зубьев зубчатых колес I ступени;

z_3, z_4 — числа зубьев зубчатых колес II ступени.

Исходя из этих соображений, необходимо подобрать зубчатые колеса всех ступеней в кинематической цепи от вала двигателя до вала ведущих колес.

Задание 6. Подобрать редукторы или детали для их изготовления.

Цель. Приобретение умения подбирать редукторы.

Объект изучения. Редукторы для модели.

Материалы для изучения и инструменты. Расчетные материалы, технические паспорта редукторов, справочные таблицы, измерительные инструменты.

Методические рекомендации. Для модели автомобиля могут быть использованы редукторы от пришедших в негодность электрифицированных игрушек, от часового механизма и т. п. Промышленность выпускает редукторы для моделей, которые реализуются через магазины наглядных пособий, «Юный техник» и др.

Задание 7. Рассчитать тяговое усилие модели.

Цель. Приобретение умений и навыков расчета тягового усилия.

Объект расчета. Модель автомобиля.

Материалы для изучения. Данные о массе модели и ее составных частей, справочные данные о двигателе, характеристики редукторов.

Методические рекомендации. Расчет тягового усилия на ведущих колесах модели по мощности выбранного двигателя и передаточному отношению выполняют следующим образом:

$$P = M_{кол}/r,$$

где P — тяговое усилие;

$M_{кол}$ — момент вращения ведущего колеса;

r — радиус ведущего колеса.

С учетом передаточного отношения редуктора

$$M_{кол} = M_{двиг}/u,$$

где $M_{двиг}$ — момент вращения на валу двигателя модели.

Если в паспорте крутящий момент двигателя $M_{двиг}$ не указан, его определяют по формуле, Н·м:

$$M_{двиг} = 30N/(\pi n),$$

где N — мощность, Вт;

n — номинальная частота вращения вала двигателя, об/мин.

Проведенные расчеты покажут, есть ли необходимость изменения принятых ранее решений по выбору двигателя и другим узлам. При правильном подборе унифицированных изделий можно приступить к составлению эскизов деталей для самостоятельного изготовления.

Задание 8. Составить эскизы недостающих деталей модели.

Цель. Приобретение умений и навыков конструирования несложных деталей.

Объект изучения. Рама, карданная передача, соединительные детали (кронштейны, стойки и т. п.) модели.

Материалы для изучения и принадлежности. Материалы анализа прототипов, унифицированные изделия и их технические характеристики, чертежные принадлежности.

Методические рекомендации. Для выполнения задания берут эскизы общего вида модели и, поочередно располагая имеющиеся изделия на видах сверху и сбоку, намечают места их крепления. Затем определяют необходимое количество и размеры деталей, подлежащих самостоятельному изготовлению (например, кронштейны, опоры, подшипники, валы, детали соединений и т. п.). Необходимо тщательно продумать последовательность разработки деталей в зависимости от габаритных размеров модели и характеристик унифицированных изделий. Сначала определяют взаимное расположение деталей и сборочных единиц на раме. После этого выполняют эскиз рамы, разрабатывают узлы самостоятельного изготовления, затем — детали, соединяющие их согласно кинематической схеме, и в последнюю очередь — детали соединений.

Технологические карты составляют на те узлы и детали, конструктивное решение которых не вызывает сомнения.

Задание 9. Составить технологические карты на изготовление деталей и сборку модели.

Цель. Приобретение умения составлять технологические карты на изготовление деталей и сборку модели, самостоятельно выбирать оборудование, режущие и измерительные инструменты, конструкционный материал.

Объект изучения. Модель легкового автомобиля.

Материалы для изучения. Чертежи деталей и общего вида модели.

Методические рекомендации. Технологические карты составляют по чертежам детали и модели в форме, принятой на занятиях в учебных мастерских. В картах указывают последовательность выполнения операций и переходов, необходимое оборудование и приспособления, режущий и контрольно-измерительный инструмент, материал, а для токарной обработки — режимы резания (частоту вращения шпинделя, глубину резания, подачу, число проходов).

§ 4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ И ФОРМИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

Задание 10. Изготовить детали и сборочные единицы для модели автомобиля.

Цель. Приобретение навыков изготовления деталей из конструкционных материалов и формирования сборочных единиц модели автомобиля.

Объект изготовления. Различные сборочные единицы модели автомобиля.

Оборудование, инструмент и материалы. Слесарный верстак, сверлильный и токарный станки с принадлежностями, муфельная печь или термостат, газовая горелка или спиртовка, нож, ножницы, паяльник, болт с гайкой, струбцина, чертежные принадлежности, булавки, конструкционные материалы, резиновая трубка, плотная бумага или картон, конторский клей, материалы для пайки, проволока типа ВС или ОВС, заготовка из дюралюминия для пресс-формы.

Методические рекомендации. В целях избежания ошибок и брака рекомендуется перед изготовлением деталей из конструкционных материалов выполнить их макеты из бумаги, картона, пенопласта, пластилина и других легкообрабатывающихся материалов.

Упражнение 1. Изготовить раму модели автомобиля.

Раму модели легкового автомобиля нужно делать из листового металла, например из листовой стали толщиной 0,5—1,0 мм, из жести и др. Она будет служить днищем кузова (рис. 54).

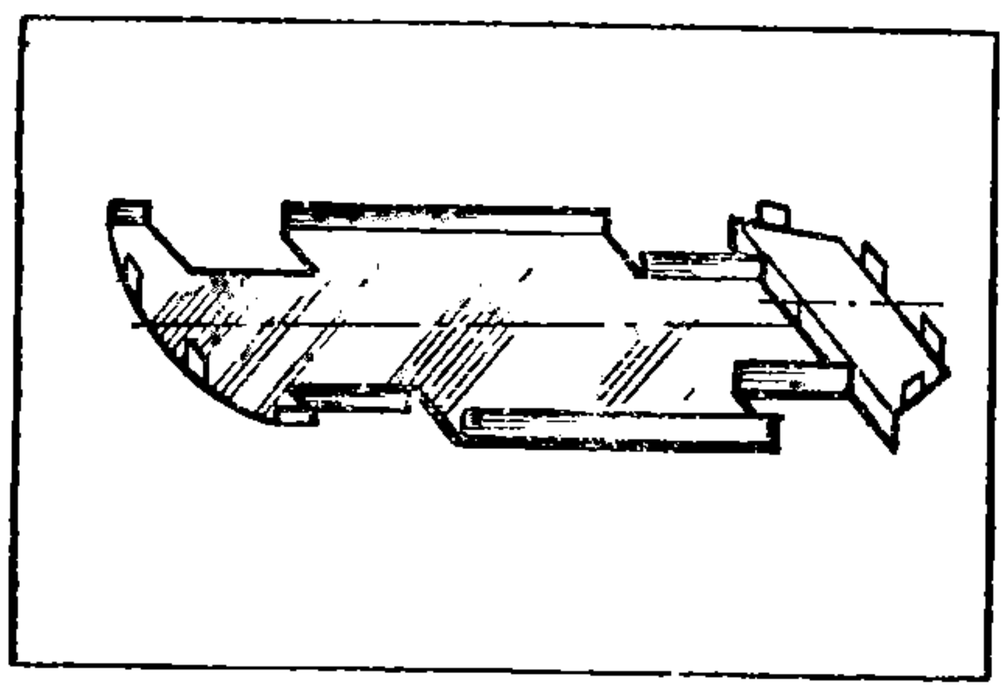


Рис. 54. Рама из листового материала для модели легкового автомобиля.

На листе плотной бумаги проводят осевую линию модели, осевые линии переднего и заднего мостов (продольная база модели), затем — линии, определяющие поперечную базу (расстояние между передними колесами), отмечают габаритные размеры (длину

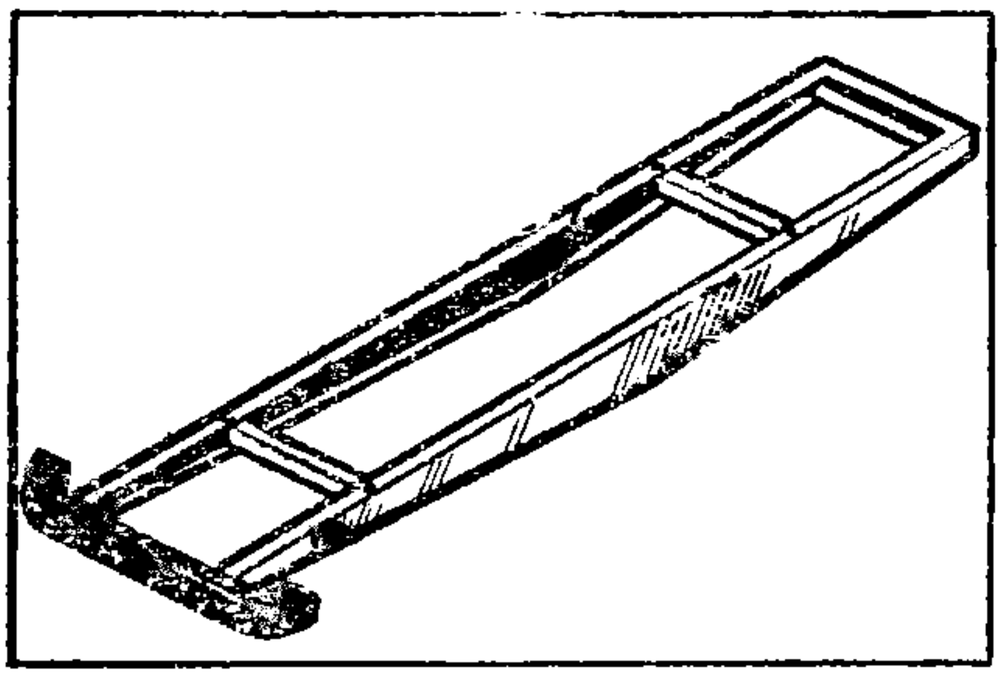


Рис. 55. Лонжеронная рама для модели грузового автомобиля.

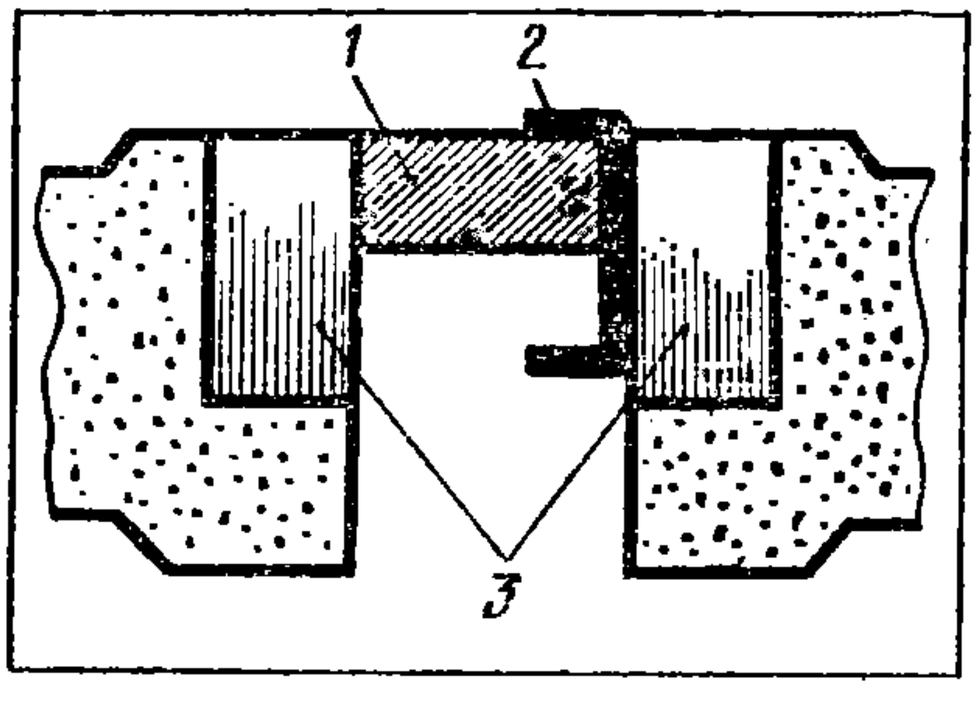


Рис. 56. Изготовление лонжеронов:
1 — оправка; *2* — заготовка, *3* — губки слесарных тисков.

и ширину), зоны расположения ведомых колес с учетом их поворота, места крепления основных узлов и отдельных деталей, линии сгиба бортиков (ребра жесткости). Заготовку вырезают по контуру, причем линии сгиба подрезают с обратной стороны ножом, что облегчает работу и обеспечивает точность. В случае несимметричного расположения элементов рамы относительно продольной оси перед подрезанием переносят линии сгиба на обратную сторону листа.

На макете рамы проводят предварительную компоновку имеющихся сборочных единиц.

Рама модели грузового автомобиля—лонжеронная (рис. 55). При изготовлении ее макета сначала откладывают длину продольной балки — лонжерона, затем проводят параллельные линии, расстояние между которыми определяется размерами сторон прямоугольника — поперечного сечения лонжерона, и наносят линию для образования замыкающего лепестка. Все линии сгиба подрезают ножом и склеивают лонжерон. Аналогично изготавливают макеты поперечин. При сборке макета лонжеронной рамы определяются размеры и места расположения склеивающих лепестков.

Если макет соответствует проекту, то его аккуратно разбирают и получают шаблоны для разметки на конструкционном материале. При изготовлении рамы из жести линии сгиба подрезают ножом. Для лонжеронов корытного и прямоугольного сечения следует пользоваться оправками (рис. 56). Детали рамы соединяют методом пайки или с помощью заклепок.

Упражнение 2. Изготовить механизмы рулевого управления модели: рулевую трапецию и рулевую машинку.

В соответствии с разработанным чертежом (эскизом) выполняют из картона и пенопласта макеты поворотной цапфы, рычагов, тяг и других деталей. Соединяют детали шарнирно с помощью булавок (иголок) и проверяют действие механизма рулевого управления. При необходимости вносят коррективы

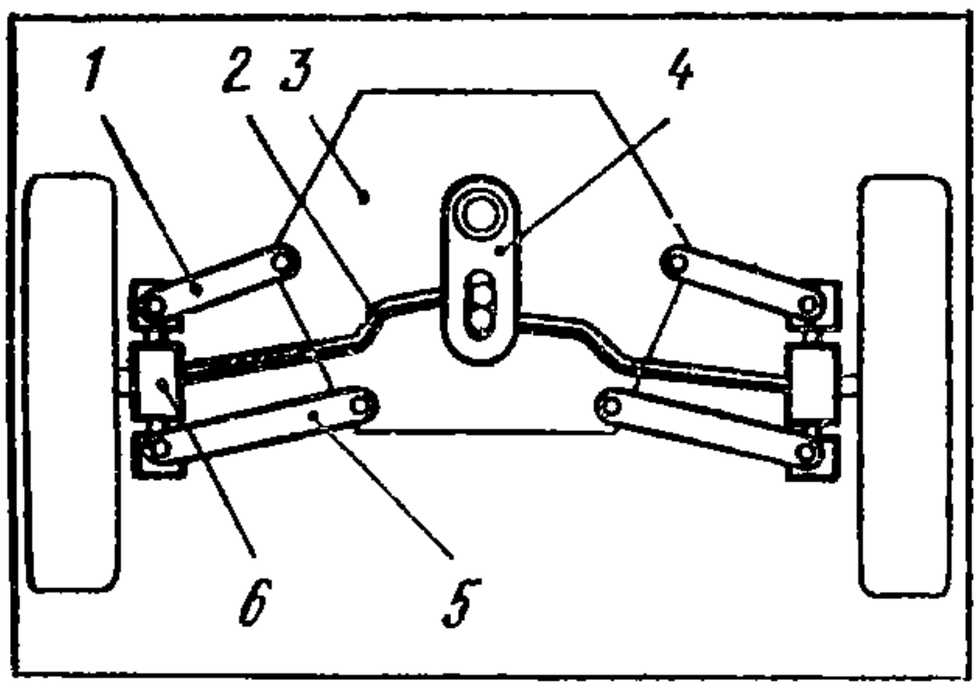


Рис. 57. Схема связи поворотного рычага рулевой машинки модели при независимой подвеске передних колес:

1 — верхний рычаг подвески; *2* — полутяга рулевой трапеции; *3* — монтажная плата; *4* — поворотный рычаг рулевой машинки; *5* — нижний рычаг подвески; *6* — поворотная цапфа.

(уточняют длины рычагов и тяг). Добившись согласованной работы деталей механизма, переходят к изготовлению деталей из конструкционного материала.

Если модель имеет независимую переднюю подвеску, то поперечную тягу рулевой трапеции заменяют полутягами, которые соединяются посредством поворотного рычага рулевой машинки (рис. 57). Ось рулевой машинки располагают параллельно оси модели.

Упражнение 3. Изготовление дифференциала заднего моста.

Макеты деталей дифференциала выполняют из плотной бумаги.

Дифференциал, рассмотренный ранее (см. рис. 46), применяют для моделей с большой маневренностью. Для спортивных моделей, рассчитанных на большую скорость при движении по прямой, возможна передача от редуктора на ведущие колеса с помощью зубчатой передачи, изображенной на рис. 58. При такой конструкции конечной передачи оба ведущих колеса вращаются с одинаковой угловой скоростью. Передача на колеса осуществляется через спиральные пружины, которые смягчают рывки на неровностях дорожного покрытия. Вращение зубчатому колесу заднего моста может быть передано как цилиндрической, так и конической шестерней.

Сборка дифференциальной коробки осуществляется с помощью кожуха (см. рис. 46). Однако неточности в сверлении

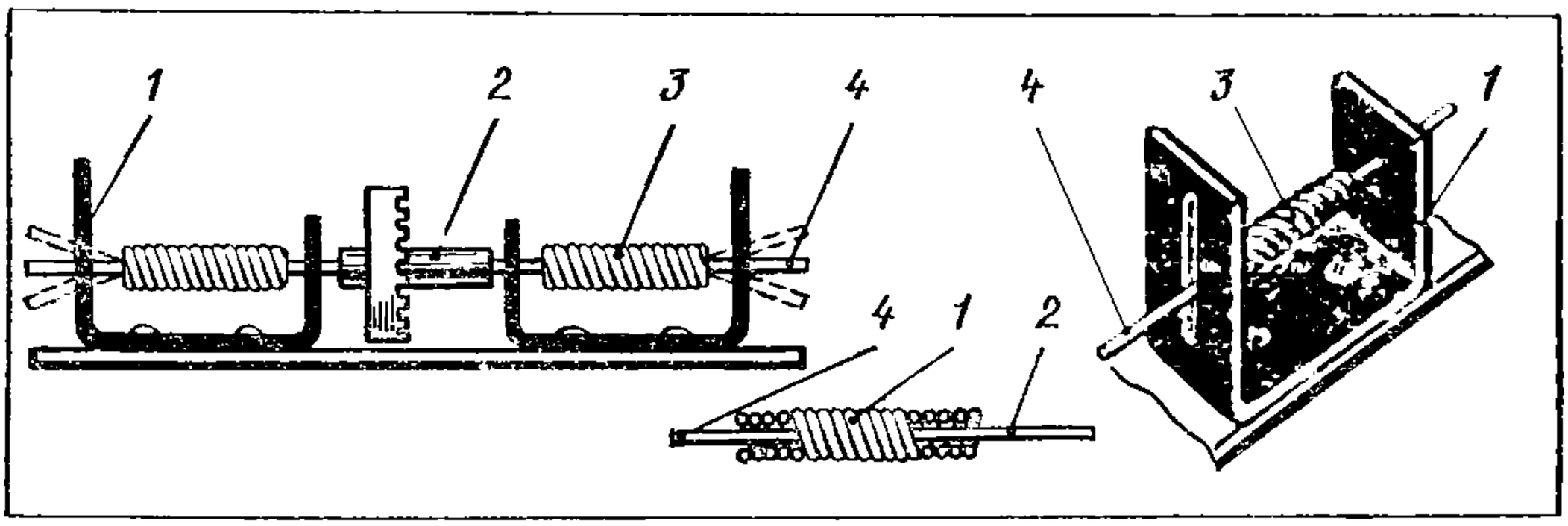


Рис. 58. Главная передача скоростной модели (движение по прямой)·

1 — стойка полуоси; *2* — вал главной передачи; *3* — соединительная муфта из пружины; *4* — полуось модели.

отверстий, служащих подшипником, могут привести к заклиниванию зубчатых колес, что потребует повторного изготовления кожуха. Точное изготовление деталей, поддерживающих механизм, обеспечивается при сборке дифференциала открытым способом, на стойках. Высоту стоек нетрудно регулировать прокладками. При необходимости несложно и повторное изготовление деталей.

Сборку коробки можно осуществлять на заклепках, но целесообразнее — с помощью винтов, так как в этом случае удается регулировать взаимное положение деталей за счет предусмотренных зазоров.

Упражнение 4. Изготовить карданный вал с муфтами.

Карданный вал делают из металлических стержней или трубочек. Соединительные муфты могут иметь различные конструкции. Простейшей из них является муфта из резиновой трубочки. Для передачи больших крутящих моментов предпочтительнее металлические муфты. Детали муфт вытачивают на токарном станке. Фланцы муфт соединяют с валами стопорными винтами, пайкой или плотной посадкой. Целесообразно сочетание резьбового соединения с пайкой.

Упражнение 5. Изготовить резиновые колеса модели и диски к ним.

Колеса моделей целесообразно изготовить из сырой резины методом вулканизации. Для этого по размерам колеса из дюралюминия вытачивают пресс-форму, состоящую из двух половинок (матрицы и пуансона). На полуформах выполняют небольшие кольцевые выточки для получения рисунка протектора (см. рис. 44). Пресс-форму вытачивают из дюралюминия (например, Д16, Д20). На сопрягаемых поверхностях пресс-формы надфилем делают радиальные канавки для выхода излишнего количества сырой резины. Прессование сырой резины осуществляется с помощью болта или струбцины (см. гл. 5, § 2). Кольцевые выступы на колесе для придания необходимого рисунка в виде впадин и выступов обрабатывают ножом.

Диск для колес вытачивают на токарном станке. Декоративный колпак вытачивают или штампуют из алюминия (латуни). Колпак с диском соединяют с помощью винта.

Упражнение 6. Изготовить рессоры для модели автомобиля. Пружины делают наборными из листов (полосок) или выполняют в виде пружины из проволоки. При изготовлении листовой рессоры коренной лист делают из пружинной стали 50С2 или 55С2, а остальные листы — из пластмассы, конструкционной листовой стали (можно использовать пришедшую в негодность рулетку или пружину от часового механизма) или из других материалов.

Для получения шарнирного ушка коренного листа пружинную сталь в пределах расчетной длины отжигают на газовом пламени. Для получения спиральной пружины заготовку от-

жигают, навивают на стержень, отрезают на расчетную длину и закаливают. Рессоры прикрепляют к раме с помощью стоек.

Задание 11. Изготовить кузов (кабину) модели автомобиля.

Цель. Освоение различных вариантов технологии изготовления кузова модели автомобиля.

Объект изготовления. Кузов (кабина) модели.

Оборудование, инструмент и материалы. Столярный и слесарный верстаки с принадлежностями, струбцины, паяльник, древесина, пластилин, жесть, фольга, стеклоткань, связующие смолы (ПН-1, ПН-3, ЭД-5, ЭД-6).

Методические рекомендации. Кузов чаще выполняют цельным и обязательно съемным. Существует несколько способов изготовления кузова (кабины). Любой способ требует предварительного изготовления «болванок» из древесины или пластилина. Выбор материала для «болванки» определяется легкостью его обработки. Технологичны и прочны кузовные детали из жести; красивее кузов из стеклоткани, выполненной методом прессования в матрице и пуансоне.

При формировании кузова из жести сначала из липы изготовляют макет всего кузова модели или его части. На макете размечают отдельные участки, которые могут быть сформованы из целого куска жести. Изготовленные по этой разметке части соединяют между собой методом пайки мягким припоем, лучше всего встык. Не следует стремиться очень точно подгонять места стыка частей, так как это трудно. Лучше всего на линиях стыка оставить подложку из тонкой жести (фольги), поддающейся пайке. Фольга и места стыка предварительно должны быть хорошо залужены тонким слоем припоя. Щели в стыках легко заполняются припоем или шпатлевочной массой. Аналогично выравнивают вмятины. Излишки припоя или шпатлевочной массы можно легко удалить с помощью напильника и шлифовальной шкурки.

Определенные преимущества в достижении подобия копируемой марки автомобиля имеет способ изготовления кузовных деталей или всего кузова из стеклоткани с использованием полиэфирных смол ПН-1, ПН-3 или эпоксидных смол ЭД-5, ЭД-6. Возможны два варианта технологии.

Первый вариант наиболее прост, но требует кропотливой последующей работы по отделке. Он заключается в выклейке кузова или части его на поверхности макета из древесины или пластилина. Проще изготовить пластилиновый макет, так как ему легче придать очертания прототипа. Макет выполняют на фанерном основании, которое изготавливают по контуру шасси. Для облегчения формообразования пластилин рекомендуется подогреть до 25—30 °С.

Готовую форму покрывают разделительным слоем, чтобы не произошло склеивания связующего материала с поверхностью формы. Разделительным материалом могут служить воск,

стеарин или парафин, подогретые и слегка разбавленные керосином, мастика «Эдельвакс», а также раствор поливинилового спирта. Раствор готовят следующим образом: смесь, состоящую из 45 массовых частей воды, 45 — этилового спирта и 10 — поливинилового спирта подогревают в кипящей водяной бане (в колбе с обратным холодильником); добившись однородности смеси, добавляют 5 массовых частей глицерина.

На макет с разделительным слоем наносят подготовленную смесь смолы (ЭД-5, ЭД-6, ПН-1 или ПН-3) с отвердителем в соотношении 1 : 10. Затем на смолу аккуратно накладывают куски предварительно раскроенной стеклоткани редкого переплетения, избегая образования воздушных пузырей под тканью, а поверх ткани снова наносят смолу. Излишки смолы во избежание потеков и искажения формы удаляют. Не рекомендуется накладывать массу толстым слоем, так как через некоторое время смола будет сползать с вертикальных участков макета и создавать утолщения во впадинах. Для получения более толстых стенок формы рекомендуется двух- или трехкратное нанесение смолы. Весьма важно правильно ориентировать макет, чтобы произошло минимальное смещение смолы под действием собственного веса. Через 4—5 ч после приготовления массы и нанесения ее на макет осуществляется визуальный контроль. К этому времени смола ЭД-5 становится густой (не образует потеков) и достаточно податливой, чтобы можно было срезать излишки материала. Описанным методом можно получить кузов модели любой конфигурации, так как после затвердевания пластмассы пластилин легко удалить, не разрушая готового изделия. Однако обработку поверхности желательно провести до удаления пластилина.

Второй вариант требует более кропотливой подготовительной работы. В этом случае выполняют деревянный макет, который тщательно шлифуют и натирают жирным (не склеивающимся со смолой) составом — парафином, мастикой для пола (лучше всего мастикой «Эдельвакс»). Как и в первом варианте, натертый макет покрывают стеклотканью большей толщины и более редкой по структуре переплетения. Еще лучше многократное покрытие с интервалом в 2—3 ч, причем смесь мономера и отвердителя готовят перед каждым нанесением. Качество наружной поверхности не имеет особого значения, так как она не является рабочей. Известным уже методом удаляют излишки по контуру макета. Через сутки макет вынимают из полученной пластмассовой формы, которая будет теперь служить стеклопластиковой матрицей для формования кузова (или его части) автомодели. Затем деревянный макет уменьшают в размерах строганием, срезая древесину на толщину будущей стенки кузова. Уменьшенный таким образом макет снова шлифуют, натирают мастикой и получают пуансон пресс-формы. Затем натирают мастикой внутреннюю по-

верхность матрицы, приготавливают приспособление для прессования (тиски, груз и т. д.), проверяют совмещаемость матрицы и пуансона в приспособлении, раскраивают стеклоткань малой толщины и нужных размеров, проверяют правильность укладки стеклоткани в форму («всухую») и составляют смесь смолы с отвердителем.

Подготовленную матрицу промазывают тонким слоем смолы и укладывают в нее стеклоткань, избегая образования воздушных пузырей. Затем намазывают смолу на стеклоткань и начинают прессование пуансона к матрице. Оно производится медленно с таким расчетом, чтобы густая смола могла равномерно распределиться в форме, а воздух и излишки материала были бы вытеснены. Время от времени контролируют работу пресса и удаляют излишки густеющей массы. Через сутки деталь осторожно вынимают. Обрабатывать ее поверхность каким-либо режущим инструментом, шлифовать и полировать ее не требуется, но нужно снять заусенцы.

Следует учитывать, что некоторые модели имеют выпуклости и копировать всю форму на «болванке» невозможно, так как готовую деталь нельзя снять с нее без разрушения. В таких случаях кузов выполняют составным или, что значительно эффективней, «болванку» делают разборной. Все части макета натирают разделительной смесью, чтобы избежать склеивания их между собой. При изготовлении кузова по частям сначала выполняют пластилиновый макет модели, затем разрезают его с помощью тонкой стальной проволоки на части. Разделительные плоскости располагают с таким расчетом, чтобы с каждой части можно было легко снять пластмассовую форму. На них должны быть образованы поверхности для склеивания деталей между собой. Части склеивают тем же составом, который идет на формование кузовных деталей.

Задание 12. Изготовить детали системы освещения.

Цель. Ознакомление с элементами бортовой системы освещения и их имитация в модели автомобиля.

Объект изготовления. Фары, подфарники, стоп-сигнал.

Оборудование, инструмент и материалы. Токарный станок и принадлежности к нему, паяльник, оргстекло, дюралюминий, алюминиевая фольга, провода, лампочки НСМ 55×10.

Методические рекомендации. Прежде чем приступить к выполнению элементов освещения модели, нужно изучить бортовую систему освещения прототипа.

Для имитации фар на токарном станке вытачивают отражатель из алюминия (дюралюминия) или гнездо-патрон для лампы НСМ 55×10 из оргстекла (рис. 59) и в качестве рефлектора приклеивают алюминиевую фольгу. Спереди на модель фары наклеивают рассеиватель. Рассеиватели удобно изготовить из тонкого листового оргстекла следующим методом: вырезать заготовки в виде многоугольника и сложить

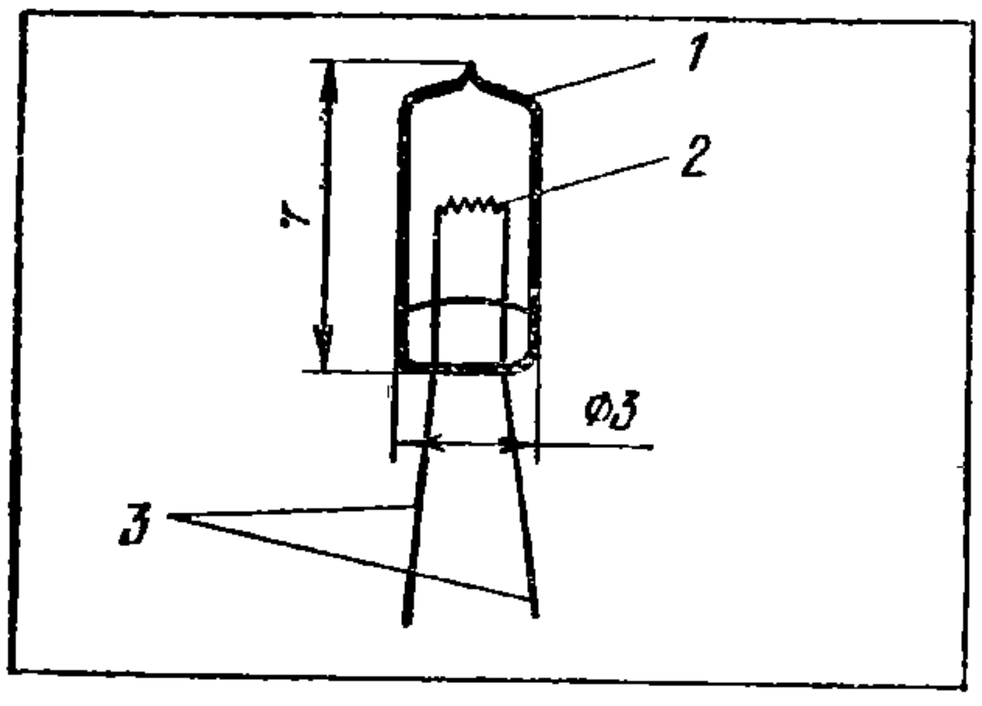


Рис. 59. Лампа накаливания НСМ 55×10 для модели автомобиля:

1 — стеклянный баллон; *2* — нить накаливания; *3* — электроды.

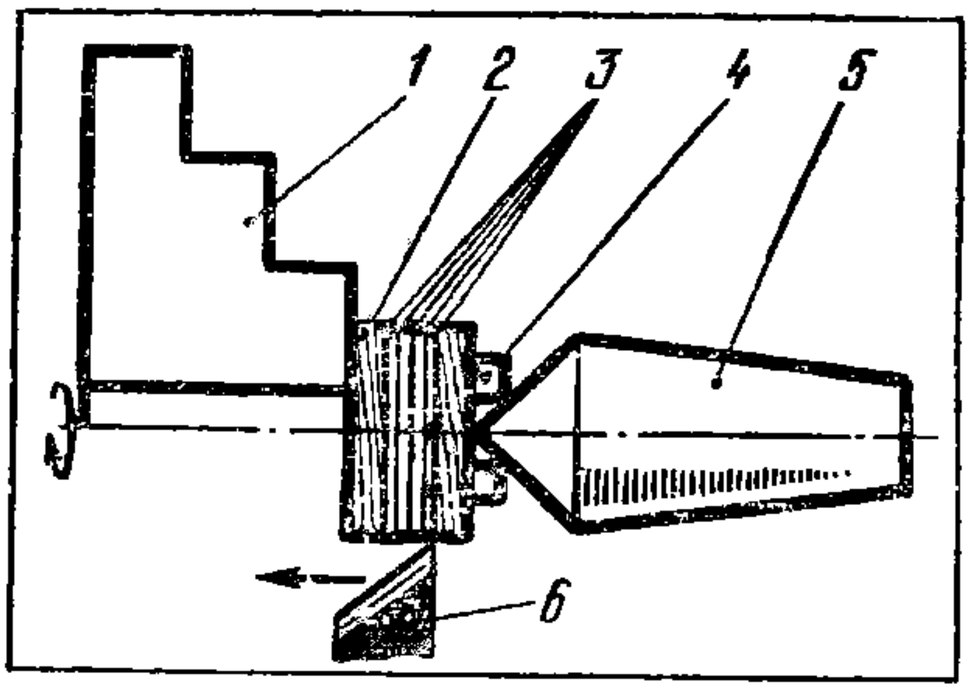


Рис. 60. Схема точения листового материала «в пачке»:

1 — кулачок токарного станка; *2* — фанера; *3* — листовой матернал; *4* — металлическая шайба; *5* — центр задней бабки; *6* — резец.

«в пачку», заготовить два одинаковых кусочка трехслойной фанеры, которые замкнут «пачку» с двух сторон, и в таком виде прижать заготовки к кулачкам токарного станка через толстую шайбу с помощью центра задней бабки (рис. 60). Рисунок на рассеивателе можно выполнить жалом чистого разогретого паяльника.

Подфарники, стоп-сигнал и прочие фонари имитируют деталями из оргстекла, монтируя в них лампы НСМ 55×10. Напряжение к лампам подфарников и стоп-сигнала подается пониженное. Для окраски этих элементов под цвет оригиала используют раствор анилинового красителя в дихлорэтане. Следует помнить, что дихлорэтан ядовит, поэтому работу с ним нужно проводить в хорошо вентилируемом помещении или в вытяжном шкафу.

§ 5. СБОРКА, РЕГУЛИРОВКА, ХОДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ПОКРАСКА МОДЕЛИ

Задание 13. Собрать модель автомобиля.

Цель. Приобретение навыков сборки и наладки модели, покраски деталей и изделия в целом.

Объект изготовления. Модель автомобиля в сборе.

Инструмент и материалы. Слесарные инструменты, пульверизатор, липкая лента, нитрокраски, полировальные пасты.

Методические рекомендации. В процессе изготовления модели каждая деталь, сборочная единица или их комплекс проверяются в действии. Конечная цель моделиста — добиться согласованной работы всех элементов модели. Поэтому сборка и испытание — это предварительное подведение итогов творческой работы. Сборку начинают с соединения основных сборочных единиц модели на раме. Сначала собирают шасси. Сюда входит сборка переднего моста, состоящего из рулевой трапеции, колес, рулевой машинки. Затем испытывают управ-

ляемость переднего моста, проверяют действие кинематических пар, подключив двигатель рулевой машинки к соответствующему источнику питания. На этом этапе проводят наладку всей системы рулевого управления и подвески.

Следующий этап сборки — регулирование работы заднего моста. Листовые рессоры прикрепляют к раме шарнирно, а один из шарниров каждой рессоры — посредством качающейся сережки. Полуоси заднего моста соединяют с рессорами при помощи стоек-подшипников. Осевое перемещение полуосей ограничивается шайбами или трубками, надетыми на полуоси. Ходовой двигатель подключают к источникам питания и проверяют работу двигателя, карданного вала, дифференциала, колес, а также управляемость механизмов по частоте вращения валов, остановке и реверсированию передач. При необходимости вносят коррективы в конструкцию деталей или сборочных единиц и отражают это на чертежах, что помогает дальнейшей работе в составлении инструкций по обращению с моделью.

Электрическую цепь собирают по аналогии с прототипом по однопроводной схеме. Она не зависит от методов управления моделью — с помощью кабеля, по радио или по автономной программе. В процессе испытания принимают меры по обеспечению надежности контактов. Необходимо надежное крепление источников питания. Для смягчения возможных ударов и предотвращения случайных размыканий в электрической цепи применяют гибкие многожильные провода и поролон. Бортовые потребители электрической энергии подключают с помощью кабеля дистанционного управления, шин (при гонках по замкнутому циклу) или по радио. Все эти варианты обеспечивают работоспособность модели при надежности электрической цепи. После наладки отдельных сборочных единиц необходимо проверить работу всех систем как единого целого.

Красить модель целесообразно в разобранном виде методом разбрызгивания. Лучше всего для этой цели подходят нитроэмали марки НЦ-11 или подобные быстросохнущие. Эмали марок МЛ сушат при температуре 90 °С длительное время, что усложняет технологический процесс. Удобны нитроэмали в аэрозольной упаковке. Однако следует помнить, что после истечения срока хранения эти краски распыляются неравномерно, образуя комочки, что снижает качество окраски.

Разделение цветов на одной и той же детали (например, при двухцветной окраске кузова, выполнении цветных полос) осуществляется с помощью липкой изоленты и бумаги. Ими закрывают защищаемые от краски поверхности, а по завершении работы сразу снимают их с детали. Для придания дополнительного блеска окрашенную поверхность полируют раствором полирующих паст в керосине (например, пасты ГОИ) или другими полирующими составами.

§ 6. СПОРТИВНОЕ АВТОМОДЕЛИРОВАНИЕ

В спортивном моделировании, кроме оценки степени подобия, важным показателем является высокая маневренность модели и мастерство вождения или максимальная скорость. Соответственно существуют модели для соревнований по вождению с радиоуправлением и модели для достижения больших скоростей при движении по окружности (кордовые) или по прямой. В зависимости от назначения модели выбирают ходовые двигатели. Гоночные модели чаще снабжают двигателями внутреннего сгорания с объемом до 3,5 см³ и предусматривают эффективный глушитель, сцепление и тормоза. Для фигурного вождения удобнее электродвигатели.

При радиоуправлении на модели устанавливают бортовую радиоаппаратуру — приемник, дешифратор, источники питания

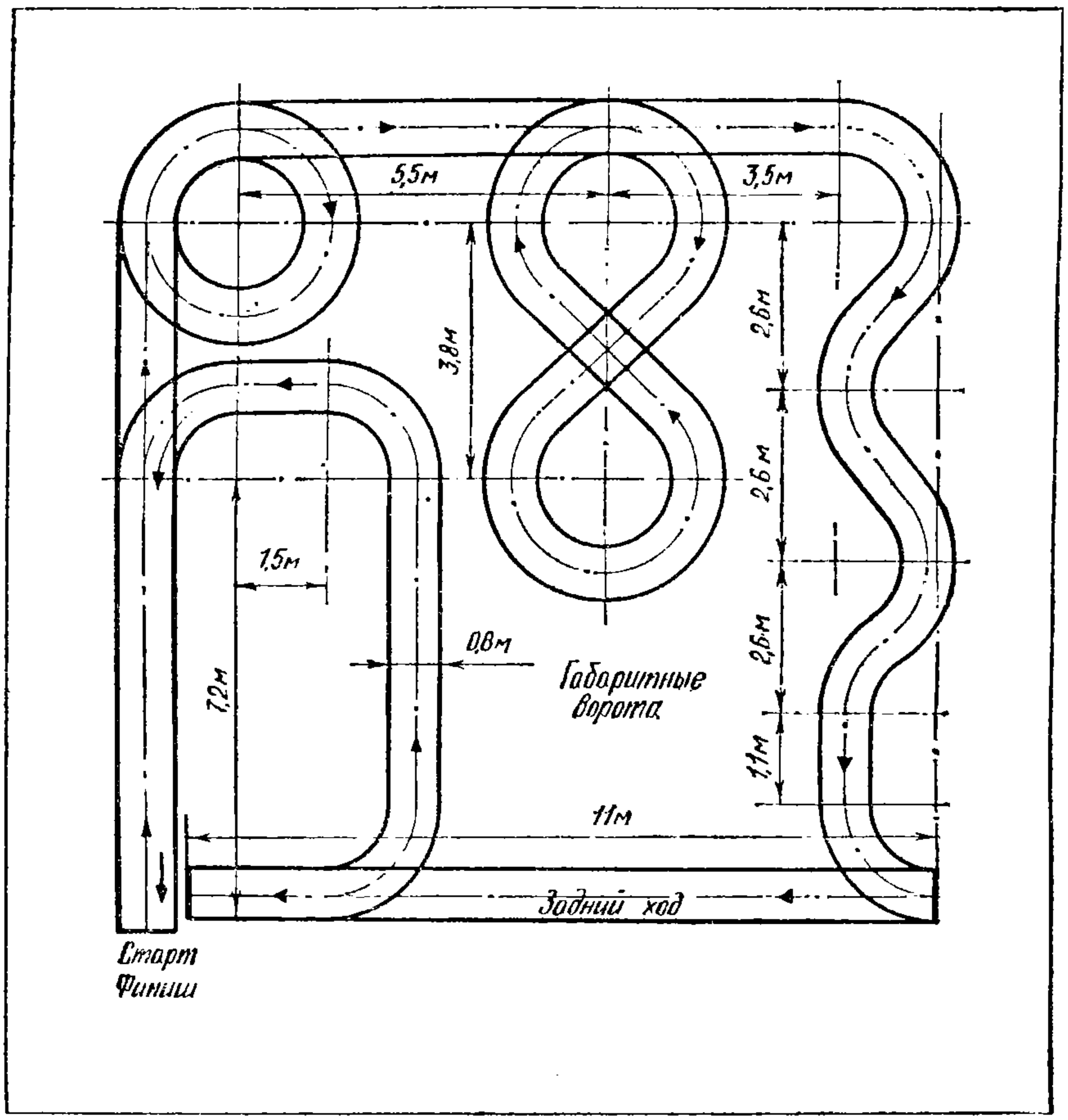


Рис. 61. Схема трассы для моделей автомобилей, управляемых по радио.

и т. п. В передатчиках разрешается модуляция только по амплитуде. Для радиолюбителей-моделистов установлены частоты 27,12; 28—28,2 и 144—146 МГц. Наиболее распространена первая частота. Мощность передатчиков радиоуправления должна быть не более 1 Вт. Разрешение на пользование передатчиком дает инспекция электросвязи. Документы оформляют через местные организации ДОСААФ. Подробные сведения об аппаратуре радиоуправления автомобильными моделями можно получить в упомянутой выше книге А. В. Дьякова. Ряд материалов публикуется в журнале «Моделист-конструктор».

Соревнование моделей, управляемых по радио, проводят на специальных трассах длиной до 100 м. На трассе устанавливают ворота шириной 0,4 и высотой 0,5 м. Схема одной из трасс фигурного вождения изображена на рис. 61.

К соревнованию допускаются участники, прошедшие предварительный контроль в умении управлять моделью.

Контрольные вопросы. 1. Какие качества модели автомобиля учитываются при оценке на стенде? 2. Какие двигатели используют в автомоделях? 3. Что нужно знать для составления проекта модели автомобиля? 4. Как определить размеры отдельных элементов модели, если известны базовые размеры прототипа? 5. В какой зависимости находятся частота вращения колеса, его диаметр и скорость. модели? 6. Как определить передаточное отношение редуктора модели при заданных частотах вращения ведущего колеса моделей и вала микродвигателя? 7. Как определить передаточное отношение двухступенчатого редуктора? 8. Какие величины влияют на тяговое усилие колес модели? 9. Для чего необходимо макетирование отдельных деталей и сборочных единиц модели? 10. С какой целью в моделях автомобиля устанавливается дифференциал? 11. Дифференциал какой конструкции легко регулируется при сборке и испытании? 12. Каким методом изготавливают резиновые колеса модели? 13. Из какого материала выполняют макеты для формования пластмассовых деталей автомодели? 14. Назовите марки исходных материалов для изготовления пластмассовых деталей. 15. Для чего нужен разделительный слой при формовании пластмассовой детали? 16. Каково соотношение мономера и отвердителя для полимеризации деталей из эпоксидных смол? 17. Каков режим (температура, время) полимеризации деталей? 18. В какой последовательности осуществляют сборку и испытание модели автомобиля?

ГЛАВА 7

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И ОРУДИЙ

§ 1. ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И ОРУДИЙ

В настоящее время в кружках делают функциональные модели-копии тракторов, комбайнов, статические модели сельскохозяйственных орудий и машин. Наиболее интересно мо-

делирование целых агрегатов, например посевного, состоящего из трактора, сцепок, сеялок и борон, и др. Предварительно учащиеся выполняют расчет агрегата, определяя типы и количество входящих в него машин и орудий. На заключительном этапе проводятся соревнования моделей тракторов, комбайнов и тракторных агрегатов на маневренность и их стендовая оценка.

Действующие модели отдельных узлов сельскохозяйственных машин используются как наглядные пособия для демонстраций принципа работы и регулировки механизма (например, модели высевающих аппаратов сеялок, посадочных аппаратов рассадопосадочных машин, картофелесажалок и т. п.).

Во многих школах конструируют и изготовляют действующие малогабаритные машины и орудия для работы на пришкольном участке, в ученической производственной бригаде (тракторы, сажалки, культиваторы и т. д.). При этом задача заключается не в создании промышленных образцов, а в изыскании вариантов конструирования и способов изготовления простейших машин и приспособлений, применение которых рационализирует опытническую работу по сельскому хозяйству. Это новое направление в развитии технического творчества учащихся, которое необходимо развивать.

Наиболее сложными являются модели сельскохозяйственных тракторов и комбайнов. При изготовлении их требуются и изделия заводского изготовления и самостоятельно сконструированные отдельные детали. Модель колесного трактора, как правило, имеет ходовой двигатель, редукторы, дифференциал, может иметь рулевую машинку. Эти сборочные единицы описаны в главе «Автомоделирование». Однако по сравнению с моделями автомобилей модели тракторов имеют значительно меньшую скорость перемещения, что требует установки дополнительных редукторов на задний мост. Передаточные отношения редукторов определяют при проектировании модели. Передний мост модели колесного трактора имеет несложную конструкцию: оба колеса устанавливают на одной балке, а рулевая трапеция легко может быть связана с рулевой машинкой.

На моделях тракторов, ввиду их малой скорости целесообразно устанавливать автономную программу управления. Она позволяет водить модель по замкнутому циклу, включающему повороты, реверсирование и т. д. Программное устройство состоит из микроэлектродвигателя, редуктора, барабана с программными контактами для ходового двигателя, рулевой машинки и источника питания.

В модели гусеничных тракторов в отличие от колесных входит ряд дополнительных изделий: каретки, гусеницы, направляющие колеса, ведущие звездочки, поддерживающие гусеницу ролики. Все детали модели можно изготовить в услови-

ях учебных мастерских по эскизам, разработанным в процессе проектирования. Для поворота гусеничной модели достаточно остановить одну гусеницу (другая в это время работает). При наличии дифференциала это выполняется с помощью различных устройств. На валах ведущих звездочек устанавливают тормозные диски или барабаны. Натяжение тормозящей ленты модели осуществляется по команде электродвигателем рулевой машинки (см. гл. 6, § 2, но с конструктивными изменениями исполнительного механизма) или с помощью сердечника соленоида, включающегося через реле и соединенного с лентой тормозного барабана или другого механического устройства, тормозящего движение ведущей звездочки гусеницы.

Большинство сельскохозяйственных машин имеют гидропривод. Изготовить действующую модель гидропривода в школьных мастерских трудно. В упрощенном варианте работа его демонстрируется «от руки». Для этого изготавливают по возможности большую часть деталей гидропривода и собирают их согласно кинематической схеме на шарнирах. Перемещение модели штока в поршне вызывает соответствующее перемещение исполнительных механизмов. Упрощение отдельных сборочных единиц по сравнению с прототипом возможно и при моделировании механизма перевода машины или орудия (прицепного плуга, сеялки и т. п.) в транспортное положение.

§ 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Характер предварительно изучаемых данных, порядок проектирования и содержание его этапов аналогичны при разработке проекта модели сельскохозяйственной машины и автомобиля (см. гл. 6, § 3).

Задание 1. Провести анализ конструкции машины, выбранной для моделирования.

Цель. Изучение композиции и конструктивных особенностей деталей и сборочных единиц, сбор сведений для составления чертежа и обеспечения механического подобия модели.

Объект изучения. Прототип модели сельскохозяйственной машины.

Материалы для изучения и принадлежности. Литература и плакаты по устройству прототипа, фотографии, технические рисунки, письменные принадлежности.

Методические рекомендации. В процессе анализа конструкции необходимо ознакомиться с функциональным назначением машины, принципом ее работы, основными механизмами и деталями, устройством рабочих органов, агротехническими требованиями, определяющими их конструктивные особенности, материалами для их изготовления, изучить габаритные размеры машины и интервалы регулируемых параметров.

Задание 2. Разработать чертеж общего вида модели машины.

Цель. Освоение приемов построения чертежа общего вида модели.

Объект моделирования. Сельскохозяйственная машина.

Материалы для изучения и принадлежности. Материалы, полученные в результате выполнения задания 1, чертежные принадлежности и бумага, фототехника (аппарат, увеличитель), фотопринадлежности и материалы.

Методические рекомендации. Порядок составления чертежа и выбор масштаба модели описаны в гл. 6, § 3. Пример оформления чертежа общего вида прототипа модели колесного трактора приведен на рис. 62.

Модели агрегатов сельскохозяйственных машин целесообразно выполнять в масштабе 1 : 20, так как в этом случае нетрудно изготовить большинство действующих механизмов и деталей на существующем в мастерских технологическом оборудовании, легко подобрать двигатель, источники питания, блоки радиоуправления и т. п. Однако это вовсе не значит, что масштаб 1 : 20 является единственно возможным. Значительно проще добиться подобия при масштабе 1 : 10 ввиду доступности изготовления даже мелких деталей.

При моделировании сельскохозяйственных машин многие детали могут быть значительно упрощены. Подобие достигается соблюдением пропорций видимых частей. Для этого нужно выбрать модуль, т. е. один из параметров машины принять за единицу (например, диаметр колеса и т. п.), а затем по чертежу или фотографии определить, какую часть модуля составляет искомый параметр. Размеры отдельных деталей можно получить с негатива фотографии машины (орудия): спроектировать изображение на экран в масштабе 1 : 2 и сделать необходимые измерения. Для колесных тракторов основным размером должна быть продольная база, ибо габаритные размеры и поперечная база могут изменяться в зависимости от вида выполняемых работ, от оснащения дополнительными механизмами и приспособлениями. Для остальных машин за основной размер можно брать и поперечную базу.

По материалам анализа прототипа приступают к составлению чертежа машины. Его выполняют в выбранном для модели масштабе, что облегчает составление рабочих чертежей. По сути, чертеж общего вида прототипа является чертежом общего вида модели. Чертежи деталей модели разрабатывают после выбора унифицированных изделий (двигателей, редукторов и т. п.), чтобы обеспечить их соответствие.

Задание 3. Составить кинематическую схему модели.

Цель. Приобретение навыков составления реальных кинематических схем модели.

Объект изучения. Модель сельскохозяйственного трактора.

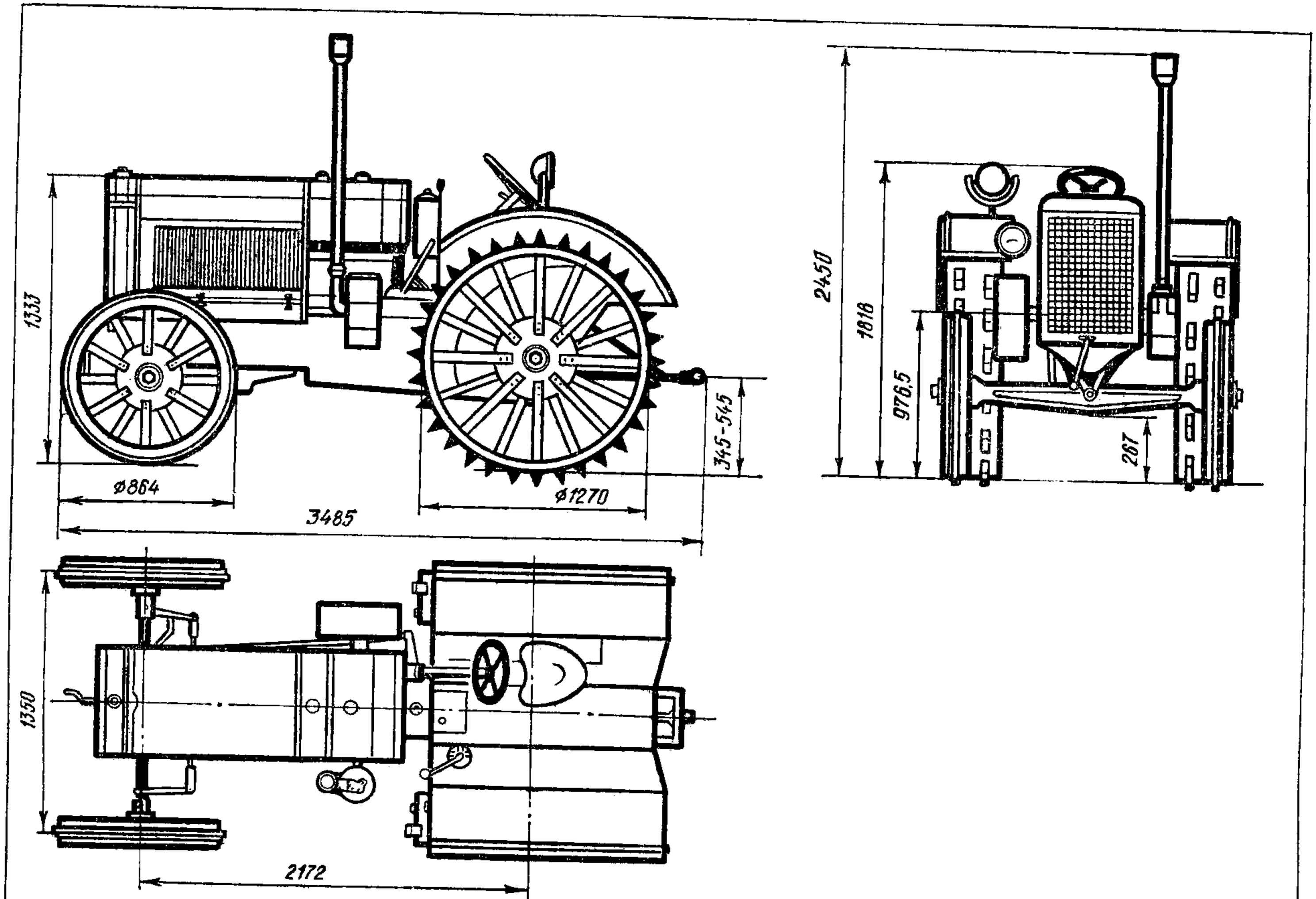


Рис. 62. Эскиз общего вида модели трактора СТЗ-ХТЗ.

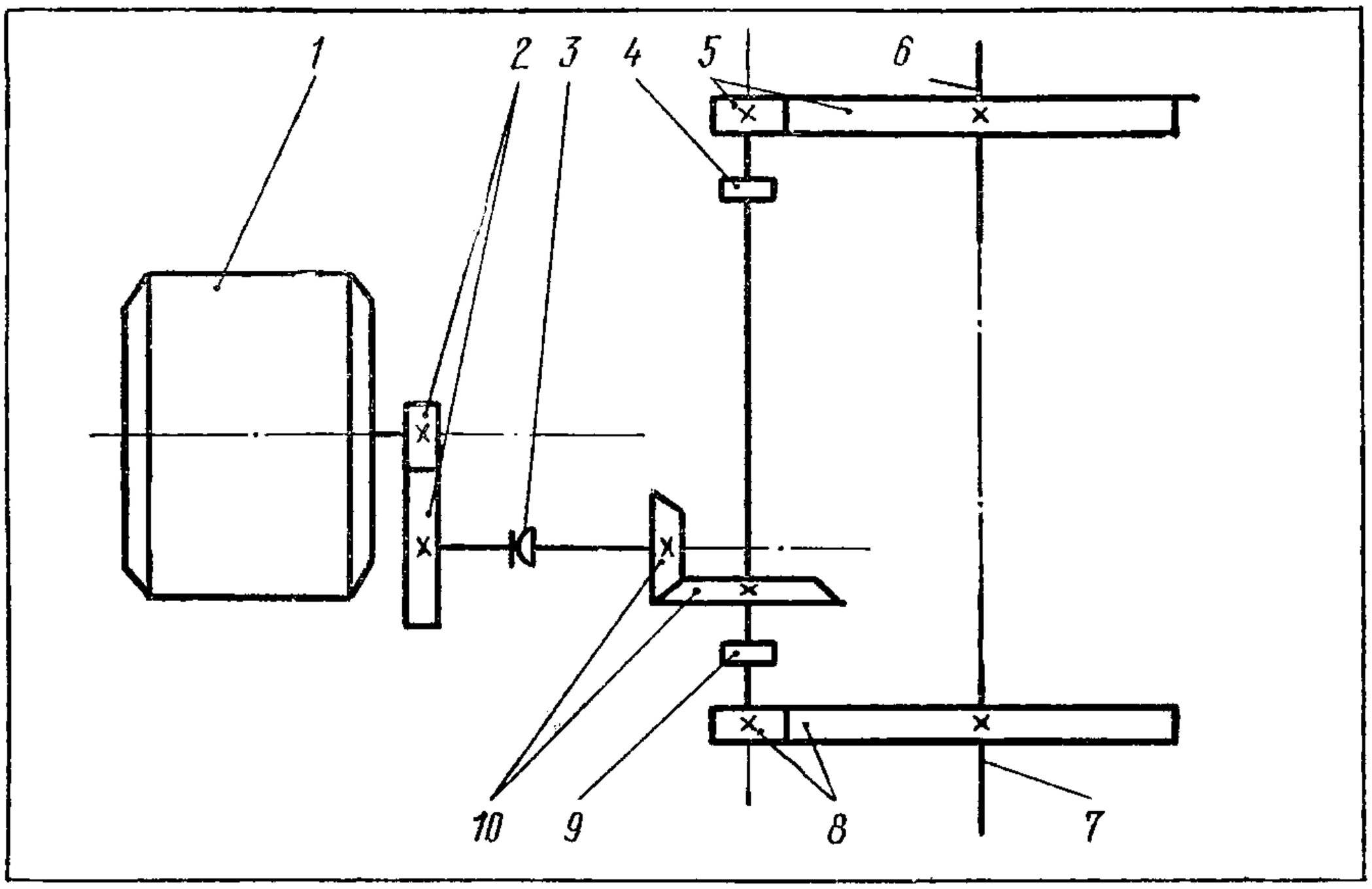


Рис. 63. Кинематическая схема трансмиссии модели трактора:

1 — микроэлектродвигатель; *2* — шестерни понижающего редуктора; *3, 4, 9* — муфты; *5, 8* — шестерни редукторов конечной передачи; *6, 7* — полуоси; *10* — конические шестерни центральной передачи.

Материалы для изучения. Справочные сведения о прототипе, редукторах и двигателях для модели (для рулевой машинки, ходового двигателя, автономного программного устройства).

Методические рекомендации. Перед составлением кинематической схемы знакомятся с ее возможными вариантами, наличием двигателей и редукторов. На рис. 63 показан вариант кинематической схемы трансмиссии модели трактора.

Интерес представляют схемы механизмов регулирования глубины обработки почвы, заделки семян, перевода машины или орудия в рабочее и транспортное положение.

На рис. 64 показаны схемы возможных вариантов механизма подъема плуга, а на рис. 65 — схема механизма подъема сошников сеялки.

Задание 4. Выбрать двигатель для модели сельскохозяйственного трактора.

Цель. Приобретение умения выбирать двигатели для моделей.

Объект изучения. Модель сельскохозяйственного трактора.

Материалы для изучения. Эскизы модели, справочные данные по двигателям.

Методические рекомендации. Предварительно выбирают несколько различных двигателей. Окончательный выбор осу-

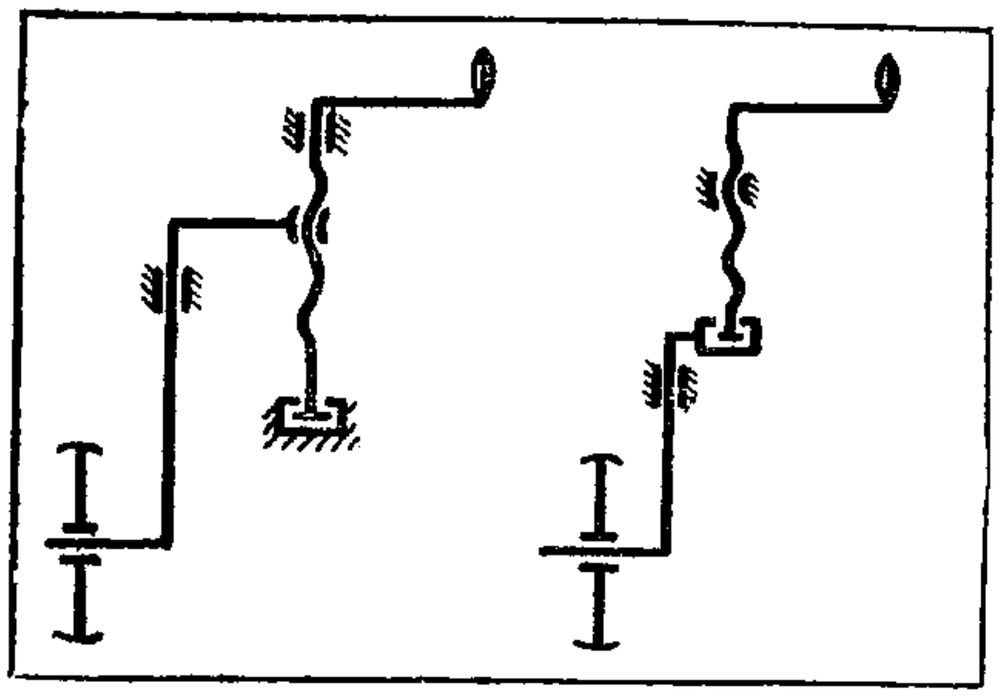


Рис. 64. Кинематические схемы механизмов регулирования полевого колеса.

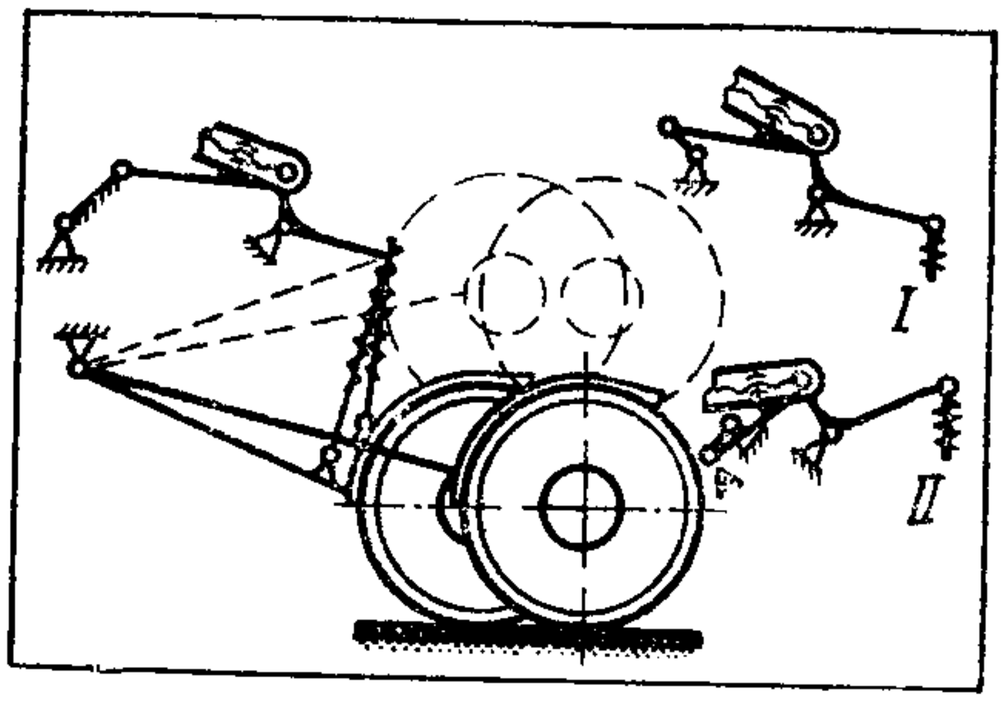


Рис. 65. Схема механизма подъема сошников сеялки:

I — рабочее положение; *II* — транспортное положение.

ществляется после расчета редуктора и тягового усилия модели.

Задание 5. Выполнить расчет редуктора модели трактора.

Цель. Приобретение навыков расчета редукторов модели.

Объект расчета. Редукторы модели сельскохозяйственного трактора.

Материалы для изучения. Технические данные о двигателях для модели, эскизы модели, справочные данные о редукторах заводского изготовления.

Методические рекомендации. Расчет редукторов ведут по методическим указаниям к заданию 5, гл. 6, § 3. Если в кинематическую цепь включено несколько редукторов, нужно найти общее передаточное отношение передачи вращательного движения от вала двигателя на валы исполнительных механизмов.

Задание 6. Подобрать редукторы или детали для их изготовления.

Цель. Приобретение навыков подбирать редукторы.

Объект изучения. Редукторы для модели.

Материалы для изучения и инструменты. Расчетные материалы и справочные таблицы, технические паспорта редукторов, измерительные инструменты.

Методические рекомендации. Для моделей сельскохозяйственных машин могут быть использованы редукторы от игрушек, детали механизмов от часов-будильников и т. д. Предпочтительно применение червячных редукторов.

Задание 7. Сделать расчет тягового усилия модели.

Цель. Приобретение умений и навыков расчета тягового усилия модели.

Объект работы. Модель трактора.

Материалы для изучения. Данные о массе модели и ее составных частей, справочные данные о двигателе, характеристики редукторов.

Методические рекомендации. Пример расчета тягового усилия действующей модели приведен в методических рекомендациях к заданию 7, гл. 6, § 3.

Задание 8. Выполнить предварительную компоновку механизмов и деталей модели, определить недостающие детали.

Цель. Приобретение навыков компоновки узлов модели.

Объект изучения. Модель трактора.

Материалы для изучения и принадлежности. Чертеж модели, унифицированные изделия, чертежные принадлежности.

Методические рекомендации. Данные проведенных расчетов служат основанием для окончательного выбора унифицированных изделий. Чтобы уточнить чертеж модели, полезно выполнить пробную компоновку (на вид сбоку, спереди и сверху), располагая унифицированные изделия поочередно на названных проекциях.

Целесообразно изготовить макеты недостающих деталей из бумаги, пластилина, пенопласта или других легкообрабатываемых материалов. Они помогут уточнить компоновку деталей и составить их чертежи.

Задание 9. Составить чертеж недостающих деталей модели, выбрать конструкционный материал.

Цель. Приобретение умений и навыков конструирования несложных деталей.

Объект изучения. Модель сельскохозяйственного трактора.

Материалы для изучения и принадлежности. Чертеж общего вида модели, унифицированные изделия, макеты недостающих деталей, чертежные принадлежности.

Методические рекомендации. Составление эскизов недостающих деталей проводят с учетом технологии изготовления детали. Деталь должна быть не только функциональной, но и технологичной, простой по конструкции и красивой. Эти требования диктуют необходимость разработки нескольких вариантов решения одной и той же задачи. Здесь же производится обоснование выбора конструкционного материала. С учетом всех факторов, влияющих на конструкцию детали, составляют рабочие чертежи, а по ним разрабатывают технологические карты на каждую деталь, на формирование сборочных единиц и модели в целом. В процессе практической работы над изготовлением модели могут быть внесены коррективы в чертежи и технологию. Так, например, может быть изменена конструкция тяг рулевого управления, контактных пластин программного устройства и других механизмов, если в них вносят изменения в процессе сборки и наладки модели.

Задание 10. Разработать технологические карты на изготовление деталей и сборку модели трактора.

Цель. Приобретение навыков составления технологических карт и инструкций по эксплуатации модели.

Объект изучения. Модель сельскохозяйственного трактора.

Материалы для изучения. Чертежи деталей и общего вида модели.

Методические рекомендации. Технологические карты составляют по установленной форме. В них указывают оборудование, рабочий и измерительный инструмент, последовательность выполнения операций и переходов, а на картах токарной обработки еще и режимы резания (частоту вращения шпинделя, глубину резания, подачу, число переходов).

§ 3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛИ ТРАКТОРА

Задание 11. Изготовить детали и сборочные единицы для модели трактора.

Цель. Приобретение навыков изготовления деталей из конструкционных материалов и формирование сборочных единиц модели трактора.

Объект изготовления. Различные детали и сборочные единицы моделей тракторов.

Оборудование, инструмент и материалы. Слесарный верстак, сверлильный и токарный станки с принадлежностями, нож, ножницы, паяльник, чертежные принадлежности, булавки (иголки), конструкционные материалы (листовая сталь, сплавы на основе алюминия, проволока типа ВС и ОВС, медная проволока), картон или плотная бумага, конторский клей, материалы для паяния.

Методические рекомендации. Перед изготовлением деталей из конструкционных материалов рекомендуется выполнить их макеты из плотной бумаги, картона или других легкообрабатывающихся материалов.

Упражнение 1. Изготовить раму модели трактора.

Методические рекомендации. Конструкции рам колесных и гусеничных тракторов не одинаковы. В колесных универсально-пропашных тракторах (МТЗ-50, МТЗ-80 и др.) применяются полурамы, в гусеничных (кроме Т-4А, Т-130, Т-100М) и колесных К-701, Т-150К — рамы. На моделях же устанавливают упрощенные рамы. Макет рамы для модели трактора изготавливают по чертежу в том же порядке, что и макет рамы модели грузового автомобиля (см. гл. 6, § 4, упр. 1). Материалом для изготовления рамы может служить, например, листовая сталь толщиной 0,45—1,0 мм. На рис. 66 изображена рама модели из коробчатых лонжеронов. Поперечные брусья имеют такое же сечение, как и лонжероны, и оканчиваются цилиндрическими стержнями, служащими осями кареток.

Упражнение 2. Изготовить детали переднего моста модели колесного трактора: переднюю ось, детали рулевой трапеции, поворотную цапфу, передние колеса.

Балка переднего моста колесного трактора (рис. 67) крепится к раме шарнирно. Способ соединения поворотных цапф

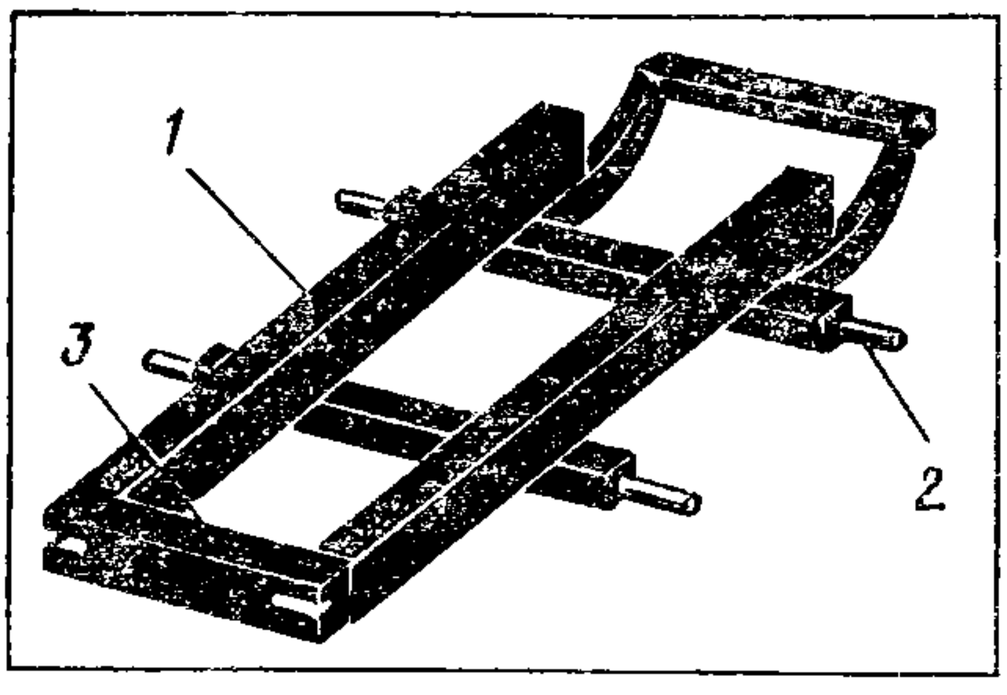


Рис. 66. Рама модели трактора ДТ-75:

1 — лонжерон; *2* — ось каретки; *3* — поперечина.

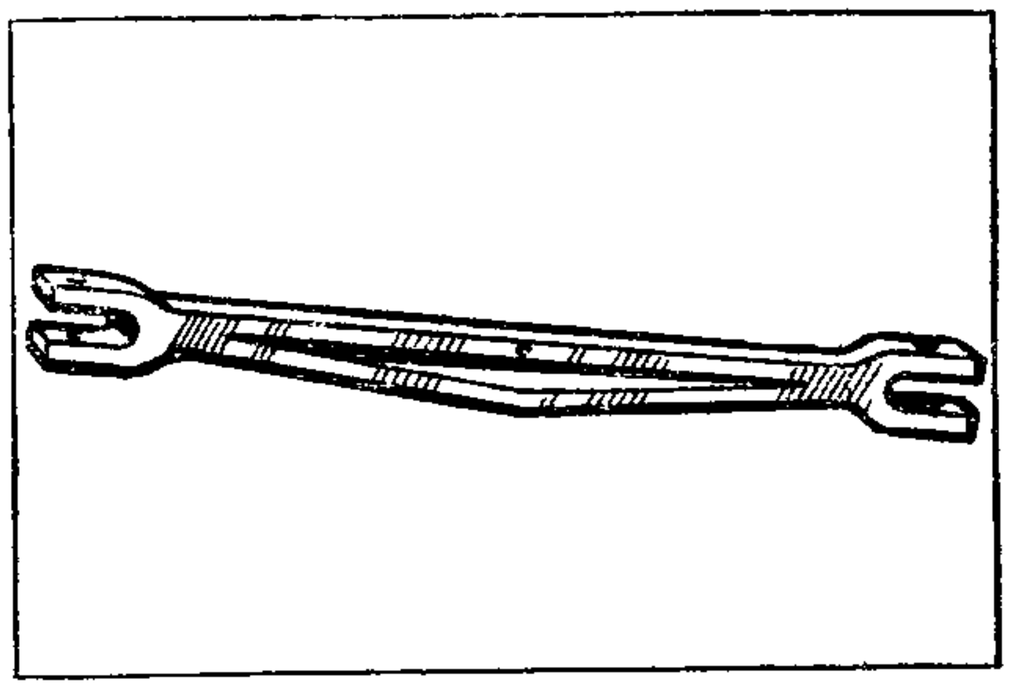


Рис. 67. Балка переднего моста модели трактора СТЗ-ХТЗ.

выбирают в зависимости от конструкции балки. Материалами для изготовления балки могут быть дюралюминий, сталь и др. Для получения геометрического подобия (имитации двутавра) на гладкую поверхность заготовки наклеивают картонную накладку.

Для уточнения кинематической схемы рулевого управления и чертежей деталей изготавливают макет из плотного картона.

Обод с ребордой и ступицу переднего колеса вытачивают на токарном станке. Сначала растачивают внутренний диаметр; затем (до отрезания заготовки) размечают места сверления отверстий под заклепки для крепления спиц, ориентируясь по кулачкам патрона станка, расположенным под углом 120° друг к другу. Отверстия на ободе сверлят с учетом диаметра имеющейся медной проволоки, из которой делают заклепки. Спицы изготавливают из листового материала в приспособлении (кондукторе), которое ограничивает длину заготовок и определяет места сверлений. Спицы обрабатывают в пачке по 6 штук.

Если на модели не ставится рулевая машинка, то управление осуществляется от рулевого колеса (баранки). Усилие, приложенное к рулевому колесу (рис. 68) при помощи рулевого механизма, состоящего из червяка *5* и сошки *6*, передается через тягу *7* поворотными рычагами на рулевую трапецию и колеса трактора. В рулевом механизме могут быть использованы детали от устройства для натяжения струн музыкальных инструментов, винт в паре с сектором зубчатого колеса часового механизма и т. п.

Упражнение 3. Изготовить задний мост модели трактора.

Ступицу и обод колес рекомендуется изготавливать из дюралюминия на токарном станке. Однако ободы ведущих колес (диаметром 63,5 мм при масштабе 1 : 20) легче сделать из полосы листовой стали толщиной 0,45—0,7 мм. Стыки со-

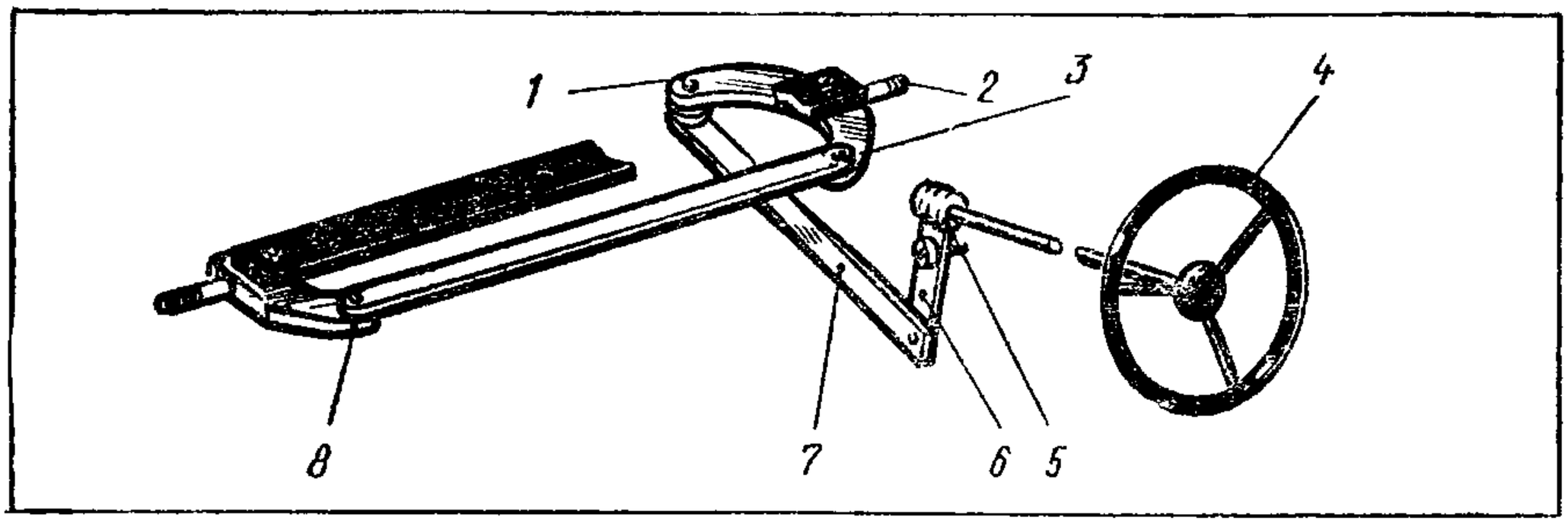


Рис. 68. Механизмы рулевого управления модели колесного трактора:

1, 3, 8 — поворотные рычаги; *2* — ось переднего колеса; *4* — рулевое колесо; *5* — червяк; *6* — сошка; *7* — тяга.

единяют с помощью шпор (на ободе 32 шпоры, высота их у прототипа модели 133 мм, ширина — 88 мм, лапки шпор обоих рядов располагаются в шахматном порядке).

В действующей модели-копии привод на ведущие колеса осуществляется через редуктор от микродвигателя.

Изготовление заднего моста колесного трактора МТЗ-80 и его модификаций не имеет больших отличий. Шины модели изготовляются путем вулканизации сырой резины (см. гл. 6, § 4). Протекторы ведущих колес наклеивают на заранее намеченные места следующим образом: нарезают полоски необходимой ширины, например из резины камеры велосипедного колеса; поверхности заготовки колеса и полосок резины с одной стороны обрабатывают шлифовальной шкуркой (теркой, напильником) и три раза покрывают резиновым клеем с промежуточной сушкой в течение 15 мин; соединяют детали после того, как клей на поверхностях высохнет.

Задание 12. Изготовить механизмы и детали модели гусеничного трактора.

Цель. Приобретение умений и навыков конструирования характерных механизмов модели гусеничного трактора и изготовления их деталей из конструкционных материалов.

Объект изготовления. Отдельные механизмы и детали модели гусеничного трактора.

Оборудование, инструмент и материалы. Слесарный верстак, токарный, сверлильный и фрезерный станки с принадлежностями, муфельная печь, тигель, опоки, листовой и прутковый дюралюминий, прутковая сталь, стальная проволока типа ВС, гетинакс или текстолит, гипс, доска 25×200×1000 мм из древесины лиственной породы, технический вазелин.

Методические рекомендации. Моделирование гусеничных тракторов требует изготовления большего числа деталей и узлов шасси, таких, как каретки, опоры, направляющие колеса.

Упражнение 4. Изготовить каретки модели гусеничного трактора.

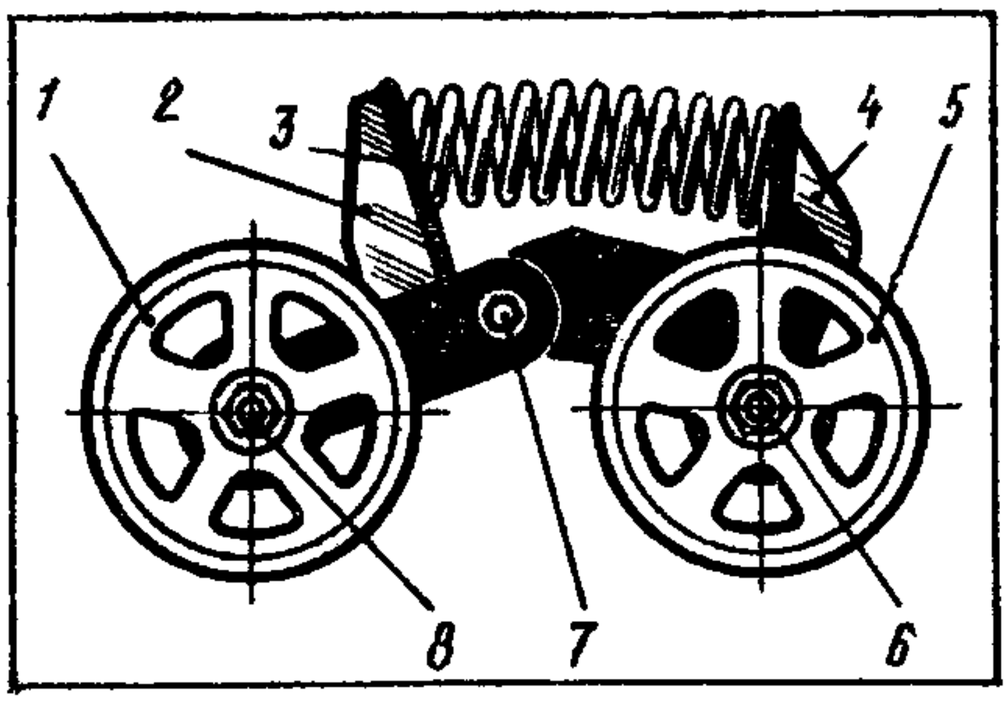


Рис. 69. Каретка модели гусеничного трактора:

1, 5 — катки; *2* — наружный балансир; *3* — пружина балансиров; *4* — внутренний балансир; *6, 8* — ось катков; *7* — ось балансиров.

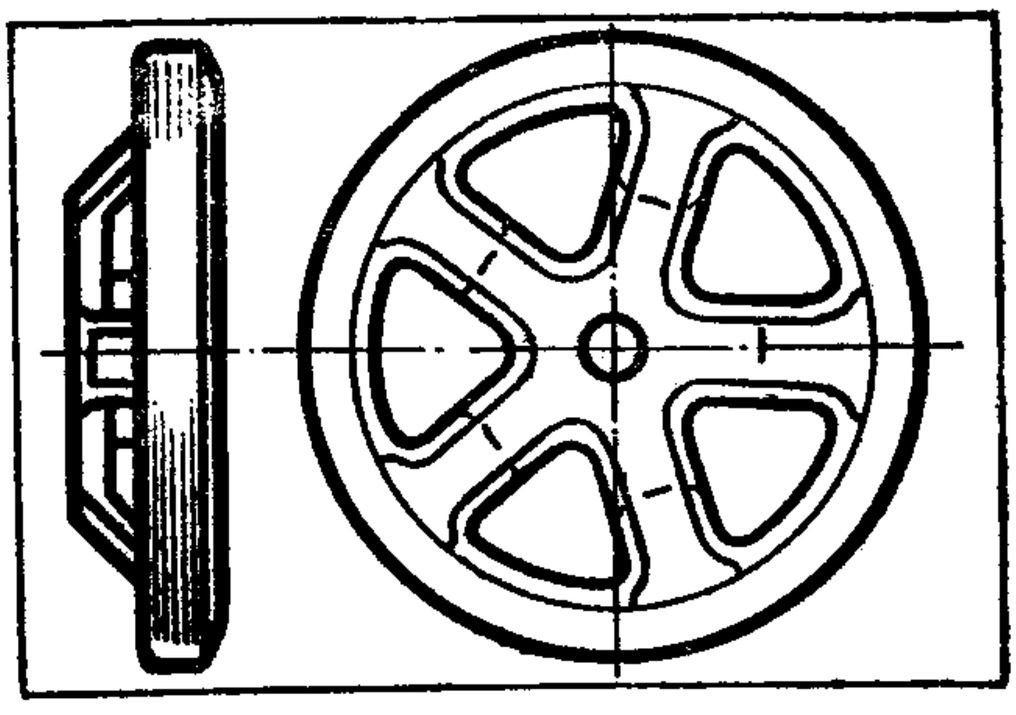


Рис. 70. Каток (колесо) каретки модели гусеничного трактора.

Каретки для модели можно изготовить в упрощенном варианте (рис. 69). Каретки имеют наружные *2* и внутренние *4* балансиры. Оси *6* и *8* катков находятся на одинаковом расстоянии от оси *7* каретки. Пружина *3* устанавливается между балансирами при помощи коротких стержней. Стержни изготавливают с учетом внутреннего диаметра пружины и крепят к балансирам на резьбе. Балансиры можно изготовить из дюралюминия или пластмассы (гетинакса, текстолита и т. п.) на фрезерном станке или с помощью слесарных инструментов.

Катки каретки (рис. 70) вытачивают на токарном станке: подрезав торец заготовки, растачивают углубление, просверливают отверстие для оси и затем обтачивают наружные контуры. Для получения спиц в отрезанной заготовке катка просверливают отверстия, которые затем распиливают надфилем до получения нужного профиля и размеров.

Упражнение 5. Изготовить механизм натяжения гусеницы.

На рис. 71 изображен механизм натяжения гусеницы со стороны рамы (с внутренней стороны). Направляющее колесо модели может быть выполнено в двух вариантах — с одним и двумя ободами. Двухободное колесо удерживает гусеницу в той же колее, что и катки — каретки. Направляющие выступы гусеницы (внутренние шпоры) находятся между ободами. В другом варианте обод направляющего колеса находится в середине гусеницы (внутри рядов шпор). На рис. 71 узел направляющего колеса дан в упрощенном варианте (упрощены коленчатая ось и упор пружины). Направляющее колесо вытачивают на токарном станке. Затем для получения спиц просверливают пять отверстий, которые обрабатывают набором надфилей до получения необходимых очертаний элементов колеса.

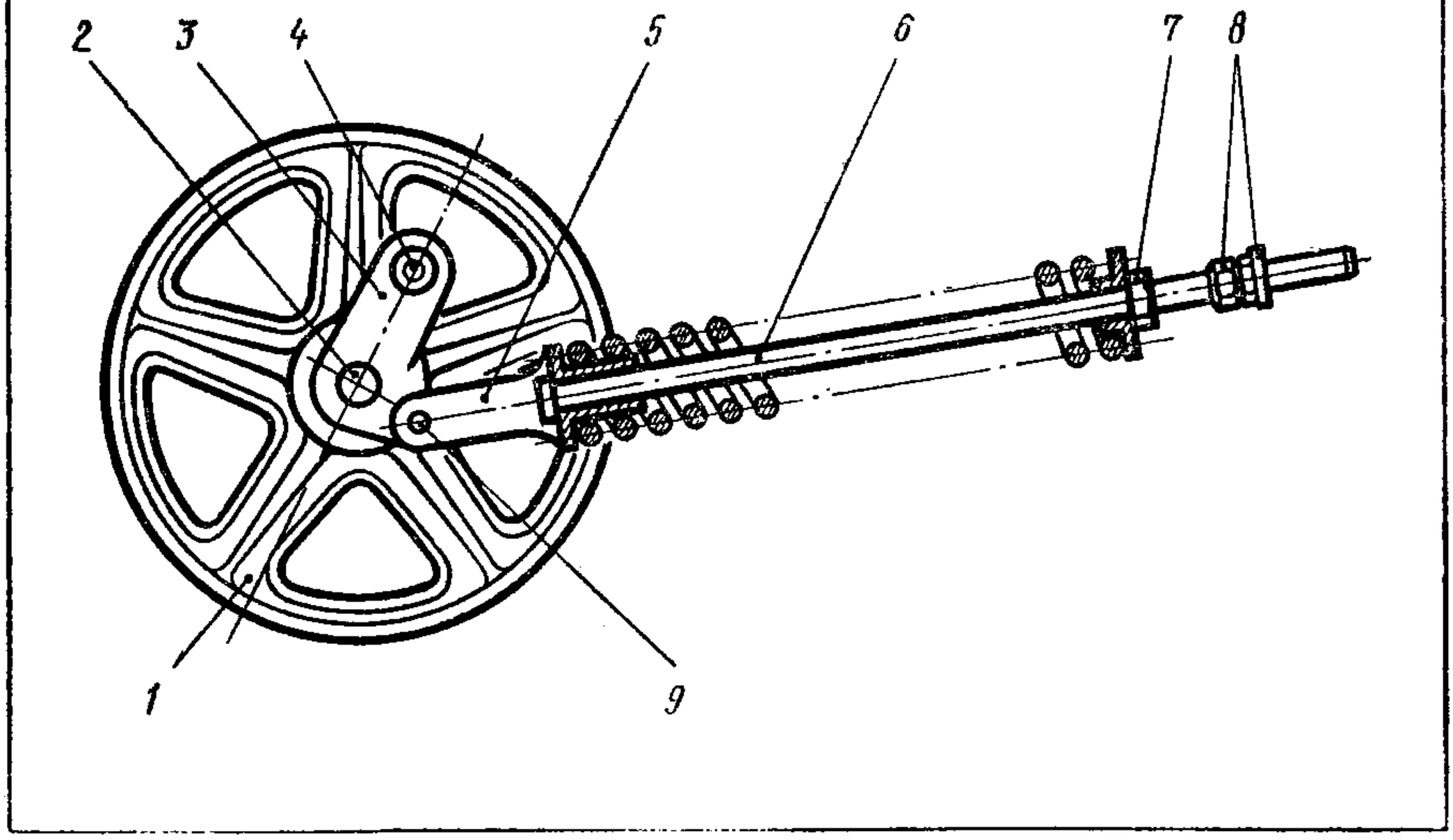


Рис. 71. Механизм натяжения гусеницы модели трактора:

1 — направляющее колесо; *2* — ось колеса; *3* — коленчатая ось; *4* — ось качения; *5* — упор пружины; *6* — шток; *7* — гайка регулировки натяжения пружины; *8* — гайка регулировки натяжения гусеницы; *9* — ось упора пружины.

Упор пружины делают из заготовки квадратного сечения. На токарном станке просверливают отверстие под шток, вытачивают втулку по внутреннему диаметру резьбы и затем проводят слесарную обработку детали.

Коленчатую ось изготовляют из листовой стали. Сборку узла осуществляют на винтах или заклепках. В последнем случае между соединяемыми деталями рекомендуется помещать бумажную прокладку, которая в процессе приработки истирается, создавая необходимый зазор для обеспечения подвижности деталей друг относительно друга.

Упражнение 6. Изготовить ведущие зубчатые колеса модели.

Ведущая звездочка заднего моста имеет 12 зубьев. Изготовление их требует предварительного выполнения эскиза в масштабе модели. Исходными данными являются наружный диаметр и шаг зубьев. На рис. 72 дан эскиз заготовки модели ведущей звездочки. Для ее изготовления берут заготовку такого диаметра, чтобы в ней можно было просверлить 12 отверстий, которые дают предварительные очертания зубьев. Длину заготовки определяют с расчетом на две звездочки.

Заготовку зажимают в кулачках патрона токарного станка, подрезают торец и сверлят центральное отверстие под вал звездочки — оно будет базой для последующей обработки. На

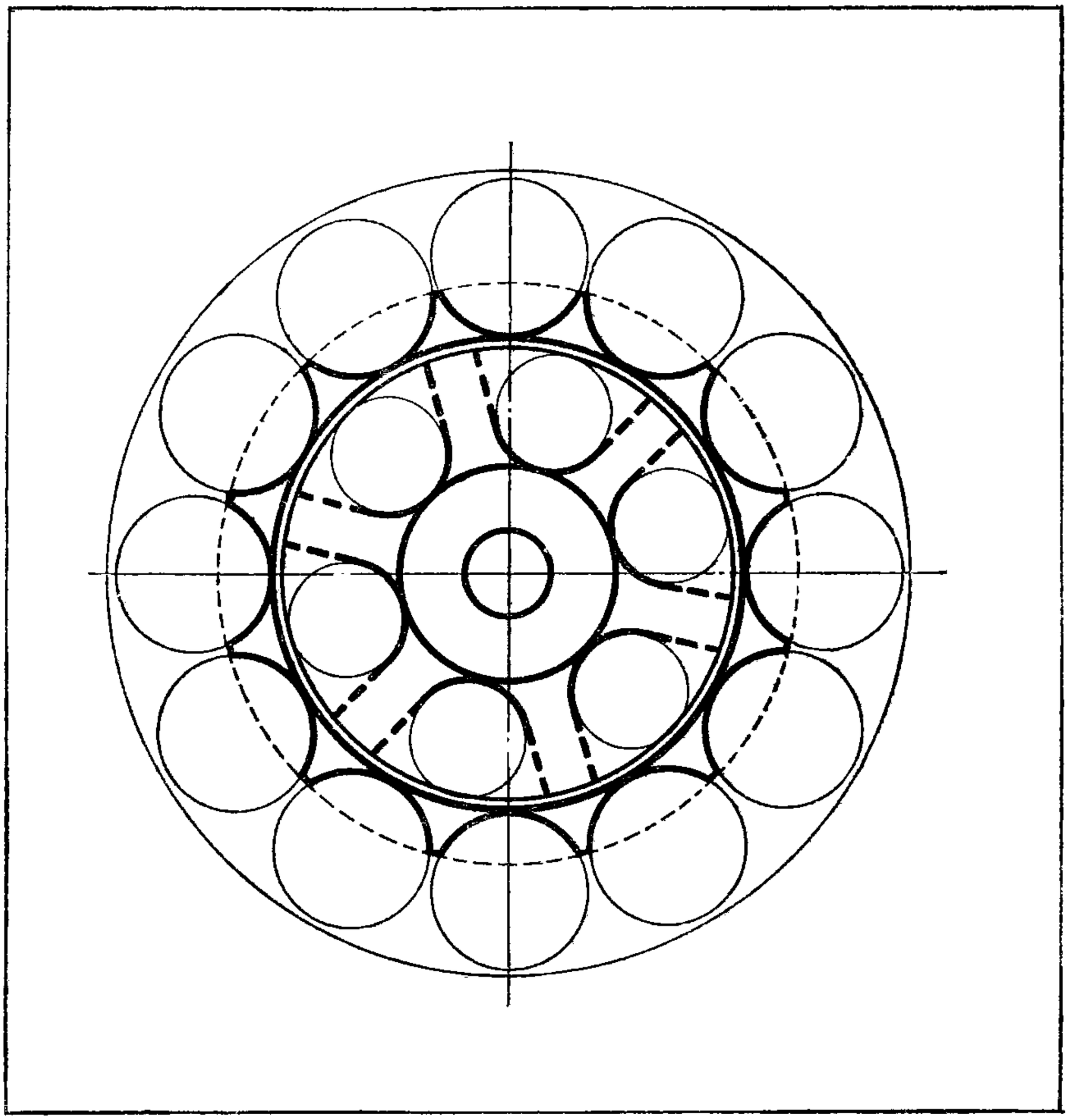


Рис. 72. Эскиз заготовки модели ведущей звездочки.

торце заготовки с помощью разметочного циркуля отмечают центры 6 отверстий для образования спиц и 12 отверстий для образования зубьев. Центры накернивают и на сверлильном станке сверлят все 18 отверстий. После этого на токарном станке вытачивают оправку по диаметру центрального отверстия. На оправку устанавливают заготовку звездочки и поджимают центром задней бабки. Резцом придают нужную форму торцу заготовки, и затем ведут обработку наружной поверхности до получения необходимого диаметра звездочки. Теперь можно отрезать одну из звездочек и повторить операции до получения второй детали. Дальнейшую обработку детали ведут слесарными инструментами.

Описанный способ не единственный — изготовить звездочку можно литьем или фрезерованием.

Упражнение 7. Изготовить звенья гусеничной цепи модели трактора.

Для гусеничной цепи нужно изготовить большое количество звеньев. Их можно отлить из пластмассы (см. гл. 5, § 2) или алюминиевого сплава. Звенья из силумина отливают в гипсовой форме, подогретой предварительно в муфельной печи до 80—90 °С. Гипсовая форма выдерживает две-три заливки силумином. В этом случае целесообразно модель для изготовления формы выполнить из древесины лиственных пород. Для получения более чистой поверхности отливки полость формы смазывают смесью графита и жидкого стекла с водой. Обработку заготовок звеньев гусеницы и сверление отверстий под пальцы лучше выполнять в приспособлении, чтобы обеспечить параллельность отверстий и точность всех размеров звеньев.

Предлагается самостоятельно разработать конструкцию и изготовить приспособление для обработки звеньев гусеницы. Звенья гусеницы можно изготовить из листовой стали штамповкой или слесарной обработкой.

Задание 13. Изготовить программное устройство автономного управления.

Цель. Приобретение навыков конструирования и изготовления устройства, позволяющего модели выполнять цикл заранее запланированных маневров.

Объект изготовления. Программное устройство автономного управления.

Оборудование, инструмент и материалы. Слесарный верстак, токарный и сверлильный станки и принадлежности к ним, микроэлектродвигатель, редуктор, листовая сталь и текстолит, фольга.

Методические рекомендации. Двигатель, редуктор и барабан устанавливают на общее основание из листовой стали. Барабан выполняют пустотелым, контактные щетки располагают на текстолитовой панели.

Переключение полюсов источника питания можно обеспечить замещением секторов контактной фольги в шахматном порядке на поверхности барабана. В этом случае секторы контактной фольги при прямом ходе отключаются и включаются в работу секторы фольги на соседнем участке барабана с противоположными полюсами. Второй вариант переключения полюсов — последовательное расположение секторов фольги, которые соединяются перекрещивающимися проводами внутри барабана.

На рис. 73 показан барабан (*а*) и развертка его поверхности (*б*). Количество пар контактных щеток определяется количеством управляемых потребителей электрической энергии (ходовой двигатель, рулевая машинка, световая и звуковая сигнализация и др.). Продолжительность включения потребителей электроэнергии уточняется в процессе сборки. Поэтому

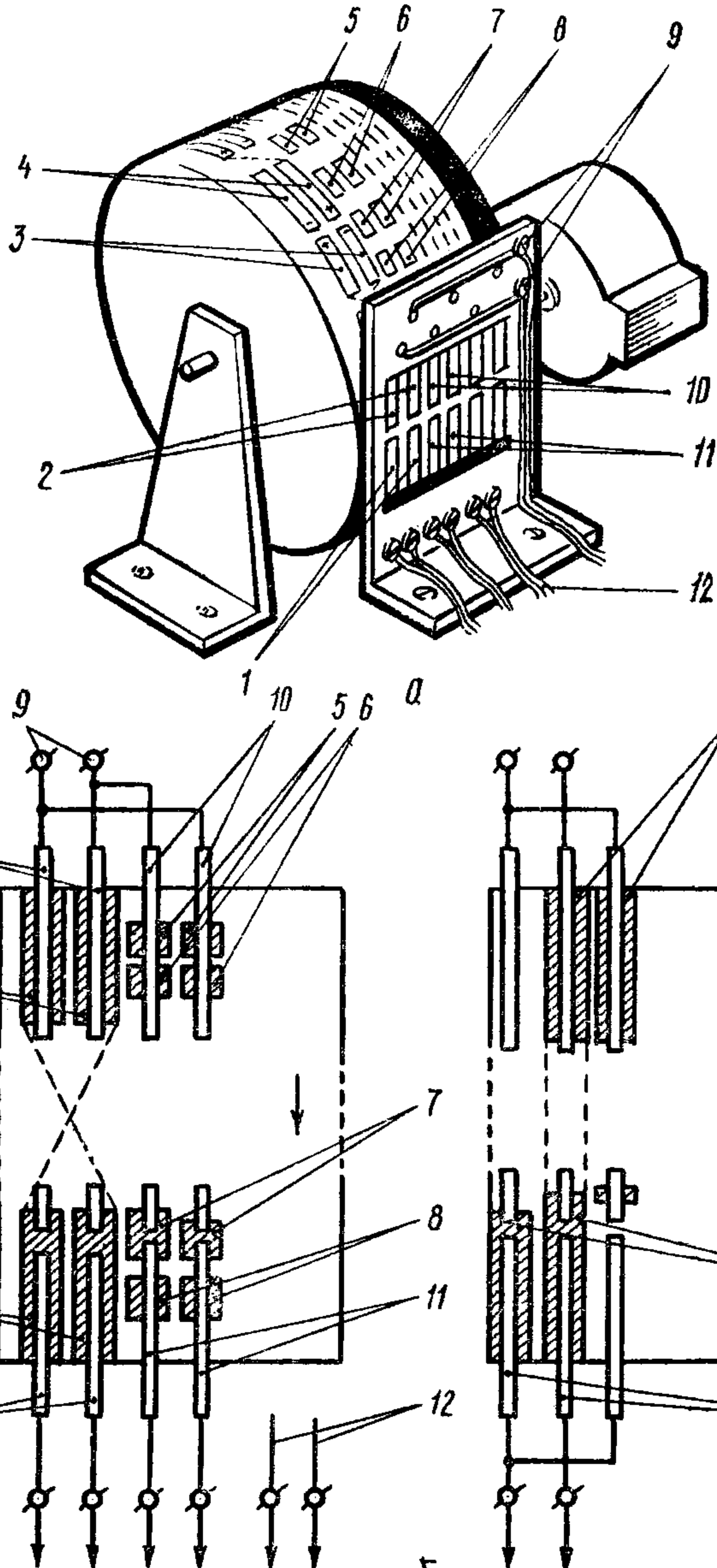


Рис. 73. Барабан программного устройства (*а*) и развертка его поверхности (*б*):

1 — скользящие контакты ходового двигателя; *2* — контактные пластины барабана; *3* — контактные пластины с противоположными знаками электрических полюсов; *4—10* — скользящие контакты источников питания; *5, 7* — контактные пластины двигателя рулевой машинки; *6, 8* — контактные пластины с противоположными электрическими полюсами; *9* — выводы источника питания; *11* — скользящие пластины двигателя рулевого управления; *12* — провода возможных потребителей электрической энергии (световая, звуковая сигнализация и т. п.).

барабан изготовляют съемным для монтажа секторов контактной фольги.

Задание 14. Собрать шасси модели трактора и произвести наладку механизмов модели.

Цель. Приобретение умений и навыков сборки и наладки модели.

Объект изготовления. Шасси модели.

Оборудование и материалы. Слесарный верстак с набором инструмента, сборочные единицы и детали модели.

Методические рекомендации. Перед сборкой следует проверить работу всех механизмов, а в процессе сборки — согласованность собранных частей модели. При сборке нужно учитывать, что впоследствии, возможно, придется разбирать шасси. Убедившись в работоспособности шасси модели, можно приступать к изготовлению кабины и деталей облицовки.

Задание 15. Изготовить кабину и детали облицовки модели трактора.

Цель. Приобретение уменией и навыков в изготовлении кабины и деталей облицовки.

Объект изготовления. Кабина модели трактора.

Оборудование, инструменты и материалы (см. гл. 6, § 4, задание 11).

Методические рекомендации. Изготовление кабины, капота и других деталей облицовки описано в гл. 6, § 4 (изготовление кузова автомобиля).

Задание 16. Собрать электрическую цепь модели.

Цель. Приобретение навыков сборки электрической цепи и имитации элементов системы освещения.

Объект изготовления. Модель трактора.

Оборудование, инструменты и материалы. Верстак с набором инструментов, паяльник с принадлежностями для пайки, электрические провода, потребители и источники электроэнергии.

Методические рекомендации. Бортовую электрическую цепь модели собирают по однопроводной схеме. Минус источника питания соединяют с корпусом модели.

Для имитации световой сигнализации применяют миниатюрные лампы НСМ 55×10 (см. рис. 59). Держатели ламп вытачиваются из оргстекла (фары, подфарники).

Задание 17. Покрасить модель трактора.

Цель. Приобретение навыков покраски модели.

Инструменты и материалы. Пульверизатор, нитрокраски нужных цветов, липкая лента и др.

Методические рекомендации. Покраску модели целесообразно выполнять по частям в разобранном виде. Таким способом легко и качественно получают функциональную окраску. Отдельные детали можно красить, окуная их в краску. Покраску модели выполняют в вытяжном шкафу.

§ 4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛИ ПОСЕВНОЙ МАШИНЫ

Сеялки разных марок имеют много общего как в принципе работы, так и в конструкции отдельных рабочих органов. Основными сборочными единицами модели сеялки являются рама, семенной ящик (вместе с туковым ящиком), сошниковая группа, привод (колеса сеялки, привод к высеивающему аппарату) и некоторые другие.

Задание 18. Спроектировать модель зерновой сеялки.

Цель. Приобретение умений в разработке технической документации для изготовления модели сеялки.

Объект изучения. Модель зерновой сеялки.

Оборудование, материалы и инструменты подбираются самостоятельно.

Методические рекомендации. Проектирование модели сеялки проводится в следующем порядке: анализ конструкции сеялки, выбранной для моделирования, выполнение чертежа общего вида сеялки, составление ее кинематической схемы, подбор унифицированных изделий, разработка чертежей сборочных единиц и недостающих деталей и т. д. Эта работа аналогична проектированию модели трактора (см. § 2 настоящей главы).

Задание 19. Изготовить макет рамы, семенного ящика, коробки и сошников.

Цель. Приобретение навыков изготовления макетов сборочных единиц сеялки, уточнение чертежа модели.

Объект изготовления. Зерновая сеялка.

Оборудование, инструмент и материалы. Слесарный верстак с инструментом, нож, ножницы, чертежная бумага, картон, конторский клей, пластилин, булавки или иголки, пенопласт, чертеж модели.

Упражнение 1. Изготовление макета рамы.

Макет рамы сеялки изготавливается так же, как и макет рамы автомобиля (см. гл. 6, § 4).

Упражнение 2. Изготовление развертки семенного ящика.

Сначала определяют контур поперечного сечения семенного ящика, затем по размерам сторон многоугольника — ширину плоскостей, образующих ящик, наносят линии изгиба и определяют длину семенного ящика. На концах расчерченной полоски бумаги делают лепестки для склеивания торцовых плоскостей ящика. После разметки отверстий для семенных коробок высеивающего аппарата подрезают линии сгиба. Отверстия на дне семенного ящика имеют прямоугольную форму. Их вырубают на слесарном верстаке (на торце деревянного бруска, закрепленного в тисках) при помощи стального прямоугольного штампа. Затем вырезают из бумаги торцовые стенки семенного ящика и склеивают макет.

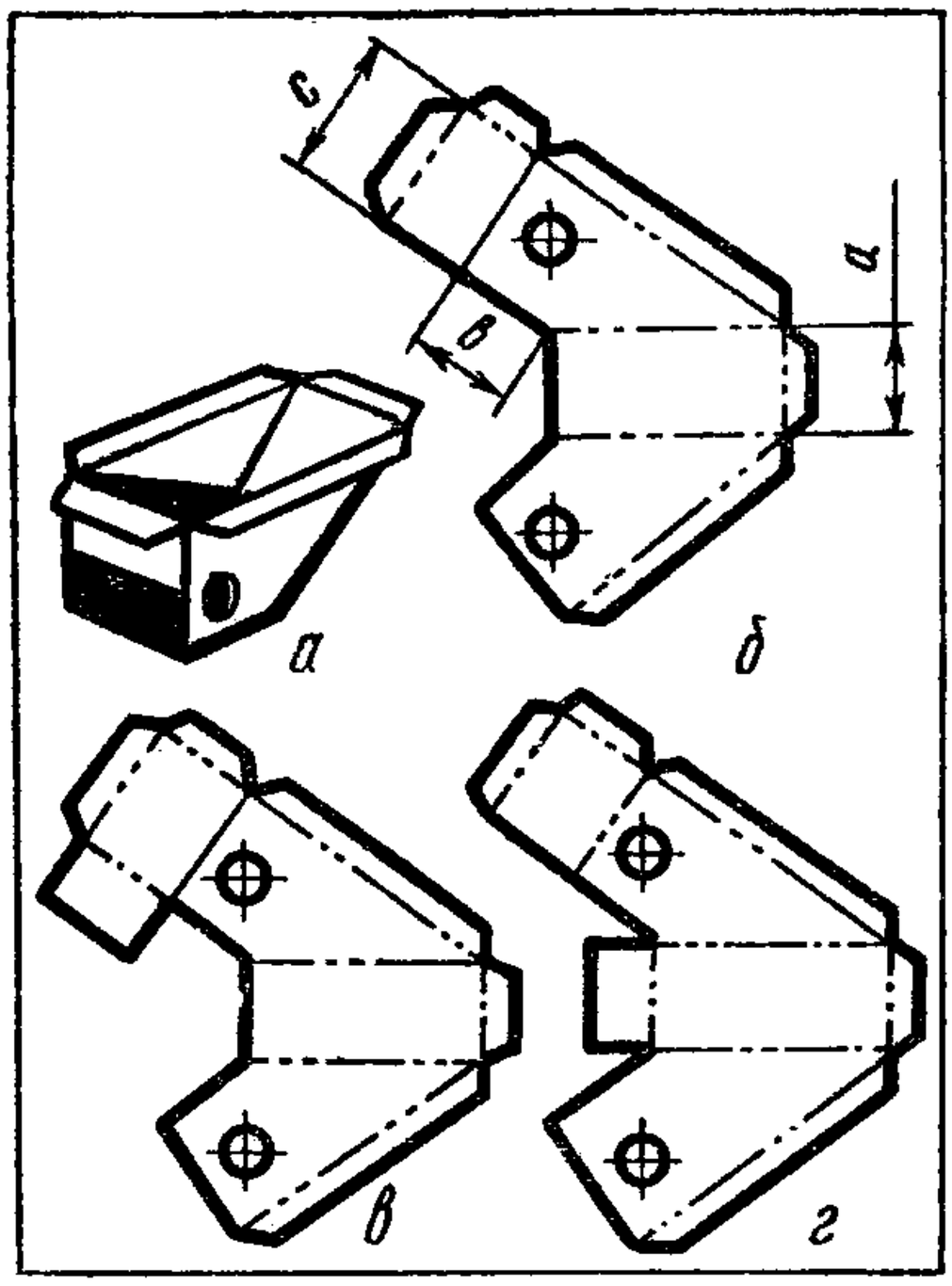


Рис. 74. Семенная коробка (*а*) и варианты ее разверток (*б*, *в*, *г*).

нологичным, то он может

Упражнение 3. Изготовление макета семенной коробки сеялки из плотной бумаги.

Развертку коробки выполняют с припуском на соединительные лепестки (рис. 74), отверстия для муфты и вала высевающего аппарата вырубают. Линии сгиба прочерчивают по линейке легким нажимом ножа или скользящим движением иглы (например, циркуля). Вырезав шаблон ножницами и придав ему объемную форму, соизмеряют макет коробки с макетом семенного ящика и при необходимости вносят коррективы в размеры детали.

Если моделист-конструктор считает прямоугольное отверстие коробки не тех-

видоизменить развертку коробки (рис. 74, *б—г*). Семяпровод можно вставить в отверстие коробки высевающего аппарата. Приведенные варианты не исключают творческого поиска более оптимальных конструкций соединений семенного ящика и коробки высевающего аппарата. Однако во всех случаях нужно помнить, что важно обеспечить соосность отверстий для вала всех высевающих аппаратов. Это достигается прямолинейностью днища семенного ящика и использованием кондукторов для формирования коробок.

Упражнение 4. Изготовление макета сошников сеялки.

Из плотной бумаги вырезают диски сошников, а из картона — поводки. Из пластилина делают макет корпуса сошника.

Упражнение 5. Сборка макета модели.

Для сборки макета необходимо подготовить подставку, например из пенопласта. Сборку деталей и узлов осуществляют с помощью клея и булавок.

Уточняют размеры и взаимное расположение деталей, вносят коррективы в чертежи.

Задание 20. Изготовить раму, семенной ящик, семенные коробки, сошниковые группы.

Цель. Приобретение навыков изготовления модели сеялки.

Объект изготовления. Модель зерновой сеялки.

Оборудование, инструменты и материалы. Слесарный верстак, сверлильный и токарный станки с принадлежностями,

паяльник, жесть, припой и флюс, листовая сталь, проволока типа ВС, гетинакс или текстолит листовой.

Методические рекомендации. Рамы сеялки и автомобиля изготавливают по одной технологии (см. гл. 6, § 4). Аналогичны и процессы получения объемных деталей из листовой стали (ящик, коробки). Поводки и штанги сошниковой группы делают также из листовой стали.

Отрезать заготовки по нужному размеру и сверлить отверстия следует в приспособлениях. Диски сошников делают на токарном станке. Технология обработки листового материала на токарном станке описана в гл. 6, § 4.

Развертки для семенных коробок выполняют из листовой стали толщиной 0,6—0,7 мм. Обрабатывать их целесообразно все вместе «в пачке». Заготовки вырезают с припуском на обработку, одну из кромок принимают за базовую. Для опиливания «в пачке» лучше всего изготовить два шаблона из листовой стали толщиной в 1,5—2,0 мм, которые будут замыкать «пачку» с двух сторон. Выровняв такой набор по базовой кромке, зажимают «пачку» в ручных тисках и ведут слесарную обработку всей «пачки» по контуру замыкающих пластин-шаблонов.

При изготовлении сошниковой группы необходимо учитывать агротехнические требования. Заглубление сошников, а следовательно, и глубина заделки семян регулируются натяжением пружин на штангах, которые могут также переводить сошники в транспортное положение. Диски сошника попарно соединяются с его корпусом, образуя между собой угол в 10—12° в направлении движения сеялки с таким расчетом, чтобы точка касания их находилась на уровне земли (рис. 75, *а*). Между сошниками должно сохраняться постоянное расстояние, что в определенной степени обеспечивается точностью изготовления штанги. Штанги изготовляют из стальной проволоки.

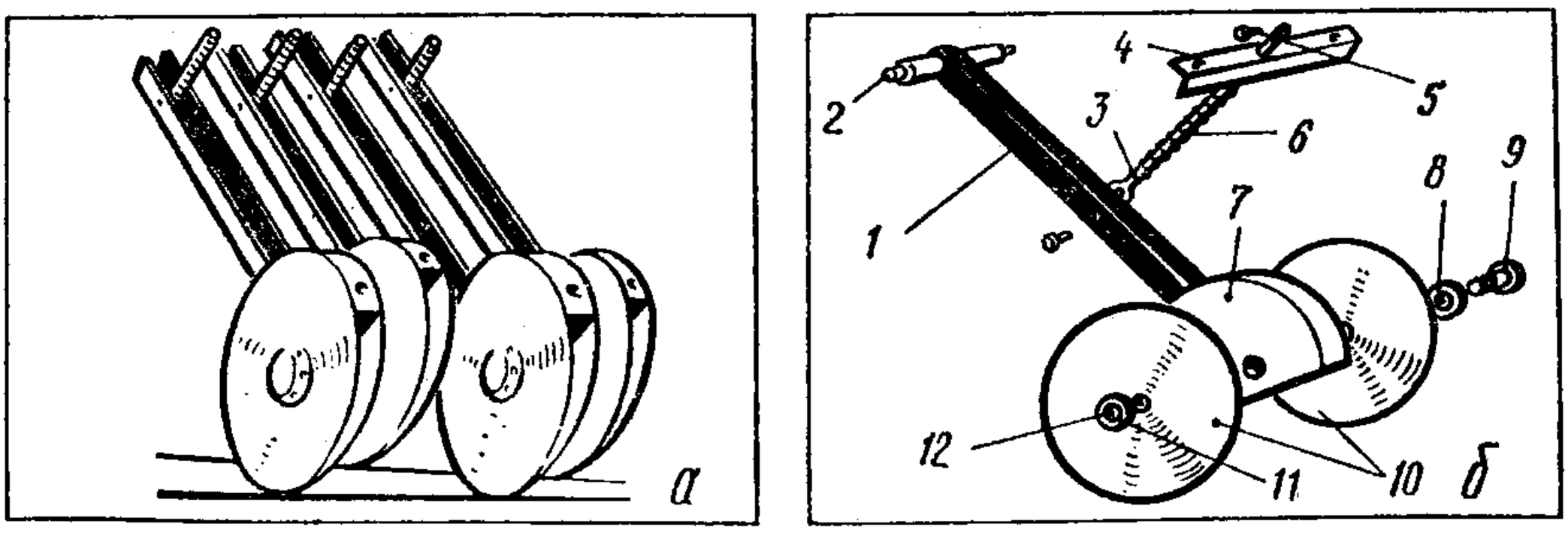


Рис. 75. Сошниковая группа модели сеялки:

а — взаимное расположение рядов сошников; *б* — вариант конструкции сошника; *1* — поводки; *2* — сошниковый брус (ось качения); *3* — штанга; *4* — угольник рамы модели; *5* — шплинт штанги; *6* — пружина штанги; *7* — корпус сошника; *8, 11* — шайбы; *9* — болт; *10* — диски сошника; *12* — гайка.

Корпус может быть изготовлен из пластмассы, легкообрабатывающегося металла или сплава и соединен с поводком на заклепках или на резьбе.

На прототипе каждый диск имеет свою ось, и оси двух дисков одного сошника образуют угол 170°. В модели же можно соединить диски с корпусом, изогнутым под одним нужным углом болтом, общим для двух дисков.

На рис. 75, *б* показан один из вариантов конструкции сошника модели.

Перевод сошников в транспортное положение на прототипе осуществляется при помощи автомата, подобного автомату прицепного плуга. Моделирование этого узла в масштабе затруднительно, поэтому его заменяют механизмом аналогичного принципа действия (см. кинематическую схему упрощенного механизма на рис. 65). Сошники переводят в транспортное положение вручную, изменяя положение кривошипа относительно опоры. Опора кривошипа устанавливается так, чтобы подвижный шарнир его при повороте переходил за «мертвую точку» и упирался в ограничитель.

Задание 21. Изготовить колеса модели сеялки.

Цель. Приобретение навыков изготовления колес со спицами.

Объект изготовления. Модель сеялки.

Оборудование, инструмент и материалы. Слесарный верстак, токарный станок с набором инструмента, листовая сталь толщиной 0,3—0,6 мм, стальной пруток, проволока типа ВС.

Методические рекомендации. Технология изготовления колеса модели со спицами описана в § 3 настоящей главы (задание 11).

Задание 22. Изготовить прицепное (навесное) устройство сеялки.

Цель. Приобретение навыков изготовления прицепных (навесных) устройств сельскохозяйственных машин, согласованных с агрегатируемой моделью трактора.

Объект изготовления. Устройство для агрегатирования модели с трактором.

Методические рекомендации. Детали прицепных устройств изготовляют из листовой стали толщиной 1—1,5 мм. Если модель действующая, их соединяют с рамой заклепками, если недействующая — пайкой, что ускоряет процесс изготовления модели.

Задание 23. Изготовить действующую модель высевающего аппарата сеялки.

Цель. Приобретение навыков изготовления действующей модели наглядного пособия.

Объект изготовления. Высевающий аппарат сеялки.

Оборудование, инструмент и материалы. Токарный, фрезерный и сверлильный станки, слесарный верстак, наборы необ-

ходимого режущего и контрольно-измерительного инструмента, листовая сталь толщиной 0,6—0,8 мм, дюралюминий прутковый ∅ 50 мм, стальной пруток ∅ 12 мм.

Методические рекомендации. Высевающий аппарат сеялки при масштабе модели 1 : 20 изготовить трудно, так как диаметр катушки будет всего лишь 2,5 мм. Если учесть, что на катушке должно быть выполнено 12 желобков, то станет ясно, что и при масштабе 1 : 10 изготовить ее не просто. Поэтому для модели изготовляют только макет высевающего аппарата, а действующий высевающий аппарат целесообразно выполнять в масштабе 1 : 1.

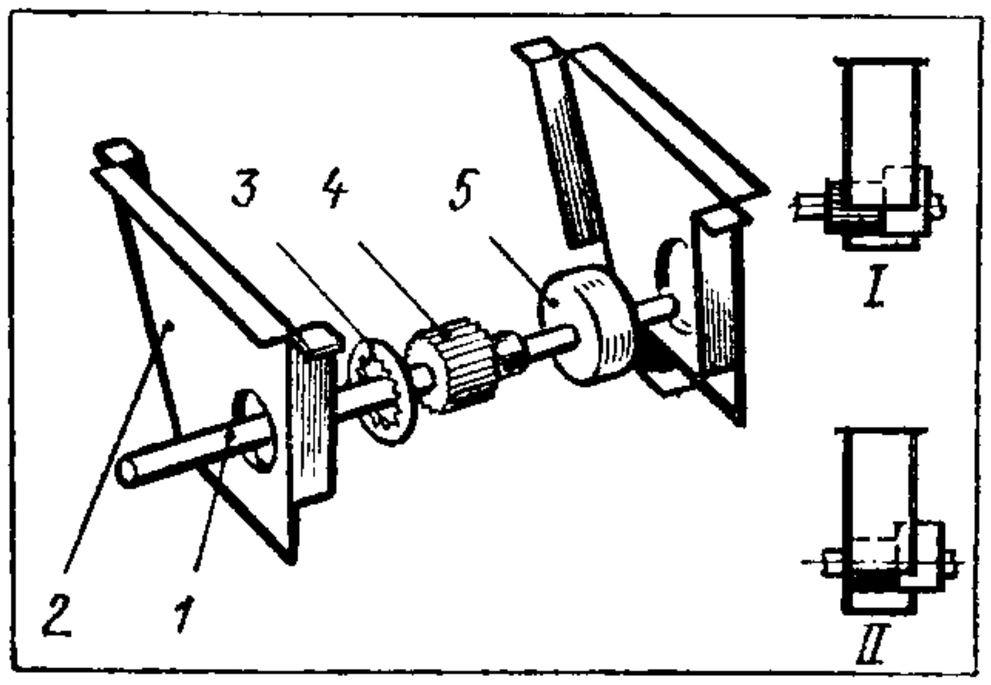


Рис. 76. Упрощенная конструкция высевающего аппарата сеялки:

1 — вал высевающего аппарата; *2* — семенная коробка; *3* — розетка; *4* — катушка; *5* — муфта; *I* — положение катушки при высеве малой дозы; *II* — при высеве большой дозы.

На рис. 76 дана упрощенная конструкция высевающего аппарата со штампованной коробкой. Способ взаимной фиксации катушки *4* и вала *1* не указан, моделисту-конструктору следует выбрать это самому. При этом необходимо предусмотреть возможность перемещения катушки вдоль вала для регулировки количества высеваемых семян. Муфту *5* предлагается выполнить в виде эксцентрика, что облегчает технологический процесс ее изготовления (например, смещением кулачка токарного станка). Соответственно на одной из боковых стенок семенной коробки *2* делают отверстие по наружному диаметру муфты. На рисунке показаны положения катушки высевающего аппарата: *I* — при минимальном высеве (катушка выдвинута, муфта — вдвинута) и *II* — при максимальном высеве (катушка высевает по всей своей длине, муфта выдвинута).

В приведенной конструкции не изображен клапан, регулирующий зазор для выхода семян в зависимости от их размеров. Его следует сконструировать. Предлагается также самостоятельно разработать конструкцию стойки (подставки) наглядного пособия.

§ 5. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛИ ПЛУГА

В качестве прототипа для моделирования берется плуг, который агрегатируется с моделируемым трактором. Возможно моделирование прицепных и навесных плугов. Как и все сельскохозяйственные машины, плуги имеют раму и рабочие

органы. Регулирование глубины пахоты осуществляется с помощью механизмов опорных колес, поэтому моделирование этих механизмов обязательно. Масштаб модели выбирают таким же, как для модели трактора.

Задание 24. Изготовить раму модели.

Цель. Приобретение навыков изготовления рам моделей сельскохозяйственных машин.

Объект изготовления. Рама четырех- или пятикорпусного плуга.

Оборудование, инструмент и материалы. Слесарный верстак, сверлильный станок с принадлежностями, нож, ножницы, паяльник, плотная бумага (картон), конторский клей, жесть.

Методические рекомендации. Целесообразно предварительно изготовить макет рамы плуга в выбранном масштабе, используя плотную бумагу или картон. Это позволит уточнить эскизы, составленные при проектировании, а также выбрать рациональную технологию изготовления узла из жести или другого материала. Полезно выполнить упражнение 1 (гл. 6, § 1) применительно к плугу.

Раму модели плуга изготавливают из самодельных уголков, лонжеронов коробчатого сечения или из полосок в зависимости от конструкции прототипа. На рис. 77 показаны модели рам четырехкорпусного навесного и пятикорпусного прицепного плугов, собранные соответственно с помощью пайки и на заклепках.

Задание 25. Изготовить полевое и бороздное колеса модели плуга.

Цель. Приобретение навыков изготовления колес моделей сельскохозяйственных машин.

Объект изготовления. Колеса модели плуга.

Оборудование, инструмент и материалы. Токарный станок с набором инструмента, дюралюминий прутковый ∅ 45—60 мм.

Методические рекомендации. Колеса целесообразно изготовить по технологии, описанной в методических рекомендациях к упражнению 4 в § 3 данной главы (изготовление катков кареток).

Задание 26. Изготовить корпус модели плуга.

Цель. Приобретение навыков изготовления корпуса модели.

Объект изготовления. Модель прицепного плуга.

Оборудование, инструмент и материалы. Слесарный верстак с набором инструментов, нож, ножницы, паяльник, материалы для пайки, жесть, плотная бумага, конторский клей.

Методические рекомендации. При изготовлении корпуса плуга и предплужника (рис. 78) нужно строго придерживаться установленных параметров прототипа, в частности, угла между направлением движения плуга (ось *X* на рис. 79) и лезвием лемеха на горизонтальной плоскости.

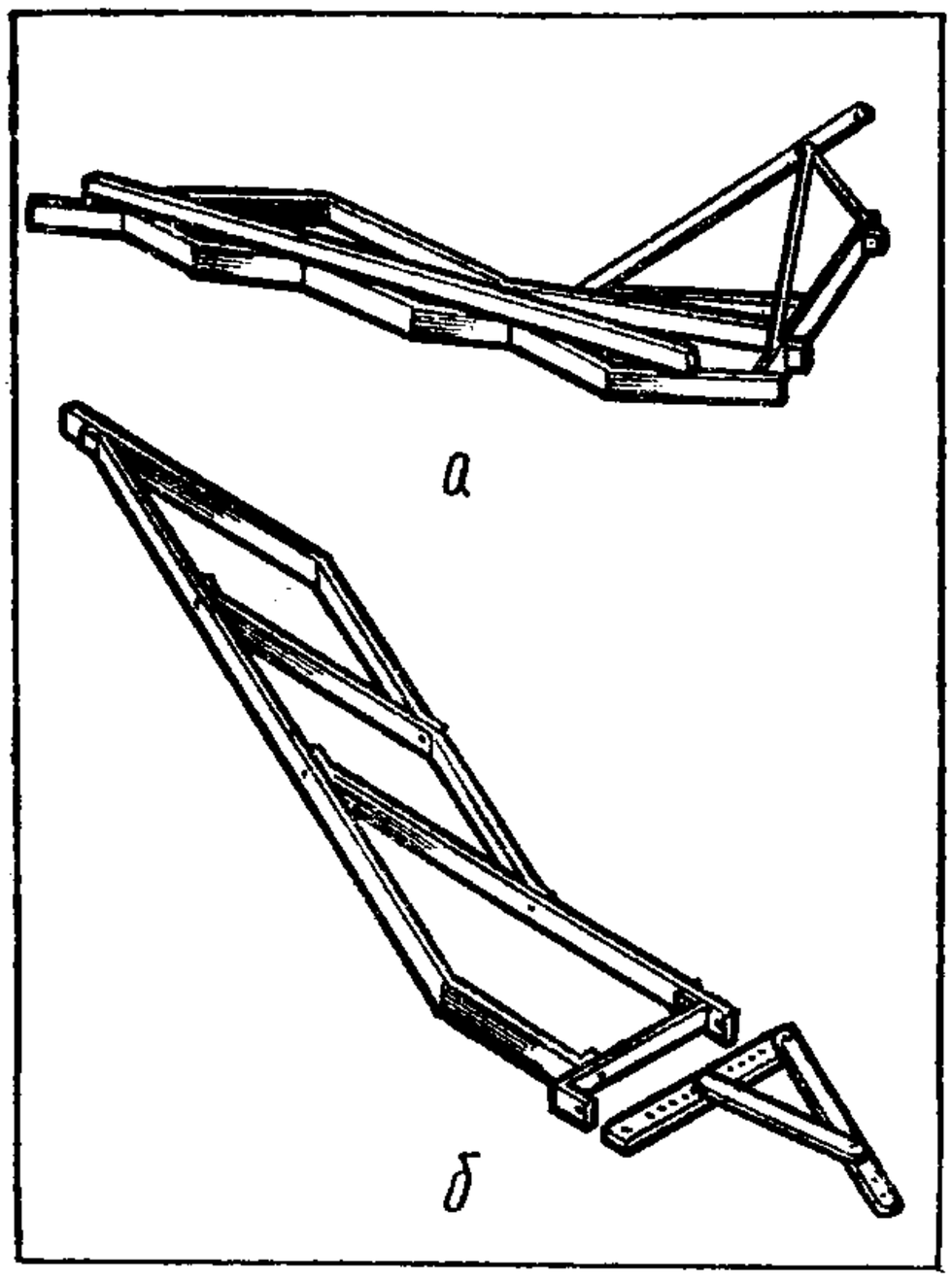


Рис. 77. Рамы моделей навесного (*а*) и прицепного (*б*) плугов.

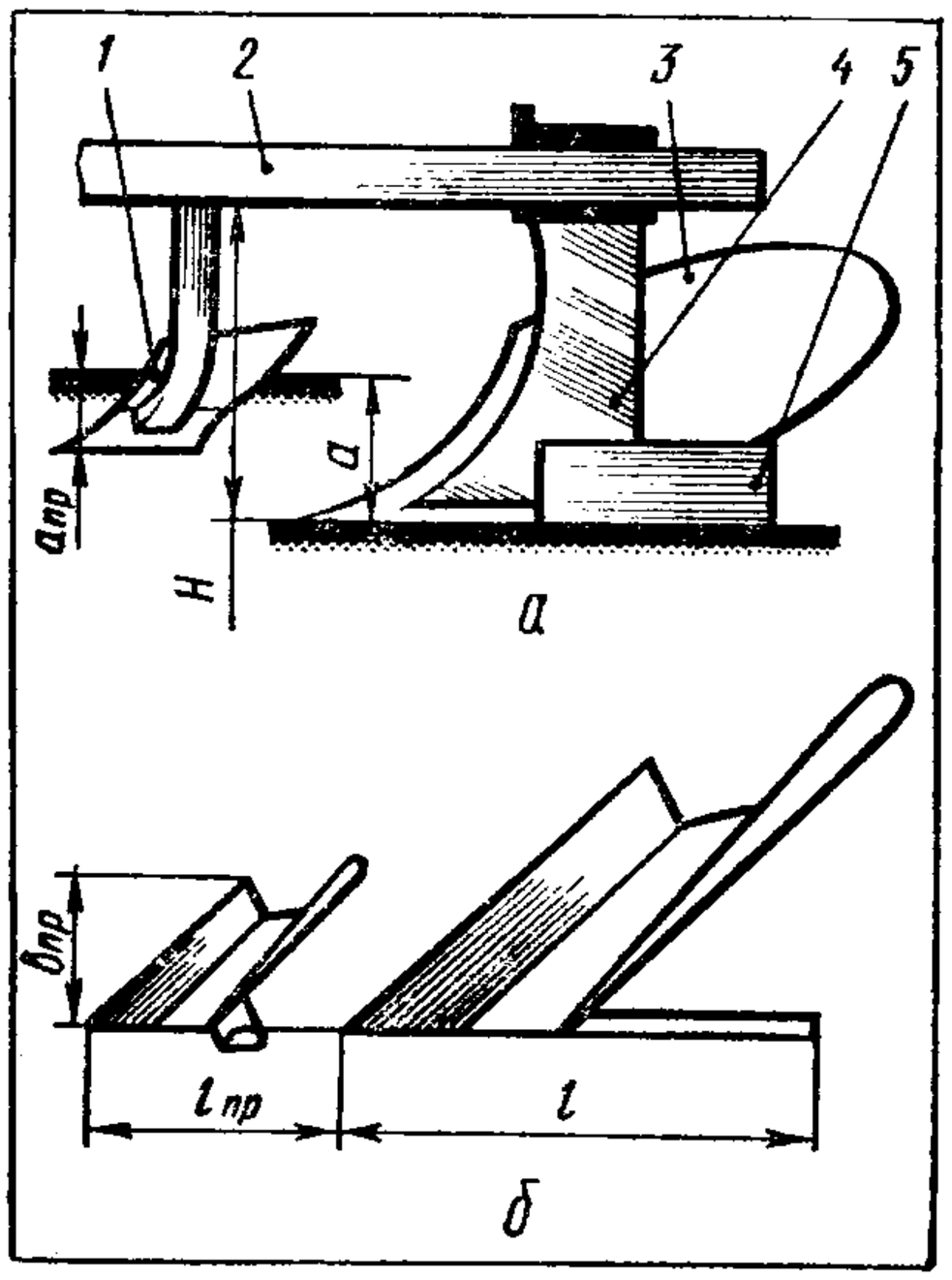


Рис. 78. Корпус плуга и предплужник:

а — вид сбоку; *б* — вид сверху; *1* — предплужник; *2* — рама; *3* — отвал; *4* — стойка; *5* — полевая доска (величины *a*, *b*, *l*, *H* определяются по справочнику).

При моделировании плуга отвал и лемех изготовляют как единое целое. Корпус удобно делать из жести методом обработки «в пачке». Полезно изготовление шаблона из плотной бумаги или оправки из листового материала толщиной 1,5—2 мм. Для гибки деталей необходимо изготовить оправку из древесины по форме готовой детали. Оправка должна иметь кривизну меньшего радиуса, чем деталь, так как после деформации жесть будет немного разгибаться.

Стойка соединяет корпус плуга с рамой. В модели конфигурацию стойки выбирают с учетом кривизны корпуса, причем предварительно выполняют макет стойки из бумаги. Макет поможет уточнить линию стыковки корпуса и стойки, а также элементы соединения с рамой. Для обеспечения необходимого угла между лемехом и полевой стороной (направлением движения) целесообразно впа-

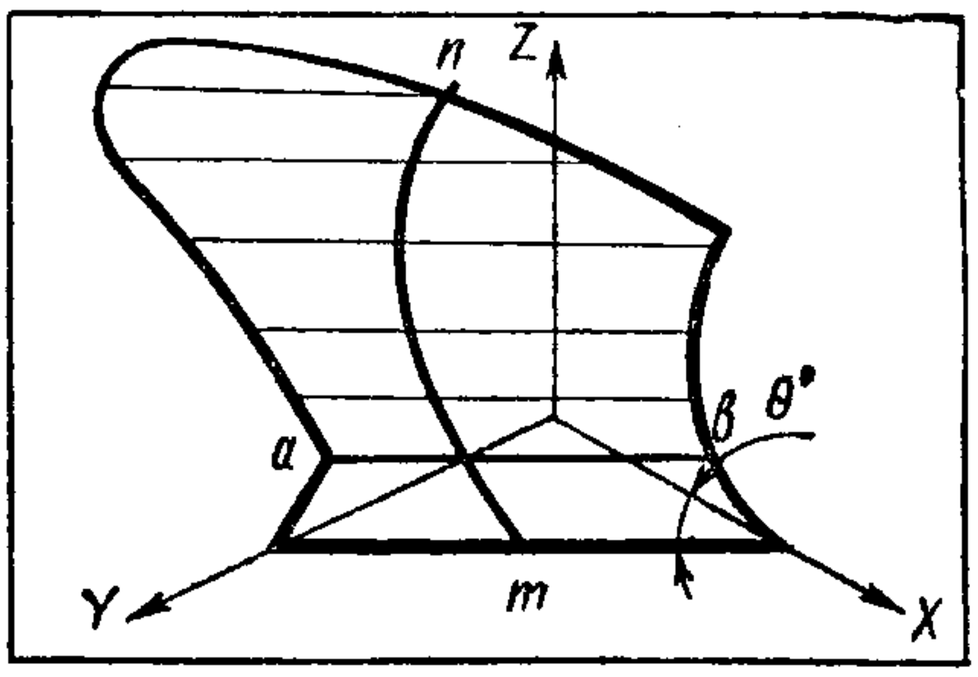


Рис. 79. Схема ориентации корпуса плуга (*nm* — параболическая кривая).

ять распорку между полевой доской и корпусом. Полевую доску к стойке припаивают.

Задание 27. Изготовить механизм регулирования глубины пахоты.

Цель. Приобретение навыков изготовления действующих механизмов модели плуга.

Объект изготовления. Механизмы бороздных и полевых колес.

Оборудование, инструмент и материалы. Слесарный верстак с принадлежностями, паяльник, проволока стальная, конструкционный материал для гаек, листовая сталь.

Методические рекомендации. Механизмы регулирования глубины пахоты на модели плуга изготовляют из стержня с метрической резьбой. На рис. 64 даны кинематические схемы механизмов регулирования положения полевого колеса.

Задание 28. Изготовить прицепное устройство модели плуга.

Основные сведения по выполнению этого задания приведены в задании 22, § 4 данной главы.

§ 6. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛИ КУЛЬТИВАТОРА (ПЛОСКОРЕЗА)

Объектами моделирования могут быть навесные или прицепные культиваторы и плоскорезы. Масштаб выполнения этих моделей выбирают в зависимости от масштаба агрегатируемой модели трактора.

Задание 29. Изготовить раму модели культиватора (плоскореза).

Цель. Приобретение навыков изготовления рам моделей сельскохозяйственных машин.

Объект изготовления. Рама модели.

Оборудование, инструмент и материалы. Слесарный верстак с принадлежностями, паяльник, плотная бумага, конторский клей, жесть.

Методические рекомендации. Раму модели изготовляют из самодельных жестяных уголков, швеллеров и т. п. Работать с жестью будет значительно легче, если предварительно выполнить упражнение по изготовлению бумажного макета. Порядок выполнения упражнения приведен в методических рекомендациях к заданию 10 (гл. 6, § 4).

Задание 30. Изготовить стойки с лапками модели культиватора (плоскореза).

Цель. Приобретение навыков изготовления рабочих органов модели культиватора (плоскореза).

Объект изготовления. Рабочие органы модели.

Оборудование, инструмент и материалы. Слесарный верстак, фрезерный станок, паяльник с принадлежностями, жесть, стальная проволока.

Методические рекомендации. При вырезании лапок из жести ножницами трудно получить достаточную точность и качество. Часто детали приходится браковать из-за деформации и неизбежных подрезаний. Поэтому рекомендуется изготовить штамп для вырубания необходимого количества лапок (рис. 80). Матрица штампа состоит из двух половинок. Разметку отверстия делают в собранной матрице, а обработку гнезда проводят по частям, что значительно облегчает работу надфилями. Пуансон изготавливают фрезерованием.

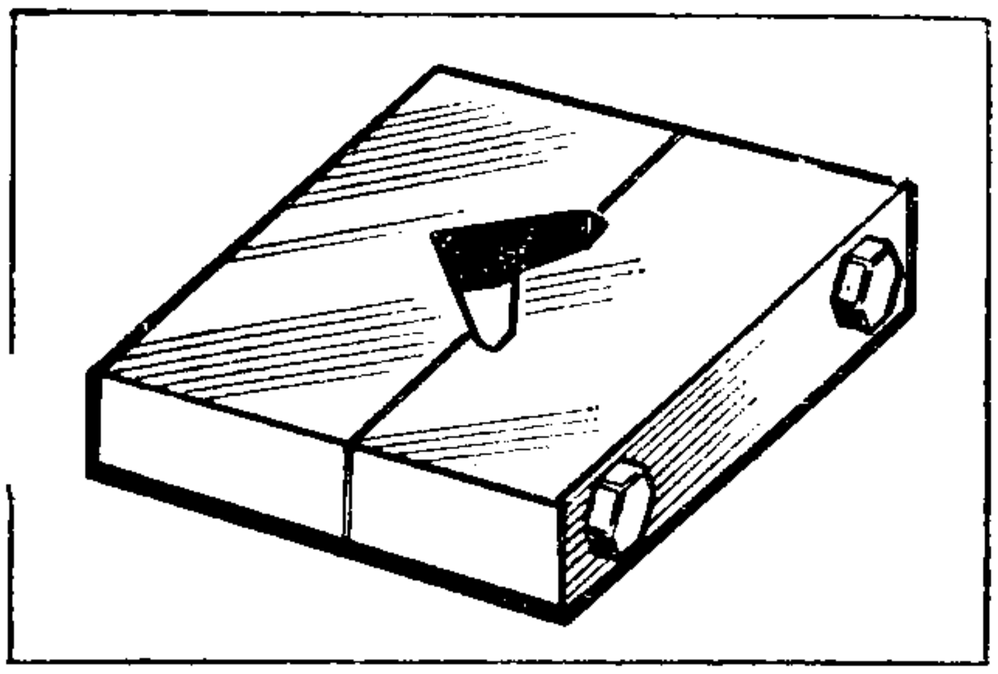


Рис. 80. Штамп для вырубания лапок культиватора.

На рис. 81 даны эскизы лапок прототипов.

Стойки лапок культиватора (рис. 82, *а*) делают из проволоки. Заготовке придают необходимую кривизну, затем отдельные участки сплющивают, чтобы прикрепить лапки к стойке и стойку к раме.

Нож плоскореза выполняют из листовой стали. Вырезав заготовку, слегка сгибают ее по осевой линии лапки, что придает ножу выпуклость. Это необходимо для крошения пласта при обработке почвы. Стойка плоскореза должна иметь большой момент сопротивления. С этой целью ее изготовляют из листовой стали (рис. 82, *б*).

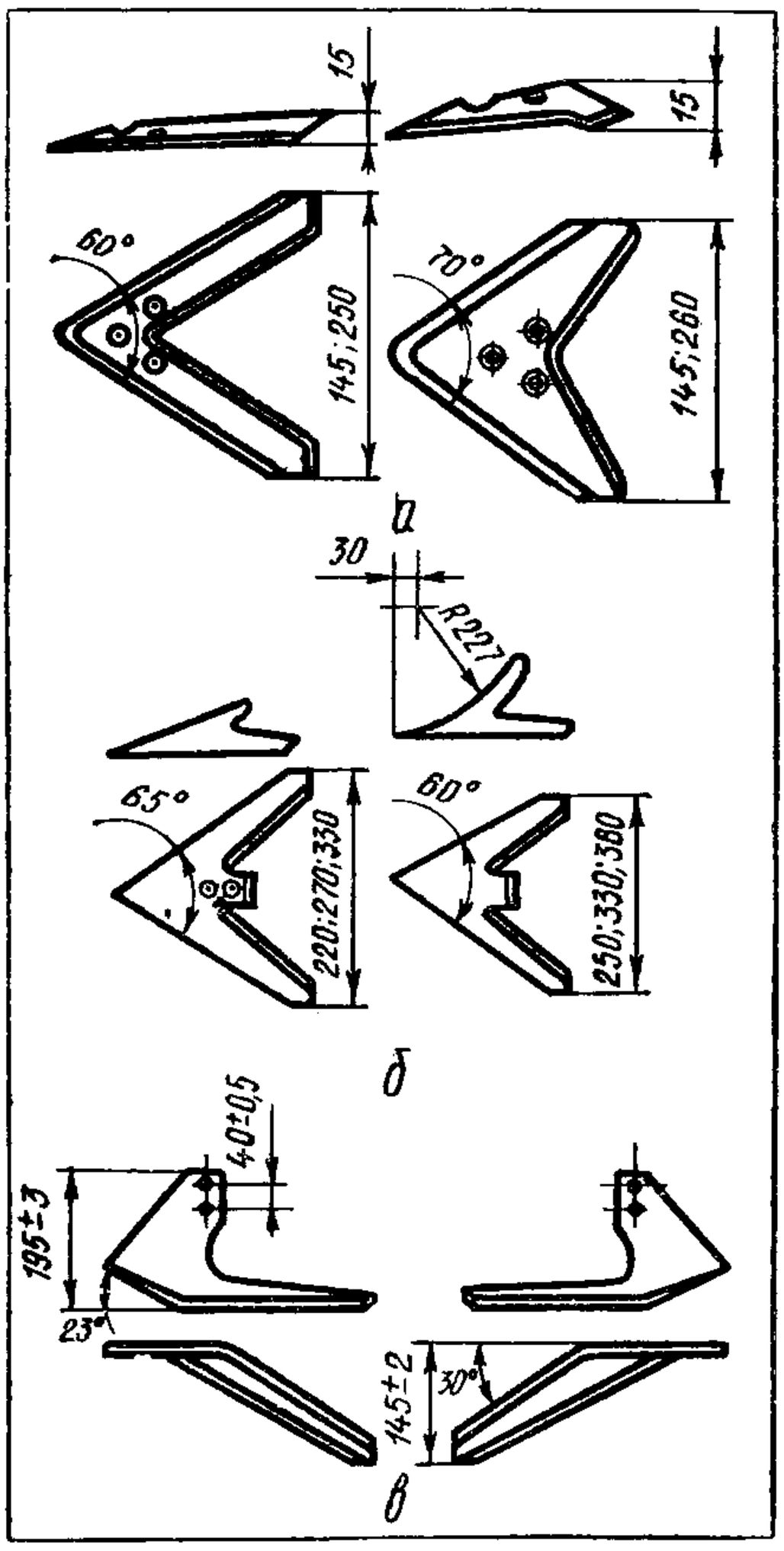


Рис. 81. Эскизы лапок культиватора:

а — стрельчатая без хвостовика; *б* — с хвостовиком; *в* — право- и левосторонние полольные.

Задание 31. Изготовить макет гидросистемы культиватора (плоскореза).

Цель. Приобретение навыков изготовления макета гидросистемы в моделях сельскохозяйственных машин.

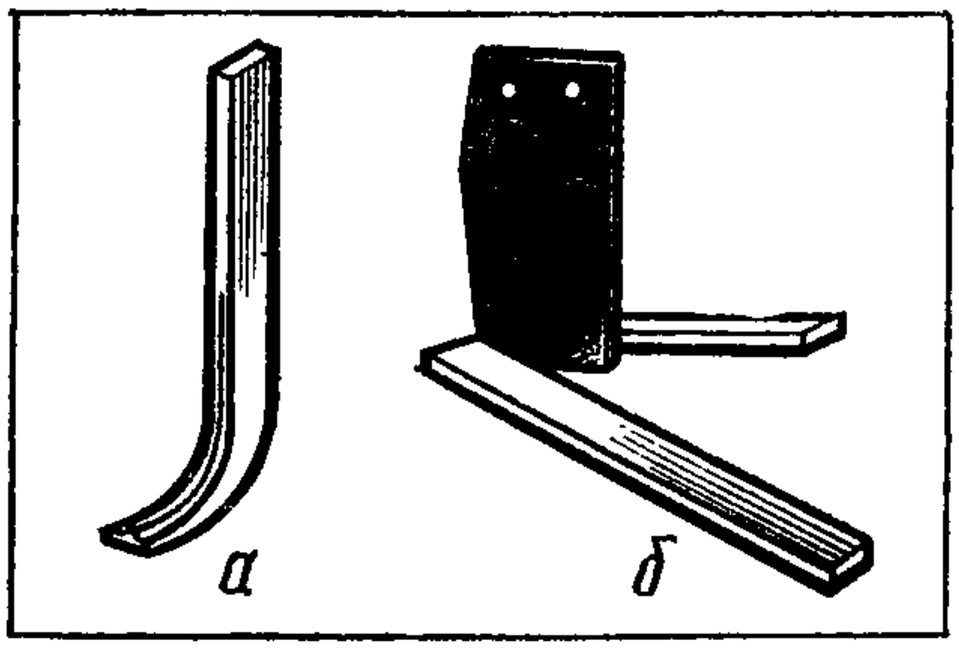


Рис. 82. Стойки лапки культиватора (*а*) и плоскореза (*б*).

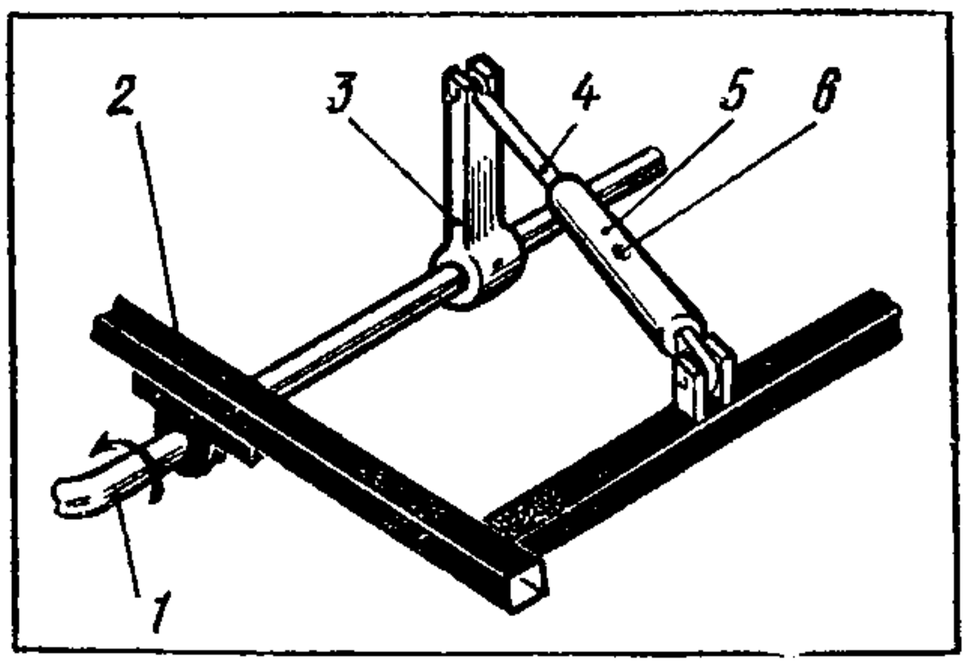


Рис. 83. Модель гидравлической системы сельскохозяйственной машины:

1 — коленчатая ось колеса; *2* — рама; *3* — стойка; *4* — шток; *5* — цилиндр; *6* — гнездо ограничительного штифта.

Объект изготовления. Макет гидросистемы.

Оборудование, инструмент и материалы. Слесарный верстак и токарный станок с принадлежностями, дюралюминий, прутковая сталь, проволока типа ВС, листовая сталь.

Методические рекомендации. С помощью гидросистемы производится перевод рабочих органов культиватора (плоскореза) в рабочее и транспортное положение. Для модели этот механизм выполняют в упрощенном виде (рис. 83). Для этого вытачивают полый цилиндр *5*, на закрытом конце которого делают ушко для шарнирного крепления детали к раме. Шток *4* одним концом заходит в цилиндр, другим — упирается в стойку *3*. Стойку закрепляют неподвижно на коленчатой оси (валу) *1* опорных колес. Выдвижение штока (вручную) влечет за собой поворот вала, увеличивая расстояние между рамой *2* и осями колес (транспортное положение). Для фиксации этого положения в модели гидроцилиндра делают гнездо *6*, куда вставляется ограничительный штифт, который мешает возвращению штока в исходное положение.

Задание 32. Изготовить колеса модели культиватора (плоскореза).

Цель. Приобретение навыков изготовления колес модели.

Объект изготовления. Колеса модели.

Оборудование, инструмент и материалы. Конструкционные материалы подбирают в зависимости от конструкции колес выбранного прототипа, а оборудование и инструмент — в соответствии с технологией их изготовления.

Методические рекомендации. В случае изготовления модели с резиновыми шинами следует руководствоваться методическими рекомендациями по изготовлению колес автомоделей (гл. 6). Технология изготовления металлических колес описана в данной главе (§ 4, колеса со спицами модели трактора СТХ-ХТЗ и катки кареток модели трактора ДТ-75).

Задание 33. Изготовить прицепные устройства модели.

Цель. Приобретение навыков изготовления прицепных устройств.

Объект изготовления. Прицепные (навесные) устройства модели культиватора (плоскореза).

Оборудование, инструмент, материалы и методические рекомендации для выполнения задания приведены в § 4 настоящей главы при описании изготовления моделей сеялок.

§ 7. ОЦЕНКА И СОРЕВНОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Стендовая оценка моделей тракторов и комбайнов проводится по тем же показателям, что и моделей автомобилей (см. гл. 6, § 1). Модели агрегатируемых с трактором сельскохозяйственных машин (сеялок, посадочных машин, плугов, культиваторов и т. д.) оцениваются в баллах по показателям, приведенным ниже.

А. Поощрительные баллы:

1. За каждый действующий механизм агротехнической регулировки . .	5
2. За механизм перевода модели в транспортное положение и обратно	3
3. За каждый действующий автоматический механизм	5

Б. Баллы за подобие и качество изготовления:

1. Механизм модели:	
а) соответствующий механизму копируемой сельскохозяйственной машины	5
б) не соответствующий механизму копируемого прототипа . . .	3
2. Конструкция колес:	
а) соответствие конструкции спиц и ступиц колес модели прототипу	3
б) произвольная форма ступиц и спиц	2
в) соответствие ободов колеса прототипу (рисунка протектора, «шипов» и других элементов)	3
г) несоответствие ободов прототипу	2
3. Качество покраски:	
а) применение функциональной окраски	2
б) окрашенная поверхность ровная, без потеков, пятен и других дефектов	3
в) окрашенная поверхность с дефектами	1
4. Подобие рабочих органов:	
а) точное подобие геометрическим формам копируемой модели	4
б) отклонение в пропорциях рабочих органов	2
в) имитация соединительных деталей (заклепок, болтов и т. п.) . . .	2

Соревнования моделей проводятся на макетах полигонов для вождения сельскохозяйственных машин.

Контрольные вопросы. 1. Назовите основные типы сельскохозяйственных машин и орудий, которые служат прототипами при моделировании. 2. Чем отличаются кинематические схемы трансмиссии модели трактора и автомодели? 3. Назовите основные этапы работы над проектом сельскохозяйственной машины. 4. Как определить неизвестные геометрические параметры модели с помощью модуля? 5. Для чего необходима пробная компоновка унифицированных изделий (микромоторов, редукторов, источников питания

и т. п.) в процессе разработки проекта сельскохозяйственной машины? 6. Какие конструкционные материалы применяются для изготовления рам, ступиц колес, кожухов, капотов, ограждений механизмов и других деталей модели? Почему? 7. Как достигается идентичность большого количества одинаковых деталей (например, спиц колес сельскохозяйственной машины)? 8. Из какого материала предпочтительно изготовление звеньев гусениц модели трактора? Почему? 9. Назовите способы управления моделью трактора.

ГЛАВА 8

АВИАМОДЕЛИРОВАНИЕ

§ 1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ

Авиацией (от лат. avis — птица) называется область деятельности по применению летательных аппаратов тяжелее воздуха (самолетов, вертолетов, планеров) в околоземном воздушном пространстве.

Самолет с одним крылом, расположенным по обе стороны фюзеляжа, называется монопланом, с двумя — бипланом. Моноплапы со свободно несущим крылом обладают меньшим аэродинамическим сопротивлением, особенно на больших скоростях полета. Поэтому они получили преимущественное распространение. Самолет наших дней (рис. 84) представляет собой сложнейшее инженерное сооружение. Он состоит из планера, одной или нескольких двигательных установок и шасси.

Планер — безмоторный летательный аппарат, в принцип устройства которого положена способность птиц летать с неподвижно распростертыми крыльями. Он включает в себя фюзеляж, крыло и оперение, состоящее из стабилизатора и киля.

Фюзеляж — главная часть планера. Он служит для размещения экипажа, пассажиров, оборудования и грузов. Форма фюзеляжа обычно сигарообразная. Каркас фюзеляжа набирается из стрингеров — элементов продольной жесткости и шпангоутов — элементов поперечной жесткости. Снаружи каркас покрывается обшивкой. Она может быть матерчатой или металлической. Матерчатая обшивка укрепляется на каркасе клеем, а металлическая — заклепками. Внутренними перегородками фюзеляж может быть разделен на несколько кабин. В зависимости от функции обшивки фюзеляжи бывают различных типов: ферма, полумонокок и монокок. Фюзеляж типа «ферма» имеет легкую обшивку, служащую только для придания ему хорошо обтекаемой формы, а действие различных сил воспринимается целиком каркасом. Полумонокок покрыт обшивкой из прочных легких металлических листов, воспринимающих небольшую часть нагрузки, действующей на фюзеляж. Монокок имеет металлическую обшивку, восприни-

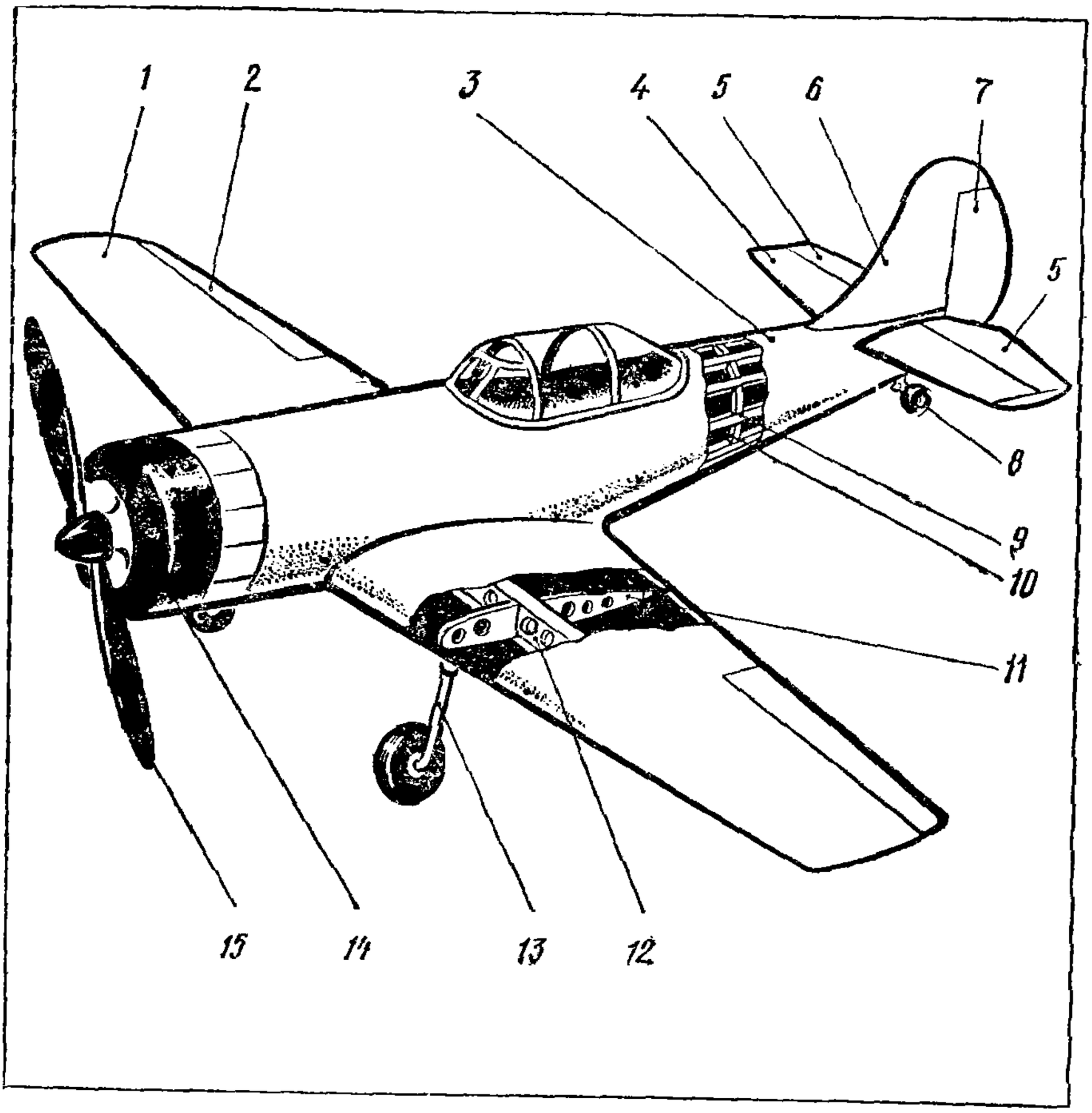


Рис. 84. Спортивный самолет:

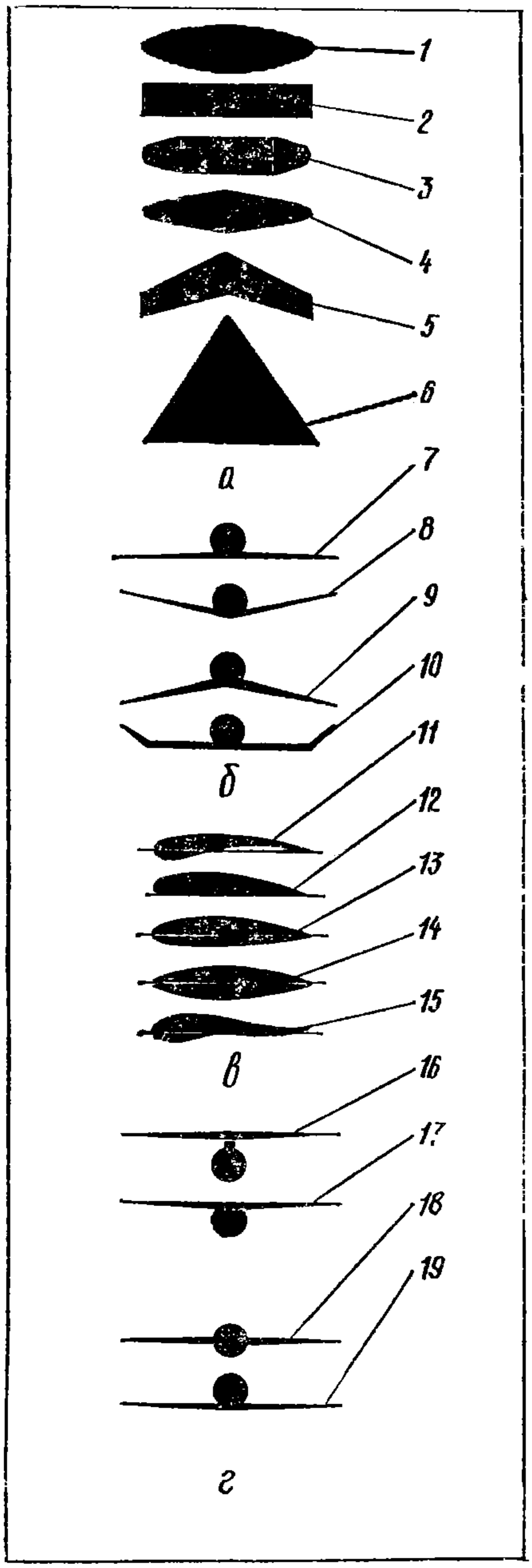
1 — крыло; *2* — элерон; *3* — фюзеляж; *4* — стабилизатор; *5* — руль высоты; *6* — киль; *7* — руль направления; *8* — вспомогательная стойка шасси; *9* — стрингер фюзеляжа; *10* — шпангоут; *11* — нервюра крыла; *12* — лонжерон крыла; *13* — амортизационная стойка; *14* — двигатель; *15* — винт.

мающую значительную часть нагрузки на фюзеляж. Остальная часть нагрузки приходится на каркас.

Крыло — основная несущая поверхность планера, создающая подъемную силу, необходимую для полета. Оно может быть цельным или составным. Составное крыло обычно имеет среднюю часть — центроплан, жестко связанный с фюзеляжем, и две отъемные части — консоли.

Каркас крыла состоит из элементов продольной и поперечной жесткости. К продольным относятся лонжероны, воспринимающие основную нагрузку на крыло, и стрингеры, а к поперечным — нервюры. Кромка крыла, встречающая в

полете набегающий поток воздуха, называется передней или ребром атаки, а кромка, по которой сбегает воздушный поток — задней или кромкой обтекания. Основные формы крыла приведены на рис. 85. С целью повышения устойчивости в полете концы крыла приподнимают или опускают относительно середины, т. е. крылу придают поперечную V-образность.



Важнейшей характеристикой крыла является форма поперечного сечения, называемая профилем. Прямая линия, соединяющая носок с хвостом профиля, называется хордой крыла. Крыло к фюзеляжу крепится так, чтобы между хордой и продольной осью самолета был некоторый угол, называемый установочным. Если крыло крепится к фюзеляжу без каких-либо дополнительных подкосов или растяжек, а только теми элементами, которые входят в конструкцию крыла, то оно называется свободнонесущим.

К важным характеристикам крыла относится его удлинение, т. е. отношение размаха крыла к его хорде. Если крыло не прямоугольное, а овальное или другой сложной формы, то для определения удлинения пользуются средней

Рис. 85. Формы крыла:

а — в плане; *б* — в основной проекции; *в* — в поперечном сечении; *г* — положение крыла на фюзеляже; *1* — эллипсовидное; *2* — прямоугольное; *3* — комбинированное; *4* — трапециевидное; *5* — стреловидное; *6* — треугольное; *7* — стреловидность (поперечная) нулевая; *8* — стреловидность положительная; *9* — стреловидность отрицательная; *10* — стреловидность комбинированная; *11* — вогнуто-выпуклое; *12* — плоско-выпуклое; *13* — двояковыпуклое несимметричное; *14* — двояковыпуклое симметричное; *15* — типа «дельфин»; *16* — типа «парасоль»; *17* — верхнеплан; *18* — среднеплан; *19* — нижнеплан.

аэродинамической хордой (САХ). Ее находят делением площади крыла на размах.

Оперение планера (рис. 86) служит для сохранения заданного направления полета. Оно может быть одно-, двухкилевое или бескилевое, с нижним, средним или верхним расположением стабилизатора. Каркас киля и стабилизатора состоит из набора лонжеронов, стрингеров и нервюр. Киль имеет симметричный двояковыпуклый профиль. Стабилизатор в основной проекции обычно прямой, а в плане имеет те же формы, что и крыло. Кроме характерных для крыла, стабилизатор может иметь перевернутые плосковыпуклые и двояковыпуклые несимметричные профили.

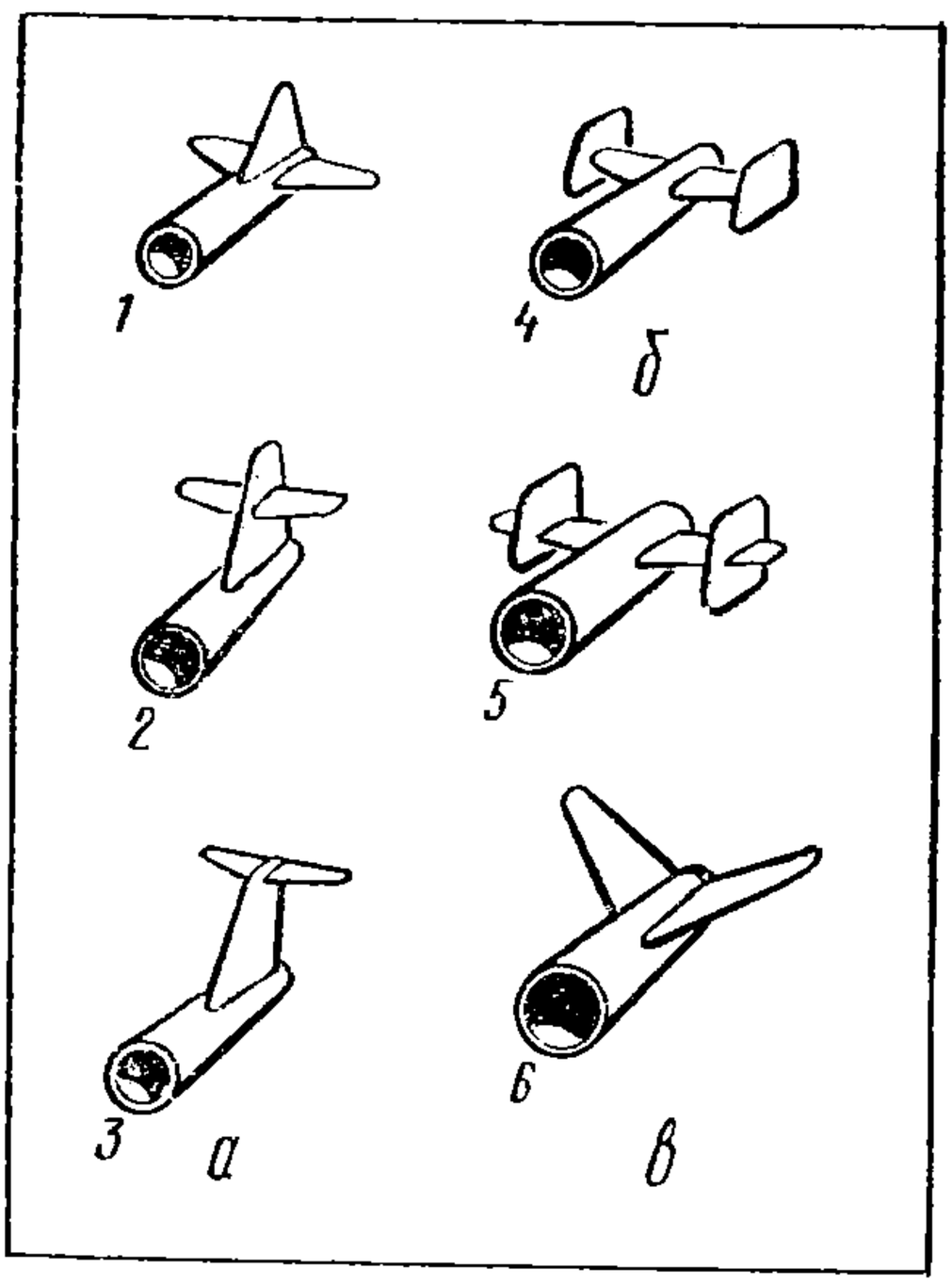


Рис. 86. Оперение:

а — однокилевое; *б* — двухкилевое; *в* — бескилевое; *1* — с нижним расположением стабилизатора; *2* — со средним расположением стабилизатора; *3* — с верхним расположением стабилизатора; *4* — с шайбами на концах стабилизатора; *5* — с шайбами не на концах стабилизатора; *6* — с V-образным стабилизатором.

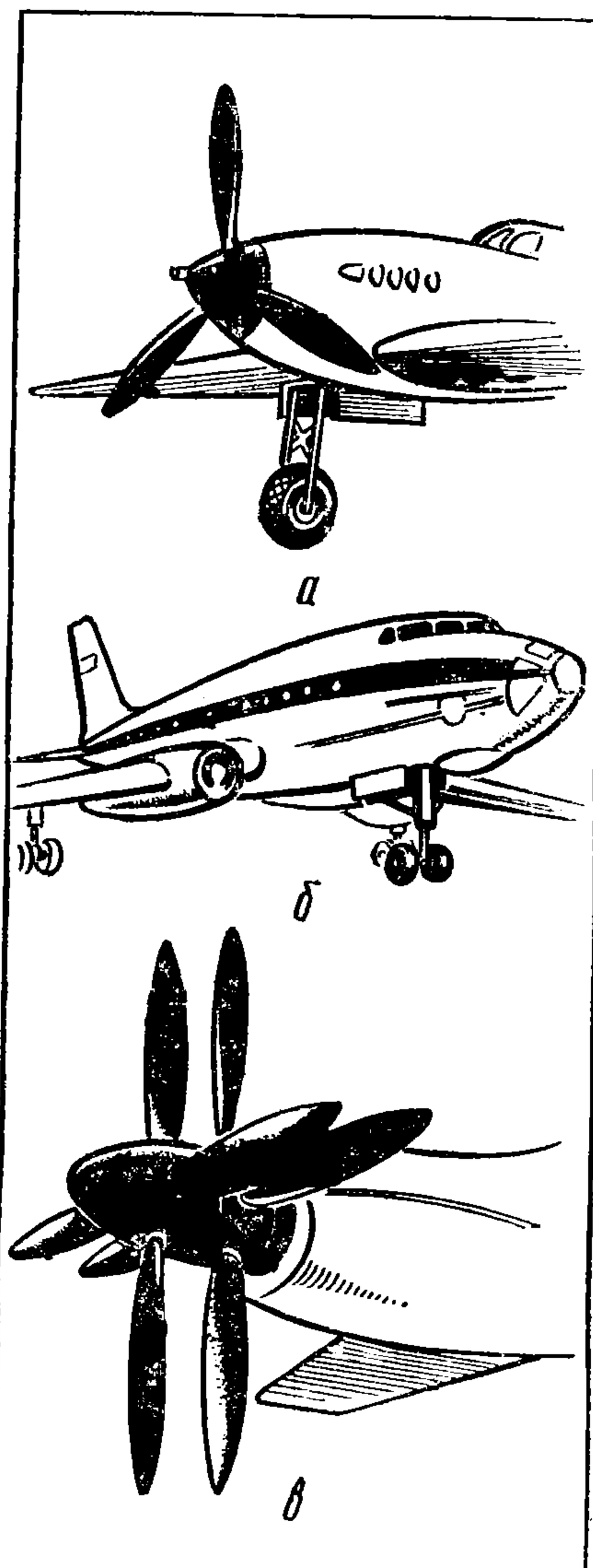


Рис. 87. Двигательные установки:

а — винтомоторная; *б* — реактивная; *в* — турбовинтовая.

Двигательная установка предназначена для создания силы тяги и может быть винтомоторной, реактивной или турбовинтовой (рис. 87).

Винтомоторная установка состоит из поршневого двигателя внутреннего сгорания и воздушного винта — движителя, превращающего вращательное движение вала двигателя в силу тяги. Винт состоит из ступицы и двух, трех или четырех лопастей. Иногда один двигатель приводит в движение два соосных винта, вращающихся в противоположные стороны. С возрастанием скорости полета КПД винта уменьшается.

Реактивный двигатель является одновременно и движителем, в котором сила тяги возникает в результате реакции струи газов, вытекающих через сопло двигателя с большим ускорением. В некоторых реактивных двигателях воздух перед подачей в камеры сгорания топлива подвергается сжатию с помощью газовой турбины и компрессора. Такие двигатели называются турбокомпрессорными. Они получили наибольшее распространение. Характерной особенностью реактив-

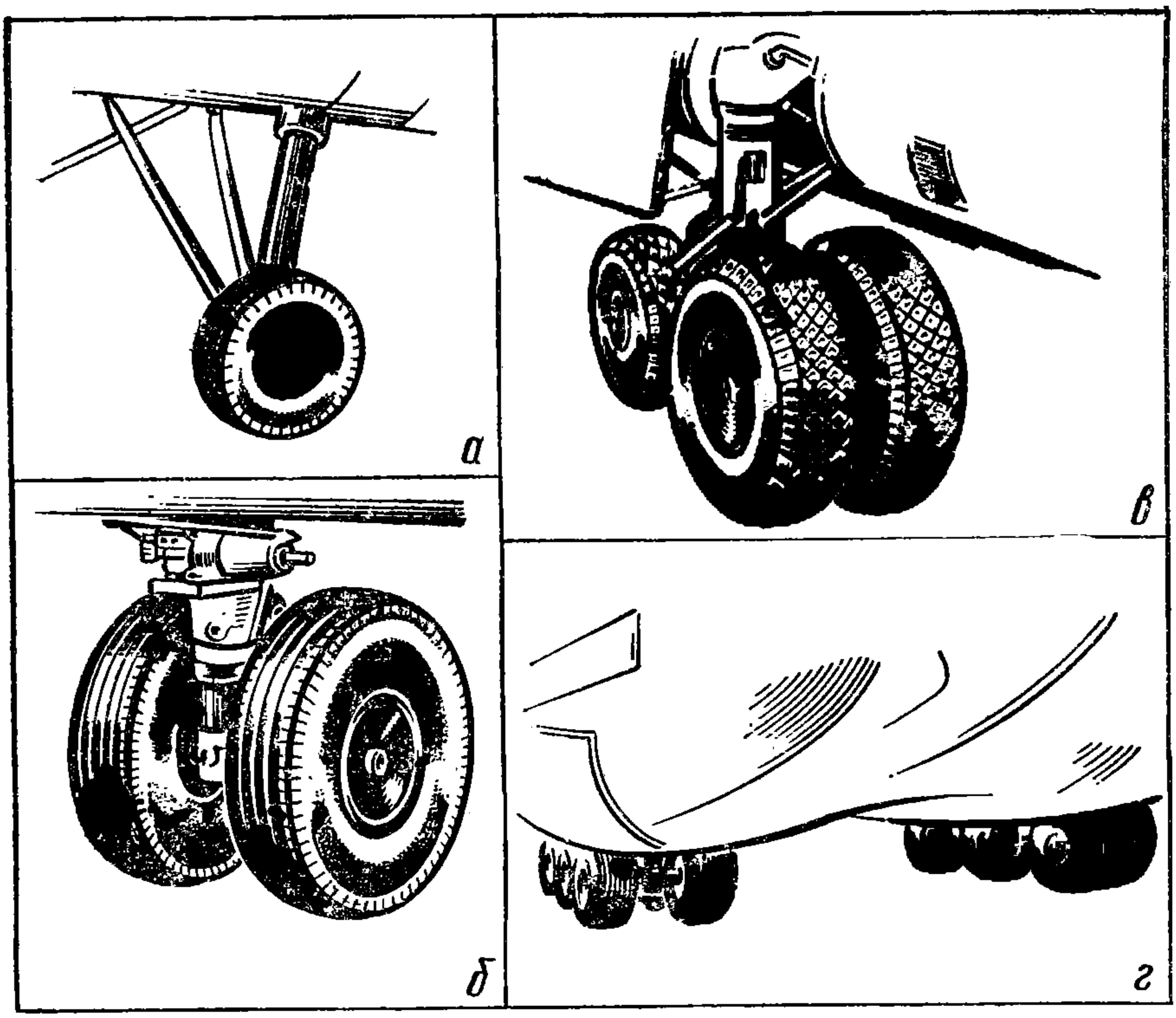


Рис. 88. Стойки шасси:

а — с одним колесом; *б* — с двумя колесами; *в* — с четырьмя колесами; *г* — многоколесные.

ных двигателей является возрастание КПД с увеличением скорости полета.

Турбовинтовая установка состоит из реактивного двигателя и винта, т. е. имеет два движителя. Сочетание реактивной тяги с тягой воздушного винта дает значительные выгоды, так как их коэффициенты полезного действия по-разному зависят от скорости полета. При перемещении по земле и полете на малых скоростях винт работает с наибольшим КПД, при нарастании скорости КПД винта снижается, но возрастает КПД реактивного двигателя, а вся турбовинтовая установка оказывается более экономичной.

Шасси служит для передвижения самолета по земле или воде. В первом случае используется колесное шасси, во втором — поплавковое. Для уменьшения воздушного сопротивления у большинства самолетов шасси убирается в полете. Наибольшее распространение получили колесные шасси (рис. 88), состоящие из трех амортизационных стоек с пневматическими колесами. Количество колес и их размеры зависят от полетного веса самолета. Две основные амортизационные стойки размещаются по обе стороны фюзеляжа и одна облегченная — в носовой части фюзеляжа. На самолетах тяжелого типа основные стойки помещаются под фюзеляжем одна за другой и имеют по четыре и более колес каждая, а вспомогательные устанавливаются под концами консолей крыла для предотвращения касания ими земли при грубой, неточной посадке самолета.

§ 2. КЛАССИФИКАЦИЯ И УСТРОЙСТВО АВИАМОДЕЛЕЙ

В авиамоделировании условно можно выделить три направления: моделирование объекта авиационной техники по внешнему виду, моделирование полета и комплексное моделирование, сочетающее точное воспроизведение внешнего вида и устройства объекта с их полетом.

Моделирование по внешнему виду предполагает создание моделей, точно, до мельчайших подробностей, воспроизводящих внешний вид существующих или создаваемых вновь летательных аппаратов.

В процессе проектирования новой техники создаваемые объекты моделируют многократно и в различных масштабах. Такие модели помещают в аэродинамические трубы, продувают воздухом и наблюдают картину обтекания. Делается это в целях контроля результатов работы по созданию аэродинамической формы предметов или для отыскания оптимальной формы опытным путем. На последних стадиях разработки создают модели в натуральную величину и продувают воздухом в гигантских аэродинамических трубах.

Часто модели существующих самолетов изготавливают с учебной целью для формирования у учащихся зрительных объемных представлений об изучаемой технике. Такие модели изготавливают и с эстетической целью как украшения, поражающие воображение пластикой форм, изяществом линий и гармонией устройства с функциональным назначением как отдельных элементов, так и объекта в целом. Иногда возникает необходимость в создании моделей в натуральную величину с точным воспроизведением внутреннего устройства и окраски для проверки самочувствия и работоспособности человека.

При моделировании полета создают летательные аппараты, лишь приблизительно напоминающие реальные авиационные объекты, но копирующие все стадии их полета или отдельные части его. В этом случае модель самолета, например, имеет крыло, фюзеляж, двигатель и шасси, но их устройство весьма специфично и характерно только для моделей.

Комплексное моделирование предполагает изготовление моделей в уменьшенном масштабе с полным соответствием самолетостроительным чертежам, т. е. создание моделей-копий, способных совершать полеты.

В авиамодельном спорте существует три класса моделей: свободнолетающие, кордовые и радиоуправляемые. Каждый класс делится на категории.

К *свободнолетающим моделям* спортивных классов относятся планеры (категория F-1-A), резиномоторные (категория F-1-B), таймерные (категория F-1-C) и комнатные (категория F-1-D).

Технические требования к свободнолетающим моделям планеров: площадь несущей поверхности (крыла и стабилизатора) 32—34 дм^2; минимальиая масса 410 г; максимальная нагрузка на несущую площадь 0,49 Н/дм^2.

Технические требования к резиномоторным моделям: площадь несущей поверхности (крыла и стабилизатора) 17—19 дм^2; минимальная масса без мотора 190 г; максимальная иагрузка 0,49 Н/дм^2; максимальная масса смазанного мотора (моторов) 40 г.

Технические требования к таймерным моделям: максимальный рабочий объем двигателя (двигателей) 2,5 см^3; максимальная масса (в г) определяется умножением значения рабочего объема двигателя (в см^3) на 300; нагрузки на несущую поверхность: мииимальная — 0,196 Н/дм^2; максимальная — 0,49 Н/дм^2.

Приспособления для использовании энергии выхлопа двигателя ставить не разрешается.

Технические требования к комнатиым моделям: максимальный размах крыла 650 мм; минимальная масса модели без резинового двигатели 1 г.

К *кордовым моделям* относятся скоростные (категория F-2-A), пилотажные (категория F-2-B), гоночные (категория F-2-C), модели «воздушного боя» (категория F-2-D).

Технические требования к кордовым скоростным моделям: площадь несущей поверхности (в дм²) должна быть равна удвоенному значению рабочего объема двигателя (в см³); максимальный рабочий объем двигателя не более 2,5 см³; максимальная нагрузка на крыло не более 0,98 Н/дм².

Технические требования к кордовым пилотажным моделям: максимальная площадь несущих поверхностей 150 дм²; максимальная масса 5 кг; максимальная нагрузка на несущую поверхность 9,98 Н/дм²; максимальный объем двигателя 10 см³.

Модель должна иметь шасси, а двигатель должен быть снабжен глушителем.

Технические требования к кордовым гоночным моделям: минимальная площадь несущей поверхности 12 дм²; максимальная полетная масса 700 г; максимальный объем двигателя 2,5 см³; минимальная высота фюзеляжа в месте кабины пилота 100 мм, ширина 50 мм, площадь поперечного сечения 39 см².

Технические требования к моделям «воздушного боя»: максимальная площадь несущей поверхности 150 дм²; максимальная полетная масса 5 кг; максимальная нагрузка на несущую поверхность 0,98 Н/дм²; максимальный объем двигателя 2,5 см³.

К *радиоуправляемым моделям* относятся пилотажные (категория F-3-A), модели планеров (категория F-3-B) и гоночные (категория F-3-C).

Технические требования к пилотажным радиоуправляемым моделям: максимальная площадь несущих поверхностей 150 дм²; максимальная масса модели (без топлива) 5 кг; нагрузки: минимальная — 0,118 Н/дм²; максимальная — 0,736 Н/дм²; максимальный рабочий объем двигателя 10 см³.

Технические требования к радиоуправляемым моделям планеров: максимальная несущая площадь 150 дм²; максимальная масса модели 5 кг; нагрузки: максимальная — 0,736 Н/дм²; минимальная — 0,118 Н/дм²; максимальный рабочий объем двигателя 2 см³; время работы двигателя 45 с; длина леера 150 м.

Техические требования к радиоуправляемым гоночным моделям: максимальный объем цилиндра двигателя не более 6,6 см³; поперечное сечение фюзеляжа по миделю 175×85 мм.

Шасси модели должно быть двухполюсным.

Модель может быть схематической и фюзеляжной.

Схематическая модель планера (рис. 89) представляет собой моноплан — верхнеплан со свободнонесущим крылом и нижним расположением стабилизатора. Киль и стабилизатор не профилированы.

Фюзеляж собран из фанерной носовой части и двух реек, между которыми для увеличения жесткости поставлены бобышки. В носовой части прорезано сквозное отверстие и с двух сторон заклеено плотной бумагой. Эта полость называется балластной камерой и служит для размещения свинцового груза при балансировке модели после сборки. Для установки и крепления крыла к фюзеляжу приклеивают поперечную планку, устанавливают штифт и сверлят отверстие, через которое пропускают вдвое сложенную резиновую ленту сечением 1×4 мм. Концы резины перекидывают через крыло и закреп-

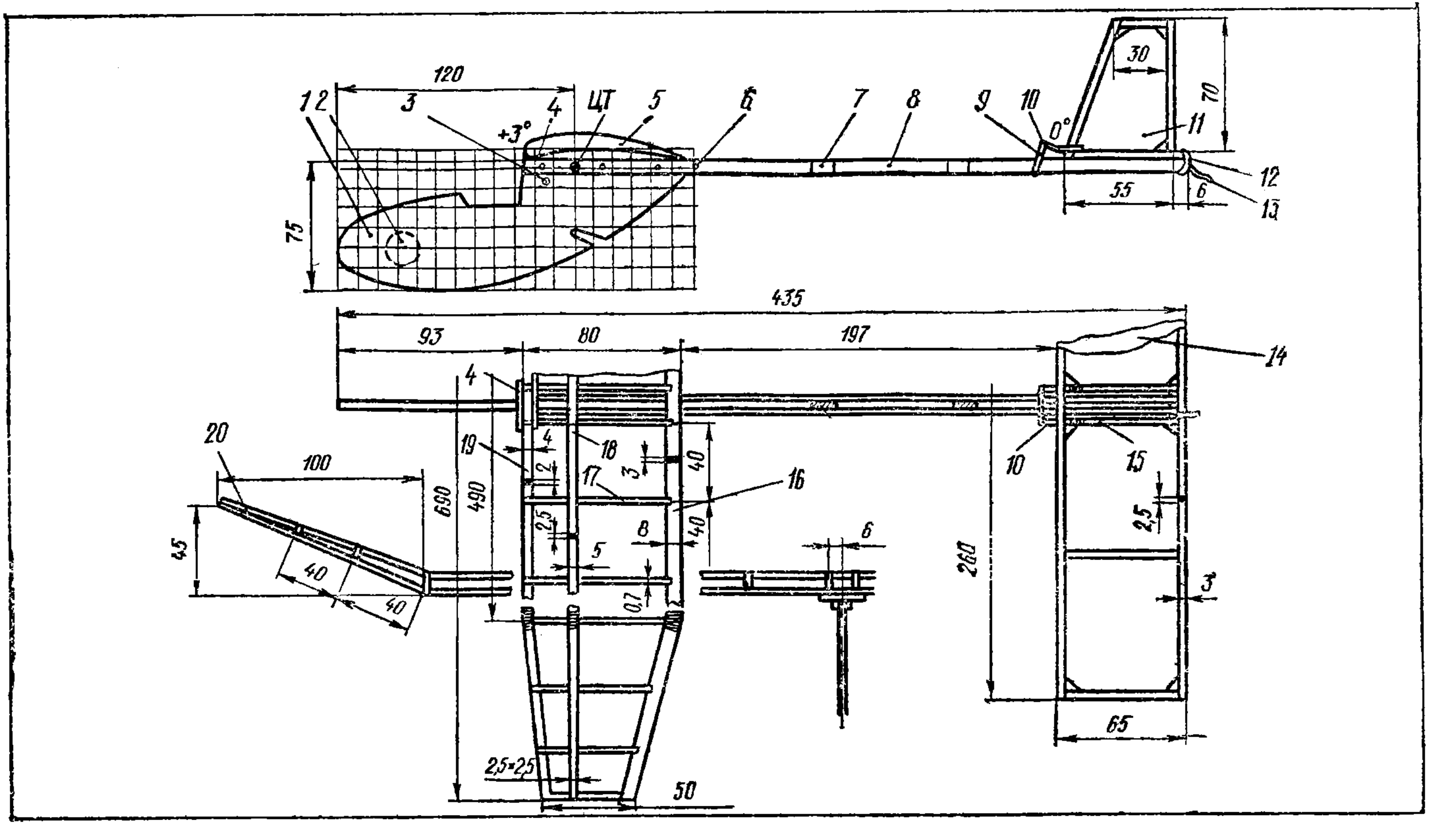


Рис. 89. Схематическая модель планера:

1 — носовая часть фюзеляжа; *2* — балластная камера; *3* — отверстие под резину крепления крыла; *4* — опора крыла; *5* — крыло; *6* — штифт; *7* — бобышка; *8* — балка фюзеляжа; *9* — резина крепления стабилизатора; *10* — скоба; *11* — киль; *12* — хлопчатобумажная нитка; *13* — фитиль; *14* — стабилизатор; *15* — средняя нервюра стабилизатора; *16* — стрингер задней кромки крыла; *17* — нервюры крыла; *18* — лонжерон крыла; *19* — стрингер передней кромки крыла; *20* — консоль крыла.

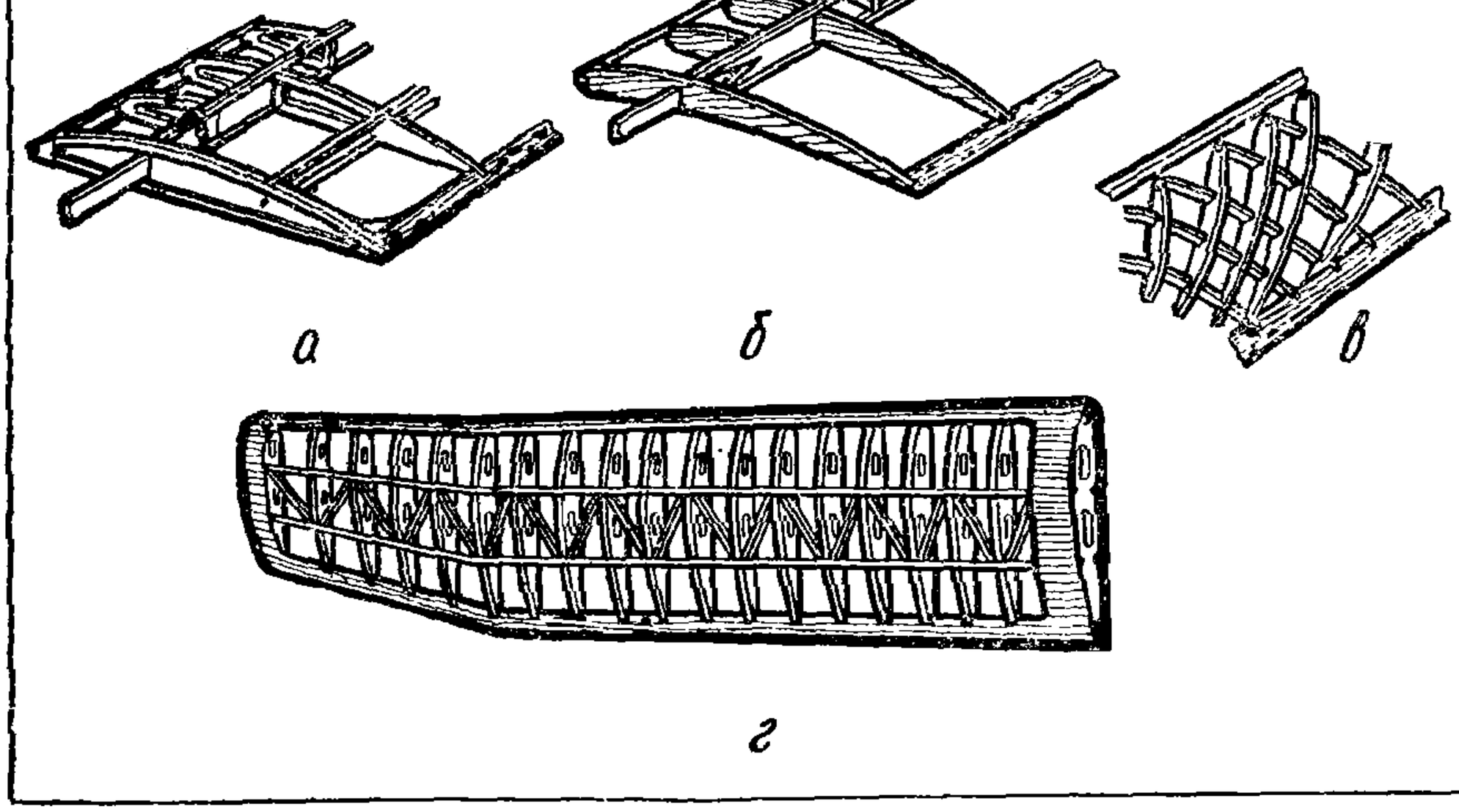


Рис. 90. Каркас крыла:

а — с облегченными нервюрами; *б* — со сплошными нервюрами; *в* — со скрещивающимися нервюрами; *г* — с дополнительными подкосами.

ляют на концах штифта. Такое крепление обеспечивает сохранность крыла при воздействии на него резких нагрузок.

Вертикальные рейки киля встраивают в хвостовую часть фюзеляжа.

Крыло модели — цельное, с консолями, установленными под углом 24—25°. Каркас крыла (рис. 90) набирают из лонжеронов и стрингеров в различных сочетаниях с нервюрами. Профили нервюр (рис. 91) и их устройство разнообразны, как и способы соединения с элементами продольной жесткости. Нередко для увеличения прочности и жесткости крыла между нервюрами устанавливают части нервюр — носки и хвосты. Лонжерон крыла (рис. 92) модели изготавливают из материалов прочных, но малой плотности. Применяют как цельные, так и сборные лонжероны. Цельные прочнее и жестче, но имеют большую массу, сборные — достаточно жесткие и прочные и, кроме того, значительно меньшей массы.

Стабилизатор планера — плоский, его набирают из реек квадратного сечения и оклеивают с одной или с двух сторон тонкой бумагой. В средней части стабилизатора имеется щель, через которую пропускают киль при установке стабилизатора на фюзеляж. Крепится стабилизатор резиновой нитью и хлопчатобумажной ниткой, свободный конец которой служит таймером. Перед пуском модели его поджигают, и полет совершается в течение времени тления нити. При перегорании узла

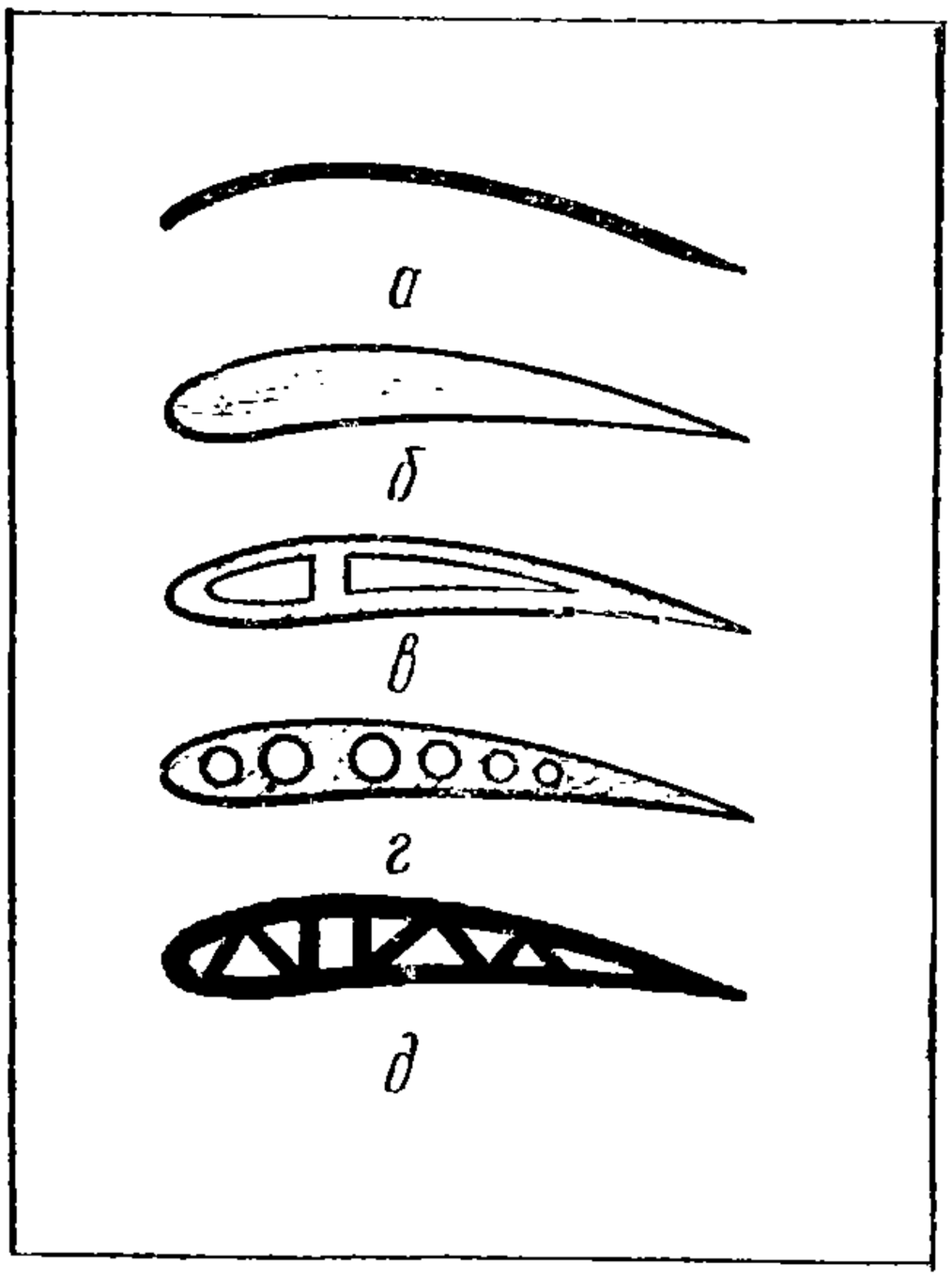


Рис. 91. Нервюры крыла:

а — гнутая схематическая; *б* — сплошная из шпона; *в* и *г* — облегченные из шпона; *д* — клееная из бамбука.

стабилизатор под действием силы натяжения резиновой нити изменит свое положение, и полет модели прекратится.

Фюзеляжная модель самолета с резиновым двигателем (рис. 93) имеет развитой фюзеляж, хорошо профилированное крыло, стабилизатор, киль и шасси. Каркас фюзеляжа набирают из шпангоутов и стрингеров и оклеивают пергаментом или тонкой микалентной бумагой. В носовой части устанавливают бобышку, через которую пропускают вал винта, а между валом и бобышкой — подшипник. Шпангоуты, изготовленные из тонких реек или фанеры, могут иметь различную форму.

Стабилизатор состоит из реечного лонжерона, стрингеров и бумажной обшивки. Устанавливают стабилизатор за килем на специальной площадке, обеспечивающей его горизонтальное положение. Элементы крепления и таймер аналогичны рассмотренным для предшествующей модели. Киль — двояковыпуклый симметричного профиля — крепится к фюзеляжу неподвижно и устроен аналогично стабилизатору. В последнее время моделисты стали изготавливать как стабилизатор, так и киль из куска мелкопористого пенопласта.

Неразъемное крыло крепят над фюзеляжем, привязывая его к пилону. Крыло модели, составленное из двух половин с

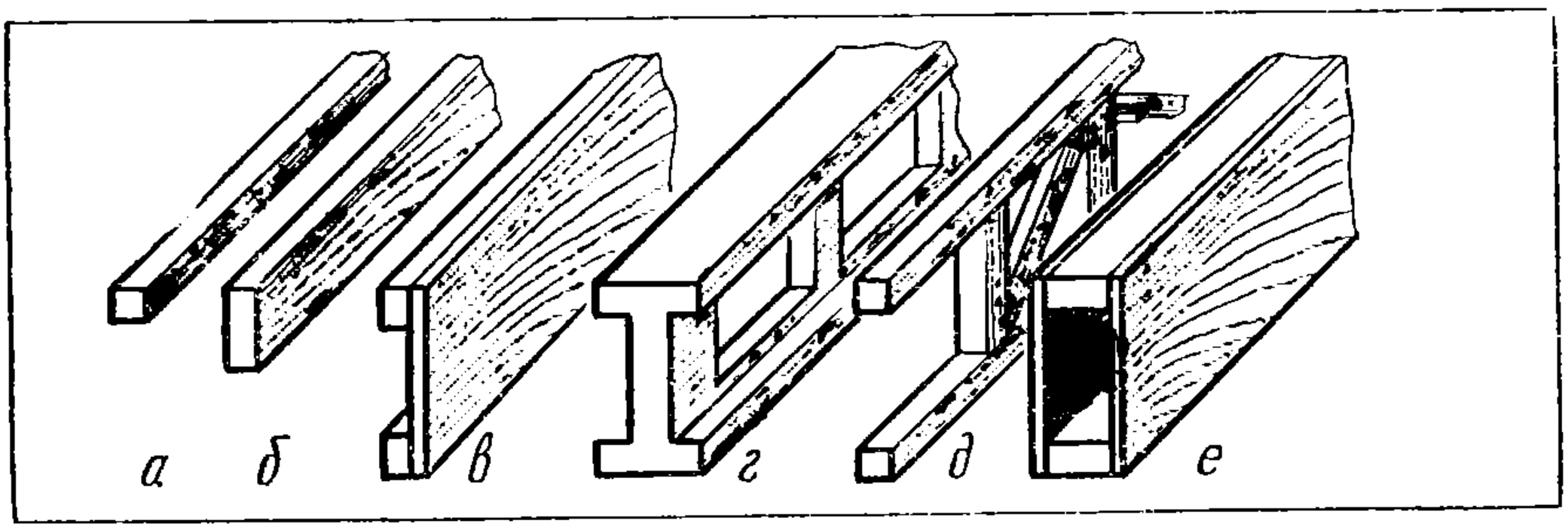


Рис. 92. Лонжероны крыла:

а — квадратного сечения; *б* — прямоугольного сечения; *в* — со сплошной стенкой; *г* — с облегченной стенкой; *д* — со стойками и подкосами; *е* — коробчатый.

положительной V-образностью, стыкуется с фюзеляжем на штырях различной конструкции (рис. 94), встроенных в пилон фюзеляжа. К лонжерону и концевой нервюре каждой половины крыла монтируется стыковочная коробка. Половины крыла удерживаются на фюзеляже благодаря силам трения между стыковочными коробками и входящими в них штырями. Соединение на прямых штырях жестче, но овальные лучше предохраняют модель от

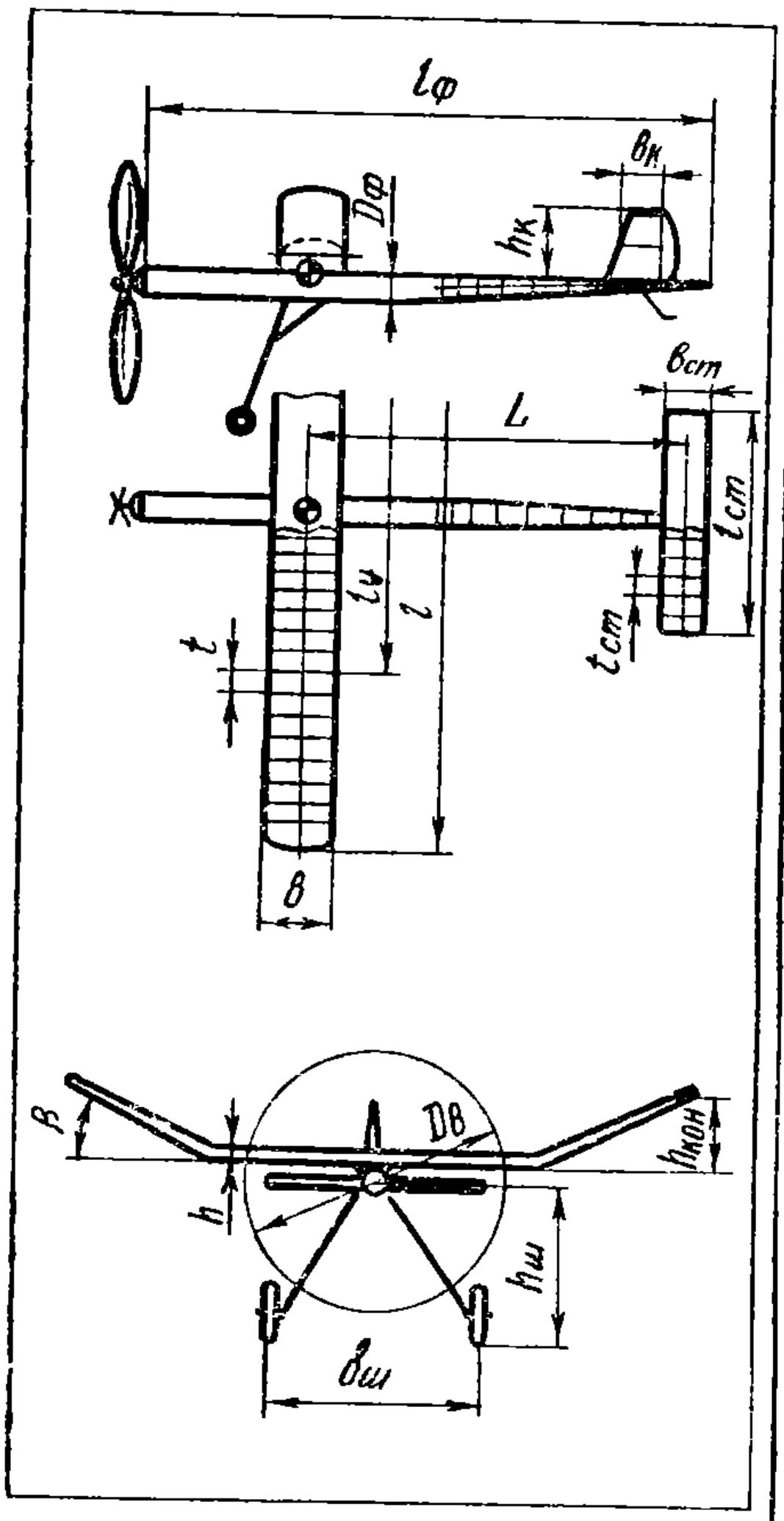


Рис. 93. Модель самолета с резиновым двигателем:

$l_ф$, $D_ф$ — длина и диаметр фюзеляжа; $h_к$, $b_к$ — высота и ширина киля; L — расстояние от крыла до стабилизатора; $t_{ст}$ — расстояние между нервюрами стабилизатора; $l_{ст}$, $b_{ст}$ — размах и ширина стабилизатора; t — расстояние между нервюрами крыла; l, b — размах и ширина крыла; $l_ц$ — длина центроплана; $h_{кон}$ — высота консоли относительно плоскости центроплана; $D_в$ — диаметр винта; $h_ш$ — высота шасси; $b_ш$ — расстояние между колесами шасси; h — толщина крыла.

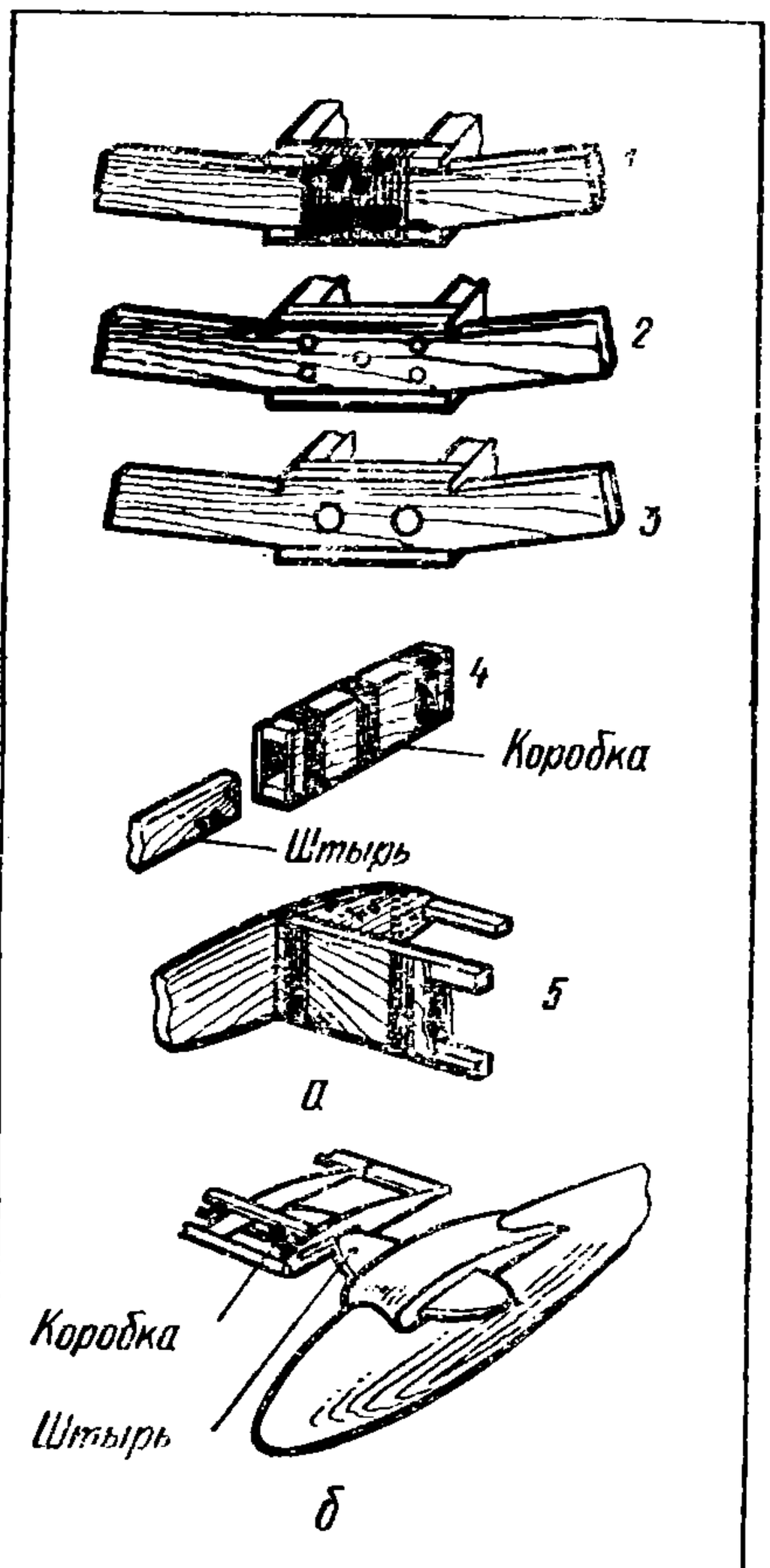


Рис. 94. Крепление крыла на прямоугольных (*а*) и овальных (*б*) штырях:

1 — штырь на нитках с клеем; *2* — штырь на заклепках; *3* — штырь на болтах; *4* — штырь с коробкой; *5* — коробка на лонжероне.

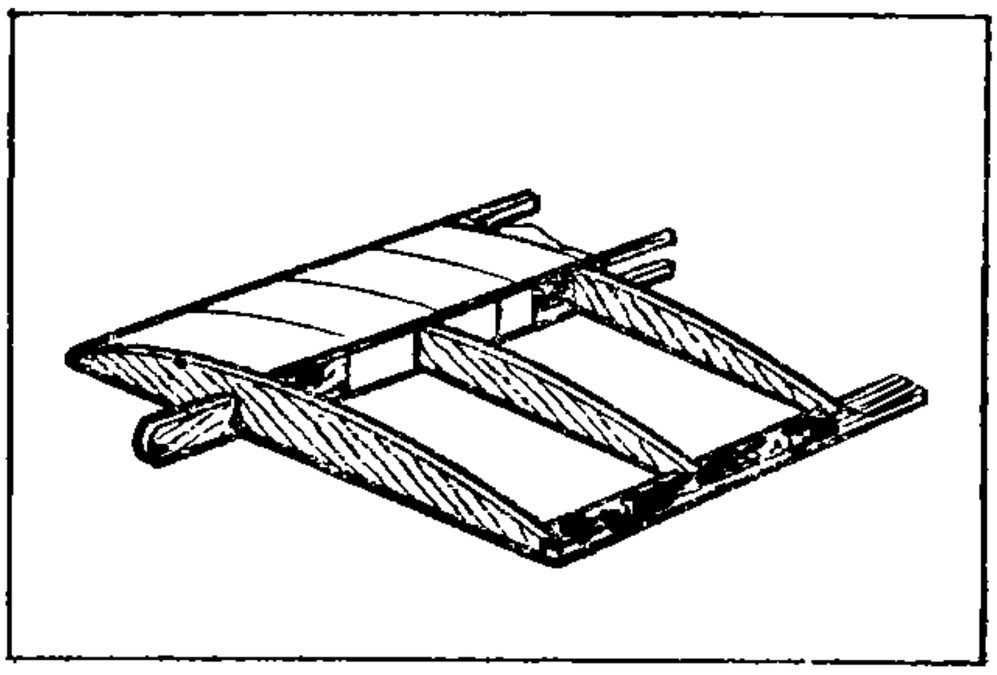


Рис. 95. Каркас с упрочненной передней частью.

разрушения при случайном ударе ее о препятствие. Крыло обтягивают тонкой бумагой, а при необходимости переднюю часть упрочняют обшивкой из плотной бумаги или тонким бальзовым шпоном (рис. 95).

Шасси могут быть жесткими или амортизирующими, убирающимися или неубирающимися. Простейшие шасси из проволоки (рис. 96) с системой подкосов и жестким колесом встречаются наиболее часто. Амортизация осуществляется в результате упругой деформации стоек или пневматической части колеса либо комбинации названных деформаций.

Жесткие шасси не допускают грубых посадок, амортизирующие сглаживают ударные нагрузки, однако при сильных ударах колесо может пробить обшивку крыла. Для защиты обшивки устанавливают предохранительный экран. Шасси располагают в передней части фюзеляжа под крылом или перед ним для большей устойчивости модели в момент касания земли при посадке. Высота шасси должна исключать касание вращающимся винтом земли при взлете и при посадке.

Под хвостовой частью фюзеляжа находится третья опора — костыль, препятствующий соприкосновению стабилизатора с землей. Высота костыля может быть разной. В некоторых странах моделисты делают его почти такой же высоты, как и шасси. Это утяжеляет модель, но создаются лучшие условия для взлета с земли, так как фюзеляж в этом случае располагается почти горизонтально с сохранением оптимального угла атаки (см. § 3 настоящей главы).

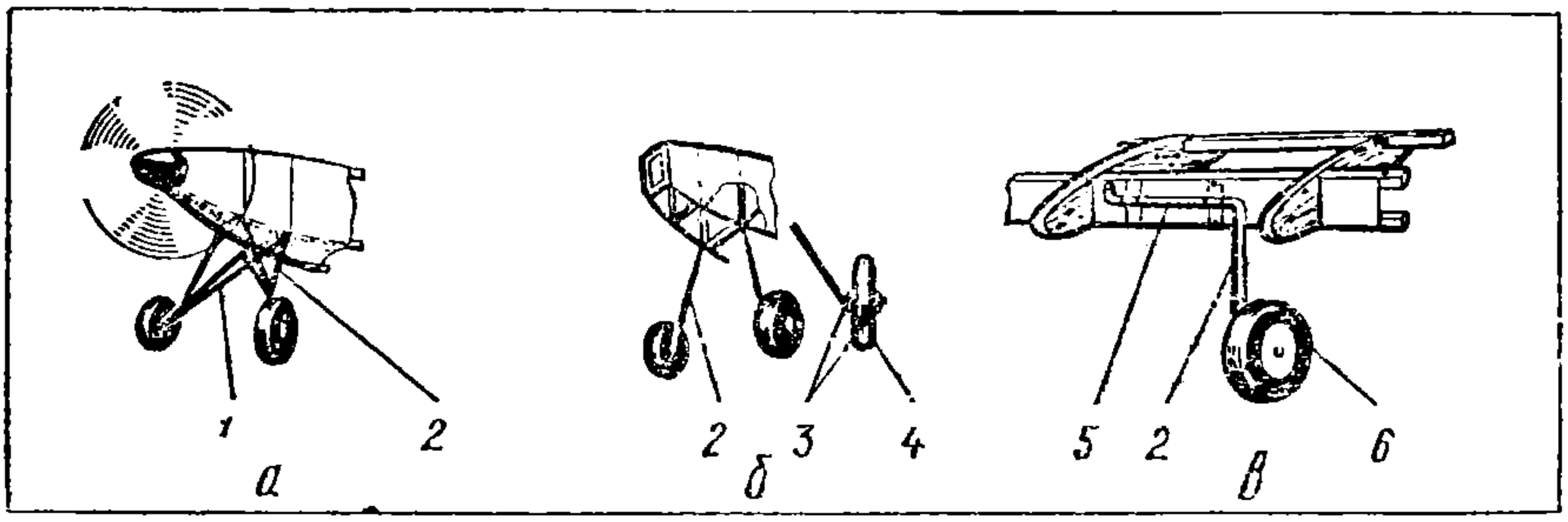


Рис. 96. Простейшие шасси:

а — жесткое; *б* — с гибкими стойками; *в* — с торсионом и гибкой стойкой; *1* — подкос; *2* — стойка; *3* — шайбы; *4* — колесо; *5* — торсион; *6* — шина.

Винт на модели устанавливают преимущественно двухлопастный, большого диаметра с плоско-выпуклым или вогнуто-выпуклым профилем. Резиновый двигатель можно закрутить на сравнительно небольшое число оборотов, поэтому винт работает ограниченное время и после остановки оказывает большое сопротивление полету. Торможение можно ослабить, если установить винт (рис. 97) с механизмом свободного хода или со складывающимися лопастями. Подвижный рычаг на винте в сочетании с проволочной петлей на валу создают условия передачи крутящего момента при работе резинового двигателя и свободного вращения винта на валу при остановке двигателя. Возможны и другие системы свободного хода и уменьшения лобового сопротивления винта. Например, во время работы резинового двигателя складывающиеся лопасти винта под действием сил инерции располагаются в плоскости вращения под прямым углом к оси вращения. По окончании работы двигателя скорость вращения винта падает, силы инерции уменьшаются, и набегающий поток воздуха откидывает лопасти назад, располагая их вдоль фюзеляжа. Время планирующего полета возрастает и, кроме того, создаются лучшие условия для посадки модели.

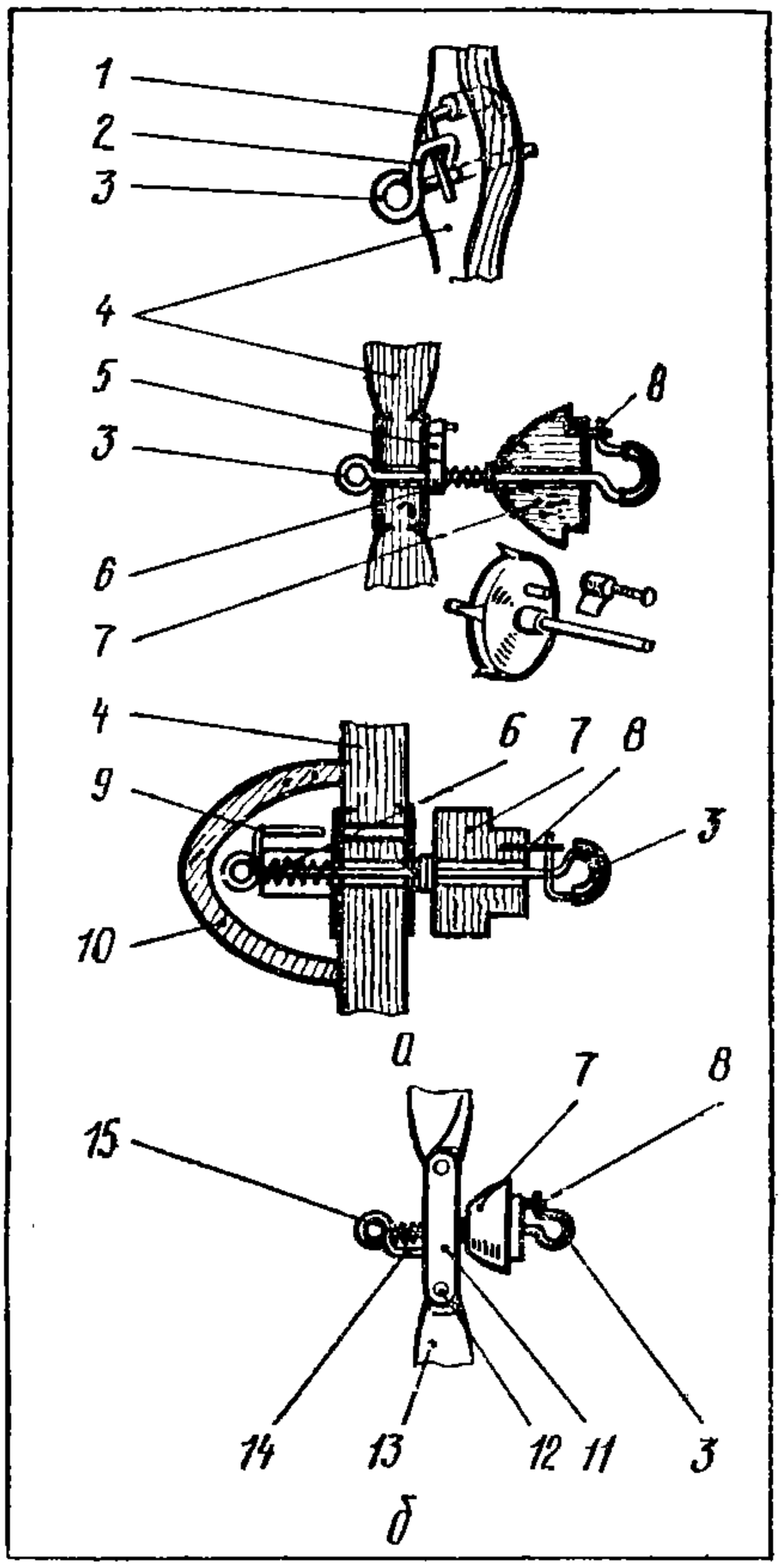


Рис. 97. Винты:

а — с механизмом свободного хода; *б* — со складывающимися лопастями; *1* — подвижный рычаг; *2* — петля на валу; *3* — вал винта; *4* — винт; *5* — хвостовик; *6, 15* — пружины; *7* — бобышка; *8* — стопорный штифт; *9* — штифт, соединяющий вал с винтом; *10* — обтекатель; *11* — ступица винта; *12* — ось подвижной лопасти; *13* — подвижная лопасть; *14* — ограничитель сжатия пружины.

Резиновый двигатель работает по принципу использования сил упругой деформации и состоит из нескольких резиновых лент. Поперечное сечение и длина двигателя определяются с учетом характеристик модели. Одна из его особенностей состоит в том, что в конце работы резиновые ленты должны остаться в слегка натянутом состоянии. Если они раскрутятся пол-

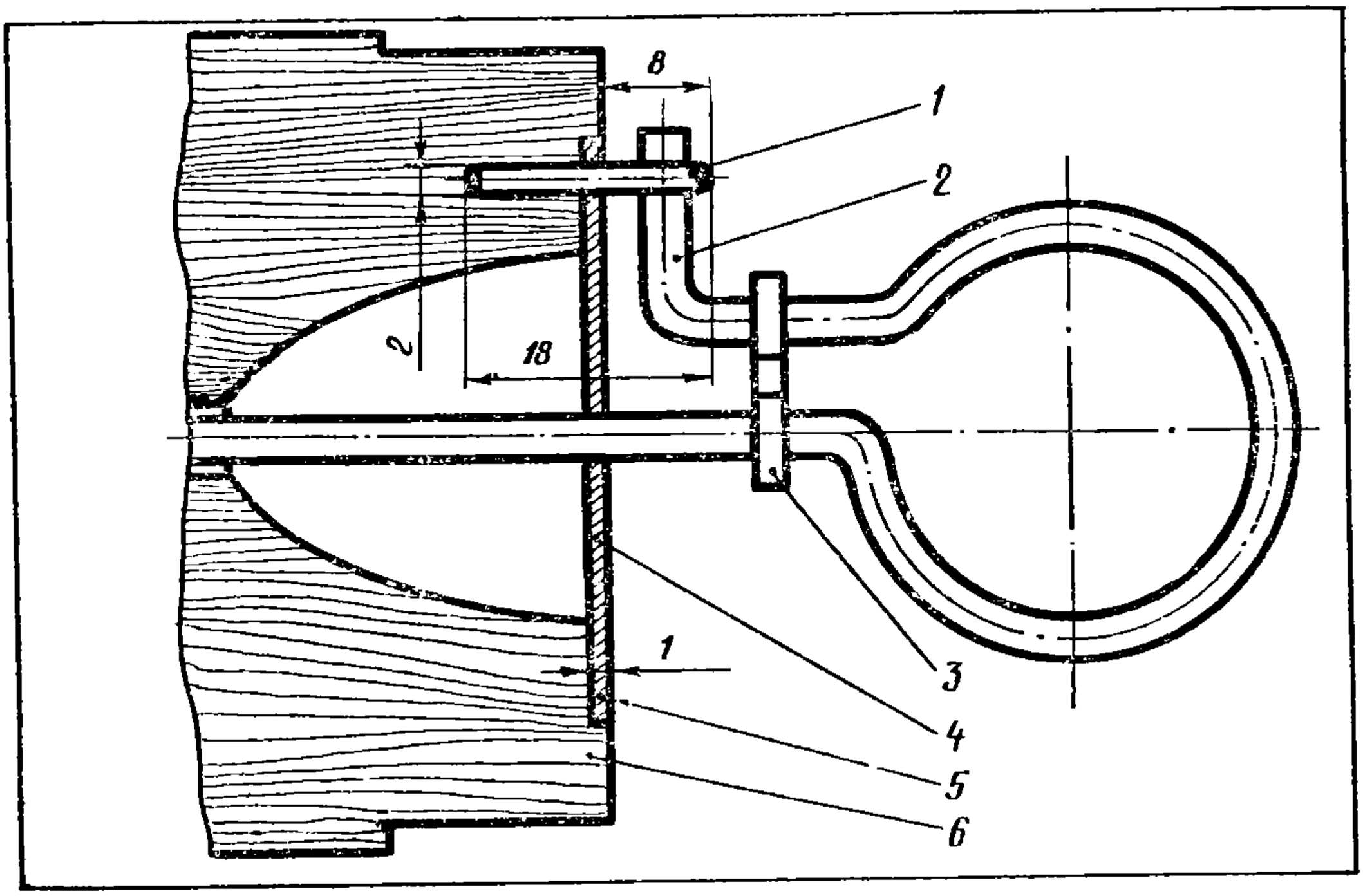


Рис. 98. Стопорное устройство:

1 — проволочный штифт; *2* — колено вала винта; *3* — предохранительное кольцо; *4, 5* — одна или несколько латунных шайб; *6* — бобышка.

ностью, то провиснут или соберутся на одном конце и центровка модели нарушится. Это, безусловно, отразится на качестве и продолжительности полета. Избежать полной раскрутки двигателя позволяют стопорные устройства вала винта (рис. 98). При закрутке двигателя на большое число оборотов пружина *6* сожмется (см. рис. 97, *а*), вал *3* переместится вправо и выйдет из зацепления со стопорным штифтом *8*. При запуске модели по мере раскручивания натяжение резины уменьшится и пружина, переместив вал влево, введет его в зацепление со штифтом *8*, а штифт *9*, соединяющий вал с винтом, выйдет из зацепления с винтом *4*. В результате двигатель перестанет раскручиваться, сохраняя расчетное остаточное натяжение, а винт получит возможность беспрепятственно вращаться за счет набегающего воздуха.

Между ступицей винта и бобышкой устанавливают упорный подшипник, воспринимающий усилие от напряжения резинового двигателя и уменьшающий сопротивление вращению. Чем меньше радиус касания элементов упорного подшипника, тем меньше момент силы трения, на преодоление которого тратится мощность двигателя. Упорным подшипником могут служить 3—4 латунные шайбы, стеклянная бусина или шарикоподшипник, состоящий из 3—6 шариков и стальных шайб. Предпочти-

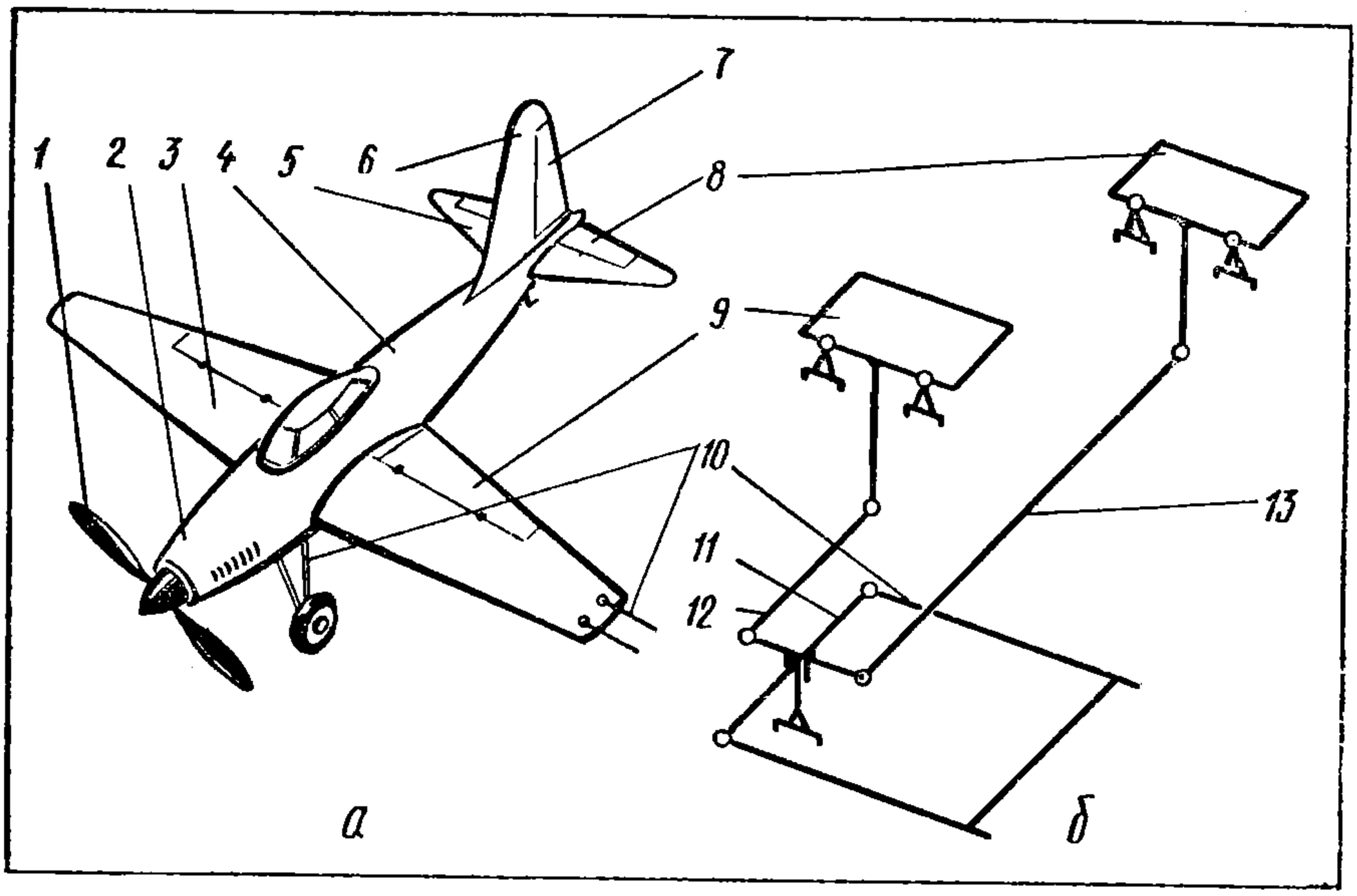


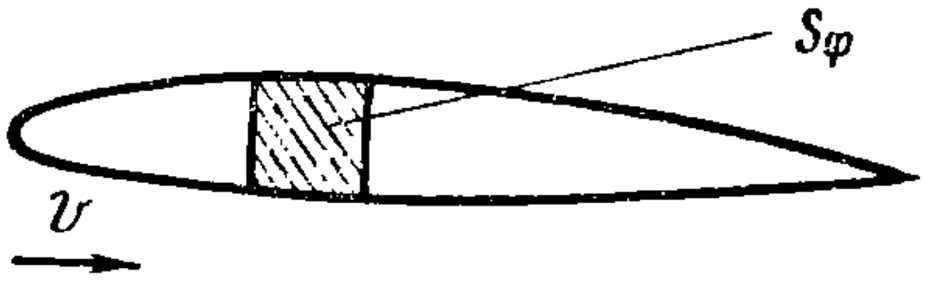
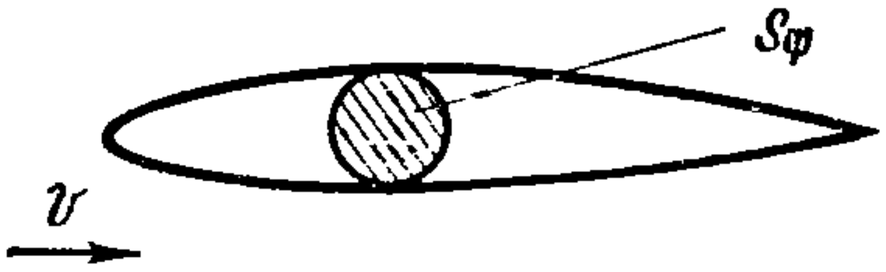
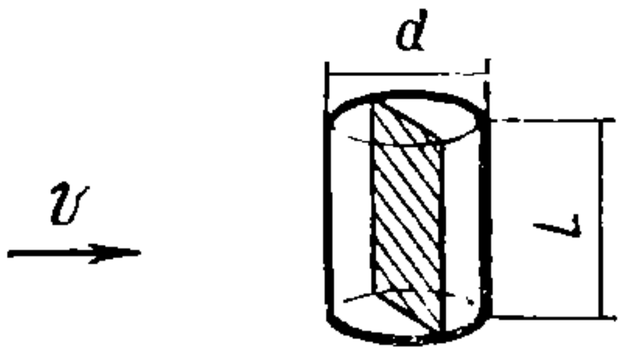
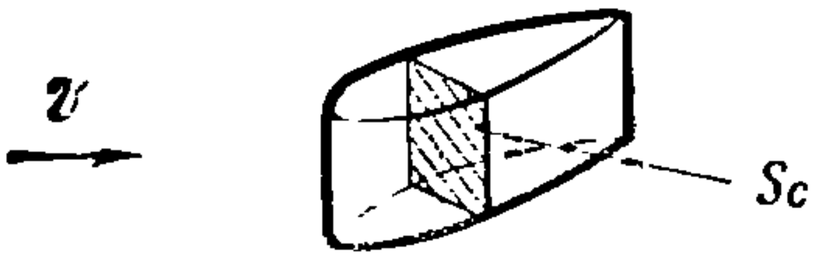
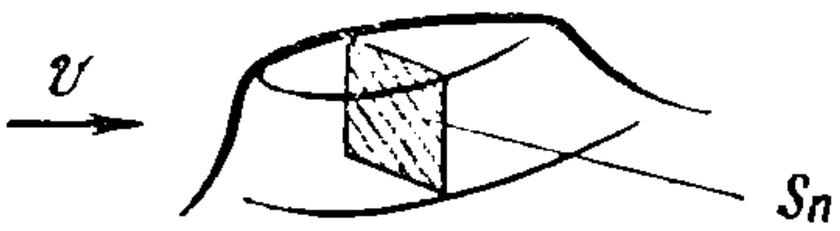
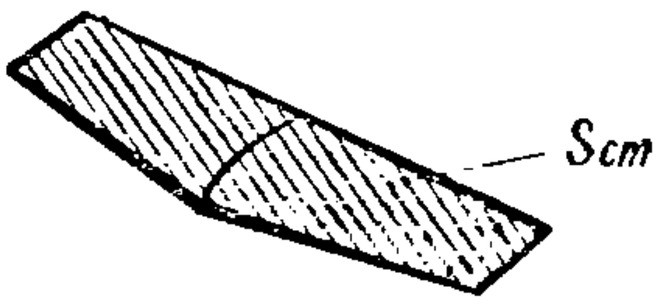
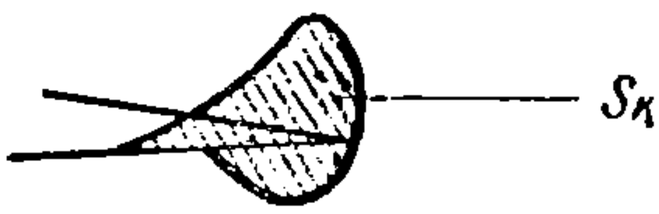
Рис. 99. Кордовая пилотажная модель:

а — компоновочный чертеж; *б* — кинематическая схема управления; *1* — винт; *2* — двигатель; *3* — крыло; *4* — фюзеляж; *5* — стабилизатор; *6* — киль; *7* — руль направления; *8* — руль высоты; *9* — закрылок; *10* — кордовые тяги; *11* — качалка; *12* — тяга закрылка; *13* — тяга руля высоты.

тельнее шариковые подшипники, так как на подшипники из одних шайб расходуется 25—30% мощности двигателя.

Кордовая пилотажная модель (рис. 99) имеет прочный фюзеляж, крыло и шасси. Модель летает по кругу на корде (корда в переводе с французского — веревка, струна). Крыло кордовой модели обычно делают двояковыпуклого симметричного профиля. Шасси изготавливают из стальных или дюралюминиевых пластин и оснащают резиновыми шинами. Шасси может быть убрано после взлета, но перед посадкой должно занять первоначальное положение. Для модели используют двигатель внутреннего сгорания с большой частотой вращения коленчатого вала, на котором устанавливают винт сравнительно небольшого диаметра. Топливный бак размещают в крыле или фюзеляже. Модель имеет руль высоты и закрылок, управляемые в полете двумя кордами, системой тяг и рычагов. Корды изготавливают из стальной проволоки ОВС диаметром 0,2—0,3 мм, длиной 15—21,5 м. Корды в полете должны находиться в натянутом состоянии, что достигается отклонением руля направления во внешнюю сторону на 8—10°, а также отклонением оси двигателя на 1—2° относительно продольной оси модели. Нормальная центровка модели составляет 14—18° хорды крыла.

Таблица 3. **Коэффициенты лобового сопротивления элементов модели**

Элемент модели		C_x
1. Фюзеляж прямоугольного сечения		0,27
2. Фюзеляж круглого сечения		0,20
3. Круглая стойка $S_c = dl$		1,5
4. Обтекаемая стойка		0,4
5. Пилон		0,22
6. Стабилизатор		0,02
7. Киль		0,02
8. Крыло		0,04

§ 3. ЭЛЕМЕНТЫ АЭРОДИНАМИКИ И ТЕОРИИ ПОЛЕТА

Силы, действующие на модель самолета. На авиационную модель с работающим двигателем, как и на самолет, в горизонтальном полете с постоянной скоростью действуют силы: вес G, сила тяги F, подъемная сила Y и сила лобового сопротивления X (рис. 100). Сила тяги, создаваемая винтом, обеспечивает движение модели вперед, сопротивление воздуха (лобовое сопротивление) противодействует ей. Подъемной силе противодействует вес модели.

При конструировании модели эти силы рассчитывают. При этом стараются уменьшить силу лобового сопротивления и массу модели и увеличить силу тяги и подъемную силу. Силу тяги увеличивают путем повышения мощности двигателя и уменьшения массы модели. С целью уменьшения массы модели применяют наиболее легкие и в то же время достаточно прочные материалы для изготовления всех деталей. Прежде чем говорить о путях уменьшения лобового сопротивления и увеличения подъемной силы, рассмотрим образование этих аэродинамических сил. Полет модели рассматривается как движение ее относительно воздуха. Воздух мешает перемещению модели и в то же время поддерживает ее.

Сила лобового сопротивления модели $X_м$ складывается из сил сопротивления всех ее частей: крыла, оперения, фюзеляжа, пилона и других деталей. Сила сопротивления модели в целом или отдельной ее части зависит от геометрических размеров, скорости полета, плотности воздуха и аэродинамического совершенства.

Силу лобового сопротивления определяют по формуле

$$X_м = c_{xм} S \rho v^2/2,$$

где $c_{xм}$ — коэффициент лобового сопротивления, определяющий аэродинамическое совершенство модели;

S — площадь проекции тела на плоскость, перпендикулярную встречному потоку (миделевое сечение, или мидель);

ρ — плотность воздуха;

v — скорость полета модели.

Коэффициент лобового сопротивления модели в целом определяется коэффициентами сопротивления отдельных ее частей (табл. 3).

На основе анализа формулы и данных табл. 3 можно наметить пути уменьшения $X_м$. Прежде всего следует умень-

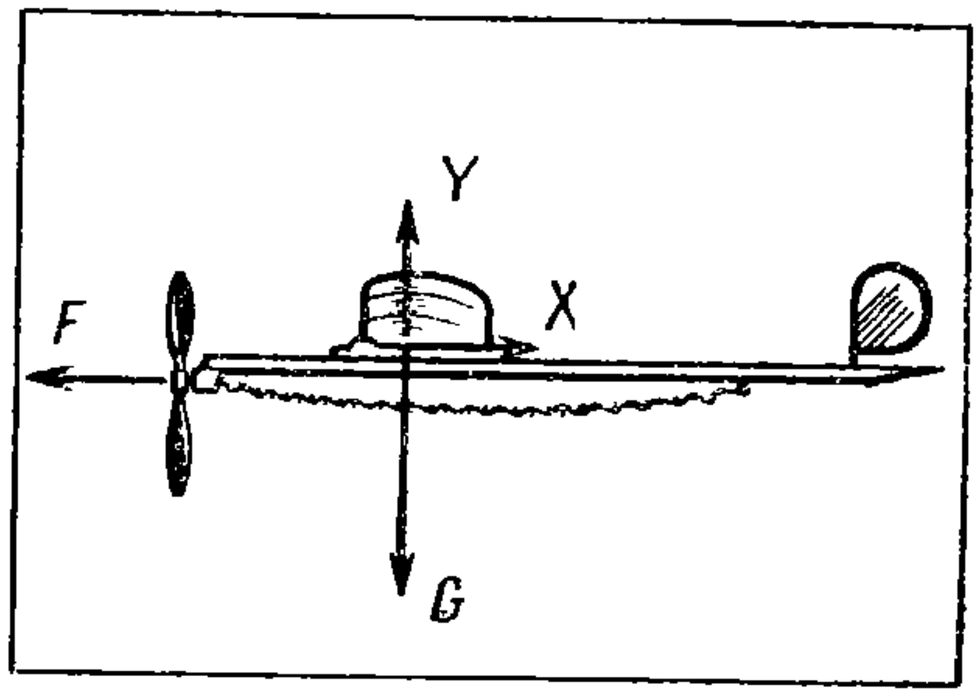


Рис. 100. Силы, действующие на летящую модель самолета.

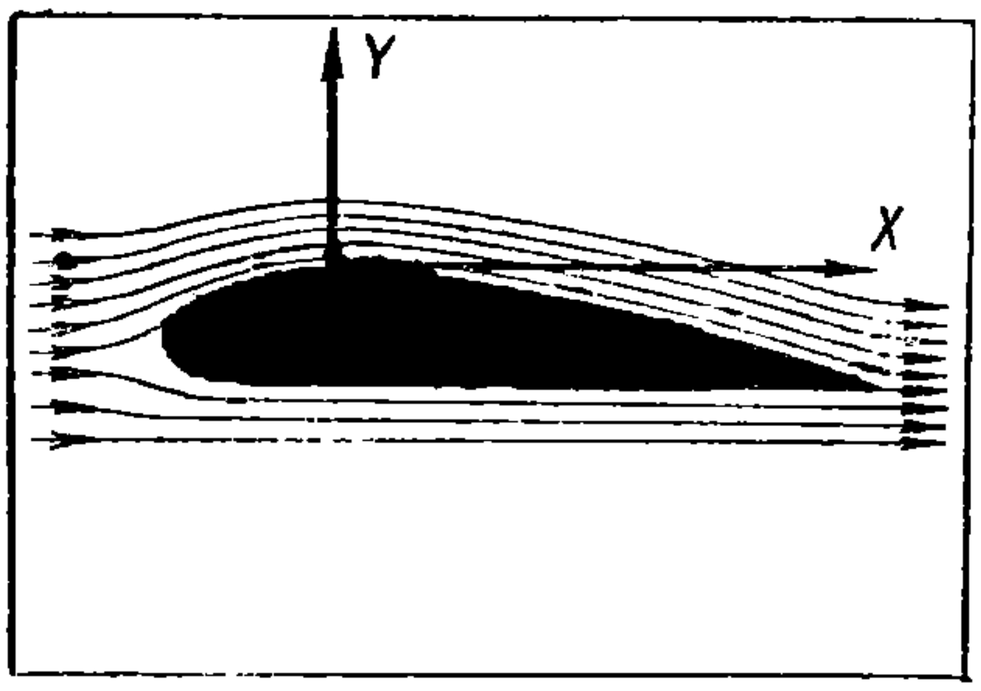


Рис. 101. Возникновение подъемной силы крыла.

шить площадь наибольшего сечения фюзеляжа. Его делают таким, чтобы можно было разместить в нем двигатель и механизмы, обеспечить нужную жесткость и прочность, и выбирают наиболее обтекаемую форму. Кроме того, надо стремиться к уменьшению количества вспомогательных элементов, находящихся в воздушном потоке (подкосов, стоек и т. п.), и аккуратно делать все детали модели.

Возникновение и изменение подъемной силы. *Подъемная сила модели* $Y_м$ складывается из подъемной силы крыла Y и и стабилизатора $Y_{ст}$ (подъемная сила крыла составляет 90—95% подъемной силы самолета, поэтому речь пойдет главным образом о ней). При движении самолета (модели) крыло и стабилизатор омываются встречным потоком воздуха. При обтекании верхней выпуклой поверхности крыла струйки воздуха значительно сужаются, при обтекании нижней поверхности они сужаются меньше, скорость потока над крылом возрастает, а под крылом замедляется. Вследствие этого над крылом давление понижается, а под крылом повышается. Эта разность давлений и вызывает возникновение подъемной силы (рис. 101), которая всегда направлена перпендикулярно набегающему потоку. Подъемная сила крыла (стабилизатора) зависит от его геометрических размеров, скорости полета модели (v), плотности воздуха (ρ) и площади несущей поверхности (несущей способности) профиля крыла (S). Ее можно определить по формуле

$$Y = c_y S \rho v^2/2,$$

где c_y — коэффициент подъемной силы крыла, который зависит от формы профиля и угла атаки.

Угол атаки — это угол между направлением набегающего потока воздуха и хордой профиля крыла. При изменении угла атаки (α) подъемная сила и сила сопротивления меняются по величине (рис. 102). Угол атаки выбирают таким, чтобы лобовое сопротивление было наименьшее, а подъемная сила — наибольшая.

Аэродинамическое совершенство модели. Отношение подъемной силы к силе лобового сопротивления называют аэродинамическим качеством крыла:

$$K = Y_м/X_м = c_{ум}/c_{хм},$$

где $c_{ум}$ — коэффициент подъемной силы всей модели.

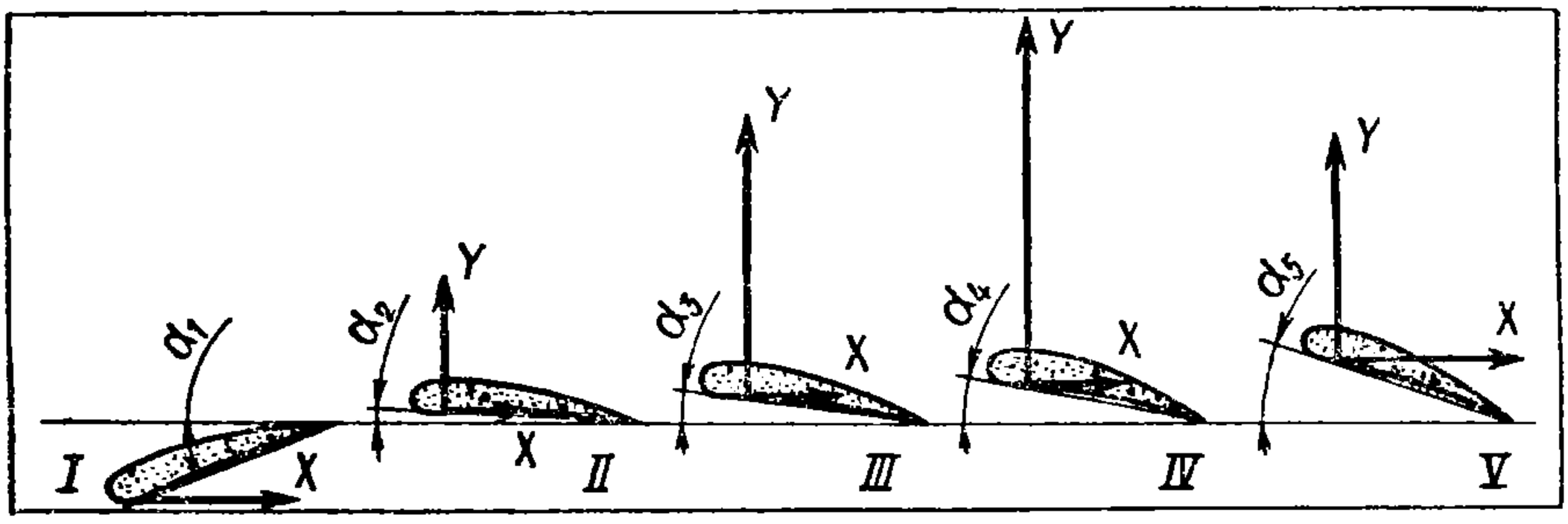


Рис. 102. Изменение подъемной силы крыла в зависимости от угла атаки.

$$c_{ум} = c_{уст} \frac{S_{ст}}{S},$$

где $c_{уст}$ — коэффициент подъемной силы стабилизатора;

$S_{ст}$ — несущая способность профиля стабилизатора.

Аэродинамические коэффициенты c_y и c_x определяются экспериментально в аэродинамической трубе. Аэродинамическое качество модели меняется в полете. Продолжительность и высота полета модели будет больше при прочих равных условиях у тех моделей, которые имеют большее значение максимального аэродинамического качества.

Таким образом, основными путями увеличения подъемной силы модели являются выбор наиболее выгодных профиля крыла и угла атаки. Полет модели возможен, однако, лишь в том случае, если ей будет сообщена двигателем и воздушным винтом достаточная сила тяги.

Фазы полета модели. В полете модели различают три участка: набор высоты (взлет), горизонтальный полет и планирование (рис. 103).

При взлете лобовое сопротивление значительно больше подъемной силы. Движущей силой, преодолевающей сопротивление при взлете планера, является натяжение леера. Увеличением натяжения леера можно ускорить полет модели. Но

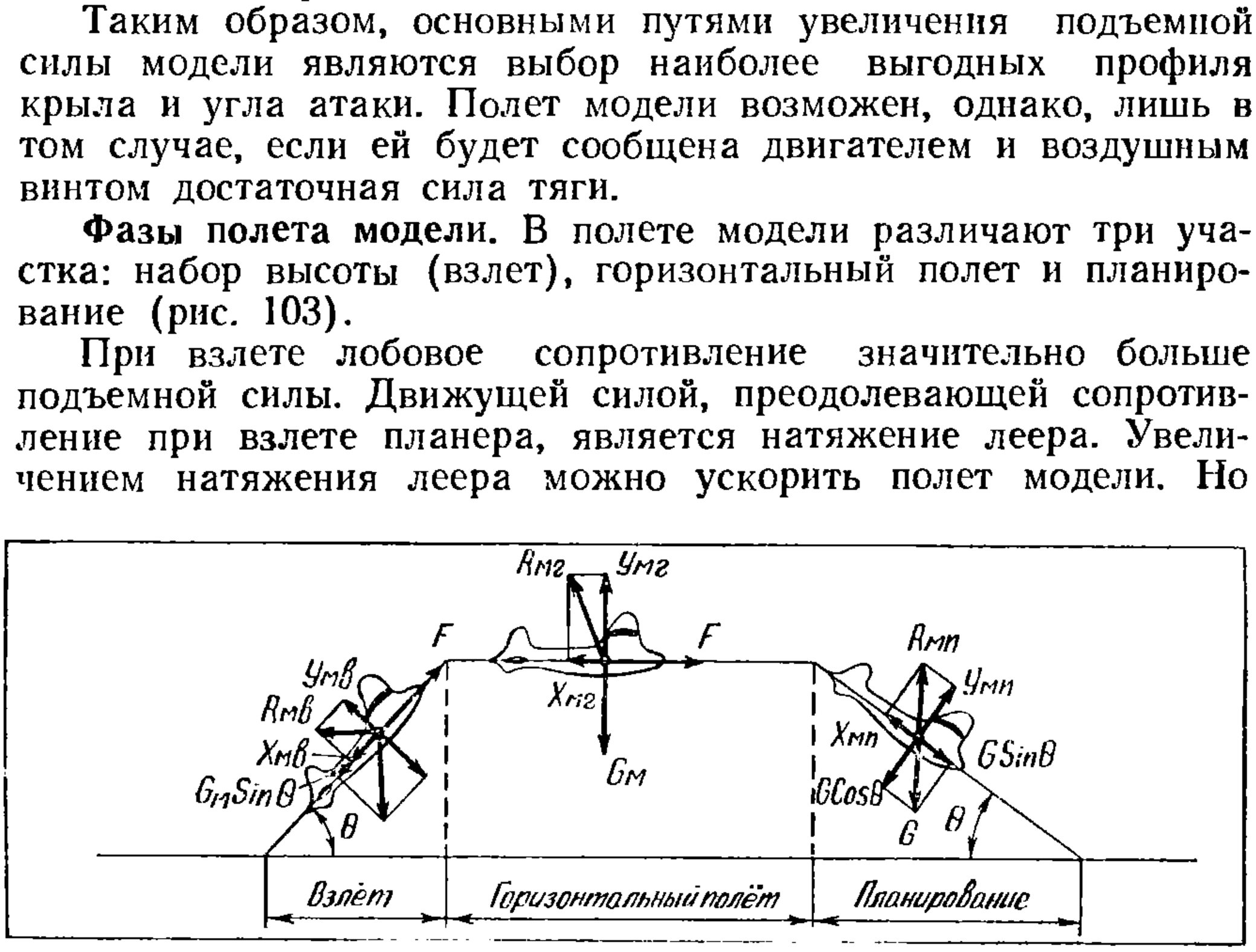


Рис. 103. Фазы полета модели.

это увеличение имеет свой предел и определяется прочностью крыла.

Движущей силой при взлете моделей с двигателем является тяга винта. При взлете на модель действуют силы: вес модели $G_м$. тяга винта F и аэродинамическая сила $R_{мв}$, которую обычно представляют в виде ее составляющих — подъемной силы $Y_{мв}$ и силы сопротивления $X_{мв}$.

При установившемся полете правильно отрегулированной модели все силы уравновешены, следовательно, можно записать:

$$Y_{мв} = G_м \cos \Theta,$$

где Θ — угол взлета.

Из формулы следует, что подъемная сила крыла уменьшается с увеличением угла взлета.

Значение потребной тяги для взлета (исключая участок разгона) можно определить по формуле

$$F = X_{мв} + G_м \sin \Theta.$$

Из формулы следует, что при малых углах взлета тяга главным образом зависит от сопротивления модели, а при больших углах — от ее веса. Как правило, сопротивление модели в моторном полете больше, чем при планировании. С увеличением Θ потребная для взлета тяга растет. Оптимальные средние углы взлета для резиномоторной модели — 10—20°, для таймерной — 50—70°.

В планирующем полете подъемная сила примерно равна весу модели, а ее лобовое сопротивление в 8—15 раз меньше подъемной силы. Движущей силой в таком полете является вес модели.

Время и дальность полета модели (без учета участка планирования) можно подсчитать по приведенным ниже формулам.

Для модели с резиновым двигателем:

Время полета, с

$$t_м = n/n_s,$$

где n — завод резинового двигателя в оборотах;

n_s — частота вращения винта, об/с.

Дальность полета, м

$$L = vt_м,$$

где v — скорость полета, м/с.

Для модели с микродвигателем:

Время полета, ч

$$t_м = Q_т/q,$$

где $Q_т$ — количество топлива, см³;

q — часовой расход топлива, см³/ч.

Дальность полета, км

$$L = 3{,}6 v Q_т / q,$$

где v — скорость полета, км/ч.

Расчет воздушного винта. Воздушный винт состоит из двух или более лопастей, соединенных друг с другом ступицей. Тягу винта создают лопасти. Формулу тяги винта определяют как силу реакции воздушного потока, отброшенного винтом назад:

$$F = m \frac{dv}{dt},$$

где m — масса воздуха, проходящая через плоскость вращения винта;

dv/dt — изменение скорости воздушного потока за время dt.

Для расчетов воздушных винтов моделей применяют упрощенную формулу, Н:

$$F = 9{,}8 \alpha \rho n_s^2 D^4,$$

где α — коэффициент тяги винта, зависящий от геометрии винта, угла установки лопасти и режима работы винта;

ρ — плотность воздуха;

D — диаметр винта.

Из формулы видно, что тяга повышается, если винт будет вращаться с большей частотой, т. е. отбрасывать воздух с большей скоростью. Но этот путь энергетически невыгоден. Наиболее действенный путь увеличения тяги — установка винта большого диаметра. Однако в этом случае на конкретную модель в зависимости от типа двигателя может быть установлен винт определенного, оптимального диаметра с наиболее высоким КПР. Оптимальный диаметр винта для модели с резиновым двигателем определяют по формуле, м:

$$D_{опт} = 8{,}05 \sqrt{F}/v,$$

а для модели с двигателем внутреннего сгорания по формуле, м:

$$D_{опт} = 2{,}5 \sqrt{F}/v.$$

Основной величиной, характеризующей правильность выбора винта, является его КПД (η):

$$\eta = N_{полн}/N_{затр},$$

где $N_{полн}$ — полезная мощность винта;

$N_{затр}$ — мощность, затраченная на вращение винта.

$$N_{полн} = Fv,$$

где v — скорость полета модели, м/с.

Мощность, необходимую для вращения винта, подсчитывают по формуле:

$$N_{\text{затр}} = \beta \rho n_s^3 D^5,$$

где β — коэффициент мощности.

Подставив в формулы $N_{\text{полн}}$ и $N_{\text{затр}}$ их значения, получим:

$$\eta = \frac{\alpha}{\beta} \frac{v}{n_s D}.$$

α и β определяют опытным путем или по таблицам.

Основным путем повышения КПД винта является увеличение его полезной мощности, которая зависит от шага винта, формы и профиля лопасти. Работающий винт вращается вокруг своей оси и одновременно перемещается вдоль нее со скоростью v. Путь, проходимый винтом в направлении полета модели за один оборот при условии, что воздух — среда неподатливая, называют геометрическим (расчетным) шагом винта (H). Вследствие того что воздух — среда податливая, винт на самом деле за один оборот может пройти расстояние, большее или меньшее его геометрического шага. Расстояние, которое воздушный винт действительно проходит за один оборот, называют действительным шагом или поступью винта:

$$H_{\text{а}} = v/n_s.$$

Разность между расчетным шагом винта и его поступью называется скольжением винта:

$$s = H - H_{\text{а}}.$$

Винт, у которого шаг всех сечений лопасти одинаков, называют винтом постоянного шага (рис. 104). Углы наклона сечений (φ) лопастей у таких винтов различны и уменьшаются к концу лопасти. Винты постояного шага широко применяются на летающих моделях.

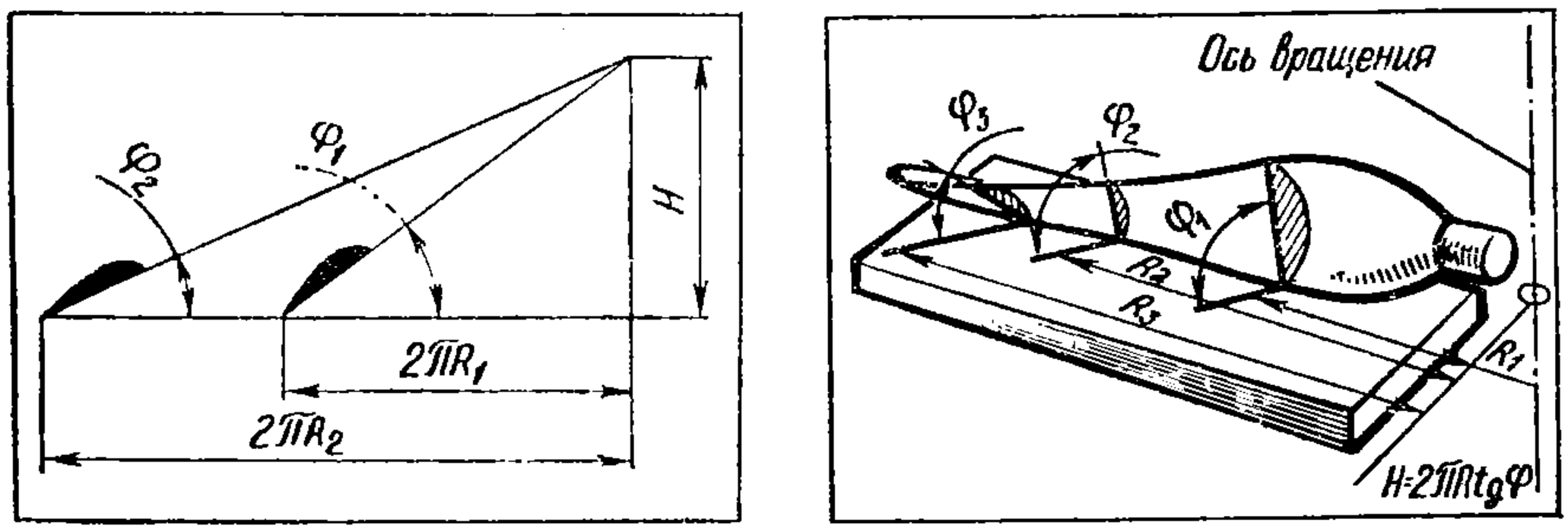


Рис. 104. Углы наклона сечений лопасти винта.

При расчете винтов пользуются не абсолютными значениями шага, поступи и скольжения, а их относительными величинами:

относительным шагом винта $h=H/D$;

относительной поступью винта $\gamma=H_a/D=v/(Dn_s)$;

относительным скольжением винта $\bar{s}=s/H=1-H_a/H=1-\gamma/h$.

Для винтов с переменным шагом также существует понятие шага винта; в этом случае под шагом винта понимают шаг сечения лопасти, расположенного на расстоянии $0{,}375D$ от оси вращения.

Винт имеет высокий КПД, как правило, только в том случае, если разность $h-\gamma$ находится в пределах 0,1—0,25. Угол наклона лопасти в любом сечении находят по формуле:

$$\operatorname{tg}\varphi=h/\pi.$$

Форма лопасти характеризуется контуром и относительной шириной. Аэродинамически наиболее выгодны лопасти, имеющие контур, близкий к эллипсу. Относительная ширина лопасти — это ее максимальная ширина, выраженная в долях диаметра. Ее выбирают в пределах $0{,}08—0{,}10D$. Профиль лопасти изменяется по длине: чем ближе к ступице, тем он шире, а вогнутость его уменьшается к концу лопасти.

Для изготовления винтов применяют шаблоны.

Полет модели будет успешным только в том случае, если он происходит с оптимальными скоростью и углом взлета. Чтобы обеспечить выполнение этих условий, подбирают винтомоторную группу. Расчетные методы подбора ее трудоемки, потому пользуются графическим способом подбора винта и двигателя.

В качестве примера[1] покажем, как подобрать винт и резиновый двигатель для модели массой 230 г, взлетающей со средней скоростью $v=4{,}4$ м/с. По номограмме (рис. 105) вначале выбираем диаметр винта $D=0{,}56$ м и средний угол взлета $\Theta=15°$. Из т. *1*, соответствующей выбранному диаметру, опускаем перпендикуляр к оси D до пересечения с кривой, соответствующей взятому Θ в т. *2*. На оси η находим значение КПД винта $\eta=0{,}67$ (т. *3*). Это достаточно высокий КПД, поэтому будем считать, что исходные величины D и Θ взяты правильно. Теперь восстанавливаем перпендикуляр из т. *1* до пересечения с линией выбранного угла Θ в т. *4*. Из т. *4* проводим перпендикуляр к оси h и продолжаем его в левой части номограммы до пересечения в т. *6* с линией выбранного угла Θ. Точка пересечения перпендикуляра с осью h (т. *5*) дает значение H/D (в нашем примере оно равно 1,37). Затем из т. *6* опускаем перпендикуляр на ось S (т. *7*) и определяем необходимое сечение резиномотора. В нашем примере резиновый двигатель (из отечественной резины) должен иметь сечение 1,03 см^2, т. е. состоять из 26 нитей (1×4). Полученные по номограмме сечения резиновых двигателей соответствуют ширине лопастей, равной $8{,}5D$.

Прочность и жесткость модели. Аэродинамические силы, действующие на модель в полете, могут изменить форму или да-

[1] Смирнов Э. П. Как сконструировать и построить летающую модель. М., 1973.

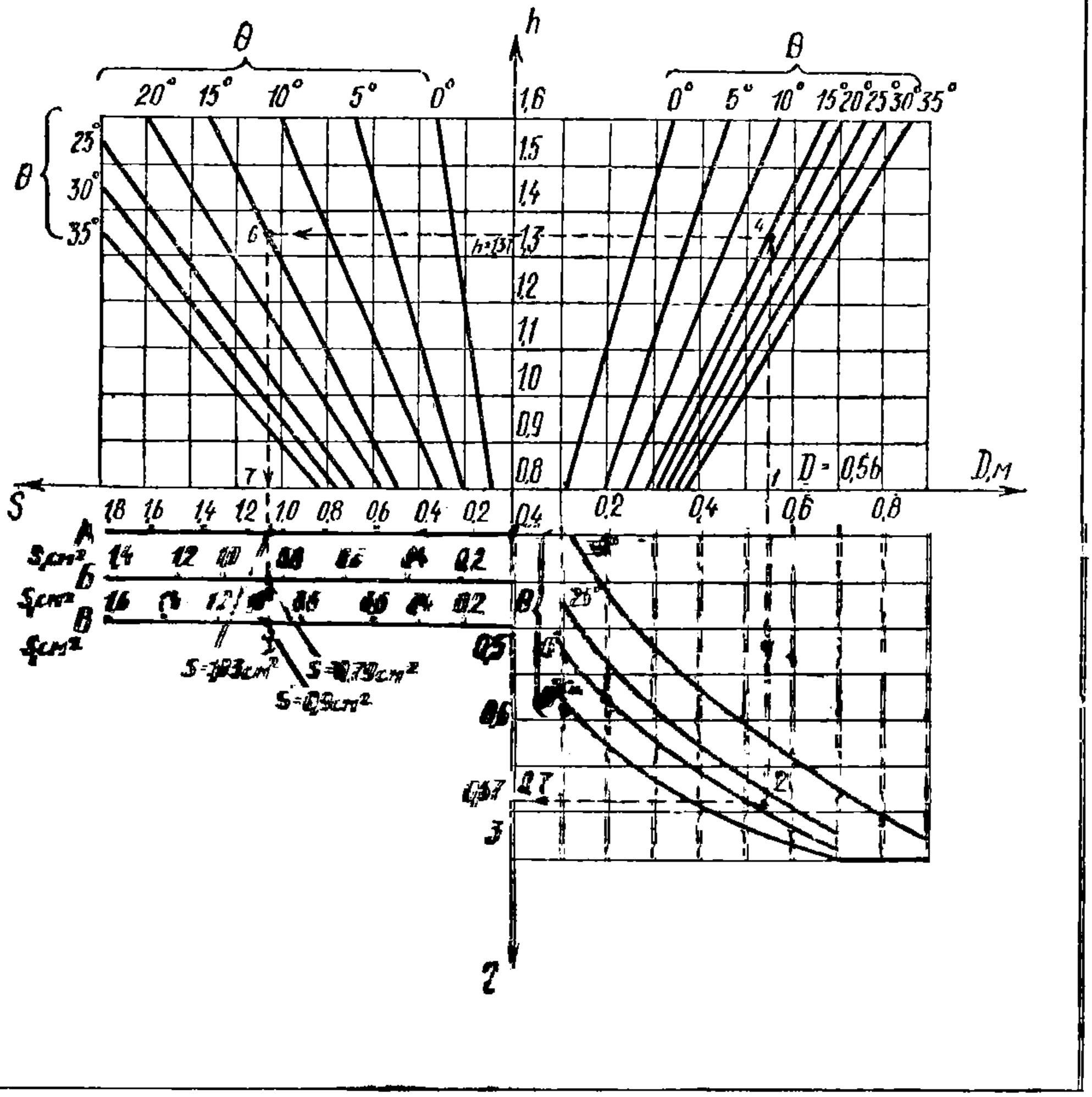


Рис. 105. Номограмма для подбора винтомоторной группы модели с резиновым двигателем: *А* — для отечественной резины; *Б* — для резины «Пирелли»; *В* — для венгерской резины.

же привести к поломке отдельных деталей. Так, силы, действующие на крыло, стремятся изогнуть и закрутить его. При чрезмерном изгибе модель становится колебательно неустойчивой, а при скручивании изменяются углы атаки крыла. Это приводит к нарушению продольной и поперечной балансировки модели. При уменьшении углов атаки модель планирует более круто и может перейти в пикирование, а при неодинаковом закручивании левой и правой половин крыла модель делает вираж.

Силы, действующие на оперение, скручивают и изгибают фюзеляж, что при больших деформациях делает невозможным нормальный полет модели. Поэтому для успешного полета модели при ее постройке выбирают такие материалы, профиль

сечения и размеры всех ее частей, чтобы элементы модели были прочными и жесткими при ее минимальной массе.

Для успешного полета модель должна обладать еще определенной устойчивостью и управляемостью. Хорошая устойчивость предполагает неизменность положения модели относительно принятых неподвижных осей координат. Хорошая управляемость — это быстрое изменение положения модели в пространстве при отклонении ее рулей.

§ 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВИАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Проектирование модели-копии летательного аппарата ведется по этапам:

I этап — подбор рисунков, фотографий и другой документации, относящейся к прототипу. Определение класса (типа) модели и ее масштаба.

II этап — определение размеров всех основных деталей модели и выбор винтомоторной группы.

III этап — вычерчивание эскиза модели (виды в плане, спереди и сбоку).

IV этап — выполнение чертежей отдельных деталей и сборочных единиц, которые будут изготавливаться самостоятельно, с помощью рисунков, фотографий и другой документации, относящейся к прототипу. Составление технологических карт на изготовление наиболее сложных деталей.

Приступая к работе над спортивной моделью, изучают достижения авиамоделирования, выбирают тип (класс) модели, основные принципиальные размеры, подкрепляя свои предположения на любом этапе проектирования расчетами и экспериментами.

Техническую документацию подготавливают в следующем порядке. Вначале определяют важнейшие параметры и выбирают двигатель. Затем выполняют эскизы внешнего вида в масштабе 1 : 10 или 1 : 5 и решают задачи по отысканию наивыгоднейших аэродинамических и эстетических форм. После этого вычерчивают сборочный чертеж модели и рабочие чертежи крыла фюзеляжа и стабилизатора в масштабе 1 : 1. В заключение составляют перечень основных узлов модели с указанием массы каждого из них.

Проектируемая модель в зависимости от выбранной схемы должна иметь наивыгоднейшее сочетание устойчивости и управляемости. Так, парящие и таймерные модели должны обладать отличной устойчивостью и хорошей управляемостью, а пилотажные — минимальной устойчивостью и отличной управляемостью. Любая модель должна иметь минимальное лобовое сопротивление и достаточно прочные и жесткие крыло, фюзеляж и стабилизатор. И, наконец, обладая всеми этими качествами, модель должна быть красива.

Большинство моделей строится по схеме моноплана с верхним расположением крыла. Верхнее расположение крыла упрощает изготовление модели и регулировку. Кордовые модели имеют крыло со средним и нижним расположением. Модели свободного полета проектируют по одной схеме, они отличаются только размерами.

Важным параметром модели (см. рис. 93) является размах крыла (l). Для планеров размах крыла равен 1—1,5 м, для модели с резиновым двигателем — 1—1,5 м, с двигателем внутреннего сгорания — 1,5—2 м (при мощности двигателя 0,1—0,15 кВт). Ширина крыла, или его хорда, $b=(1/12—1/8)l$, а толщина $h=(0,08—0,15)b$. Удлинение крыла, т. е. отношение длины крыла к его средней хорде $l/b_{ср}=8—12$. Поперечный угол крыла (так называемый угол поперечного V крыла) — это угол, заключенный между поперечной осью самолета и нижней поверхностью крыла. Его принимают равным 6—10°. Установочный угол $\alpha=2—4°$; площадь крыла $S_{кр}=(0,08—0,12)l^2$.

Профиль крыла выбирают исходя из назначения модели. Так, для модели планирующего полета более приемлем профиль № 1 (табл. 4), т. е. вогнуто-выпуклый, а для скоростного моторного полета — профиль № 2. Определив ширину крыла и пользуясь таблицей, рассчитывают и вычерчивают в натуральную величину профиль крыла. Для этого используют две оси координат. На оси OX откладывают отрезок, равный длине хорды профиля, и делят его на части линиями, перпендикулярными хорде. Расстояние от начала хорды до каждой из линий равно $^1/_{100}$ длины хорды, умноженной на число, указанное в таблице. Так, например, линия с числом 20 для профиля № 1 будет отстоять от начала хорды, длина которой 160 мм, на расстоянии $(160/100)20=32$ мм.

Координаты точек верхнего и нижнего обводов профиля подсчитывают аналогично. Для рассмотренного случая координата точки верхнего обвода $Y_в=(160/100)8,05=12,9$ мм, а нижнего — $Y_н=(160/100)1,0=1,6$ мм. Координаты точек нижнего обвода могут иметь отрицательные значения. Все найденные точки обводят плавной кривой линией и получают форму профиля в натуральную величину. Этим чертежом пользуются при изготовлении нервюр или шаблонов.

Расстояние между нервюрами в каркасе крыла обычно составляет 40% длины хорды, а при больших расстояниях между нервюрами устанавливают дополнительно носки нервюр и другие элементы жесткости. Количество лонжеронов в крыле зависит от его ширины. Обычно при ширине, меньшей 140—150 мм, ставят один лонжерон, а при большей — два. Первый лонжерон устанавливают на расстоянии, равном 25—33% ширины крыла от передней его кромки, а второй — на расстоянии 65—70%.

Таблица 4. Координаты точек для построения профиля крыла

Номер профиля		Координаты и их значение, %													
	x	0	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	$y_в$	0,85	2,9	4,25	6,15	7,3	8,05	9,0	9,25	8,75	7,75	6,4	4,6	2,5	0,1
	$y_н$	0,85	0,3	0,05	0,1	0,85	1,0	1,8	2,25	2,35	2,25	2,0	1,5	0,75	0,1
2	$y_в$	0	2,74	3,94	5,48	6,4	7,0	7,45	7,23	6,52	5,52	4,23	2,9	1,45	0
	$y_н$	0	−0,87	−1,28	−1,77	−2,1	−2,33	−2,61	−2,62	−2,51	−2,29	−1,93	−1,48	−0,91	0
3	$y_в$	0	1,74	2,33	3,05	3,49	3,78	4,03	4,0	3,74	3,3	2,71	1,99	1,15	0, 2
	$y_н$	0	−1,74	−2,33	−3,05	−3,49	−3,78	−4,03	−4,0	−3,74	−3,3	−2,71	−1,99	−1,15	0,2

Размах стабилизатора ($l_{ст}$) составляет 25—35% размаха крыла, а ширина стабилизатора ($b_{ст}$)—20—30% размаха стабилизатора. Для моделей планера площадь стабилизатора ($S_{ст}$) — 13—22% площади крыла ($S_{кр}$), а для резиномоторной и таймерной моделей 20—35% этой площади. Чем больше расстояние L (плечо оперения) от крыла до стабилизатора, тем меньшей площади может быть стабилизатор.

Площадь киля моделей планеров ($S_к$) составляет 3,5—4,5% площади крыла, резиномоторных — 7—8%, таймерных — 4,5—6%. Для моделей с большим плечом оперения и значительной боковой поверхностью выбирают меньшую площадь киля. Чем больше угол поперечного V крыла, меньше плечо оперения и круглее сечение фюзеляжа, тем большей площади должен быть киль.

Фюзеляж модели должен иметь определенный запас прочности. Это связано не столько с аэродинамическими силами, действующими на модель в полете, сколько с перегрузками, возникающими при посадке. Фюзеляжи планеров должны выдерживать изгибающий момент в вертикальной плоскости 15 Н·м, резиномоторных моделей — 10 Н·м и таймерных — 40 Н·м. В горизонтальной плоскости могут возникнуть перегрузки, составляющие в среднем 60% действующих в вертикальной плоскости.

Длина фюзеляжа планера и модели с резиновым двигателем составляет 75—90%, а с двигателем внутреннего сгорания 50—60% размаха крыла. Минимальная площадь поперечного сечения фюзеляжа зависит от площадей стабилизатора и киля и ориентировочно может быть подсчитана по формуле:

$$S_{ср} = (S_к + S_{ст}) K_4,$$

где $S_к$ — площадь киля, дм^2;
$S_{ст}$ — площадь стабилизатора, дм^2;
K_4 — коэффициент пропорциональности.

Для моделей с резиновым двигателем $K_4 = {}^1/_{100}$, с двигателем внутреннего сгорания $K_4 = {}^1/_{80}$. Наибольшее сечение обычно располагается на расстоянии ${}^1/_4$—${}^1/_3$ от носовой части фюзеляжа.

Ширина колеи шасси должна обеспечить устойчивость модели при пробеге по земле и составляет 16—20% размаха крыла. Высота шасси должна быть больше половины диаметра винта, чтобы исключить касание работающим винтом земли.

Массу модели рассчитывают, исходя из суммарной площади крыла и стабилизатора и допустимой нагрузки на единицу площади.

Масса резинового двигателя составляет ~17% массы модели, а длина (с учетом 10% вытяжки) — 70—110 см. Диаметр винта составляет 30—40% размаха крыла. Шаг винта постоянный и обычно равен 1,2—1,6 его диаметра. Чем меньше диаметр винта, тем больше должен быть шаг. Лопасть винта — эллипсовидная, с максимальной шириной, равной 10—14% диаметра винта. Ширина лопасти максимальна на расстоянии от конца ее, равном 45—50% радиуса винта, причем винты меньшего диаметра и большего шага имеют лопасть большей ширины. Теоретическп винт, как и крыло, обладает наибольшей подъемной силой (силой тяги) при углах атаки 14—16°. Практически для винтов наилучшими являются углы 6—8°. Лучшими считаются винты, лопасти которых имеют по длине переменный профиль: у комля двояковыпуклый, а в средней и концевой частях — вогнуто-выпуклый с толщиной, составляющей 4—5% ширины лопасти. Вал винта изготавливают из стальной проволоки ОВС или ВС, диаметр которой зависит от диаметра винта следующим образом:

Диаметр винта, мм	200	300	400	500	Свыше 500
Диаметр вала винта, мм	1	1,5	1,75	2	2,5

Задание 1. Выбрать схему и определить основные параметры модели.

Цель. Освоение приемов расчета основных параметров проектируемой модели.

Объект моделирования. Авиационная модель.

Принадлежности. Писчебумажные принадлежности, микрокалькулятор или логарифмическая линейка.

Методические рекомендации. Прежде чем приступить к выполнению практической работы, необходимо хорошо усвоить содержание § 1—4 настоящей главы и ознакомиться со специальной литературой (по заданию преподавателя). На осно-

ве анализа литературы по авиамоделизму, материальных возможностей учебных мастерских, имеющегося оборудования и инструмента выбирают класс и схему модели. Для примера возьмем модель класса В-2, т. е. фюзеляжную модель самолета с резиновым двигателем, прямоугольным крылом и стабилизатором.

Киль установим перед стабилизатором. Шасси применим трехстоечное из стальной проволоки с жесткими колесами на основных стойках, винт — постоянного шага с системой свободного хода.

Несущую площадь примем равной 19 дм², а размах крыла 1250 мм. Ширина крыла $b=1/10$, $l=1250\cdot1/10=125$ мм. Площадь крыла $S_{кр}=lb=1250\cdot125=156250$ мм²$=15{,}625$ дм².

Площадь стабилизатора примем равной 22% площади крыла: $S_{ст}=15625\cdot22/100=3{,}44$ дм²$=34400$ мм². Размах стабилизатора примем равным 36% размаха крыла: $1250\cdot36/100=$ $=450$ мм. Разделив площадь стабилизатора на найденный размах, определим ширину $b_{ст}=34400/450=76{,}5$ мм. Округляем $b_{ст}=76$ мм, следовательно, площадь стабилизатора $S_{ст}=$ $=l_{ст}b_{ст}=450\cdot76=3{,}42$ дм², а общая площадь несущей поверхности $S=15{,}625+3{,}42=19{,}045$ дм². Это на 0,045 дм² больше допустимого. Внесем поправку в площадь стабилизатора, примем $S_{ст}=3{,}375$ дм² и тогда $b_{ст}=75$ мм.

Центроплан крыла сделаем плоским, а консоли установим под углом 25°. Площадь центроплана примем равной $^3/_5$ площади крыла, т. е. $S_ц=^3/_5\cdot S_{кр}=^3/_5\cdot15{,}625=9{,}375$ дм². Тогда площадь каждой консоли будет равна $S_{кон}=(S_{кр}-S_ц)/2=$ $=(16{,}625-9{,}375)/2=3{,}125$. Определим длину центроплана, разделив его площадь на ширину крыла: $l_ц=S_ц/b=$ $=93750/125=750$ мм. Длина проекции консоли на горизонтальную плоскость равна половине разности длин крыла и центроплана: $l_{кон}=(l-l_ц)/2=250$ мм. Конец консоли будет возвышаться над плоскостью центроплана на высоту $h_{кон}=$ $=l_{кон}\operatorname{tg}\beta=250\operatorname{tg}25°=117$ мм.

Плечо стабилизатора зависит от соотношения площадей крыла и стабилизатора, величины САХ, совпадающей в данном случае с шириной крыла, и от коэффициента эффективности стабилизатора, в среднем равном $A_{ст}=1{,}40$; $A_{ст}S_{кр}/S_{ст}=$ $=1{,}4\cdot15{,}625/3{,}482=630$ мм.

Площадь киля примем равной 7% площади крыла: $S_к=$ $=15{,}625\cdot7/100=1{,}3$ дм². Форму киля выберем трапециевидную с средней хордой, равной 80 мм. Высота киля $h_к=S_к/b_к=$ $=13000/80=162$ мм.

Если принять хорду основания 95 мм, то хорда вершины киля будет равна 65 мм.

Длину фюзеляжа возьмем равной 90% размаха крыла: $l_ф=1250\cdot90/100=1125$ мм. Минимальная площадь фюзеляжа

в поперечном сечении должна составлять 1/100 площади оперения $S_ф = (S_к + S_{ст})/K_4 = (1{,}3 + 3{,}482)/100 = 0{,}0478$ дм^2 = = 478 мм^2. Если применить фюзеляж круглого сечения, то можно воспользоваться формулой площади круга $S_ф = \pi D_ф^2/4$ и найти значение диаметра:

$$D_ф = \sqrt{4S_ф/\pi} = \sqrt{4 \cdot 478/3{,}14} = 24{,}7 \text{ мм}.$$

Для большей надежности возьмем диаметр сечения фюзеляжа в месте крепления крыла равным 30 мм.

Диаметр винта примем равным 40% размаха крыла, т. е. $D_в = 1250 \cdot 40/100 = 500$ мм, а шаг $H = 500 \cdot 1{,}2 = 600$ мм. Диаметр вала винта будет равен 2 мм.

Ширину лопасти примем равной 10% диаметра винта: $b_л = 500 \cdot 10/100 = 50$ мм. Ширину шасси возьмем средних размеров, т. е. 18% размаха крыла: $b_ш = 1250 \cdot 18/100 = 225$ мм, а высоту на 30 мм больше радиуса винта: $h_ш = D_в/2 + 30 = 250 + 30 = 280$ мм.

Задание 2. Вычертить общий вид модели.

Цель. Освоение приемов компоновки модели по расчетным параметрам.

Объект конструирования. Модель самолета с резиновым двигателем.

Принадлежности и материалы. Чертежные принадлежности, масштабно-координатная и чертежная бумага.

Методические рекомендации. По расчетным данным, полученным в результате выполнения предшествующего задания, делают эскиз модели в трех проекциях, проставляя все размеры. Рассчитывают количество нервюр и лонжеронов в крыле, стабилизаторе и киле и изображают их на эскизе. Выбирают форму законцовок, носовой части фюзеляжа. Определяют взаимное расположение узлов модели и места крепления на фюзеляже шасси, крыла, киля и стабилизатора. Первым изображают крыло в плане и отмечают в средней его части расположение центра тяжести. Он может находиться на расстоянии 37—90% ширины крыла от передней кромки. Примем это расстояние равным 70% ширины крыла, т. е. $x_{ц.т} = 125 \times \times 70/100 = 87$ мм. От центра тяжести вдоль продольной оси отложим отрезок, равный плечу оперения, и изобразим стабилизатор так, чтобы $^1/_3$ хорды стабилизатора совпадала с концом этого отрезка. Далее вычертим фюзеляж и шасси. По виду в плане строим главный вид и вид спереди. В заключение наносим размерные и выносные линии и проставляем размеры. По готовому эскизу вычерчиваем сборочный чертеж в масштабе 1 : 5.

Задание 3. Вычертить рабочие чертежи сборочных единиц модели.

Цель. Ознакомление с особенностями разработки рабочих чертежей сборочных единиц модели.

Объект конструирования. Модель самолета с резиновым двигателем.

Принадлежности и материалы. Чертежные принадлежности, микрокалькулятор или счетная линейка, масштабно-координатная бумага.

Методические рекомендации. По эскизам общего вида и сборочному чертежу разрабатывают рабочие чертежи крыла, фюзеляжа, стабилизатора, киля, винта и шасси в масштабе 1 : 1. Необходимо указать, из каких материалов должны быть изготовлены детали и как соединить их между собой. В приводимой в качестве примера модели применим крыло с одним лонжероном и расположим его на расстоянии, равном 27% ширины крыла, т. е. 33 мм от его передней кромки. Расстояние между нервюрами примем равным 40% ширины крыла и определим, сколько нервюр разместится тогда в каркасе центроплана: $n = 750 : (125 \cdot 40/100) = 15$ и по шесть нервюр в каждой консоли. Стабилизатор нагружен меньше, чем крыло, поэтому расстояние между его нервюрами можно взять равным 53% ширины стабилизатора, т. е. $t_{ст} = 76 \cdot 53/100 = 40$ мм, количество нервюр $n_{ст} = l_{ст}/t_{ст} = 450/40 = 11$. На чертежах нужно показать, как соединяются нервюры с продольными элементами жесткости крыла.

Задание 4. Рассчитать профиль крыла, стабилизатора и киля.

Цель. Освоение расчета координат профилей.

Объект конструирования. Фюзеляжная модель самолета.

Принадлежности и материалы те же, что в задании 3.

Методические рекомендации. Координаты точек профиля, данные в процентах хорды, выражают в миллиметрах. Например, для хорды крыла, равной 125 мм, каждое число табл. 4 умножают на 125/100 и составляют новую таблицу, где координаты выражены в миллиметрах (табл. 5).

Таблица 5. Координаты точек для построения профиля крыла, хорда которого равна 125 мм

Номер профиля	Координаты и их значения, мм													
1	x	0	3,17	6,25	12,5	18,7	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100	112,5	125
	$y_в$	1,06	3,62	5,31	7,68	9,17	10,0	11,2	11,5	10,9	9,68	8,0	5,75	3,17	0,12
	$y_и$	1,06	0,37	0,06	0,125	1,06	1,25	2,25	2,81	2,93	2,81	2,5	1,87	0,93	0,12

Аналогичную работу проводят с таблицами профилей, выбранных для стабилизатора и киля. Так как киль переменного сечения, то таблицы потребуются для каждой нервюры. Далее

строят систему координат и по точкам вычерчивают в масштабе 1 : 1 профиль с вырезами под рейки лонжерона и стрингеры передней и задней кромок крыла.

Задание 5. Составить график распределения массы.
Цель. Научиться распределять массу по узлам.
Объект конструирования. Фюзеляжная модель самолета.
Принадлежности и материалы те же, что в задании 3.
Методические рекомендации. Резиномоторные модели должны иметь массу не менее 230 г. В качестве двигателя используют резиновый жгут, масса которого не более 40 г. Остальную массу распределяют следующим образом: крыло — 50 г, фюзеляж — 58 г, оперение — 13 г, шасси — 34,5 г, винт с валом и подшипником — 34,5 г.

§ 5. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КРЫЛА И СТАБИЛИЗАТОРА

Для изготовления лонжеронов и стрингеров крыла и стабилизатора используют сосновые рейки с мелкими прямыми слоями. На нервюры требуется шпон из липы, осины, тополя или фанеры толщиной 1 мм. Шпон можно получить строганием кромки липовой или осиновой доски рубанком, нож которого установлен под углом резания 20—25°, выход ножа из колодки со стороны подошвы обеспечивает толщину срезаемого слоя 0,8—1,0 мм. Таким способом можно получить шпон толщиной 0,2—0,3 мм и, склеив его по три штуки, изготовить полоски тонкой авиамодельной фанеры, волокна слоев которой направлены под углом 90°. Для среднего слоя можно взять древесину другой породы и другой толщины, чем для наружных, а возможные комбинации слоев позволят получить фанеру с желаемыми свойствами.

Для ускорения разметки нервюр полезно изготовить шаблон, и по нему наносить на шпон обводы профиля, вырезы и укорочения.

Для сборки каркаса крыла и стабилизатора требуется стапель — не входящее в конструкцию основание, на котором собирают какой-либо объект. В данном случае стапелем может быть гладкая ровная доска соответствующих размеров. На рабочей поверхности стапеля в натуральную величину вычерчивают вид крыла в плане с подробным изображением всех элементов, и по этому чертежу ведут разметку и сборку каркаса. Из элементов продольной жесткости прежде всего изготавливают лонжероны, размеры которых по толщине и ширине выдерживают с точностью до 0,1—0,15 мм. Затем выстрагивают стрингеры передней и задней кромок так, чтобы их поперечные сечения вписывались в профиль крыла или стабилизатора (рис. 106).

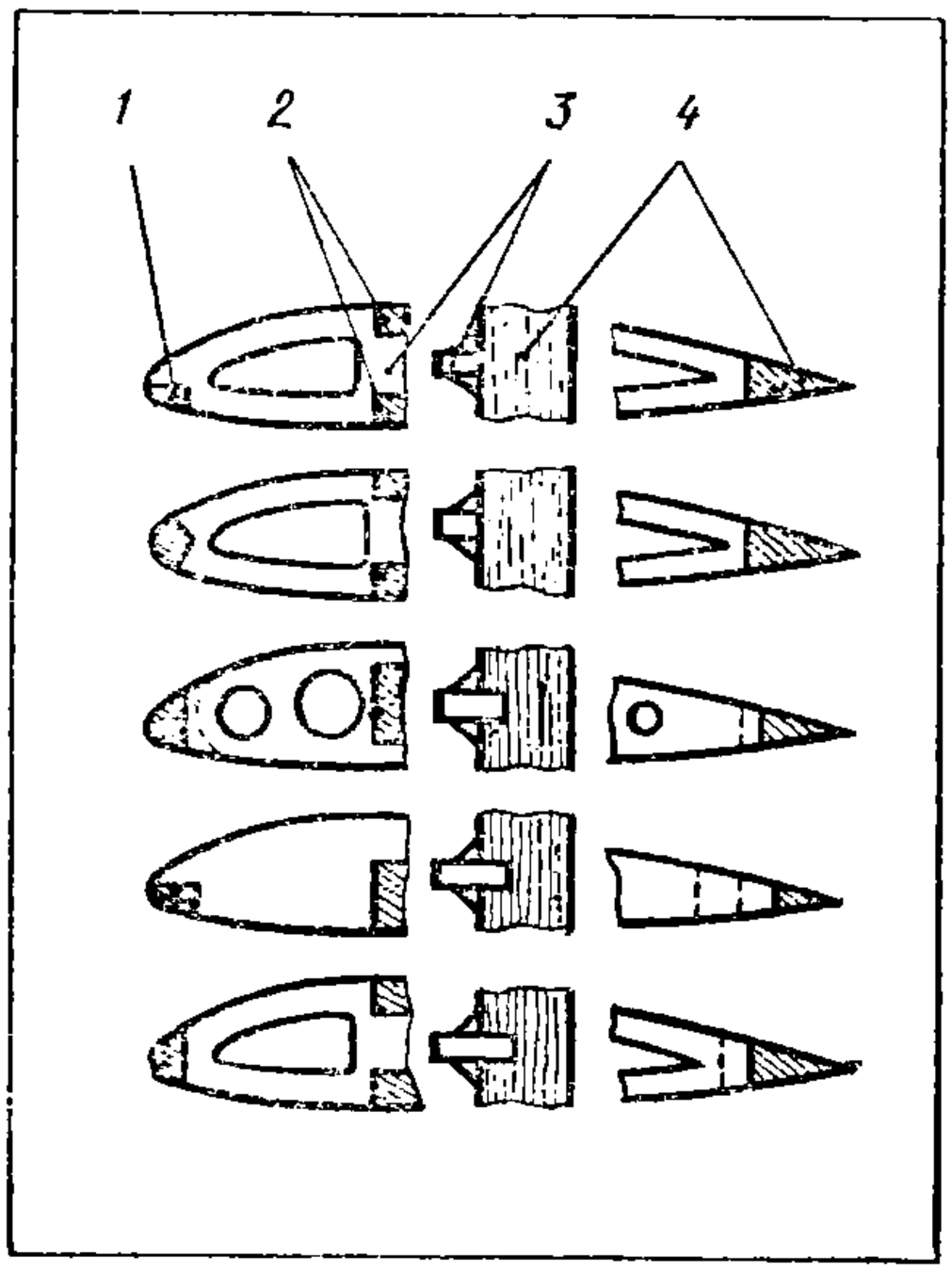


Рис. 106. Каркас крыла в разрезе:

1 — стрингер передней кромки; *2* — лонжерон; *3* — нервюра; *4* — стрингер задней кромки.

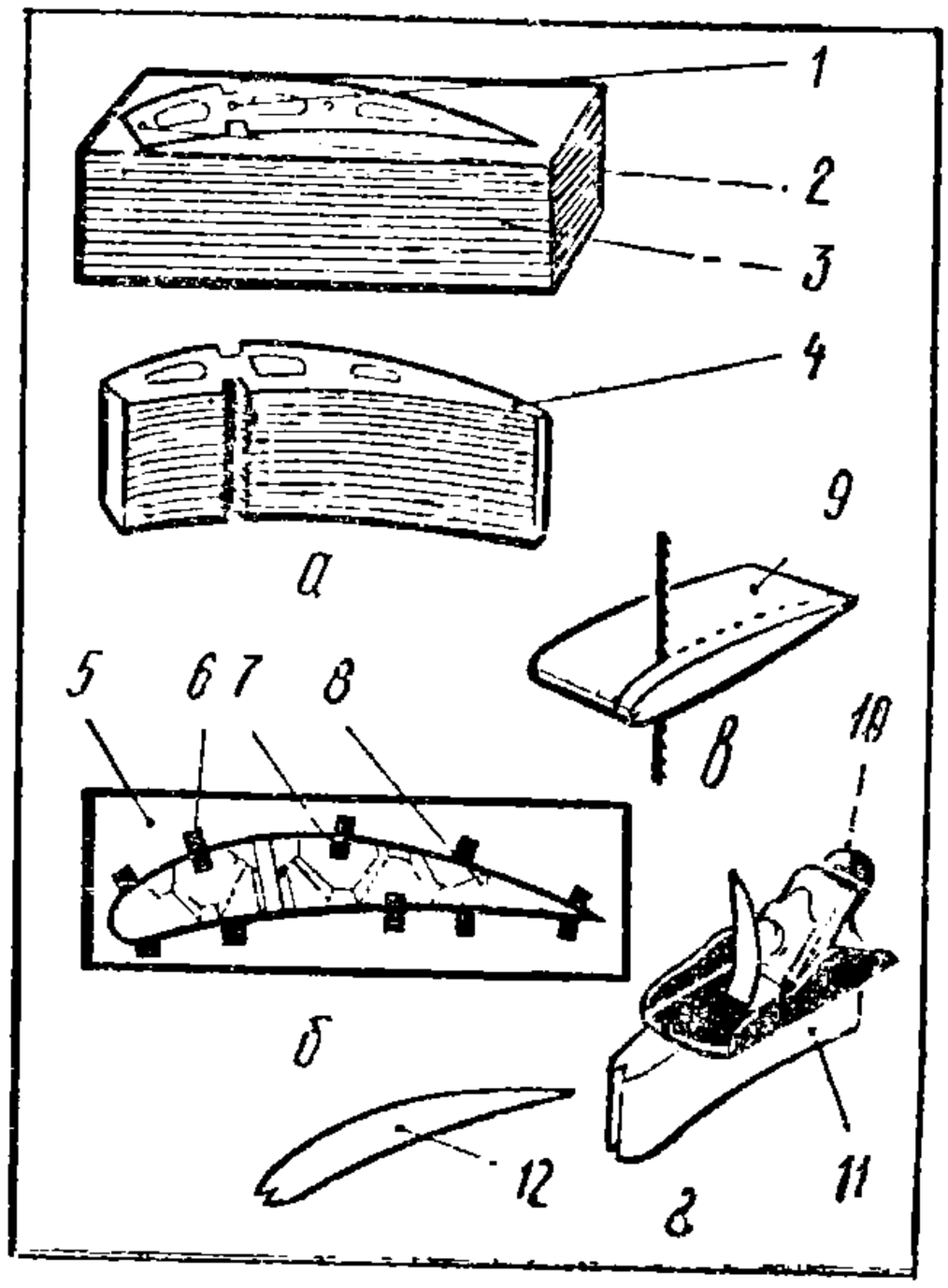


Рис. 107. Способы изготовления нервюр:

а — вырезанием из шпона по шаблону; *б* — выклеиванием из реек; *в* — выпиливанием профилированной заготовки; *г* — строганием профилированной заготовки; *1* — шаблон; *2* — гвоздь; *3* — полоски шпона в блоке; *4* — блок вырезанных нервюр; *5* — стапель; *6* — упоры; *7* — нервюра; *8* — подкос; *9* — профилированная заготовка; *10* — рубанок; *11* — строгаемая заготовка; *12* — заготовка нервюры.

Размеченные заготовки нервюр обрезают по контуру острым ножом, а облегчения и пазы для лонжеронов и стрингеров выпиливают лобзиком. Можно изготовить нервюры из заготовок, собранных в единый блок (рис. 107), или из монолитной заготовки, которую сначала профилируют, а затем распиливают на отдельные нервюры (или строгают).

Лонжероны и стрингеры временно фиксируют на стапеле и размечают места соприкосновения с нервюрами. В этих местах на стрингере задней кромки, а иногда и на передней пропиливают пазы, ширина которых соответствует толщине нервюр. Нервюра должна входить в паз без зазора, но и без излишнего натяга, который может вызвать коробление стрингеров в результате расклинивания. Хвосты нервюр укорачивают на величину оставшейся после прорезания паза части поперечного сечения стрингера с таким расчетом, чтобы после сборки все профили элементов каркаса вписывались в профиль крыла. После изготовления всех элементов предварительно собирают каркас, подгоняя все соединения. Затем каркас разбирают и все места соприкосновения элементов смазывают

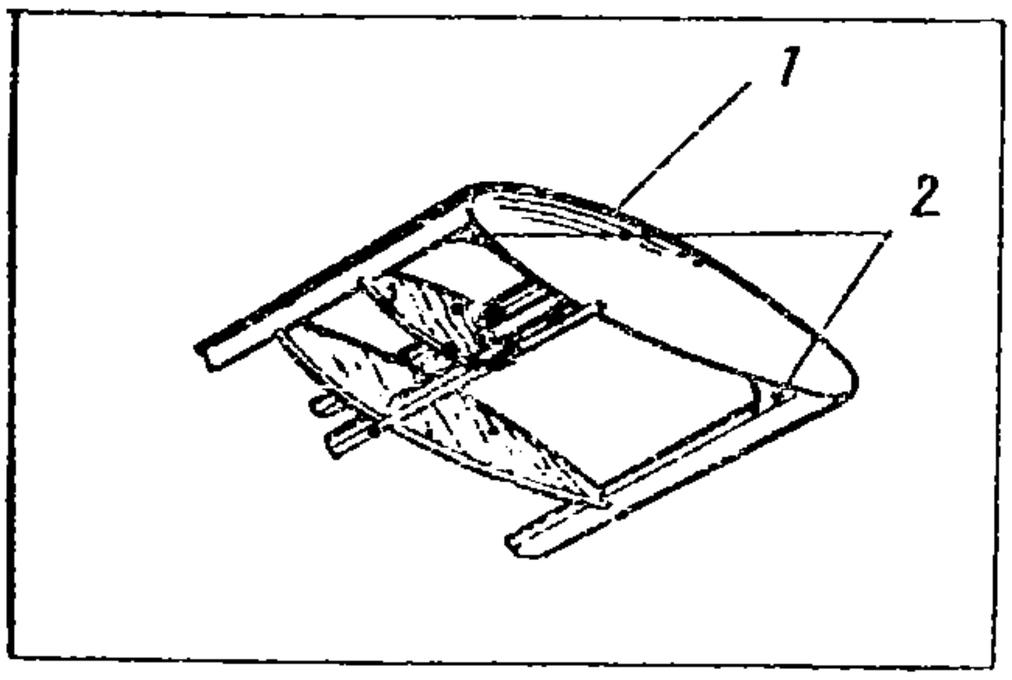


Рис. 108. Каркас несущей поверхности:
1 — законцовка; *2* — косынка из шпона.

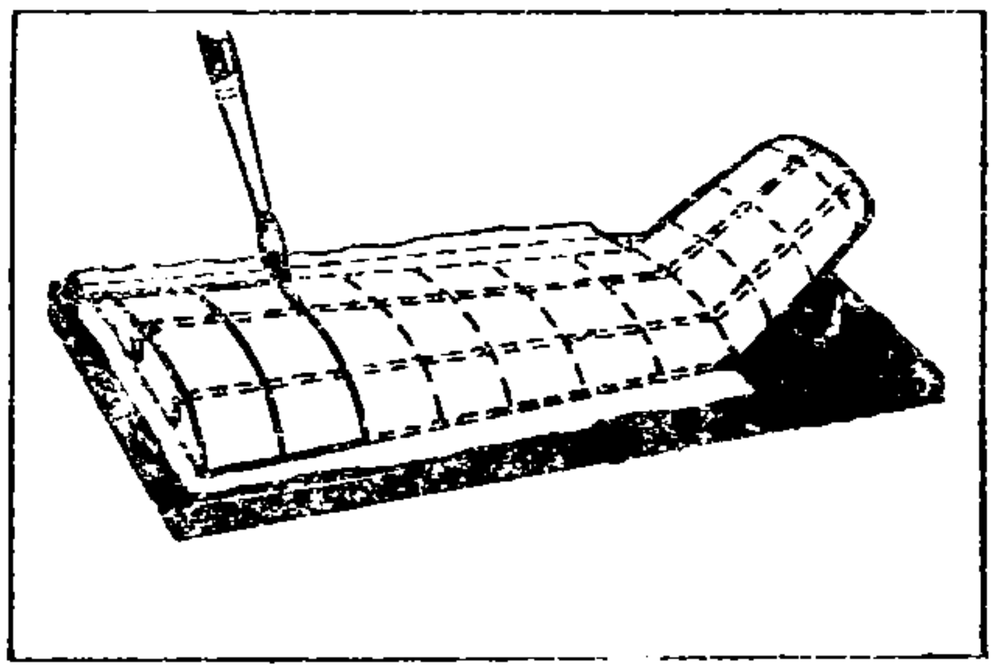


Рис. 109. Обтяжка каркаса крыла миколентной бумагой.

эмалитом, просушивают и, вторично смазав клеем места склеивания, производят окончательную сборку каркаса на стапеле. В целях предохранения каркаса от приклеивания к стапелю между ними в местах склеивания прокладывают кусочки бумаги. Во избежание коробления каркас плотно прижимают к стапелю равномерно распределенным грузом или притягивают резиновыми лентами на все время высыхания клея. Если каркас крыла состоит из нескольких частей, то после высыхания части состыковывают и места склейки упрочняют различного рода накладками. Законцовка крыла (рис. 108) может быть долбленой из липы или сплошной из пенопласта. В последнем случае для вклеивания законцовки в каркас и для приклеивания к ней обшивки лучше пользоваться клеем ПВА-М или подобным ему. После окончательной сушки необходимо проверить, нет ли коробления каркаса. Для исправления незначительного коробления можно, например, нагреть каркас над источником тепла, изогнуть в противоположную короблению сторону и выдержать в этом положении до полного остывания, причем делать это нужно очень осторожно. Каркас крыла тщательно зачищают шлифовальной шкуркой, стремясь получить чистые поверхности, а главное — ровный и точный профиль. Все сказанное в равной степени относится к изготовлению каркаса стабилизатора. Кроме того, в центральной части стабилизатора на лонжерон и стрингер кромки обтекания устанавливают проволочный крючок для крепления стабилизатора на фюзеляже. Загнутый конец крючка выступает на 12—14 мм над верхней поверхностью стабилизатора, а прямой — на 25—30 мм за кромкой обтекания.

Обтяжка крыла или стабилизатора бумагой требует аккуратности и терпения. Лист тонкой бумаги вырезают по форме каркаса с припуском 10—12 мм, накладывают на каркас и, приподняв край бумаги, смазывают крайнюю нервюру эмалитом и прижимают к ней бумагу. Приподняв неприклеенную

часть бумаги, промазывают клеем еще две нервюры и стрингеры между ними и опускают на них бумагу, растягивая ее вдоль и поперек и т. д. Лонжероны клеем не смазывают. С нижней стороны каркас обтягивают так же, как и с верхней. Консоли крыла обтягивают отдельно. Сушат обтянутое крыло и стабилизатор на стапеле. После сушки лишнюю бумагу удаляют, срезая ее по кромкам шлифовальной шкуркой. Удобнее обтягивать крыло миколентной бумагой, так как ее можно наложить на каркас и через бумагу промазать все стрингеры и нервюры сразу (рис. 109). Клей проникнет через поры, и бумага плотно приклеится к каркасу. Натяжение обшивки производят двукратным нанесением эмалита, разбавленного растворителем. Такое крыло прочнее и не боится повышенной влажности. Натянуть обшивку можно и другим способом: распылить в воздухе воду, после оседания крупных капель подставить крыло под мелкие. Высохшая после равномерного увлажнения бумага натянется, и крыло будет иметь гладкие, хорошо обтекаемые поверхности. Недостатком такого способа является чувствительность обшивки к изменениям влажности воздуха.

Крылья таймерных и особенно кордовых моделей для большей прочности обтягивают по всей ширине или по части ее более плотной бумагой или полосками бальзы.

§ 6. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФЮЗЕЛЯЖА, КИЛЯ И ШАССИ

Задание 6. Изготовить каркас фюзеляжа.

Цель. Научиться изготавливать шпангоуты и стрингеры, собирать каркас фюзеляжа.

Объект изготовления. Фюзеляж модели самолета.

Инструмент, приспособления и материалы. Рабочий чертеж фюзеляжа, шпангоутов и стрингеров, чертежные и разметочные инструменты, лобзик с пилками, шило, плоский надфиль, стапель, тонкая фанера или шпон, сосновые рейки, резиновые ленты, клей.

Методические рекомендации. Стрингеры фюзеляжа изготавливают с возможно большей точностью из сосновых реек.

Шпангоуты (рис. 110) по форме могут быть круглыми, овальными, четырехугольными и многоугольными. Их выклеивают из бамбукового шпона, реек или вырезают из фанеры. В шпангоутах, выклеенных из бамбукового шпона (рис. 111), обычно пазов не прорезают, и стрингеры наклеивают на наружную гладкую сторону. В шпангоутах из фанеры удобно в частично отделенной средней части вырезать прямоугольный паз для реечного стапеля. После сборки фюзеляжа стапель извлекают, средние части отрезают от шпангоутов и удаляют. В носовой части фюзеляжа устанавливают усиленный шпангоут, к которому крепят шасси, и прочную раму с бобышкой,

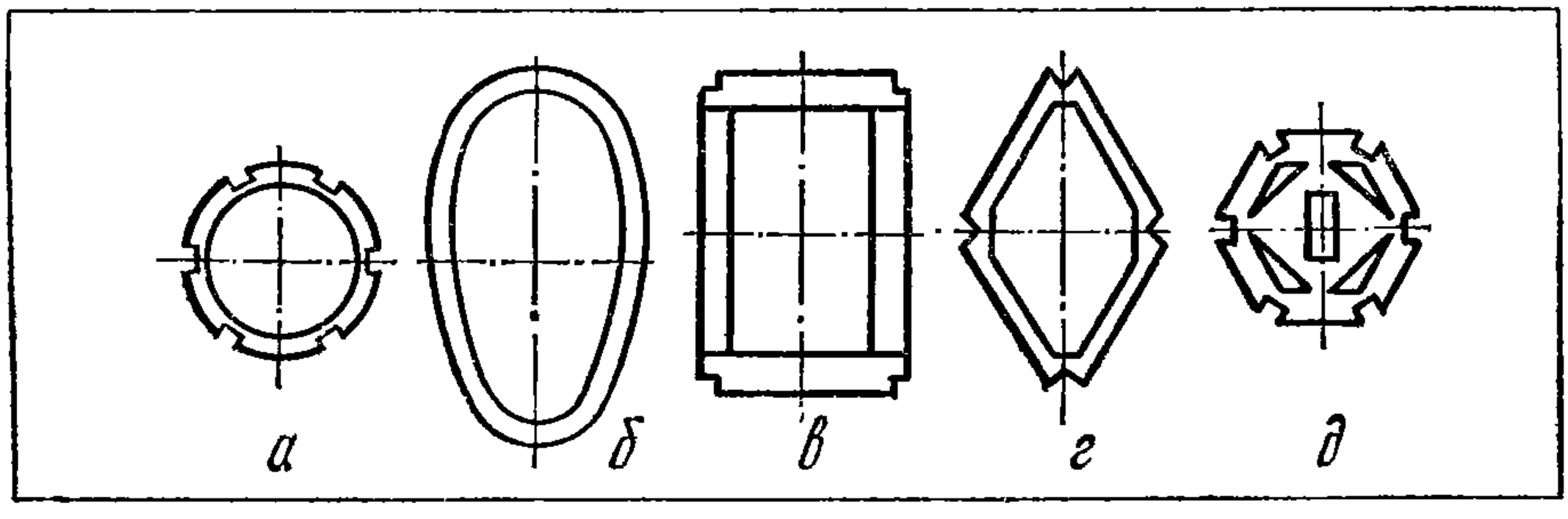


Рис. 110. Шпангоуты различных конструкций:

а — круглый; *б* — овальный из бамбукового шпона; *в* — из основных реек; *г* — ромбический из фанеры; *д* — многоугольный с пазом под реечный стапель.

воспринимающую натяжение резиномотора и силы, действующие на винт (рис. 112).

Сборку фюзеляжа начинают с подгонки пазов шпангоутов по стрингерам, добиваясь плотного прилегания поверхностей соприкосновения. Дальнейшие работы по сборке ведут в той же последовательности, что и при сборке каркаса крыла.

Фюзеляж модели может быть комбинированным: носовая часть — из трехслойной бумажной трубы, а хвостовая — из реечных шпангоутов и стрингеров. Фюзеляжи кордовых моделей, особенно профильных копий, изготавливают из тонкой липовой доски.

На фюзеляже монтируют элементы для стыковки с крылом, а если крыло составное, то устанавливают штыри (см. рис. 94). Рекомендуемые размеры поперечного сечения штырей приведены в табл. 6.

Обычно штыри ставят по числу лонжеронов в крыле, особенно при широких крыльях. Если крыло цельное и устанавливается над фюзеляжем, то используют пилон (кронштейн) из проволоки, пенопласта или листового алюминия.

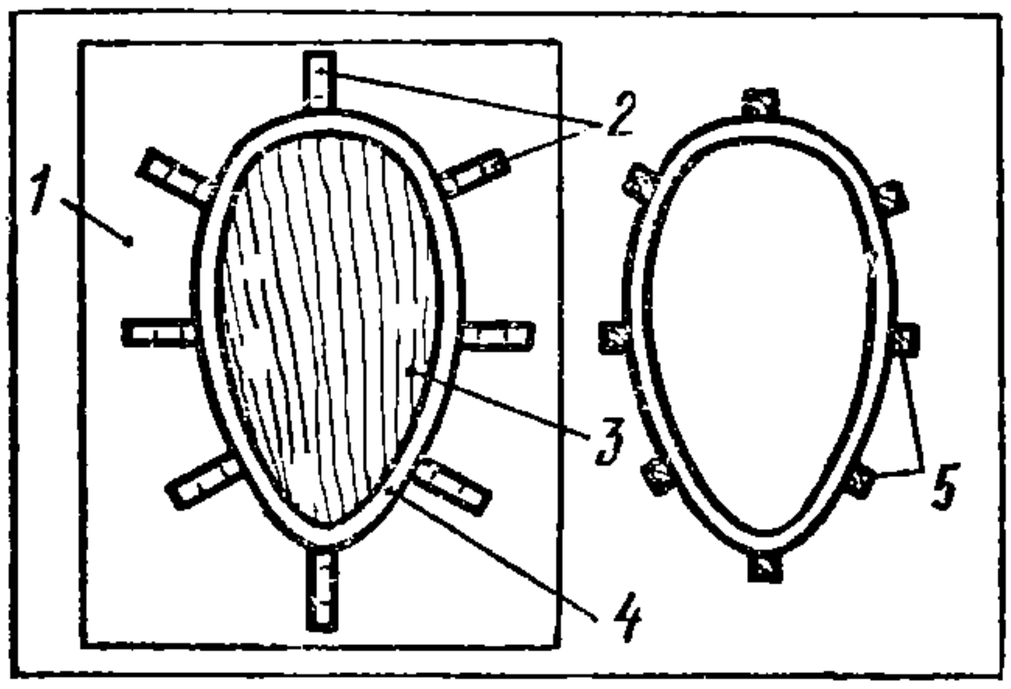


Рис. 111. Изготовление шпангоута из бамбукового шпона:

1 — стапель; *2* — упоры; *3* — шаблон; *4* — шпангоут; *5* — стрингеры на шпангоуте.

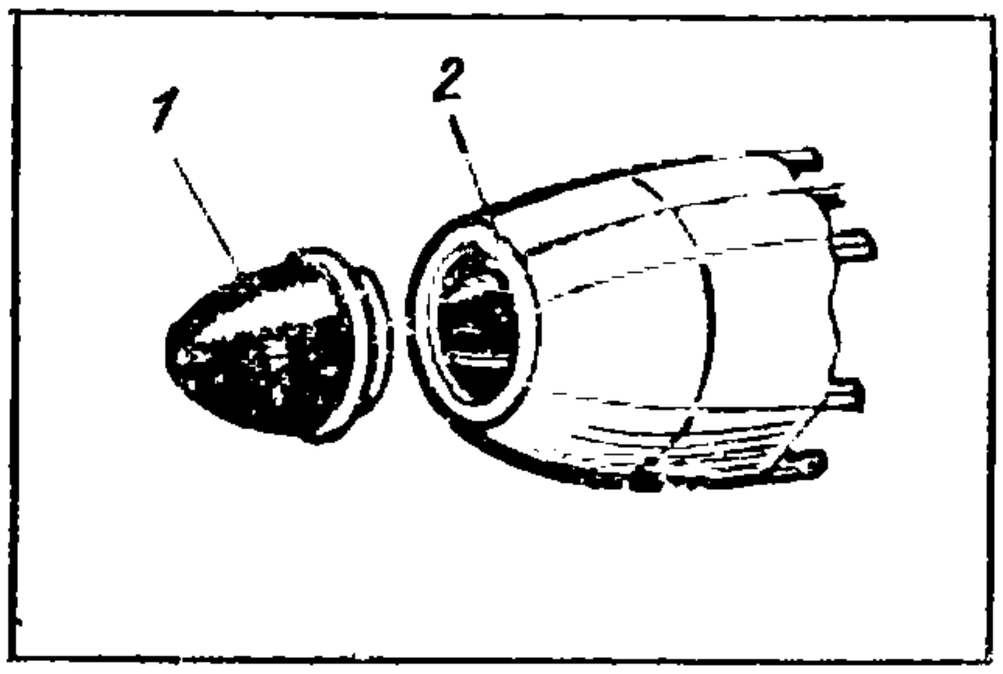


Рис. 112. Усиление носовой части фюзеляжа:

1 — бобышка, *2* — кольцо.

Таблица 6. **Размеры (диаметр) поперечного сечения штырей, мм**

Материал, форма сечения	Масса модели, г				
	200—300	300—500	500—1000	1000—1500	1500—2000
Бамбук:					
сечение круглое	6—8	—	—	—	—
сечение прямоугольное	8×3 12×2	10×3 14×2	12×4 16×3	15×4 18×3	— —
Береза и клен:					
сечение прямоугольное	8×4 12×3	10×4 14×3	12×5 16×4	15×6 18×5	20×6 22×5
Дюралюминий:					
сечение прямоугольное	8×1 12×0,8	10×1,5 14×1	12×1,5 16×1	15×1,5 18×1	18×1,5 22×1

В целях увеличения сопротивления фюзеляжа скручиванию, особенно носовой части, между шпангоутами устанавливают подкосы. Хвостовые шпангоуты располагают так, чтобы использовать их для крепления лонжеронов киля и стабилизатора (рис. 113). При обтяжке фюзеляжа могут быть использованы миколентная бумага, пергамент, легкая материя или бальза.

Задание 7. Изготовить каркас киля.

Цель. Научиться изготавливать элементы конструкции киля и собирать каркас киля.

Объект изготовления. Киль модели самолета.

Инструмент и материалы. Разметочные и чертежные инструменты, лобзик с пилками, шпон или авиамодельная фанера, сосновые рейки, клей.

Методические рекомендации. Нервюры киля двояковыпуклого симметричного профиля имеют неодинаковые хорды, поэтому заготовку каждой нервюры размечают и изготавливают отдельно. Нервюры в хвостовой части значительно укорачивают, и в освободившийся объем (до полного профиля киля) встраивают руль направления, изготовленный из целого куска материала. Руль направления подвешивают к килю на легких петлях или прочных нитках, завязанных восьмеркой. На неуправляемых моделях руль направления используется для регулировки модели с последующей фиксацией найденного положения руля. Киль собирают на фюзеляже. Стрингер передней кромки и лон-

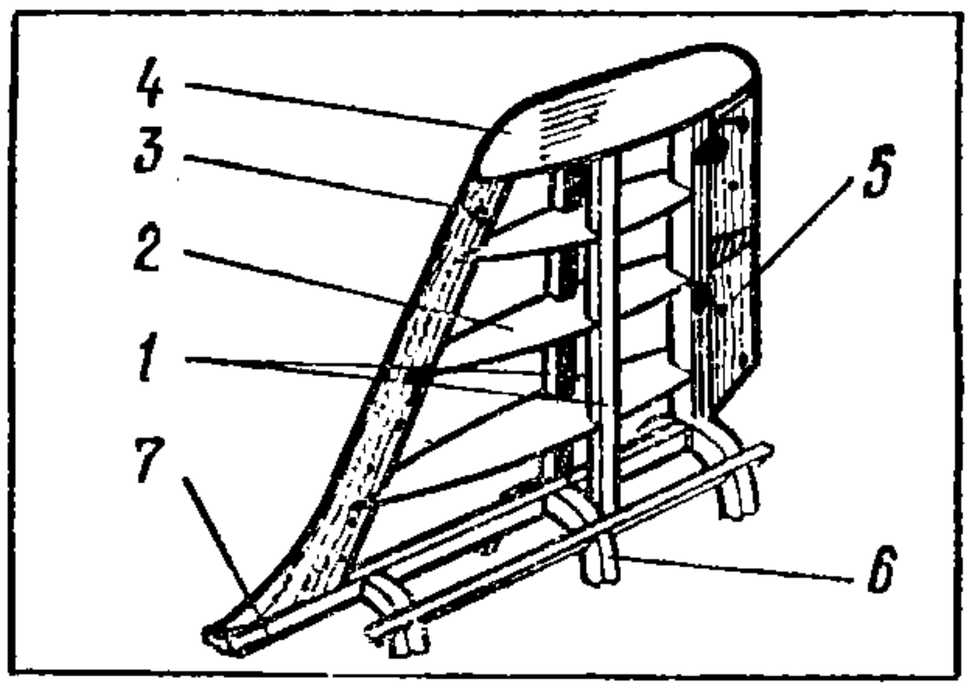


Рис. 113. Каркас киля:

1 — лонжерон; *2* — нервюра; *3* — стрингер передней кромки; *4* — законцовка киля; *5* — руль направления; *6* — шпангоут; *7* — верхний стрингер фюзеляжа.

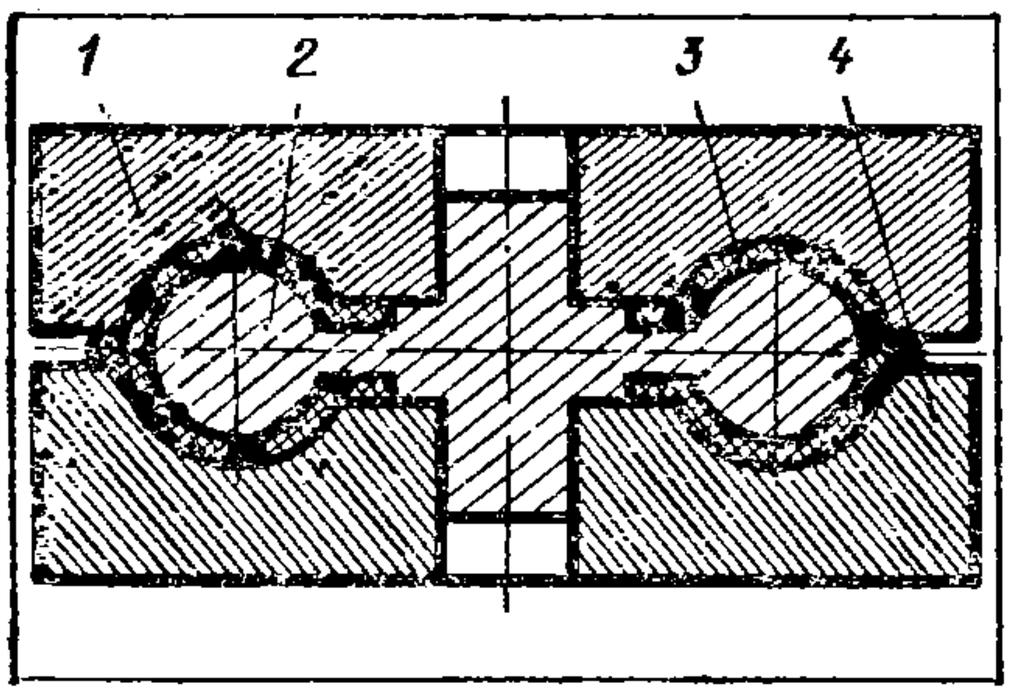


Рис. 114. Пресс-форма для изготовления шин:

1 — верхняя половина пресс-формы; *2* — вкладыш; *3* — шина; *4* — нижняя половина пресс-формы.

жерон закрепляют на каркасе фюзеляжа, а к свободным концам приклеивают законцовку. Нервюры подгоняют поочередно и вклеивают. Иногда на модели устанавливают киль, изготовленный из пенопласта.

Задание 8. Изготовить колесные шасси.

Цель. Научиться изготавливать стойки и колеса шасси.

Объект изготовления. Шасси модели самолета.

Инструмент и материалы. Напильник трехгранный, плоскогубцы, круглогубцы, паяльник, проволока ОВС, припой ПОС-30.

Методические рекомендации. Детали стоек шасси вырезают из проволоки, сгибают и подгоняют. Места неподвижных соединений зачищают и облуживают. Детали стоек укладывают на стапель, фиксируют их положение и спаивают.

Колеса шасси можно выточить на токарном станке целиком либо сделать разборными, состоящими из ступицы и резинового амортизатора (шины). Шины вулканизируют из сырой резины в специальной форме (рис. 114). В этом случае колеса легче и обеспечивают более мягкую посадку модели. Собранное шасси взвешивают и сравнивают его массу с приведенной на графике распределения масс. Если окажется, что масса больше допустимой, то нужно некоторые элементы конструкции сделать более легкими.

§ 7. ДВИГАТЕЛИ И ПОДГОТОВКА ИХ К РАБОТЕ

Наибольшее распространение в авиамоделировании получили двухтактные компрессионные двигатели и двигатели с упругим рабочим телом. Двигатели внутреннего сгорания подбирают по рабочему объему цилиндра в зависимости от класса модели (см. приложение, табл. 2).

К двигателям с упругим рабочим телом относятся резиновые и пружинные. Преимущественное распространение получили резиновые двигатели, так как количество запасенной энергии, отнесенное к единице массы резины, в 30—60 раз больше, чем у пружинных. Резина характеризуется отношением $E' = E_р/m$, где $E_р$ — энергия закручивания резины, Дж; m — масса резины, кг. Для отечественной резины это отношение равно $3{,}75 \cdot 10^3$, для венгерской круглой — $4 \cdot 10^3$, для итальянской — $5 \cdot 10^3 \div 6 \cdot 10^3$. Резиновый двигатель спортивных моделей ограничен по массе; для модели класса В-1 она равна 20 г,

а для моделей класса В-2 — 40 г. Площадь поперечного сечения резинового мотора подсчитывают по формуле, мм:

$$S_р = \sqrt[3]{M^2_{кр}}/K_1,$$

где $M_{кр}$ — средний крутящий момент, Н·м;

K_1 — коэффициент.

Для отечественной резины $K_1 = 19 \cdot 10^{-4}$, для венгерской — $22 \cdot 10^{-4}$, для итальянской — $24 \cdot 10^{-4}$.

Число оборотов закрутки резинового двигателя зависит от его длины, поперечного сечения и свойств резины:

$$n = K_2 \frac{l_р}{S_р},$$

где $l_р$ — длина двигателя, мм;

K_2 — коэффициент, зависящий от качества и предварительной вытяжки резины.

Для отечественной резины с вытяжкой 1,5—2 $K_2 = 4{,}15$, для венгерской — 5,5 и для лучших сортов итальянской резины «Пирелли»—6—6,5. Подсчет по формуле дает значение числа оборотов, составляющих 80% от разрушающих.

Задание 9. Подготовить микродвигатель к работе и обкатать его.

Цель. Ознакомиться с подготовкой микродвигателя к работе и обкаткой его на разных режимах.

Объект испытания. Компрессионный двигатель.

Инструмент и материалы. Слесарный инструмент, мензурка или шприц, обтирочный материал, компоненты топливной смеси.

Методические рекомендации. Выбирают двигатель и знакомятся с инструкцией по его эксплуатации. Освободив от консервационной смазки; двигатель закрепляют на раме испытательного стенда, и к штуцеру карбюратора подсоединяют шланг от топливного бака (см. гл. 4, § 4).

При испытании двигателя уровень топлива, залитого в бак, должен быть чуть выше уровня жиклера в карбюраторе. Иглу жиклера из положения «закрыто» поворачивают на три полных оборота. Контрпоршень вращением винта опускают до касания поршня двигателя, находящегося в верхней мертвой точке. Затем винт контрпоршня поворачивают против хода часовой стрелки на 1,5—2 оборота. Закрыв пальцем всасывающий патрубок карбюратора, поворачивают вал двигателя на 2 оборота для засасывания топлива в картер холодного двигателя в целях обогащения топливно-воздушной смеси, а затем, открыв всасывающий патрубок, еще на 2—3 оборота и резким толчком указательного пальца правой руки по комлю лопасти винта приводят вал двигателя во вращение с возможно большей скоростью. Движение пальца руки в плоскости вращения винта должно сочетаться с движением на себя вдоль оси вра-

щения и быстрым сгибанием пальца к ладони в конце толчка. Такое движение толкающего пальца необходимо для быстрого вывода его из плоскости вращения, так как начавший работать двигатель может сильно ударить по пальцу второй лопастью винта. После нескольких попыток запуска двигатель начинает работать. В том случае, если двигатель дает вспышки, но не работает, следует уменьшить компрессию, отвернув винт контрпоршня. Обкатывают двигатель в течение 15—20 мин, регулируя режим работы контрпоршнем и иглой жиклера. После работы двигатель протирают насухо чистым обтирочным материалом, соблюдая меры, препятствующие попаданию грязи и пыли в двигатель.

Задание 10. Изготовить резиновый двигатель.

Цель. Научиться определять параметры и изготавливать резиновый двигатель.

Объект изготовления. Резиновый двигатель фюзеляжной модели самолета.

Инструмент и материалы. Ножницы, стапель, резиновая лента сечением 1×4 мм, нитки, детское мыло, касторовое масло, полиэтиленовый пакет, банка из темного стекла с плотной пробкой.

Методические рекомендации. Для определения площади поперечного сечения резиномотора подсчитывают средний крутящий момент: $M_{кр}=E/(2\pi n)$, где $M_{кр}$ — крутящий момент, Н·м; E — энергия закрученной резины, Дж; n — число оборотов закрутки, равное ориентировочно 403. Энергия закрученной резины $E=mE'=0{,}04\cdot 3{,}75\cdot 10^3=150$ Дж. $M_{кр}=150/(2\cdot 3{,}14\cdot 403)=$ $=0{,}060628$ Н·м.

Подсчитывают площадь поперечного сечения резиномотора: $\sqrt[3]{M_{кр}^2}/K_1=\sqrt[3]{0{,}060628^2}/(19\cdot 10^{-4})=81$ мм². Примем $S_р=$ $=80$ мм².

Длину резиномотора определяют через его массу, плотность и площадь поперечного сечения: $l_р=m/(S_р\gamma)=$ $=0{,}04/(80\cdot 9{,}8\cdot 10^{-7})=556$ мм.

Ориентировочно двигатель с такими параметрами можно закрутить на число оборотов $n=K_2 l_р/\sqrt{S_р}=5{,}5\cdot 510/\sqrt{80}=344$.

Для изготовления двигателя площадью поперечного сечения 80 мм² и длиной 510 мм потребуется 10,3 м резиновой ленты сечением 1×4 мм. Следует помнить, что резина, закрученная на максимальное число оборотов, долгое время сохраняет остаточную деформацию, в течение этого времени двигатель нельзя использовать, так как отношение энергии закрученной резины к массе будет меньше обычного на 20—25%. «Отдых» резины длится до 15—18 сут, поэтому для каждой модели изготавливают несколько двигателей.

Стапель делают из доски длиной 600—650 мм с чисто обработанными поверхностями. На рабочей поверхности вбивают

два гвоздя на расстоянии 556 мм, равном расчетной длине двигателя. Резиновую ленту укладывают на стапеле виток к витку с легким натяжением на гвоздях (рис. 115). Концы ленты связывают морским узлом, растягивают его и обматывают прочной ниткой. Затем растягивают весь жгут и плотно обматывают ниткой на длину 35—40 мм. Концы оплетенного участка складывают вместе, растягивают и обматывают ниткой, получая петлю. Аналогичную обмотку производят на диаметрально противоположном участке жгута. Полученными петлями резиномотор крепится на валу винта и на фюзеляже. Резиномотор тщательно промывают теплой водой с детским мылом, сушат, смазывают касторовым маслом и, подвергая предварительной вытяжке, закручивают сначала на 50, потом на 70, 100, 120 и далее до 90% максимально допустимых оборотов, давая каждый раз двигателю возможность полностью раскрутиться.

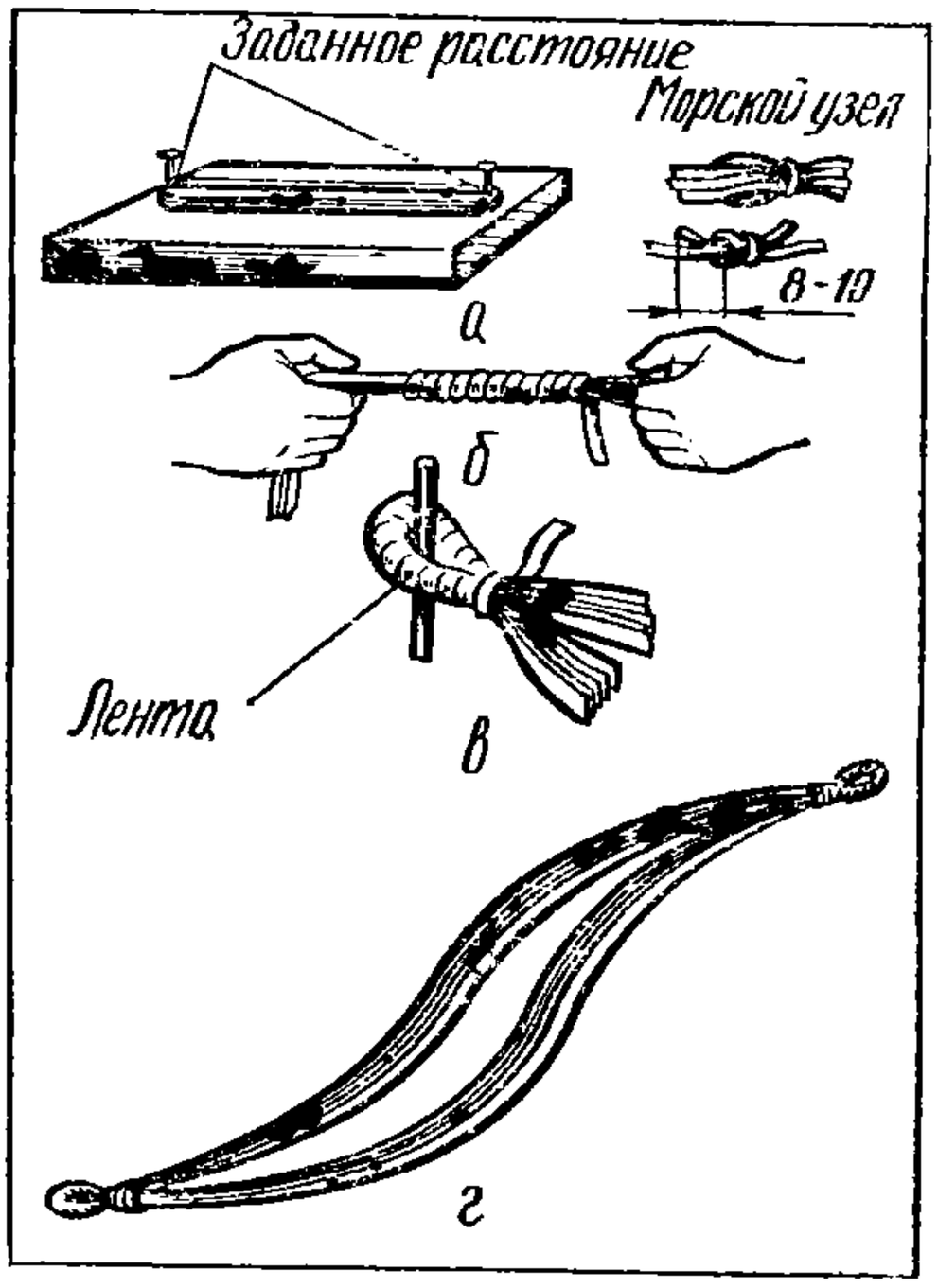


Рис. 115. Изготовление резинового двигателя:

а — укладка резины; *б*, *в* — обметывание ушка липкой лентой; *г* — готовый резиновый двигатель.

После вытяжки двигатель укладывают в полиэтиленовый пакет, нумеруют, помещают в банку из темного стекла с герметической пробкой и выдерживают 10—12 дней. После пусков резиномотор вновь промывают и смазывают касторовым маслом. При длительном хранении резину оберегают от солнечного света, пыли и действия керосина, бензина, бензола и минеральных масел. Касторовое масло, рыбий жир и глицерин вредного влияния на резину не оказывают.

Задание 11. Изготовить винт.

Цель. Научиться изготавливать винт модели с валом и подшипником.

Объект изготовления. Винт модели самолета.

Инструмент и материалы подбирают согласно прилагаемой технологической карте.

Методические рекомендации. Винты моделей изготавливают из липы, бука или клена (для двигателей с большой частотой вращения), выбирая прямослойную заготовку без дефектов. Для винтов большого диаметра заготовку выклеивают из реек, последовательно сдвинутых на некоторый угол,

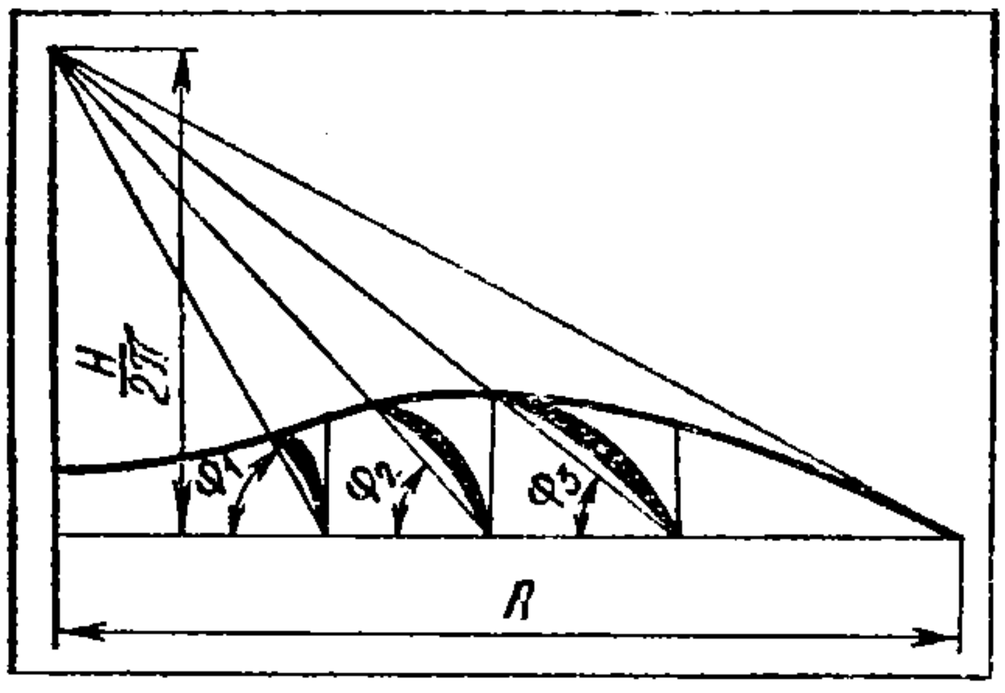


Рис. 116. Схема определения установочных углов лопасти винта.

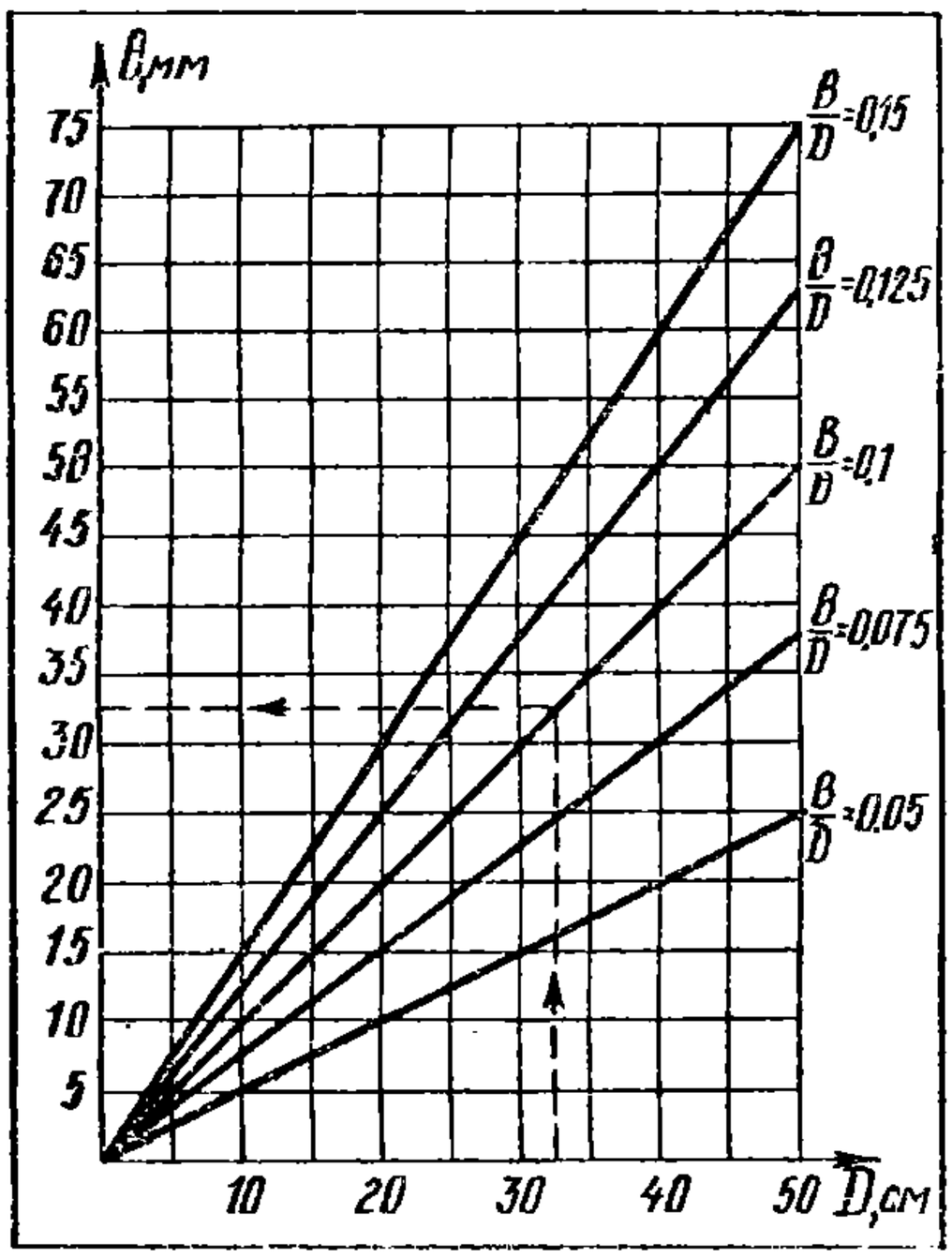


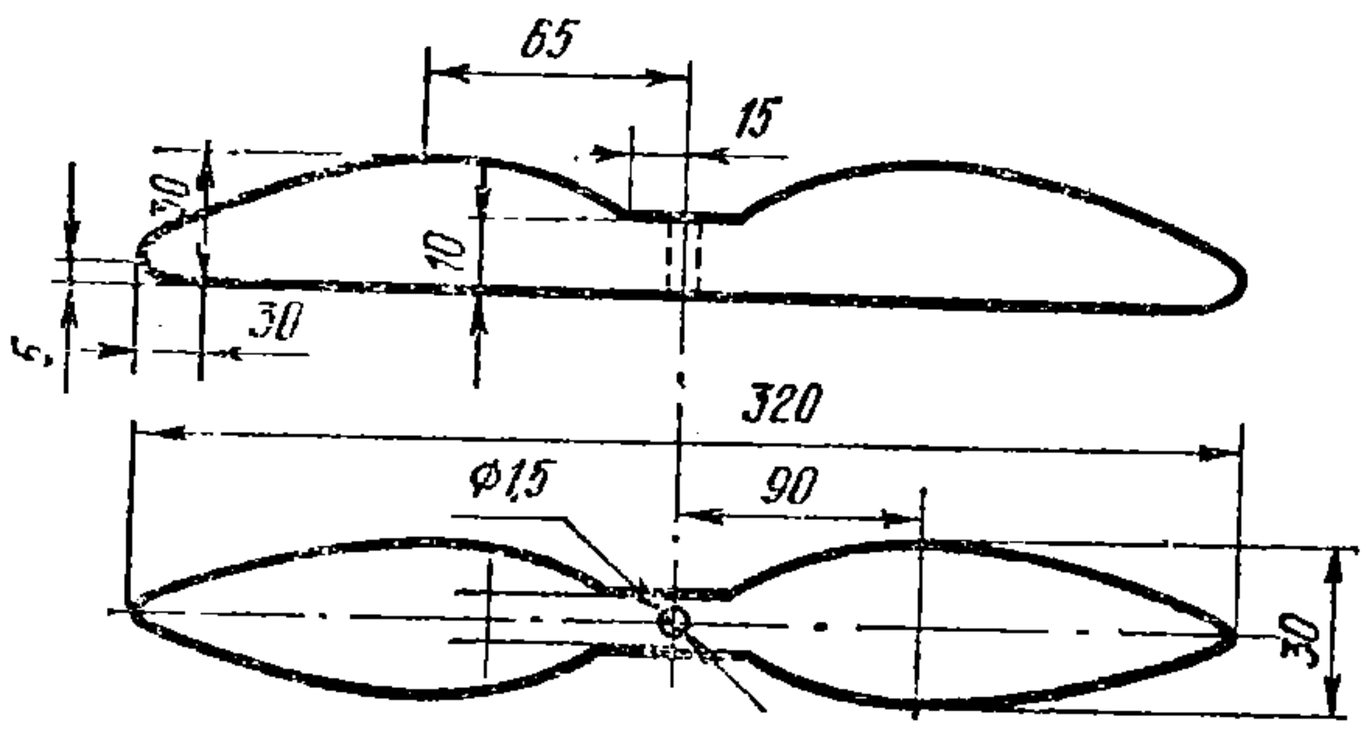
Рис. 117. График зависимости ширины лопасти B винта от диаметра D.

зависящий от расчетного установочного угла лопастей. В этом случае винты легче изготовить и они обладают хорошей прочностью и жесткостью. Ориентировочно установочные углы можно определить графически по чертежу половины винта, выполненному в масштабе 1 : 1 (рис. 116). Из конца вектора, равного $H/2\pi$, проводят наклонные линии в точки пересечения произвольно взятых поперечных сечений с продольной осью лопасти. Угол между наклонной линией и продольной осью будет равен установочному углу соответствующего профиля. Последовательность изготовления винта из бруска показана в технологической карте.

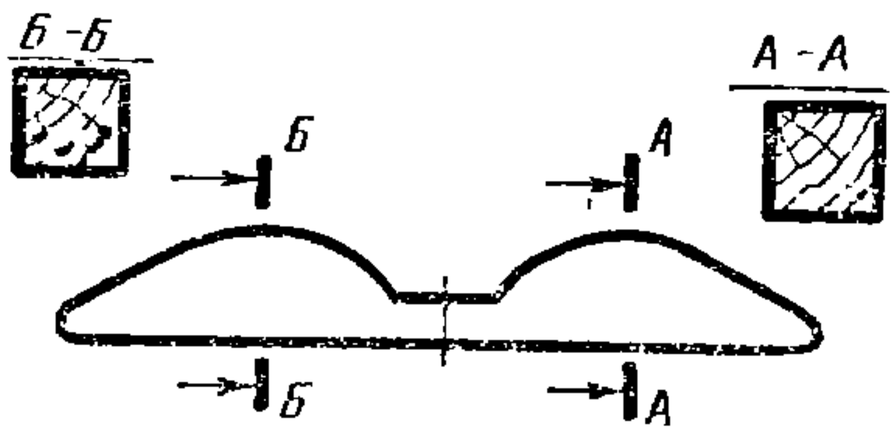
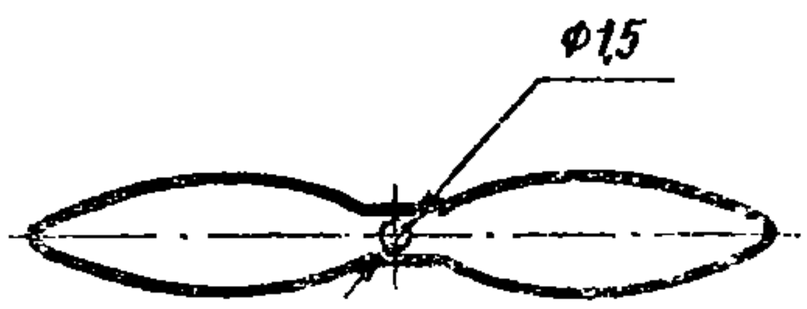
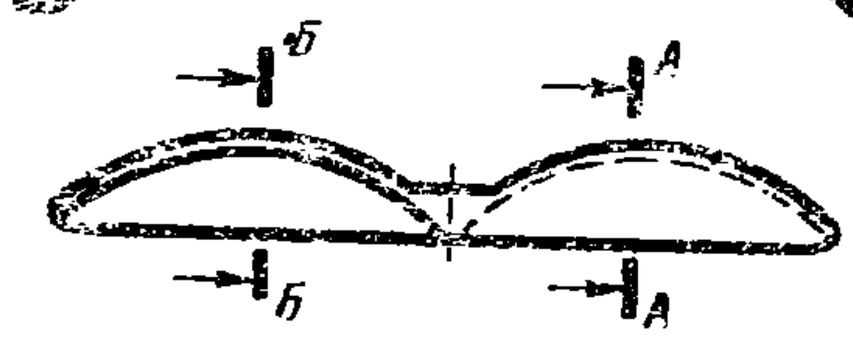
Винт в заключительной стадии изготовления закрепляют на временной оси и статически балансируют, установив его на горизонтальных ножах. Все поверхности винта обрабатывают до 9—10-го класса шероховатости и покрывают лаком.

Ширину заготовки винта определяют по графику (рис. 117). Вал винта изготавливают из проволоки. Конструкция его может быть самой разнообразной. Для уменьшения трения и повышения коэффициента полезного действия на вал винта устанавливают упорные шариковые подшипники (рис. 118). Подвижная и неподвижная плоская шайбы имеют кольцевые проточки, кривизна профиля которых соответствует диаметру применяемых шариков. Между шайбами помещают сепаратор с шариками. Лучшие результаты дает радиально-упорный подшипник с коническими шайбами, центрирующими и предохраняющими вал от касания с бобышкой. В модели с двигателем внутреннего сгорания винт устанавливают непосредственно на вал двигателя.

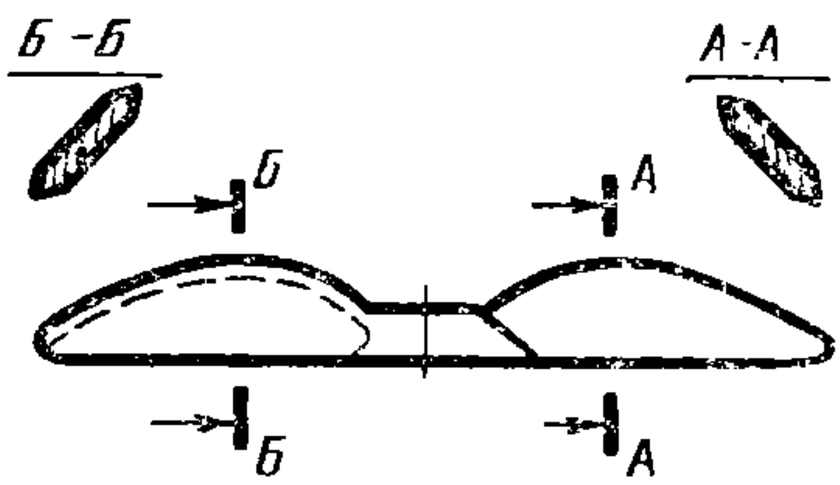
Технологическая карта изготовления воздушного винта модели самолета



Заготовка
Липовый брусок
30×30×320

Последовательность изготовления	Эскиз обработки	Оборудование и приспособления	Инструмент	
			режущий	измерительный
1. Разметить брусок по виду в основной проекции 2. Обработать до линии разметки		Верстак	Рубанок, стамеска	Линейка, угольник
3. Разметить осевые линии на ровной пласти. Разметить контур по виду в плане 4. Сверлить отверстия Ø 1,5 мм 5. Обработать до линии разметки		Верстак, сверлильный станок	Сверло Ø 1,5, стамеска	Линейка, штангенциркуль
6. Обработать лопасти по нижним поверхностям		Верстак	Стамеска	

Продолжение

Последовательность изготовления	Эскиз обработки	Оборудование и приспособления	Инструмент	
			режущий	измерительный
7. Обработать лопасти по верхним поверхностям		Верстак	Стамеска	Штангенциркуль

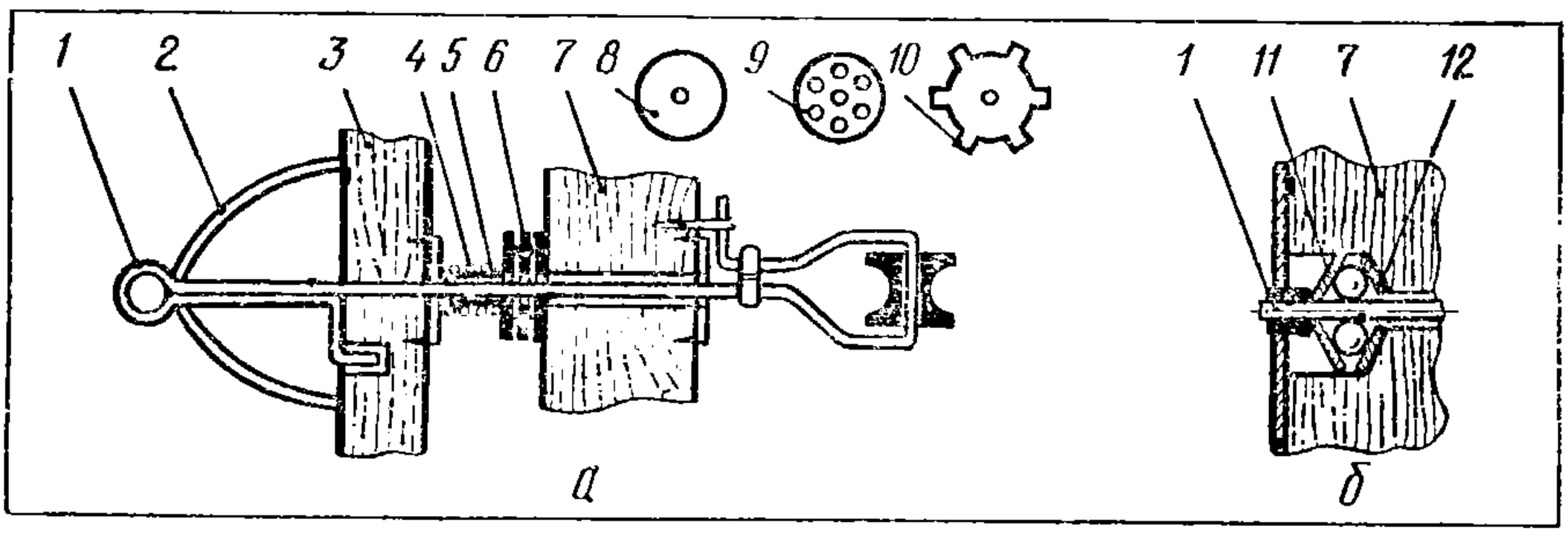


Рис. 118. Вал винта:

а — с упорным шариковым подшипником; *б* — с радиально-упорным на конических шайбах; *1* — вал; *2* — обтекатель; *3* — ступица; *4* — возвратная пружина; *5* — втулка ограничительная; *6* — упорный подшипник; *7* — бобышка; *8* — шайба подшипника подвижная; *9* — сепаратор; *10* — шайба неподвижная; *11* — шайба коническая подвижная; *12* — шайба коническая неподвижная.

§ 8. СБОРКА И РЕГУЛИРОВКА МОДЕЛИ

Задание 12. Собрать и отрегулировать модель.
Цель. Приобретение навыков сборки и регулировки модели.
Объект конструирования. Модель самолета с резиновым двигателем.

Инструмент и материалы. Ножницы, круглогубцы, плоскогубцы, напильники, резиновая нить или лента, нитки, клей.

Методические рекомендации. При сборке вал винта пропускают через бобышку (см. рис. 118), устанавливают упорный подшипник, винт, пружину, ограничительную втулку, а конец вала сгибают в кольцо со штифтом. В ступице винта сверлят отверстие, в которое должен проходить штифт при продольном перемещении вала. Конструкция проста, но ее нельзя разо-

брать. Ее можно усовершенствовать, если на конце вала винта нарезать резьбу, втулку заменить стаканом с резьбовым отверстием в дне, на стакан припаять штифт и принять меры против самоотвинчивания. Подобная конструкция позволит не только демонтировать узел винта, но и регулировать натяжение пружины свободного хода винта. Все усовершенствования, внесенные при сборке, оформляют эскизами и чертежами.

Проволочные дуги крепления шасси привязывают к рейке пилона так, чтобы они лежали в одной плоскости и обеспечивали крылу требуемый угол установки. Шасси с пилоном устанавливают на фюзеляже и закрепляют резиновыми стяжками. Места соединения крыла с пилоном тщательно выравнивают для обеспечения плотного без перекосов прилегания. Крыло к пилону крепят резиновыми лентами. Угол установки должен быть около 3°.

На хвостовой части фюзеляжа за килем приклеивают площадку 40×30 мм из целлулоида толщиной 1 мм с загнутым концом по длинной стороне. Стабилизатор укладывают на площадку с упором в ее загиб, резиновую ленту накидывают на проволочный крючок стабилизатора и концы завязывают под фюзеляжем. Прямой конец крючка стабилизатора связывают с крючком фюзеляжа хлопчатобумажной ниткой, оставляя таймер нужной длины. Если конец нитки поджечь, то через определенное время тления узел перегорит и под действием резиновой ленты стабилизатор должен повернуться относительно поперечной оси на угол 40—45°. Установочный угол стабилизатора обычно равен нулю или имеет очень небольшое положительное значение. На верхней поверхности стабилизатора на расстоянии 0,05—0,16% хорды от ребра атаки иногда наклеивают по всей длине нитку — турбулизатор, за которым поток воздуха в полете сильно перемешивается и скорость пограничного слоя возрастает. Турбулизатор в значительной степени повышает эффективность стабилизатора.

Резиномотор одной петлей закрепляют на валу винта, свободный конец опускают в трубу фюзеляжа и закрепляют штифтом на фюзеляже. Вытянув резиномотор в 1,5—2 раза, закручивают его на 30—40 оборотов, вставляют бобышку в фюзеляж и регулируют механизм свободного хода и стопорения вала винта. Ось вращения вала винта устанавливают под углом 2—3° вправо от продольной оси модели.

После сборки модель регулируют в целях достижения хорошей устойчивости в полете. Центр тяжести модели (рис. 119) является центром пространственных осей координат, вокруг которых модель может совершать вращательные движения. Крыло дает около 95% подъемной силы несущей поверхности. Центр давления крыла не совпадает с центром тяжести модели, что приводит к возникновению момента ($M_{кр}$), численно равного произведению подъемной силы крыла (Y) на расстоя-

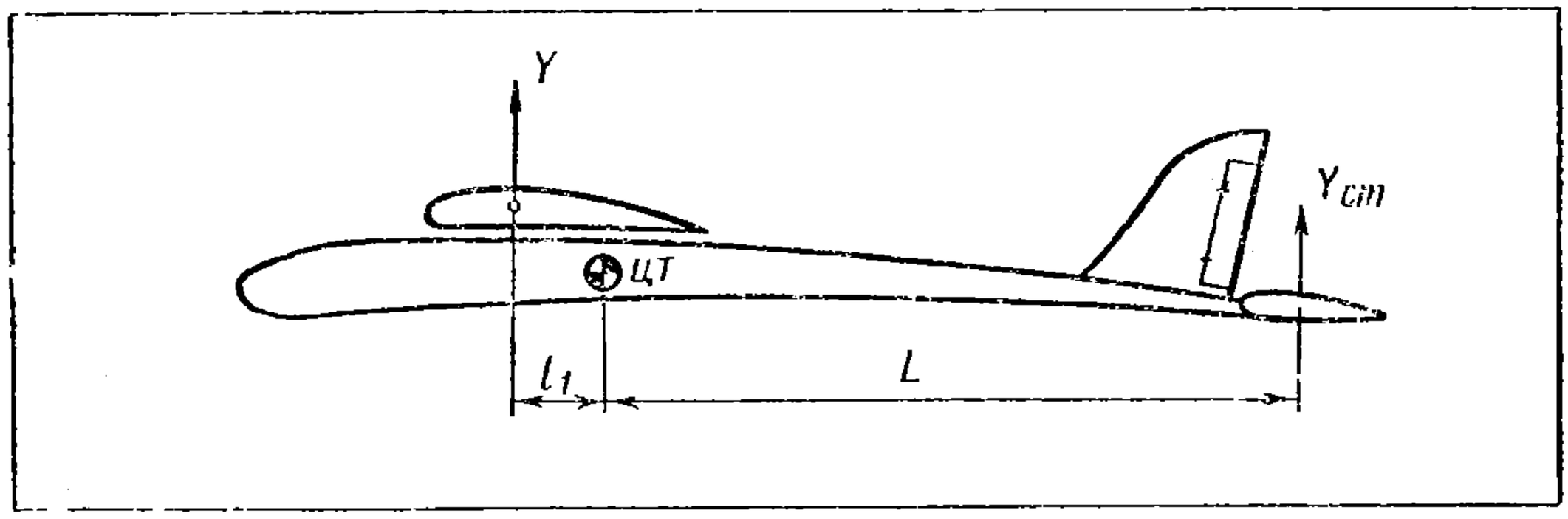


Рис. 119. Центр тяжести и моменты сил, действующих на модель.

ние по горизонтали от точки приложения подъемной силы до центра тяжести (l_1):

$$M_{кр} = Yl_1.$$

Подъемная сила стабилизатора ($Y_{ст}$) меньше подъемной силы крыла, но действует на большем плече и создает противоположно направленный уравновешивающий момент ($M_{ст}$):

$$M_{ст} = Y_{ст}L,$$

где L — плечо оперения, равное расстоянию по горизонтали от центра тяжести до точки приложения подъемной силы стабилизатора.

В том случае, если моменты равны, т. е. $M_{кр} = M_{ст}$, модель, пущенная с высоты человеческого роста с легким наклоном к земле (5—10°), летит по прямой наклонной линии. Если $M_{кр} > M_{ст}$, то модель при планировании сначала летит по нисходящей прямо, затем приподнимает нос, летит с набором высоты в результате потери скорости и сваливается на крыло. Для восстановления продольной устойчивости необходимо уменьшить момент крыла или увеличить момент стабилизатора. Достигают этого несколькими способами: уменьшают подъемную силу $Y_{кр}$, уменьшая установочный угол; уменьшают плечо l_1, переместив крыло ближе к центру тяжести; увеличивают подъемную силу стабилизатора $Y_{ст}$, увеличивая установочный угол; уменьшают плечо l_1 при одновременном увеличении плеча L, изменив расположение центра тяжести модели. При пробных пусках возможно планирование модели по крутой нисходящей линии с быстрой потерей высоты и возрастанием скорости полета (пикирование). Такой полет характерен для моделей, момент стабилизатора которых больше, чем момент крыла. Уравновешивание и в этом случае осуществляется упомянутыми способами.

Поперечная устойчивость достигается благодаря поперечной положительной V-образности и равенству установочных углов левой и правой половин крыла. Путевая устойчивость,

тесно связанная с поперечной, достигается соответствующими отклонениями руля направления. Дальнейшую регулировку проводят с работающим двигателем.

Для первого полета резиномотор вращением винта в обратном направлении заводят на 50—60 оборотов и выпускают модель горизонтально с легким толчком. Если полет происходит по прямой линии, то можно повторить запуск с большим заводом резиномотора. При этом винт с бобышкой вынимают из фюзеляжа, вытягивают резиномотор и закручивают за винт вручную или с помощью дрели. По мере закручивания натяжение ослабляют, укорачивая резиномотор. Выпускают модель легким толчком против ветра под углом 10—20°. При меньших углах подъема модель не сможет набрать максимальной высоты, так как время работы резиномотора невелико. При больших углах прирост высоты также незначителен. При правильной регулировке модели и достаточном угле смещения вала винта вправо модель должна разворачиваться вправо. Если в моторном полете модель летит по кругу небольшого радиуса, то угол смещения вала винта уменьшают и несколько приподнимают вал. При взлете свечой с последующим кабрированием (поднятием носа фюзеляжа) вал смещают больше вправо и вниз. Хорошо отрегулированная модель набирает высоту правой спиралью, а планирует левой.

Возможную высоту подъема модели можно подсчитать по энергии закрученной резины: если $E=hmg$, то $h=E/(mg)=$ $=150/(0{,}23\cdot 9{,}81)=66$ м. Если учесть коэффициент полезного действия винта и работу на преодоление лобового сопротивления, то высота подъема будет 50—52 м.

§ 9. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ СОРЕВНОВАНИЙ АВИАМОДЕЛЕЙ

Для сравнения летных характеристик и технического совершенства построенных моделей по всем классам моделей проводятся соревнования.

Тренировочные и зачетные запуски моделей не должны быть опасными для участников, судей и зрителей. Кордовые модели запускают на кордодроме с оградительной сеткой высотой не менее 3 м. После запуска модели на кордодроме могут находиться моделист, пилотирующий модель, и его механик. При запуске свободнолетающих моделей должна быть четко обозначенная линия старта. Модели с металлическими лопастями к соревнованиям не допускаются.

Модели, подготовленные к соревнованиям, должны соответствовать техническим условиям данного класса. На всех отъемных частях модели (на фюзеляже, крыле и стабилизаторе) должны быть четкие опознавательные знаки — инициалы спортсмена и две цифры (высота шрифта не менее 10 мм). На мо-

делях-копиях проставляют только знаки того типа самолета, который копируют.

Личное первенство в каждом классе разыгрывается при наличии трех и более спортсменов. Победителя определяют по количеству набранных очков или по показанной скорости модели.

Правила проведения соревнований свободнолетающих моделей. При проведении соревнований свободнолетающих моделей каждый участник должен выполнить семь зачетных полетов. В любом из них можно использовать только две попытки. Первый полет засчитывают, если модель продержится в воздухе не менее 20 с (время работы двигателя таймерной модели 7 с). Время второй попытки измеряют от момента запуска до приземления (но не более 3 мин). Попытка не засчитывается в следующих случаях: если модель запущена, но от нее отделилась часть; двигатель таймерной модели работал более 7 с; участник, буксируя планер, удалился далеко от судей, и они не могут наблюдать за полетом модели. Попытка может быть повторена, если во время моторного взлета модель столкнулась с другой моделью или произошел перехлест лееров. Если после столкновения модель продолжает полет, то по требованию участника полет может быть засчитан. Участвуя в соревновании, спортсмен может использовать не более трех моделей. Запуск всех свободнолетающих моделей (класса *F*-1) производится с рук со стартовой линии. Каждый спортсмен обязан сам заводить двигатель, регулировать его и производить запуск модели.

Правила проведения соревнований кордовых гоночных моделей. Соревнования кордовых скоростных моделей проводятся на зачетной дистанции в 1 км, что составляет 10 кругов при длине корды 15,92 м. Перед стартом судьи проверяют корду, рукоятку и промывку бака стандартным топливом. Допускается только двухкордовое управление (диаметр каждой нити корды 0,011—0,4 мм). Соединение нитей между точкой выхода из крыла модели и точкой, находящейся на расстоянии 300 мм от ручки управления, не разрешается. Контрольный замер длины и диаметра корды производится на кордодроме после вызова участника на старт. Длина корды измеряется от оси ручки управления до оси винта, диаметр — не менее чем в трех произвольно выбранных местах.

Вся система управления должна выдерживать усилие, равное двадцатикратному полетному весу модели. Испытания на прочность производят перед каждым выходом на старт и перед повторной попыткой после неудачного приземления в первой попытке. В обоих попытках спортсмен может использовать не более двух моделей. Участник соревнований имеет право на три зачетных полета по две попытки в каждом. Вторая попытка может следовать за первой или после полета моделей трех

участников. Если после 3 мин рабочего времени не начался зачетный полет, то это считается за попытку. Хронометрирование начинается с того момента, когда спортсмен положил ручку на вилку и модель прошла не менее двух полных кругов. Нормальная высота полета не более 3 м.

Зачетным временем считают значение двух равных результатов или среднее время, подсчитанное по трем результатам. Места, занятые участниками, определяют по лучшему результату, показанному в одном из трех полетов.

Контрольные вопросы. 1. Перечислите типы летательных аппаратов. 2. Из каких основных частей состоит самолет? 3. Какие фюзеляжи делают для моделей? 4. Назовите основные части крыла и элементы продольной и поперечной жесткости. 5. Какое оперение бывает у моделей? 6. Каково назначение шасси? Назовите типы шасси. 7. Как устроены модели планеров и самолетов? 8. На какие классы делятся модели самолетов? 9. Назовите пути уменьшения сил лобового сопротивления модели. 10. Как оценивается аэродинамическое совершенство модели? 11. Как определить тягу, необходимую для взлета модели? 12. Как определить дальность и время полета модели с резиновым двигателем? 13. Какими параметрами характеризуется воздушный винт? 14. Как подбирают винтомоторную группу? 15. Что понимают под устойчивостью и управляемостью модели? 16. Каков порядок вычерчивания профилей крыла, стабилизатора и киля? 17. Перечислите основные характеристики резинового двигателя. 18. Как подготовить компрессионный двигатель к работе и как его обкатать? 19. Расскажите о принципах регулировки модели самолета.

ГЛАВА 9

СУДОМОДЕЛИРОВАНИЕ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ СУДОВ И КОРАБЛЕЙ. ОСНОВНЫЕ СУДОВЫЕ УСТРОЙСТВА

Основным критерием классификации судов является их назначение, согласно которому различают две группы — гражданские суда и военные корабли. Кораблями иногда называют также крупные океанские пассажирские и грузовые суда.

Гражданские суда делятся на транспортные, вспомогательные, специальные, спортивные, технического назначения и др. Транспортные суда в свою очередь делятся на пассажирские и грузовые. К вспомогательным судам относятся ледокольные, буксирные, спасательные, лоцманские и некоторые другие. Специальными судами называют научно-исследовательские, учебные, пожарные и некоторые другие. К судам технического назначения относятся землесосы, землечерпалки, грузоотвозные баржи, доки, суда, предназначенные для прокладки подводного кабеля, ведения водолазных работ и др. Спортивные суда — это мелкие суда для водного туризма, прогулок и соревнований. Они бывают моторные, парусные и гребные.

Классифицируются суда и по другим признакам: по району плавания — морские, речные, смешанные; по типу двигателей — теплоходы, турбоходы, электроходы, атомоходы; по принципу удерживания у поверхности воды — водоизмещающие, аэродинамические, гидродинамические.

В современном военно-морском флоте корабли классифицируются в зависимости от физической среды, в которой они действуют, на подводные и надводные. По характеру решаемых задач они разделяются на группы: боевые корабли предназначены для ведения боевых действий, они составляют основу флота; вспомогательные служат для обеспечения сил флота в море; рейдовые и базовые корабли и плавучие средства предназначены для обеспечения сил флота на рейдах и в гаванях.

Военные корабли делятся на следующие классы: ракетные, торпедные, артиллерийские, противолодочные, противоминные, десантные и др.

Рассмотрим основные судовые (корабельные) устройства. К ним относятся рулевое, швартовное, якорное, шлюпочное, буксирное, спасательное устройства и др.

Рулевое устройство служит для удержания судна (корабля) на курсе и его поворота на ходу. Это устройство обычно представляет собой пластину (перо руля), которая может поворачиваться вокруг вертикальной оси. При отклонении руля от заданного положения на его поверхности возникают гидродинамические силы, смещающие судно с траектории установившегося движения. В зависимости от расположения пера руля относительно оси его вращения различают простые, балансирные и полубалансирные рули (рис. 120). От площади и формы рулей зависит маневренность и управляемость судна. Поворот руля осуществляется с помощью рулевого привода, который представляет собой механизм с червячной передачей и фиксирующим винтом.

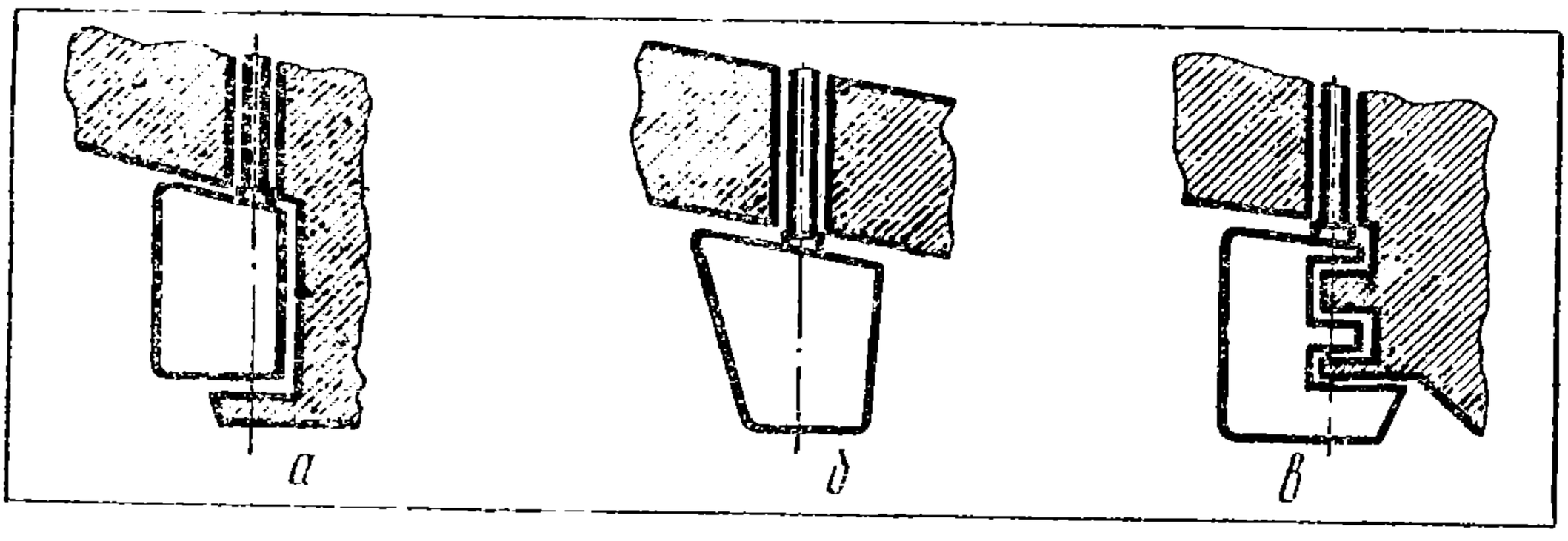


Рис. 120. Типы рулей:

а — простой; *б* — балансирный; *в* — полубалансирный.

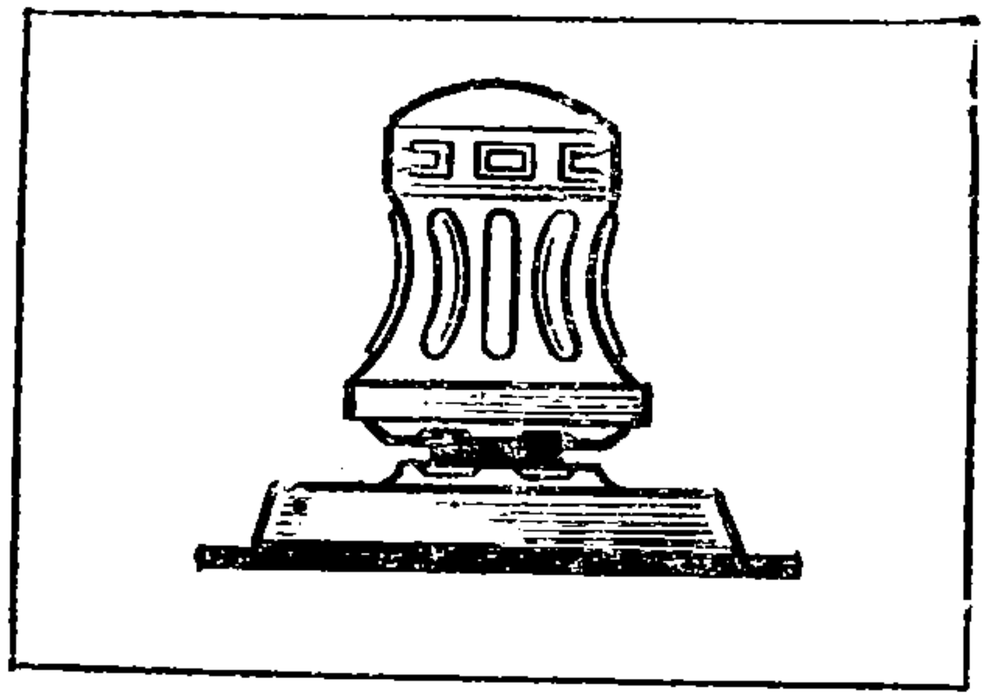


Рис. 121. Шпиль.

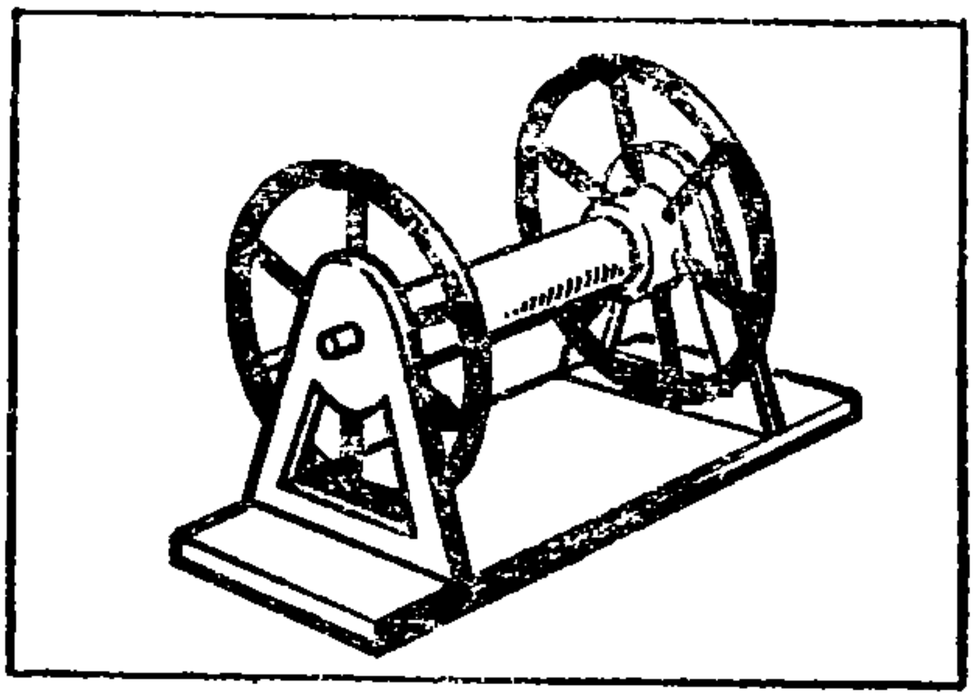


Рис. 122. Вьюшка.

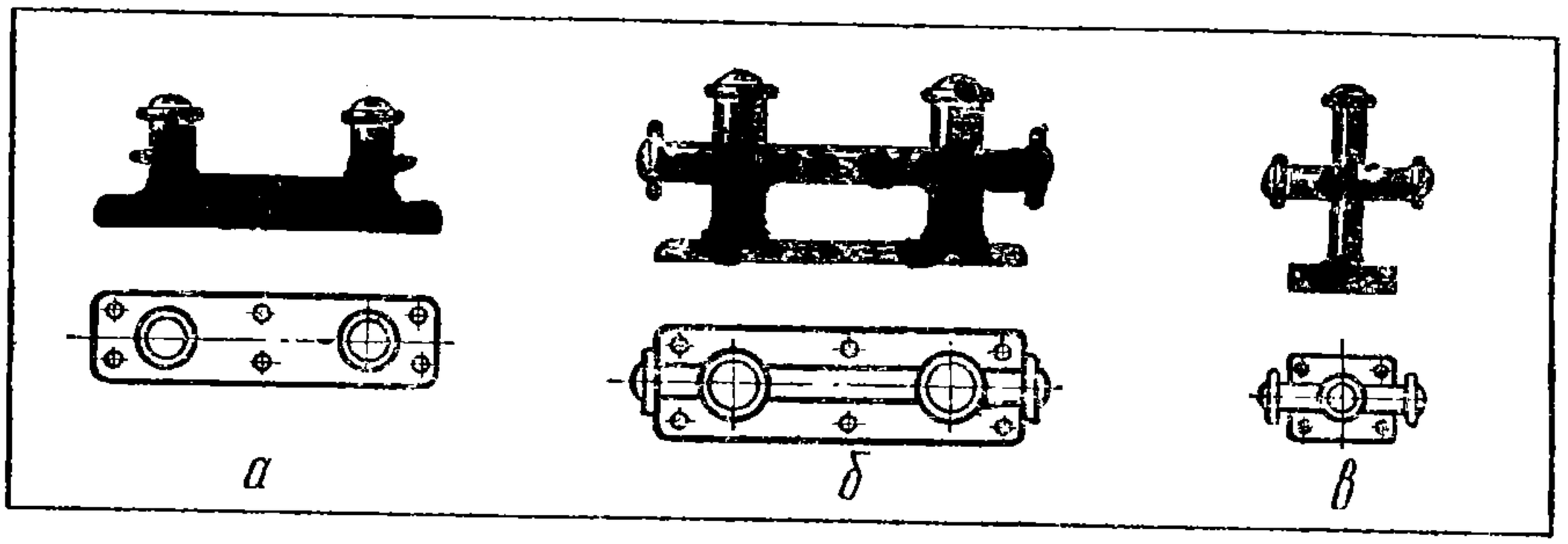


Рис. 123. Кнехты:

а — прямые; *б* — крестовые; *в* — одиночные крестовые.

Швартовное устройство предназначено для швартовки судна (корабля) к причалу или к стенке гавани в целях погрузки или выгрузки людей, материалов и т. п. В швартовное устройство входят шпили (рис. 121), вьюшки (рис. 122), кнехты (рис. 123), киповые планки (рис. 124), швартовные тросы. Шпили служат для выборки швартовов, поданных на берег, и для подтягивания корабля к стенке гавани. Швартовы подаются на берег через швартовный клюз, врезанный в борт на уровне верхней палубы. На судне, как правило, два шпиля и соответственно два клюза и два швартовных троса. Для укладки швартовных тросов, их отдачи или подтягивания служат вьюшки. Швартовные тросы, подаваемые с судна (корабля) на берег, закрепляют за кнехты. Их количество на различных судах и кораблях разное. Прежде чем

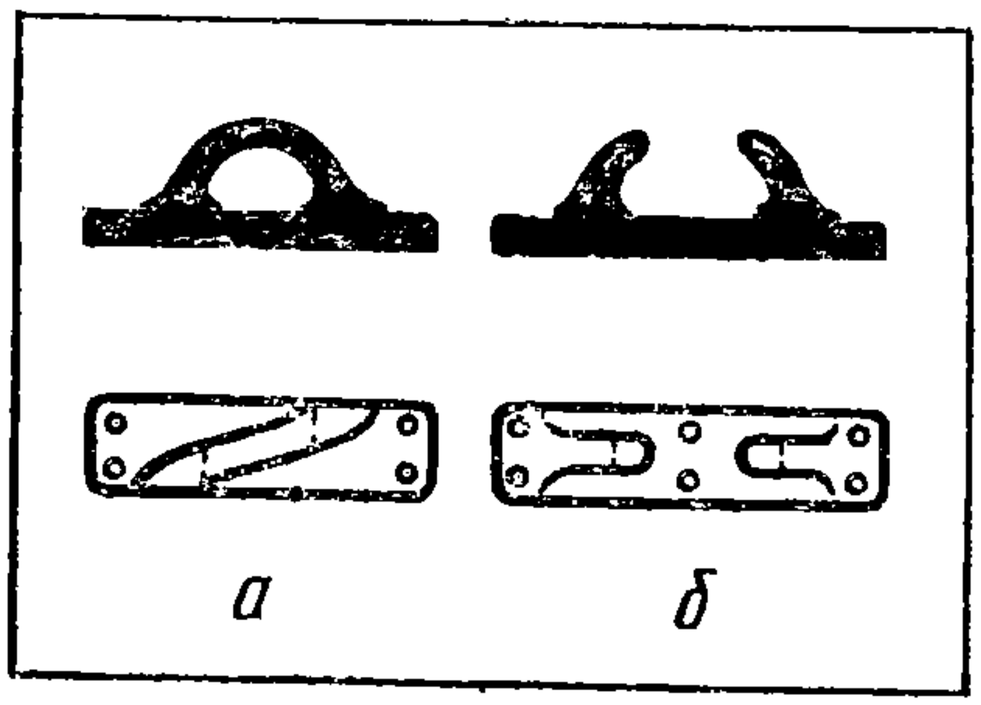


Рис. 124. Открытые киповые планки:

а — косая; *б* — прямая.

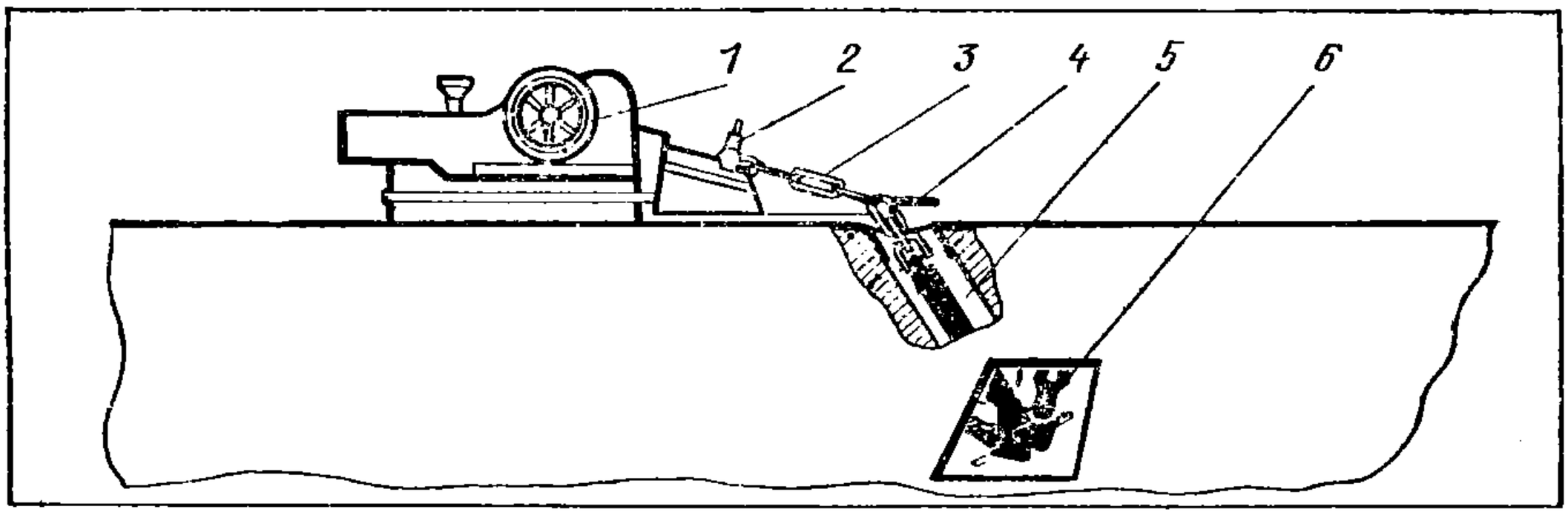


Рис. 125. Якорное устройство:

1 — брашпиль; *2* — фрикционный стопор; *3* — якорная цепь; *4* — крышка якорного клюза; *5* — якорный клюз с нишей; *6* — якорь.

закрепить швартовный трос за кнехты, его пропускают через киповые планки. В зависимости от типа судна (корабля) используют швартовные тросы из пеньки, джута, кокосовых пальм или стальные с пеньковым сердечником.

Якорное устройство (рис. 125) состоит из якоря, якорной лебедки (брашпиля или шпиля) для подъема и отдачи якорей, якорной цепи, стопора для удержания цепи на месте, клюзов, т. е. труб с закраинами для пропускания якорной цепи, цепного ящика и отрезка цепи с откидным гаком для крепления конца цепи к корпусу судна.

По конструкции якоря бывают с неподвижными лапами и со штоком адмиралтейского типа, с вращающимися лапами (Тротмана, Мартина), с вращающимися лапами без штока (якорь Холла, Матросова и др.) (рис. 126). В СССР наибольшее применение находят якорь Холла и якорь Матросова.

Якорная цепь состоит из отдельных звеньев, сделанных из металлического прутка, диаметр которого зависит от размеров и массы якоря. Из звеньев составляют смычки длиной около 20 м каждая, а смычки соединяют вместе в общую цепь дли-

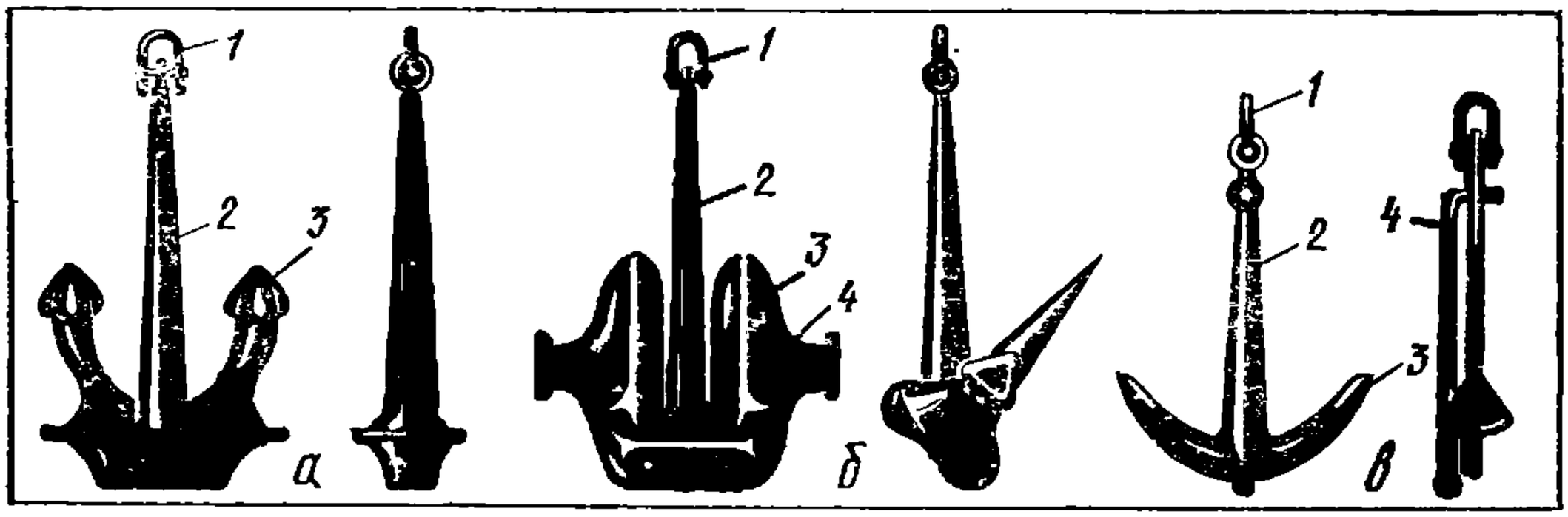


Рис. 126. Судовые якоря:

а — якорь Холла; *б* — якорь Матросова; *в* — адмиралтейский якорь; *1* — якорная скоба; *2* — веретено; *3* — лапа; *4* — шток.

ной около 200 м специальными скобами. Брашпиль (ручной, паровой или электрический) в отличие от шпиля имеет горизонтальный вал. Якорные клюзы усиливают борт в месте работы якорных цепей и якоря, предохраняют борт от повреждений и служат направляющими при отдаче и подъеме якоря. Для работы по уборке и отдаче якорей и их ремонту служат скоб-трапы.

Шлюпочное устройство предназначено для обеспечения связи с берегом или с другими судами (кораблями) при стоянке на рейде. В него входят шлюпки, кильблоки, шлюпбалки (рис. 127), ростры.

Корабельные шлюпки подразделяются на баркасы, полубаркасы, катера, вельботы, ялы и некоторые другие. Шлюпки устанавливаются на кильблоки — две деревянные подставки, вырезанные по форме днища шлюпки. Для спуска шлюпок на воду и их подъема служат шлюпбалки, представляющие собой стальные прямые или изогнутые балки с талями. Места, где устанавливаются шлюпки, называют ростpами.

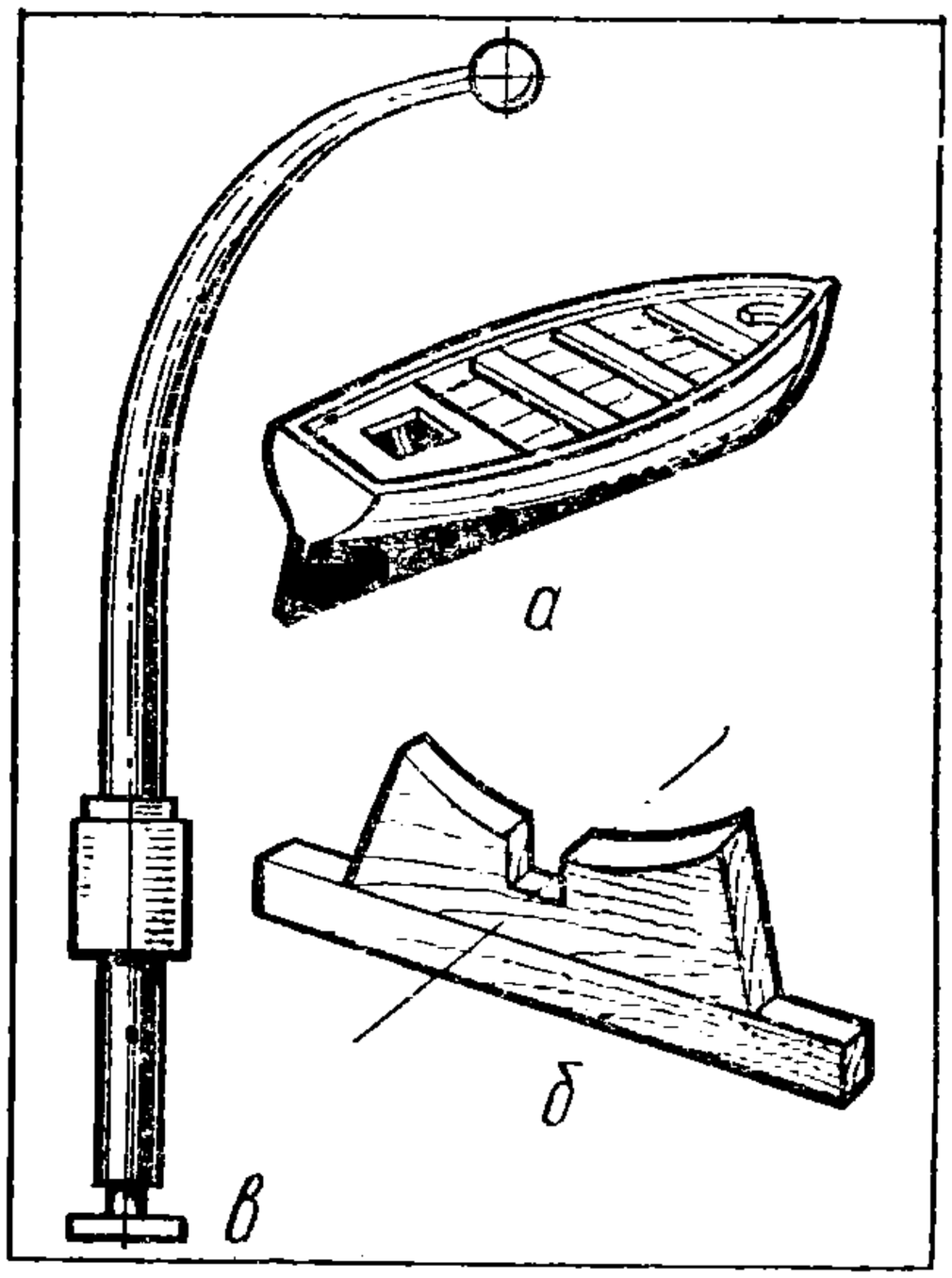


Рис. 127. Шлюпочное устройство:

а — деревянная шлюпка с транцевой кормой; *б* — кильблок; *в* — поворотная шлюпбалка.

Буксирное устройство состоит из буксирного гака, укрепленного на шарнире и перемещающегося на буксирной дуге, буксирных арок и серьги. Буксирный гак обеспечивает дистанционную отдачу троса.

Спасательное устройство включает в себя спасательные средства и приспособления для их крепления на судне и спуска на воду. Они бывают коллективного пользования (шлюпки, плоты, спасательные столы) и индивидуального (спасательные круги, жилеты).

§ 2. МОДЕЛИ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

При постройке моделей и на соревнованиях руководствуются Единой Всесоюзной классификацией моделей кораблей и судов [1]. В этой классификации для каждой группы моделей приводятся технические требования к типу двигателя, скорости модели, дальности плавания и т. д. (табл. 7).

[1] Правила соревнований по судомодельному спорту, ч. 1. М., 1977.

Таблица 7. Технические требования к моделям судов различных классов

Класс модели	Наименование модели	Технические требования		
		тип двигателя	скорость	дальность плавания, м
Группа А/В — скоростные кордовые модели				
А1	Свободно сконструированная модель с гребным винтом	ДВС, объем до 2,5 см³	Наибольшая возможная	500
А2	То же	ДВС, объем от 2,5 до 5 см³	То же	500
А3	То же	ДВС, объем от 5 до 10 см³	»	500
В1	Свободно сконструированная модель с воздушным винтом	ДВС, объем до 2,5 см³	»	500
Группа С — стендовые модели				
С1	Все виды моделей весельных и парусных судов	Без двигателя	—	—
С2	Модели судов с механическим двигателем	Любой механический	—	—
С3	Макеты сооружений	—	—	—
С4	Миниатюрные модели	—	—	—
Группа Д — ветровые (неуправляемые) модели яхт				
Д-М	Марблхэд	Парус	Наибольшая возможная	100
Д-10	Тернитер	Парус	То же	100
Д-Х	Свободно сконструированная модель	Парус	»	100
Группа Е — самоходные модели				
ЕН	Точная копия гражданских судов	Любой механический	Масштабная	50
ЕК	Точная копия военных кораблей	»	»	50
ЕЛ	Точная копия подводных лодок	»	»	50
ЕХ	Свободно сконструированная модель	»	Без ограничения	50
Группа Ф — управляемые модели				
Ф1-В2-5	Свободно сконструированная модель с гребным или воздушным винтом	ДВС, объем до 2,5 см³	Наибольшая возможная	Специальная дистанция
Ф1-В5	Свободно сконструированная модель с гребным винтом	ДВС, объем от 2,5 до 5 см³	То же	То же

Продолжение

Класс модели	Наименование модели	Технические требования		
		тип двигателя	скорость	дальность плавания, м
Ф1-В15	Свободно сконструированная модель с гребным винтом	ДВС, объем от 5 до 15 см³	Наибольшая возможная	Специальная дистанция
Ф1-Е1	Свободно сконструированная модель с гребным винтом общей массой до 1 кг	Электродвигатель	То же	То же »
Ф1-Есв 1 кг	То же, общей массой свыше 1 кг	»	»	
Ф2-А	Модель-копия для фигурного курса, длиной от 700 до 1100 мм	Любой механический	Время прохождения дистанции не более 7 мин	»
Ф2-В	То же, длиной от 1100 до 1700 мм	То же	То же	»
Ф2-С	То же, длиной от 1700 до 2000 мм	»	»	»
Ф3-Е	Свободно сконструированная модель с гребным винтом для скоростного фигурного курса	Электродвигатель	Наибольшая возможная	»
Ф3-В	То же, с гребным или с воздушным винтом для скоростного фигурного курса	ДВС	То же	»
ФСР-15	То же, с гребным винтом для длительных гонок	ДВС, объем до 15 см³	»	»
ФСР-25	То же (только бензиновые моторы с искровым зажиганием)	ДВС, объем до 35 см³	Наибольшая возможная	»
	Управляемые модели яхт			
Ф5-М	Марблхэд	Парус	Наибольшая возможная	Специальная дистанция
Ф5-10	То же, тернитер	»	»	»
Ф5-Х	То же, свободно сконструированная модель	»	»	»
Ф6	Модели для группового маневрирования	Любой механический	»	»
Ф7	Модели для выполнения специальных функций	То же	»	»

Классом модели называется принятое условное объединение типов моделей. Оно составлено по принципам классификаций кораблей Военно-Морского Флота СССР, судов морского и речного флота СССР.

Требования к моделям, которые необходимо учитывать при их постройке, приведены в «Правилах соревнований по судомодельному спорту».

§ 3. ГЛАВНЫЕ РАЗМЕРЕНИЯ МОДЕЛИ СУДНА (КОРАБЛЯ). МОРЕХОДНЫЕ КАЧЕСТВА МОДЕЛИ

Под главными размерениями как судна (корабля), так и модели понимается длина L, ширина B, высота борта H, осадка T. При этом различают длину и ширину расчетные $L_р$, $B_р$ и наибольшие $L_{нб}$, $B_{нб}$ (рис. 128). Расчетную длину и ширину для военного корабля определяют на уровне конструктивной ватерлинии (КВЛ). Для гражданских судов конструктивной ватерлинией является грузовая ватерлиния (ГВЛ) — линия, до которой погружается судно при его полной загрузке.

Высотой борта (H) называется расстояние от нижней точки киля до верхней водонепроницаемой палубы. Осадка (T) — это величина погружения подводной части корпуса судна, измеренная от плоскости грузовой или конструктивной ватерлинии до самой нижней точки киля.

Для каждого типа судов (кораблей) соотношения L/B, B/T и H/T выбираются по справочникам. Этих соотношений следует придерживаться и при постройке моделей кораблей и судов. В противном случае модель может быть не допущена к соревнованиям.

При проектировании модели корабля или судна по прототипу, главные размерения которого известны, можно подсчитать размерения модели и другие параметры. На основе принципа механического подобия установлено, что все линейные размеры модели по отношению к прототипу должны быть уменьшены в масштабное число раз λ. По этому принципу пересчитывают и размеры надстроек, мачт и других деталей.

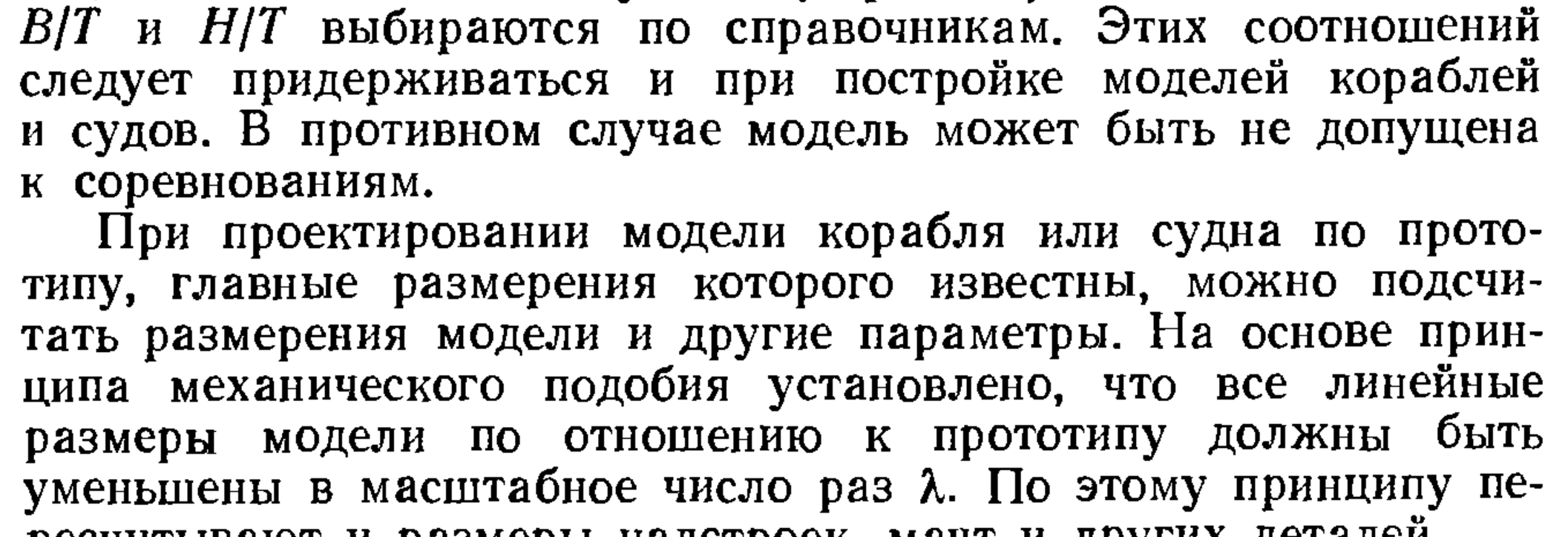


Рис. 128. Главные размерения судна

Скорость модели определяется по формуле, м/с:

$$v_м = 0{,}514 v_c / \sqrt{\lambda},$$

где v_c — скорость судна (корабля), уз (1 уз = 1,852 км/ч = = 0,514 м/с);

λ — масштабное число.

Согласно принципу механического подобия частота вращения гребного винта модели определяется следующим образом, $с^{-1}$:

$$n_м = n_c \sqrt{\lambda},$$

где n_c — частота вращения гребного винта судна прототипа, $с^{-1}$.

Для определения мощности двигателя модели используют формулу, Вт:

$$N_м = N_c / \lambda^{3,5},$$

где N_c — мощность двигателя (двигателей) судна прототипа, Вт.

При пересчете площадей (в частности, площади парусов) с прототипа на модель используется следующее соотношение, $м^2$:

$$S_м = S_c / \lambda^2,$$

где S_c — площадь конкретной детали судна прототипа, $м^2$.

Известно, что сила тяжести судна, плавающего на поверхности воды, равна весу воды, вытесненной подводной частью судна (корабля). В судостроении силу тяжести судна обозначают буквой D и называют весовым водоизмещением. Объем вытесненной судном воды, равной объему погруженной части судна, обозначают буквой V и называют объемным водоизмещением. Весовое водоизмещение определяется по формуле, Н:

$$D = \gamma V,$$

где γ — удельный вес воды, $н/м^3$;

V — объем подводной части судна, $м^3$.

Выражение $D = \gamma V$ называется уравнением плавучести и является основным для судостроения.

Для определения весового водоизмещения нужно вычислить объемное водоизмещение. Корпуса судов имеют форму, ограниченную криволинейными поверхностями. Поэтому объем подводной части для каждой группы судов определяется как часть объема параллелепипеда, описанного около подводной части корпуса, или, как говорят, имеет свой коэффициент полноты водоизмещения δ (рис. 129):

$$\delta = V/(LBT),$$

где V — объемное водоизмещение;

L, B, T — соответственно наибольшие длина, ширина и

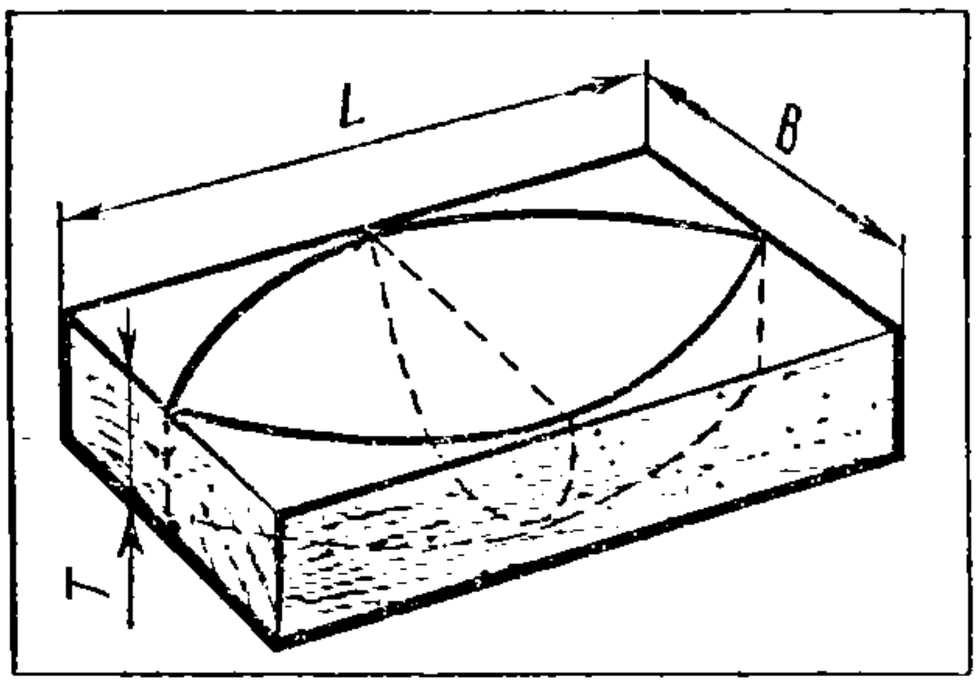


Рис. 129. Коэффициент полноты водоизмещения.

осадка подводной части корпуса.

Коэффициент δ дается в справочниках для различных судов и кораблей. Следует заметить, что чем быстроходнее судно, тем меньше коэффициент, например у эсминцев он равен 0,40—0,54, а у самоходных барж — 0,85—0,90.

Весовое водоизмещение модели определяется из следующего соотношения:

$$D_м = D_с/\lambda^3,$$

где $D_с$ — весовое водоизмещение судна (корабля) прототипа.

Чтобы правильно построить модель, необходимо знать ее мореходные качества. К мореходным качествам модели, как и судна-прототипа, относятся плавучесть и запас плавучести, остойчивость, непотопляемость, ходкость, маневренность, устойчивость на курсе и управляемость.

Плавучесть — основное мореходное качество модели — это ее способность плавать на воде. Мерой плавучести служит водоизмещение, которое моделист должен рассчитать сразу при разработке теоретического чертежа.

Под запасом плавучести понимают объем надводной части корпуса модели от конструктивной (грузовой) ватерлинии до верхней водонепроницаемой палубы. Запас плавучести обеспечивается изготовлением водонепроницаемого корпуса с поперечными или продольными непроницаемыми перегородками. Для непотопляемости модели отсеки иногда заполняют пенопластом.

Остойчивость — это способность модели возвращаться в положение «на ровный киль» после прекращения действия сил, создающих крен. Под плаванием судна в положении «на ровный киль» понимают его вертикальное положение без крена на борт или дифферента (наклона) на нос или корму. Поясним это понятие. Согласно закону Архимеда на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной воды. Эту выталкивающую силу, действующую, в частности, на модель, называют силой поддержания или силой плавучести F. Она приложена в центре тяжести объема вытесненной судном воды и направлена вертикально вверх (рис. 130, *а*). Точка приложения этой силы носит название центра величины (*ЦВ*).

Для равновесия модели, стоящей на воде, необходимо, чтобы центр тяжести модели *ЦТ* и центр величины *ЦВ* были на одной общей прямой (рис. 130, *а*). Если судно под влиянием

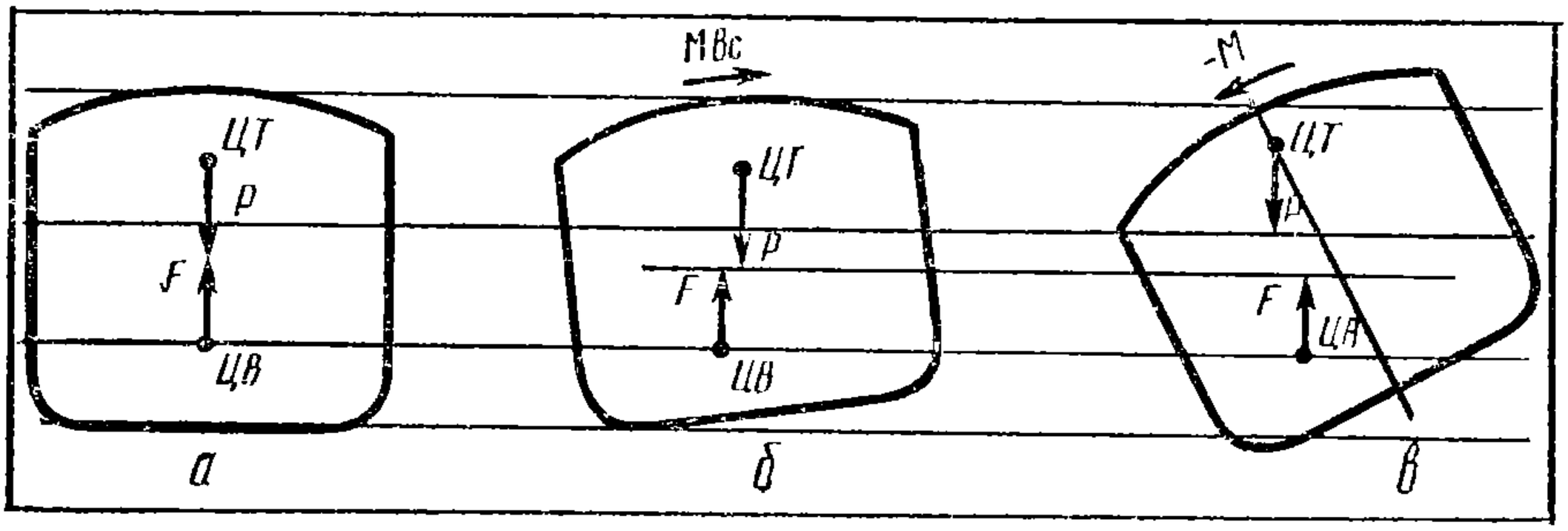


Рис. 130. Условия остойчивости:

а — равновесие модели; *б* — возникновение восстанавливающего момента; *в* — возникновение опрокидывающего момента.

внешних сил начало крениться, то нарушено необходимое условие равновесия (рис. 130, *б*). В этом случае создается кренящий момент $M_{кр}$. Однако с появлением крена объем подводной части изменяет свою форму. С изменением объема подводной части изменяется и положение точки *ЦВ*. Она всегда смещается в сторону накрененного борта. Чтобы равновесие модели было устойчивым, точки *ЦТ* и *ЦВ* должны располагаться так, чтобы возникал восстанавливающий момент $M_{вс}$. Это осуществимо только при относительно малых углах крена и при достаточно низком расположении центра тяжести. Если же центр тяжести будет расположен высоко (рис. 130, *в*), то возникает опрокидывающий момент — *М*.

Моделисту это положение важно иметь в виду. Поэтому при изготовлении модели грузы и балласт надо располагать так, чтобы центр тяжести был как можно ниже.

Ходкость — это способность модели развивать определенную скорость при заранее рассчитанной мощности двигателей. Скорость движения модели зависит от сопротивления воды, работы движителей, мощности двигателя, состояния поверхности водоема и от других причин. Для уменьшения расхода энергии и увеличения скорости поверхность корпуса модели следует тщательно отделывать, а сам корпус должен иметь плавные обводы.

Маневренность (поворотливость) — это способность модели изменять курс своего движения при помощи руля или специальных устройств. Маневренность модели тем лучше, чем меньше ее длина и больше ширина, меньше осадка и больше площадь пера руля. Это качество особенно важно учитывать при изготовлении радиоуправляемых моделей, которые обычно строят широкими и короткими (модели буксиров, катеров и т. п.).

Устойчивость на курсе — способность модели сохранять направление своего движения, т. е. держаться на курсе при руле, закрепленном в среднем положении. Устойчивость модели на

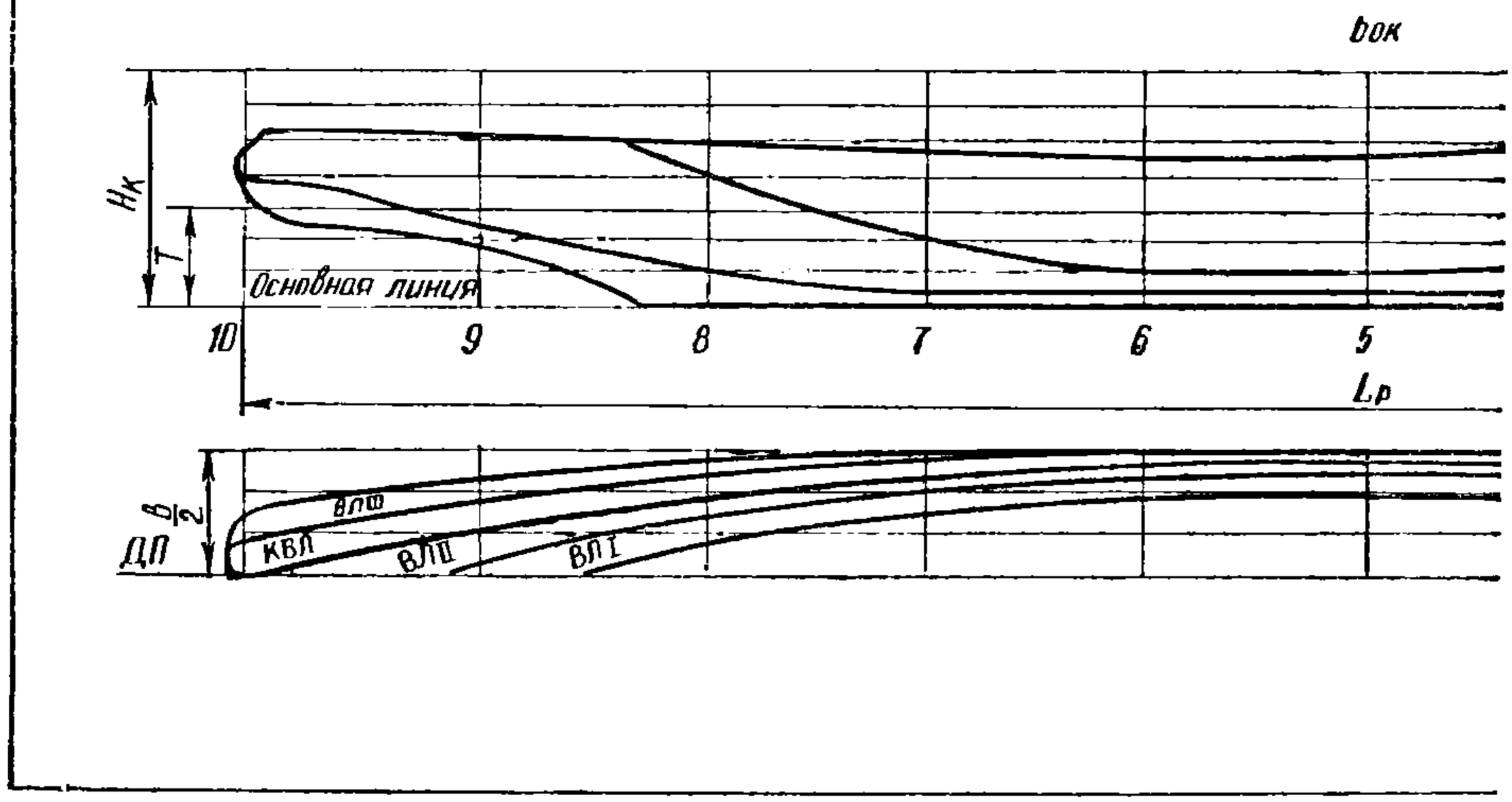


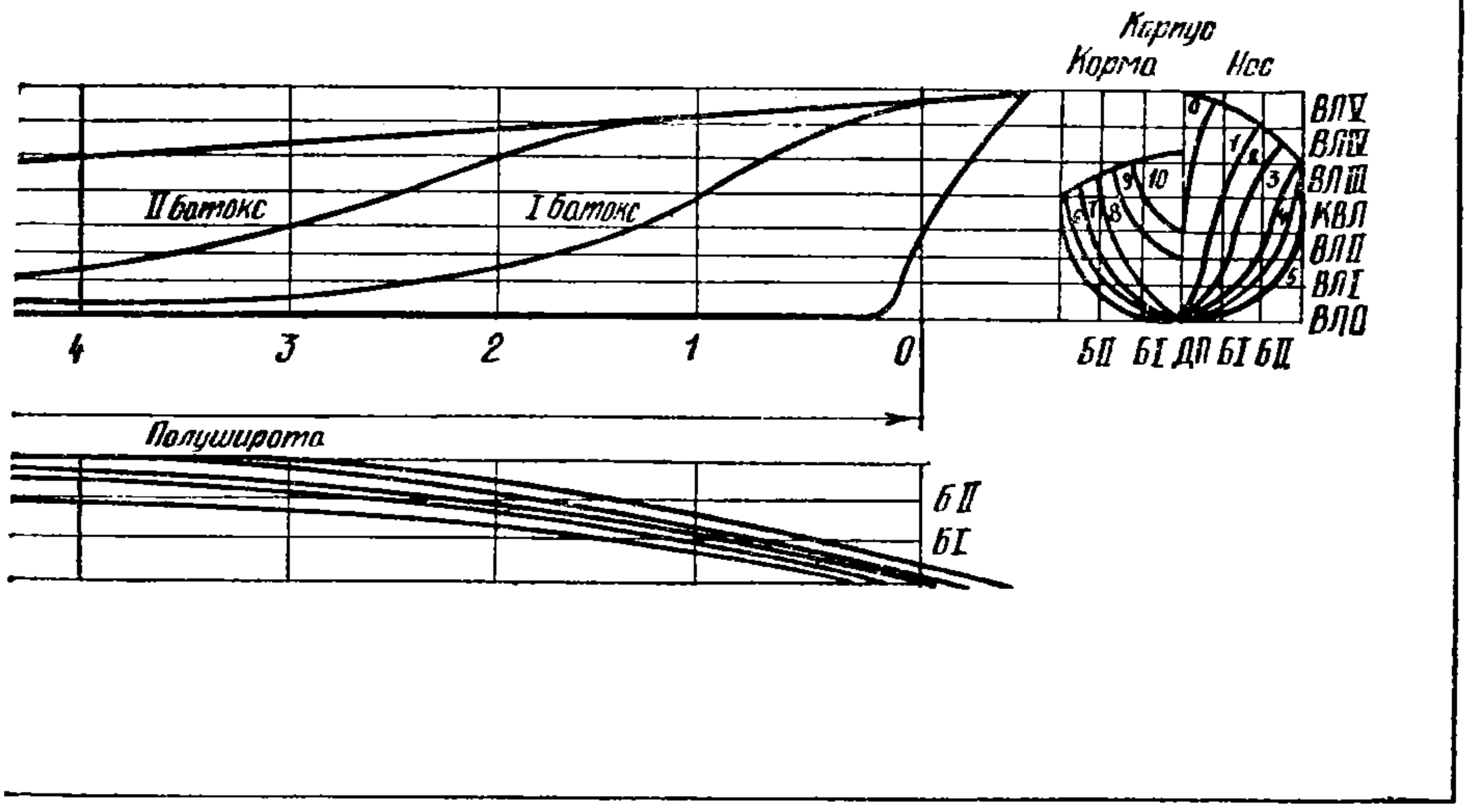
Рис. 131. Теоретический

курсе будет тем лучше, чем длиннее и уже модель, глубже ее осадка, больше площадь пера руля. Следует также иметь в виду, что устойчивость будет плохой, если обводы корпуса модели несимметричны относительно диаметральной плоскости и если несимметрично по отношению к ней расположены гребные валы и гребные винты. Устойчивость и управляемость модели на курсе снижается при разных диаметрах и шаге гребных винтов, а также в том случае, если ось пера руля несимметрична по отношению к гребным винтам или перо руля наклонено относительно диаметральной плоскости.

§ 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЧЕРТЕЖ МОДЕЛИ СУДНА

Теоретический чертеж — это чертеж, на котором в уменьшенном масштабе изображены очертания поперечных, продольно-вертикальных и горизонтальных сечений корпуса модели судна (корабля). Чертеж дает полное и точное представление об обводах корпуса и позволяет измерить все необходимые для его постройки размеры. На теоретическом чертеже в отличие от конструктивного не показана действительная конструкция, а даны лишь ее внешние контуры.

Теоретический чертеж выполняется в трех проекциях: главный вид (бок судна), вид сверху (полуширота) и вид справа, с носа судна (корпус) (рис. 131). На главном виде изображают продольно-вертикальные сечения корпуса (они называ-



чертеж модели.

ются батоксами), на виде сверху — продольно-горизонтальные сечения (теоретические ватерлинии), на виде справа — поперечные сечения корпуса (теоретические шпангоуты). Шпангоут, расположенный посредине длины модели судна, называется мидель-шпангоутом. Он, как правило, самый широкий.

Зная форму всех этих сечений, по ним выполняют шаблоны для точного изготовления корпуса с плавными и гладкими обводами. Поскольку корпус судна всегда симметричен по отношению к средней продольной вертикальной плоскости, называемой диаметральной плоскостью (*ДП*), то поперечные и горизонтальные сечения также симметричны относительно этой плоскости. Поэтому на теоретическом чертеже изображают только одну половину каждого из этих сечений (за исключением продольно-вертикальных сечений, которые приводят полностью).

На теоретическом чертеже все сечения нумеруют: шпангоуты — по направлению от носа к корме (*0, 1, 2, 3*...); батоксы — от диаметральной плоскости к борту (*БI, БII, БIII*...); ватерлинии снизу вверх (*ВЛ0, ВЛI, ВЛII*...). Расстояния между двумя соседними теоретическими шпангоутами, называемые шпациями, делают равными. Число шпангоутов для корпусов моделей с относительно сложными обводами бывает 21 или 11. Для несложных корпусов число шпангоутов может быть меньше 5—7. Число ватерлиний на теоретическом чертеже принимают, как правило, равным 6—8, число батоксов — 2—3.

Прежде чем приступать к вычерчиванию теоретического чертежа, нужно выбрать конкретное судно, определить его главные размерения, весовое и объемное водоизмещение (коэффициент полноты обводов корпуса найти по справочнику); пользуясь справочной или учебной литературой, определить тип очертаний теоретических шпангоутов, горизонтальных, носовых и кормовых очертаний.

§ 5. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСОВ МОДЕЛЕЙ

Изготовление корпуса модели — один из самых сложных и ответственных этапов ее создания. От качества корпуса во многом зависят ходовые качества модели: остойчивость и устойчивость на курсе, плавучесть, ходкость и др. К корпусу ходовых моделей предъявляют следующие требования: соответствие чертежу, пропорциональность масштабу (по размерам и массе), прочность, водонепроницаемость, высокое качество отделки.

Корпуса моделей можно изготовить из различных материалов и разными способами. В основном в моделировании используют корпус, долбленный из целого бруска древесины или из склеенных досок, наборный, паянный из жести, корпус из стеклоткани. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

Долбленный корпус из целого бруска древесины. Такой корпус целесообразно делать для небольших самоходных и для настольных моделей. В качестве материала лучше всего использовать хорошо просушенные бруски липы, осины, ольхи, тополя, вербы. Выбранный брусок обрабатывают по размерам, соответствующим наибольшей длине, ширине и высоте модели. Затем на одной из сторон проводят следующие линии (рис. 132): диаметральной плоскости, палубы и нулевого батокса, а также контура транца (плоский срез кормы у кораблей, судов, яхт, швертботов). После этого проводят линии шпангоутов по палубе, днищу и бокам (на основе теоретического чертежа). Обработку корпуса начинают с обрезки по носовой и кормовой оконечностям и по контуру палубы. Для этого можно использовать выкружную пилу, топор, стамески. Окончательную обработку ведут рубанком, стамесками, напильниками и шлифовальной шкуркой, постоянно контролируя обводы с помощью шаблонов шпангоутов, которые заранее вырезают по теоретическому чертежу из фанеры и соответственно нумеруют.

Перед долблением на палубу наносят рейсмусом линии толщины бортов и фальшборта (фальшборт — продолжение борта выше открытой верхней палубы; он служит ограждением, предохраняющим от падения за борт). Долбление во внутреннем объеме осуществляется полукруглыми стамесками от кормы и носа к середине. Для облегчения процесса долбления

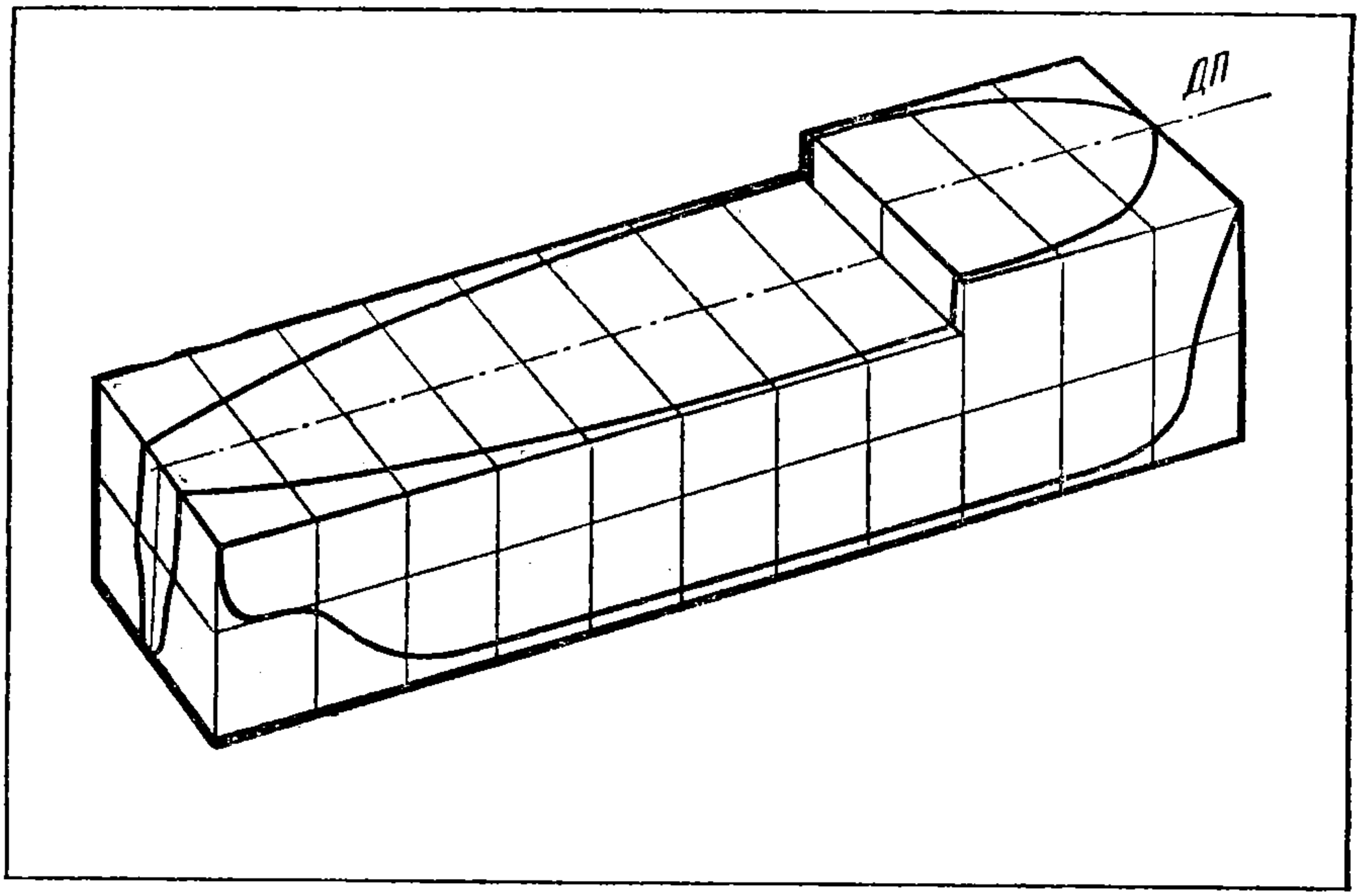


Рис. 132. Разметка заготовок для корпуса.

внутреннюю часть бруса можно высверлить. После обработки корпуса его грунтуют, шпатлюют и красят.

Более прочным будет корпус, изготовленный из склеенных «в пакет» досок. Для этого берут подходящие по размерам сухие доски толщиной 10—20 мм и остругивают. Затем на склеиваемые поверхности наносят ровным слоем клей, доски собирают «в пакет», зажимают струбцинами и сушат. Дальнейшая технология обработки такого «пакета» аналогична вышеописанной.

Наборный корпус. Наборный корпус может быть рекомендован практически для всех видов ходовых моделей. Изготовить его можно несколькими способами. Рассмотрим наиболее распространенный из них. Сначала изготавливают доску-стапель, обрабатывая ее фуганком. На стапеле проводят линию диаметральной плоскости (*ДП*) и разбивают на шпации согласно теоретическому чертежу. Затем с проекции «Полуширота» на фанеру толщиной 2—3 мм перечерчивают контуры палубы и вырезают лобзиком. На выпиленной палубе намечают линии диаметральной плоскости и места установки шпангоутов и делают вырезы по бортам для их установки. Палубу устанавливают на стапеле. Если согласно чертежу ей необходимо придать продольный прогиб, под нее подкладывают деревянные брусочки, размеры которых берут с теоретического чертежа, вид сбоку. Затем приступают к изготовлению шпангоутов и килевой рамы. Для этого линии шпангоутов с

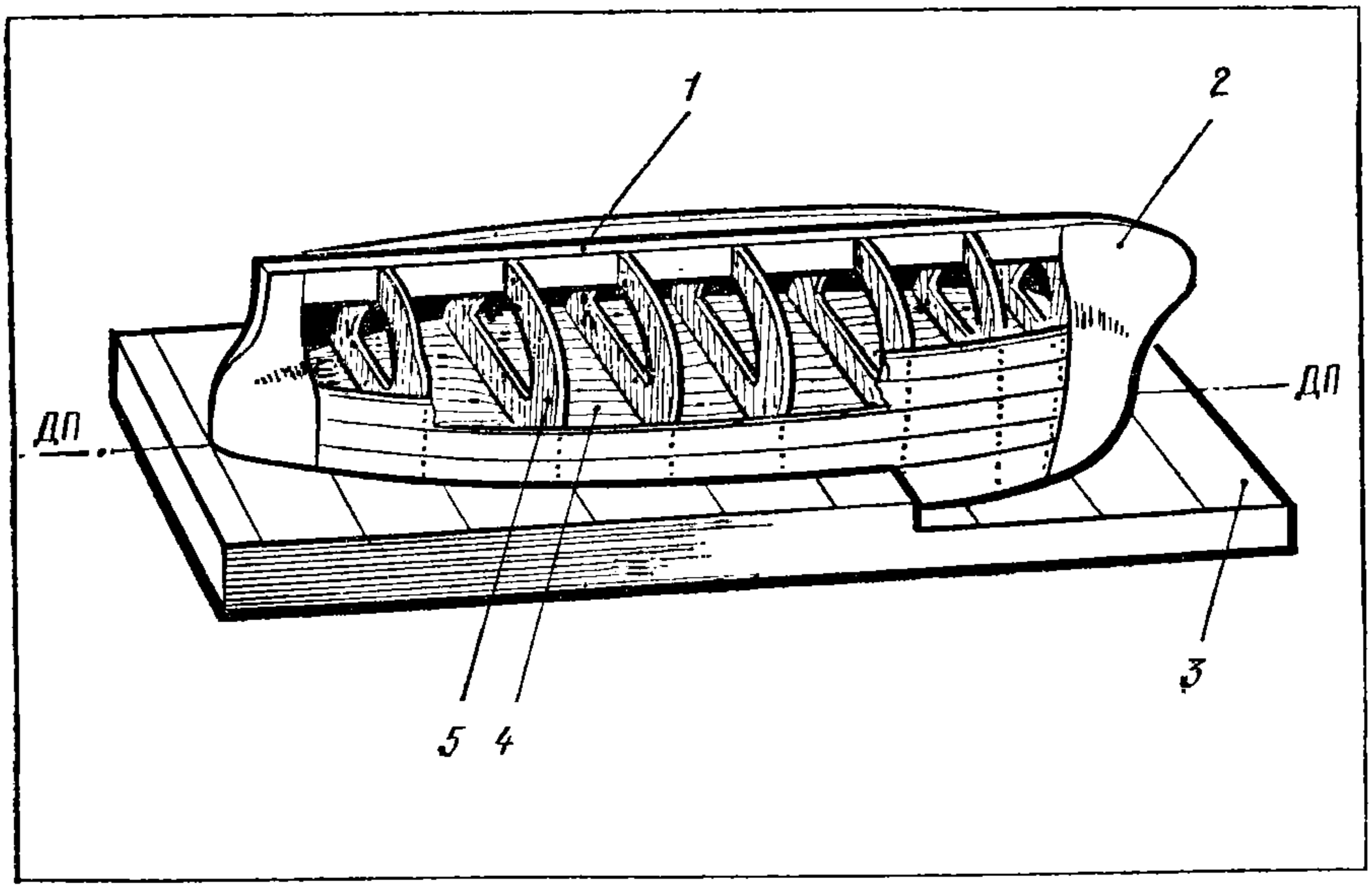


Рис. 133. Изготовление наборного корпуса модели:

1 — килевая рама; *2* — бобышка; *3* — стапель; *4* — палуба; *5* — шпангоуты.

помощью кальки или копировальной бумаги переносят на фанеру с теоретического чертежа (проекция «Корпус»), а линии килевой рамы — с проекции «Бок» и выпиливают лобзиком. Чтобы не перепутать шпангоуты, их необходимо пронумеровать. На килевой раме размечают места установки шпангоутов и делают пропилы по их толщине на глубину 2—3 мм. В шпангоутах также делают пропилы в верхней части для постановки в палубные вырезы и в нижней части — для установки килевой рамы (рис. 133). В носу и корме корпуса устанавливают бобышки из мягкой древесины и обрабатывают по профилю корпуса.

После выполнения данных операций приступают к предварительной сборке корпуса. Для этого все шпангоуты вставляют в палубные пазы и скрепляют килевой рамой (рис. 134). Затем накладывают на шпангоуты стрингеры (продольная связь набора корпуса судна, идущая по всей его длине и обеспечивающая продольную прочность корпуса) и размечают места их установки. После этого набор разбирают и выпиливают в шпангоутах и бобышках пазы для укладки стрингеров. Далее с помощью гвоздиков и клея закрепляют все стрингеры, предварительно вклеив шпангоуты в килевую раму и палубу. После высыхания наборный корпус снимают со стапеля, зачищают напильником и промазывают снаружи нитроклеем.

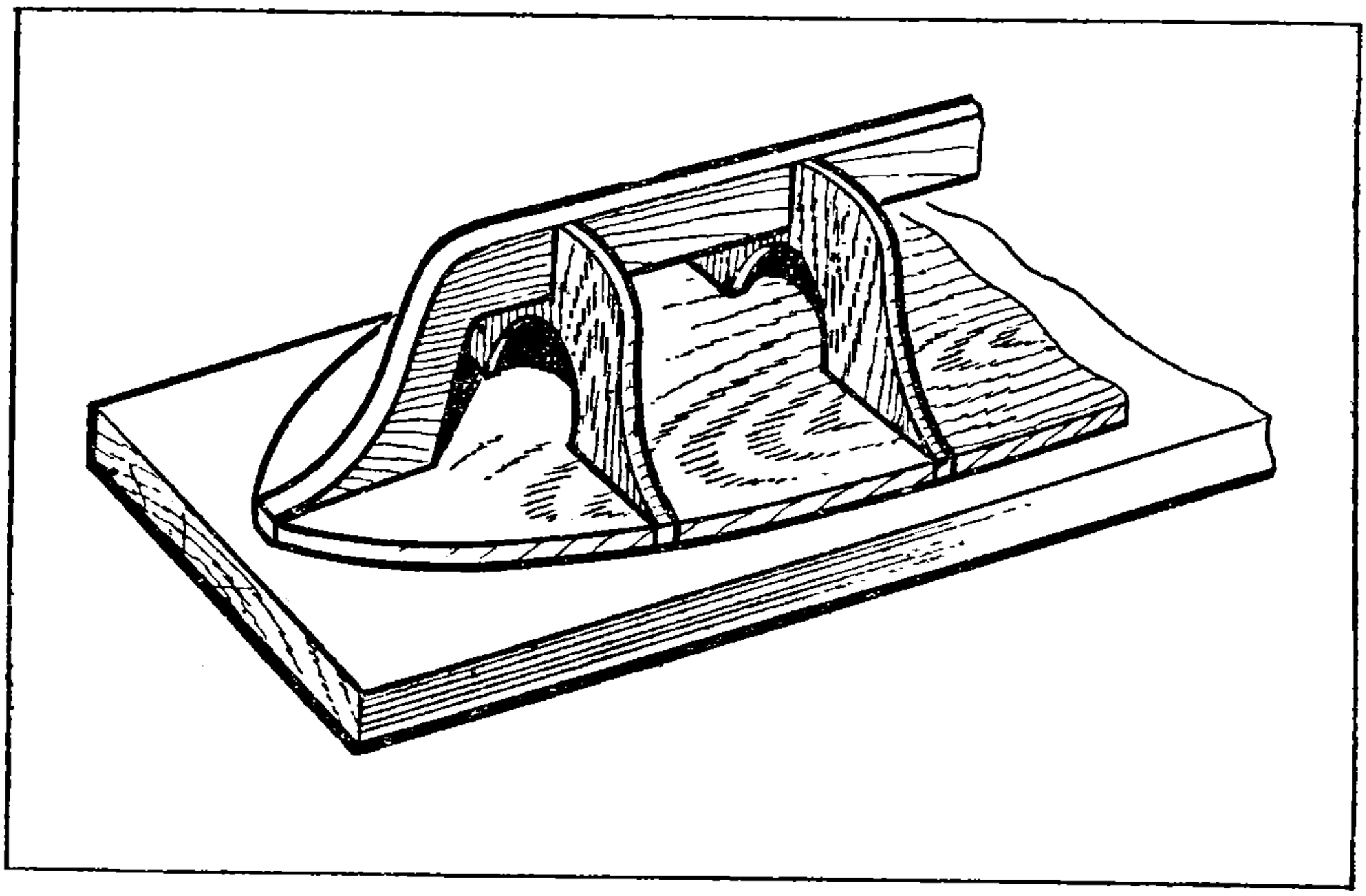


Рис. 134. Соединение шпангоутов с килевой рамой и палубой.

Для обшивки корпуса лучше всего использовать фанеру или рейки от ящиков для авиационных посылок (толщина 1—1,5 мм). Выкраивать листы фанерной обшивки следует сразу для двух бортов. Для придания фанере или рейкам эластичности их распаривают. Листы (рейки) обшивки приклеивают к корпусу водостойким клеем и прибивают гвоздиками. После того как корпус просохнет, его обрабатывают напильниками и шлифовальной шкуркой, а затем промазывают 2—3 раза нитроклеем, чтобы к нему прочнее пристала нитрошпатлевка.

Корпус из стеклоткани. По сравнению с долбленым или наборным корпус из стеклоткани имеет ряд преимуществ: процесс изготовления менее трудоемок, корпус получается намного легче, не боится влаги. Для изготовления корпуса из стеклоткани необходима болванка, которую обрабатывают по чертежу. Процесс изготовления болванки аналогичен описанному для корпуса из целого бруска древесины или из склеенных досок, но без выдалбливания внутреннего объема.

Перед тем как приступить к выклеиванию корпуса из стеклоткани, болванку необходимо изолировать разделительным слоем, с тем чтобы к ней не приклеилась стеклоткань. Для этого можно использовать разогретый парафин, разведенный керосином, или мастику для натирания полов. Болванку устанавливают на подставке между двумя деревянными брусками и прибивают к ним у кормы и носа гвоздями, чтобы ее можно было вращать при выклеивании стеклотканью. Выклеивают

корпус полиэфирной смолой ПН-1 или эпоксидными смолами ЭД-5 и ЭД-6 (см. гл. 6, § 4). После полного затвердевания состава корпус обрабатывают напильником и шлифовальной шкуркой, а затем шпатлюют. При обработке корпуса напильником и шкуркой поверхность желательно смачивать водой, так как эпоксидная пыль вредна для легких. После обработки корпуса шкурками и шпатлевания его снимают с болванки, предварительно аккуратно обрезав излишки стеклоткани. Для увеличения прочности в корпус вклеивают несколько переборок. Эпоксидной смолой приклеивают палубу, сделав в ней вырезы для монтажа деталей винтомоторной группы.

§ 6. ТИПЫ ДВИГАТЕЛЕЙ И ДВИЖИТЕЛЕЙ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ СУДОВ

На самоходных моделях судов и кораблей в настоящее время устанавливают двигатели различных типов, которые приводят во вращение движитель (в большинстве случаев гребной или воздушный винт). В основном используют резиновые двигатели, электродвигатели, двигатели внутреннего сгорания, иногда устанавливают паровые машины, паровые турбины, реактивные двигатели. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Тип двигателя моделисту следует выбирать исходя из размеров, водоизмещения и скорости модели. Например, нецелесообразно применять на моделях подводных лодок, рассчитанных на погружение, какие-либо тепловые двигатели. На моделях же глиссирующих судов рациональнее использовать микродвигатели внутреннего сгорания, так как масса этих двигателей, отнесенная к единице мощности, относительно небольшая.

Резиновый двигатель — самый простой механический двигатель, применяемый для модели судов (кораблей). В целях увеличения продолжительности действия часто соединяют два и более моторов с помощью зубчатых колес.

Электрические двигатели наиболее удобны для установки на самоходные модели судов и кораблей. Наиболее распространены электродвигатели типа МУ-30, МУ-50, МУ-100. Энергию двигатели получают от малогабаритных аккумуляторов (серебряно-цинковых, типа СЦС, или кадмиево-никелевых, типа КНГ и НКГ) или от батареек типа «Планета» и др. Если возникает необходимость повысить напряжение батареек и их емкость, то их соединяют соответствующим образом в группы. На небольших моделях можно устанавливать микроэлектродвигатели типа ДПМ-20-Н1-04 с рабочим напряжением 6В. В корпусе модели электромоторы устанавливают на деревянную бобышку с выемкой по форме мотора и закрепляют шурупами за лапки металлических хомутов.

Двигатели внутреннего сгорания применяют на скоростных кордовых моделях, на глиссерах и т. п. Подготовка их к работе и состав топлива описаны в гл. 8, § 7.

Чтобы модель могла двигаться с заданной скоростью, к ней необходимо приложить усилие, преодолевающее сопротивление воды. Для этого существует несколько видов движителей: парус, гребное колесо, воздушный винт, гребной винт, водометный движитель.

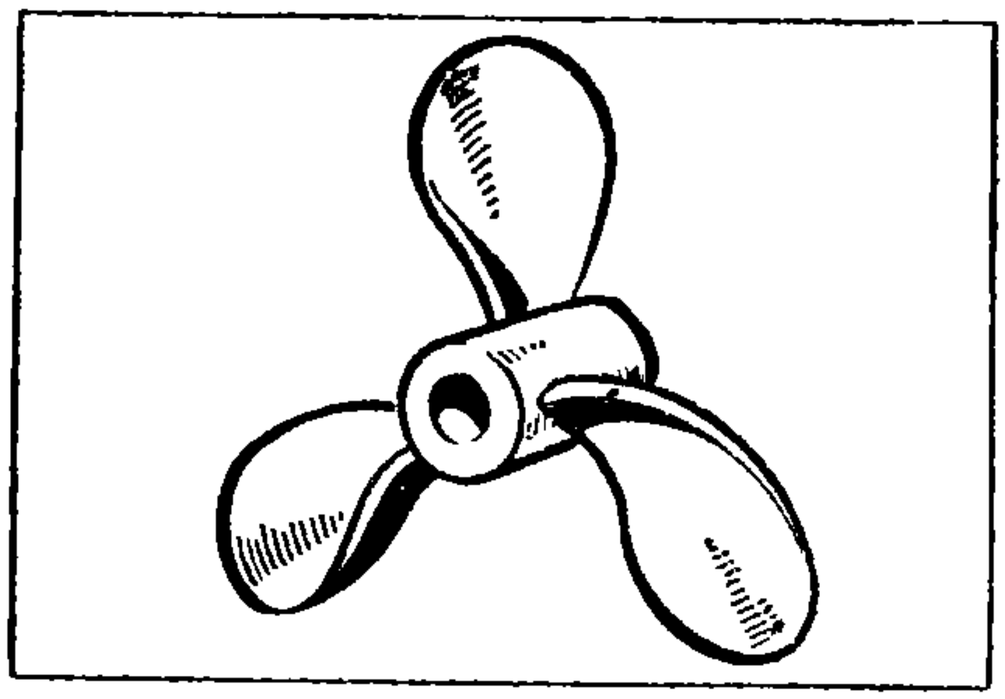


Рис. 135. Гребной винт.

Самым распространенным и эффективным является *гребной винт*. Винт представляет собой цилиндрическую ступицу, на которой радиально, на равных расстояниях, расположены лопасти (рис. 135). Современные гребные винты имеют от двух до шести лопастей. На моделях в основном ставят винты с двумя или тремя лопастями. Часть лопасти, примыкающую к ступице, называют корнем, а наиболее удаленную от оси вращения точку — концом лопасти. Боковую кромку лопасти, которая входит в поток при вращении винта на передний ход, называют входящей, а противоположную — выходящей. Поверхность лопасти винта, обращенную к корме судна, называют нагнетающей, а поверхность, обращенную к носу,— засасывающей.

Лопасти при вращении захватывают воду и отбрасывают ее в сторону, противоположную движению судна. В то же время на лопасти винта действует реактивная сила, которая движет судно с определенной скоростью.

В зависимости от типа и назначения судна применяют винты с различными профилями сечения лопастей. Для моделей чаще всего используют винты с сегментными, авиационными и клинообразными сечениями лопастей, с острой входящей и тупой выходящей кромками (рис. 136). Наиболее распространен винт с плоско-выпуклым профилем сечения лопастей эллиптической формы с постоянным шагом.

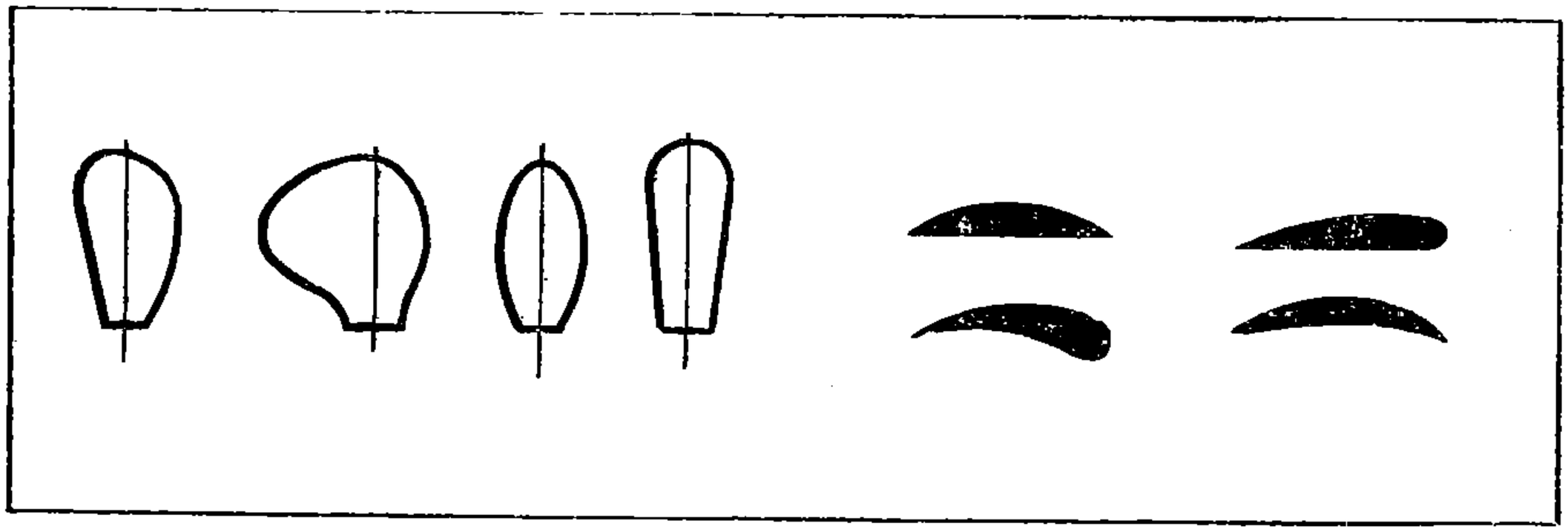


Рис. 136. Формы профилей и сечения лопастей.

Гребной винт характеризуют диаметр винта D, число лопастей z, площадь круга, описываемая гребным винтом A, диаметр ступиц d_c, суммарная площадь спрямленной поверхности всех лопастей A_c, геометрический шаг гребного винта h_z.

Под геометрическим шагом гребного винта понимают расстояние, на которое переместился бы гребной винт за один полный оборот в твердой неподатливой среде. В воде винт проходит меньшее расстояние, так как вода является податливой средой. Это расстояние называется действительным шагом или поступью гребного винта.

При расчете гребных винтов важно правильно выбрать шаговое отношение винта p, которое определяется по формуле:

$$p = h_z/D.$$

Это отношение выбирается в пределах 0,4—3,0. Для самоходных моделей p равно 0,4—0,7, а для кордовых — 2,6—2,9.

Одной из характеристик гребного винта является дисковое отношение винта A_d:

$$A_d = A_c/A.$$

Это отношение тем больше, чем меньше скорость модели и частота вращения коленчатого вала двигателя. Например, для винтов к самоходным моделям оно равно 0,5—0,8, а для винтов к скоростным кордовым моделям — не более 0,25.

Отношение d_c/D должно быть в пределах 0,5—0,2.

Ширина лопастей эллиптической формы должна быть равна примерно $0{,}35D$. Гребные винты бывают постоянного и переменного шага. Это зависит от того, какого вида винтовая поверхность образует лопасти гребного винта. Если винтовая линия, развернутая на плоскость, превращается в прямую, то она называется линией постоянного шага (рис. 137, $а$), а гребные винты соответственно винтами постоянного шага. Угол Θ называется шаговым углом; он во всех точках одинаков. Если же при развертывании винтовой линии на плоскость она пре-

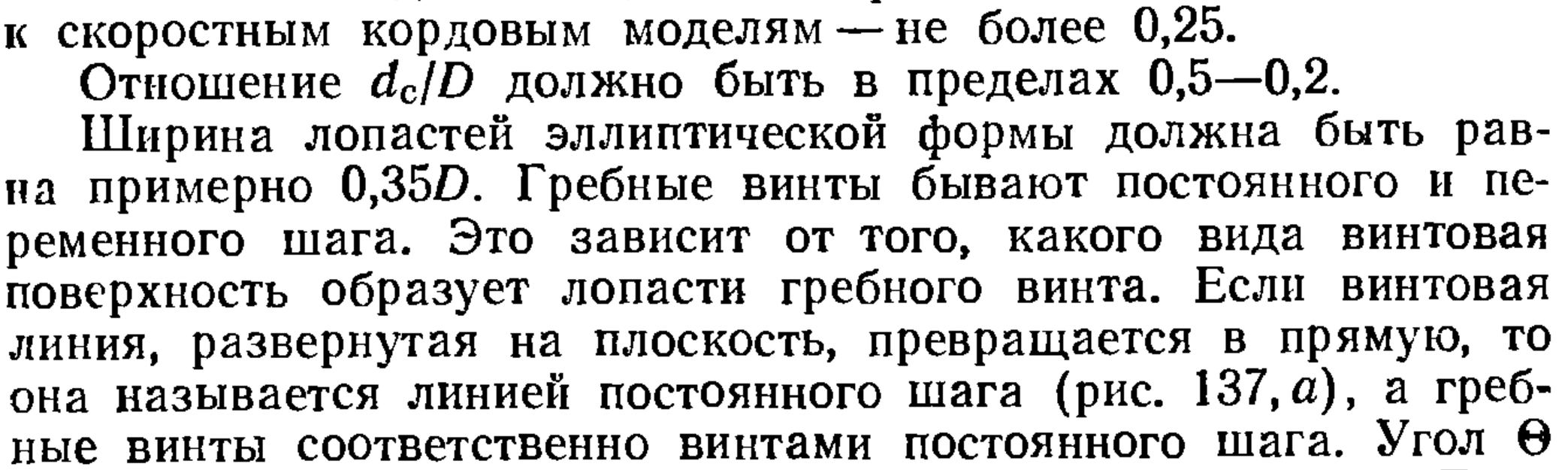


Рис. 137. Винтовые линии постоянного ($а$) и переменного ($б$) шага.

вратится в кривую, то такую линию называют линией переменного шага, а гребные винты — винтами переменного шага (рис. 137, *б*).

В зависимости от направления вращения гребные винты разделяют на правые и левые. Винт правого вращения поворачивается по часовой стрелке, а левого — против часовой стрелки (если смотреть с кормы в сторону носа корабля). Для модели с одним винтом лучше выбрать винт левого вращения (ступица не будет откручиваться от гребного вала). Если на модели два винта, то на правом борту устанавливают винты правого вращения, а на левом — левого вращения.

Для моделей судов (кораблей) гребные винты приближенно можно рассчитать. Вначале определяется шаг гребного винта, мм:

$$h_z = v/n,$$

где v — скорость модели, м/с;

n — частота вращения вала, $с^{-1}$.

Зная шаговое отношение, определяют диаметр гребного винта, выбирают форму лопастей, определяют их ширину и диаметр ступицы.

§ 7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ СУДОВ И КОРАБЛЕЙ

Прежде чем приступить к проектированию модели судна (корабля), необходимо изучить классификацию моделей судов и кораблей, основные элементы их конструкции; основные мореходные качества судна (корабля) и условия их обеспечения; типы двигателей и движителей, устанавливаемых на моделях; главные размерения судна, их соотношения между собой; теоретический чертеж модели, приемы его чтения и построения; физико-механические свойства материалов, технологию их обработки.

Проектирование модели начинается с выбора класса модели и составления технического задания на постройку ее.

В качестве примера покажем порядок проектирования самоходной модели большого морского охотника.

I этап. Подбор рисунков, фотографий и другой документации, относящейся к кораблю-прототипу. Определение класса модели, масштаба, конструкции корпуса, типа и числа двигателей и движителей, материалов, необходимых для постройки модели.

II этап. Определение главных размерений модели корабля (судна) на основе принципов механического подобия.

III этап. Вычерчивание теоретического чертежа модели корабля (судна). Построение проекций «Корпус», «Бок» и «Полуширота», согласованных между собой. Проверка соответствия объема подводной части модели запроектированному.

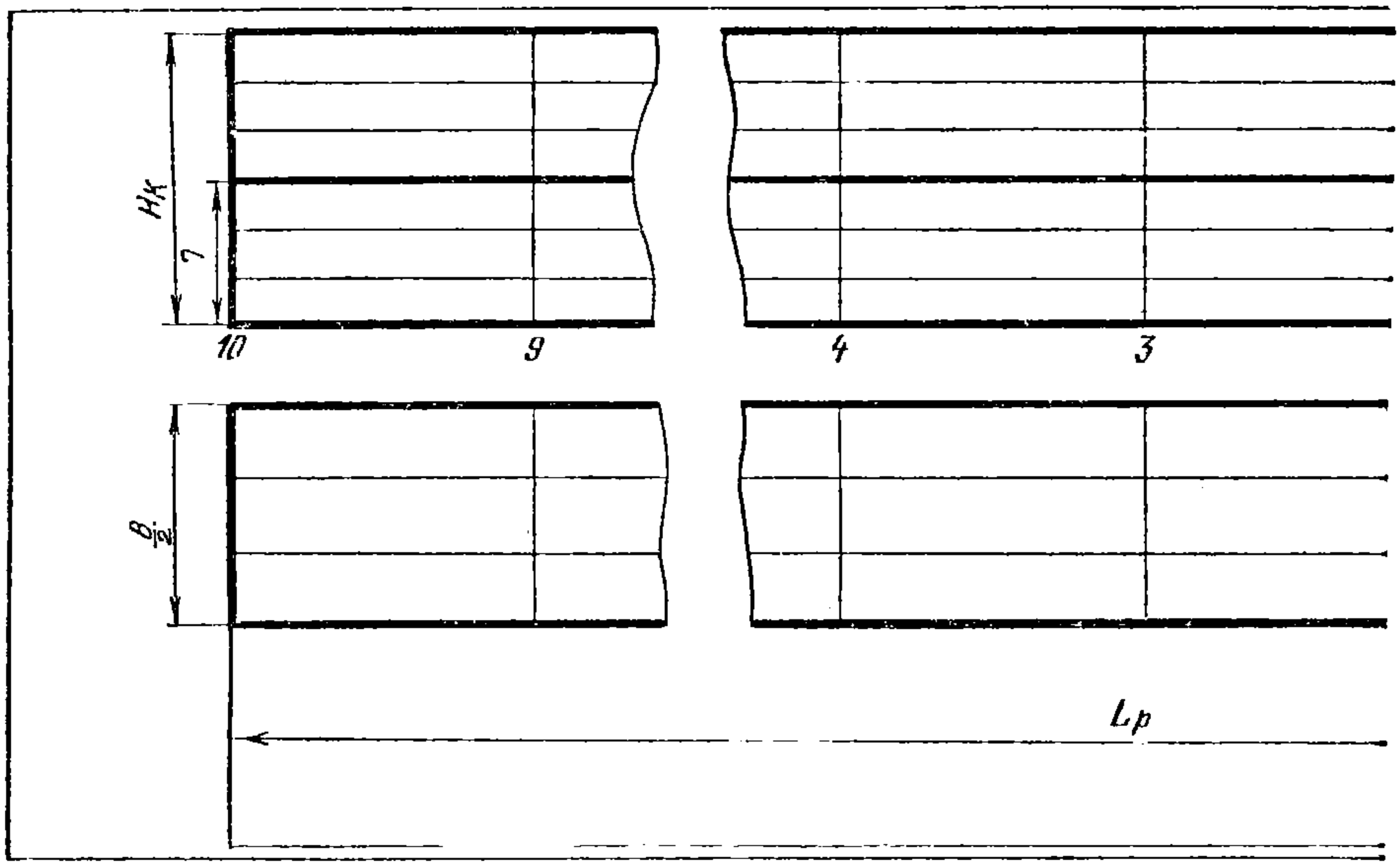


Рис. 138. Сетка для построения

IV этап. Разработка сборочного чертежа модели и чертежей отдельных деталей и сборочных единиц с помощью рисунков, фотографий и другой наглядной документации, относящейся к кораблю (судну)-прототипу.

Задание 1. Разработать теоретический чертеж модели.

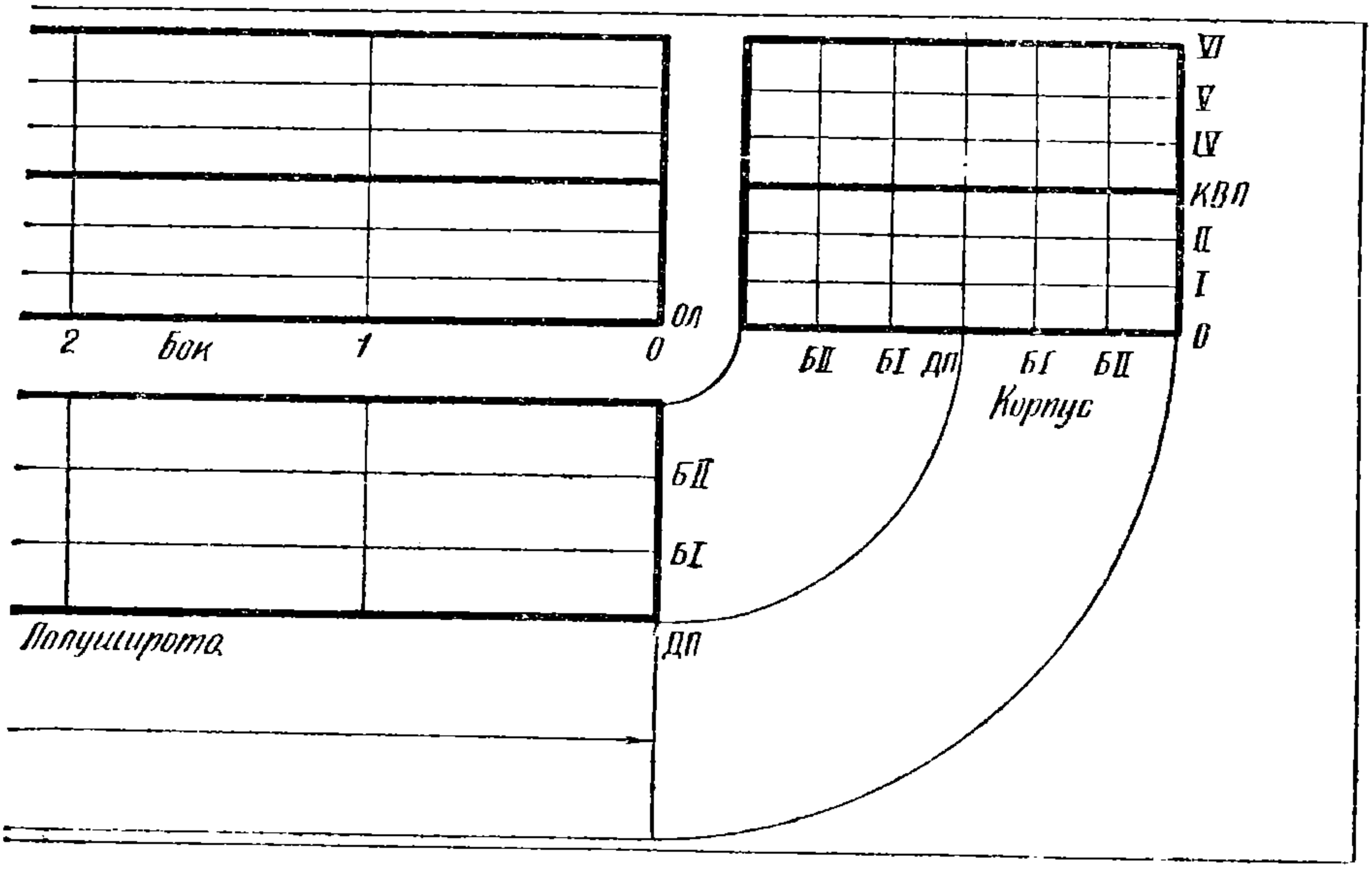
Цель. Освоение приемов построения и чтения теоретического чертежа модели.

Объект моделирования. Большой морской охотник.

Инструмент и материалы. Линейка, карандаш, циркуль-измеритель, лекала, миллиметровая или обычная бумага, рисунок (фотография) большого морского охотника, сведения о главных размерениях.

Методические рекомендации. Прежде чем приступать к построению теоретического чертежа модели, необходимо хорошо усвоить общие принципы анализа этих чертежей, понимать основные термины и определения (см. § 4). Для усвоения приемов построения теоретического чертежа модели предлагается выполнить следующие упражнения:

Упражнение 1. На основе главных размерений корабля-прототипа определить главные размерения модели. Технические данные большого морского охотника (примерные): длина наибольшая $L_{нб}=67{,}5$ м; длина расчетная $L_р=63{,}3$ м; ширина наибольшая $B=9{,}75$ м; высота борта: в носовой части $H_н=6$ м, в кормовой части $H_к=4{,}8$ м, на миделе $H_м=4{,}2$ м; осадка $T=2{,}8$ м; весовое водоизмещение $D=9{,}28$ МН.



теоретического чертежа.

Выбираем масштаб 1:75 ($\lambda=75$). Далее на основе принципа механического подобия по соответствующим формулам определяем главные размерения модели корабля: $L_{пб}=900$ мм; $L_р=870$ мм; $B=130$ мм; $H_н=81$ мм, $H_к=64$ мм, $H_м=56$ мм; $T=37{,}5$ мм; $D=21{,}6$ Н.

Упражнение 2. Вычертить сетку для построения теоретического чертежа модели. Данные о главных размерениях взять из упражнения 1.

Сетки строим для каждой из трех проекций: «Бок», «Полуширота» и «Корпус» (рис. 138). Для этого на горизонтальной линии проекции «Бок» (основная линия *ОЛ*) откладываем расчетную длину $L_р$ и делим ее на 11 равных частей (проводим линии шпангоутов). Затем от основной линии откладываем высоту борта в носовой части $H_п$, в кормовой части $H_к$ и на миделе $H_м$. На сетке «Бок» проводим проекцию конструктивной ватерлинии *КВЛ*. Выше и ниже ее проводим еще по три равноотстоящих горизонтальных линии (промежуточные ватерлинии).

При построении сетки для вида сверху («Полуширота») проводим линию диаметральной плоскости *ДП* и делим ее на такое же число, как и основную линию, т. е. продолжаем линии шпангоутов проекции «Бок» на проекцию «Полуширота». Затем откладываем от линии *ДП* половину наибольшей ширины модели *B*/2 и проводим линию, параллельную *ДП*. Делим эту ширину на три равных части и проводим линии батоксов.

Вычерчивание сетки для проекции «Корпус» осуществляем по законам проецирования.

Упражнение 3. По готовому корпусу модели вычертить нулевой батокс, конструктивную ватерлинию и контуры шпангоутов.

Корпус модели размечаем карандашом, разделив по длине на несколько равных частей (проводим линии шпангоутов и пронумеровываем их от носа к корме). Затем от конструктивной ватерлинии, выше и ниже ее, карандашом, закрепленным в специальное устройство (аналогичное штангенрейсмусу), проводим проекции промежуточных ватерлиний и пронумеровываем. От диаметральной плоскости проводим по обе стороны равноотстоящие проекции батоксов и также их пронумеровываем. После этого измеряем расчетную длину, наибольшую ширину и высоту борта модели. Вычерчиваем в масштабе согласно разметке на корпусе сетки для проекции «Бок», «Полуширота», «Корпус» и указываем расчетную длину, ширину и высоту модели.

Далее на проекции «Бок» вычерчиваем нулевой батокс (так, как мы видим контур модели сбоку). Одновременно указываем линию фальшборта, бортовую линию и др. На проекции «Полуширота» вычерчиваем конструктивную ватерлинию (т. е. вид сверху по ватерлинии), а на проекции «Корпус»— контуры мидель-шпангоута, носовые и кормовые шпангоуты (так, как мы их видим на модели).

Для лучшего понимания изложенного желательно изготовить из пенопласта болванку корпуса модели, разрезать ее по батоксам, ватерлиниям, шпангоутам и скрепить деревянными штырями.

Упражнение 4. Вычертить промежуточный батокс и промежуточную ватерлинию (данные взять из упр. 1 и 2).

После определения главных размерений модели и вычерчивания сетки выбираем из имеющихся пособий носовые и кормовые очертания корабля, очертания теоретических шпангоутов и горизонтальные очертания конструктивной ватерлинии. Все это переносим на сетки проекций «Бок», «Корпус» и «Полуширота». Затем приступаем к вычерчиванию промежуточных ватерлиний на проекции «Полуширота» (рис. 139). Для этого на проекции «Корпус» вдоль той ватерлинии, которую мы хотим построить, циркулем-измерителем отмеряем расстояние от линии диаметральной плоскости до пересечения со шпангоутами и переносим эти отрезки на соответствующие шпангоуты проекции «Полуширота». Полученные точки соединяем с помощью лекала.

Если на построенной ватерлинии у нас получаются выступы и впадины, то их необходимо выровнять в плавную кривую, измерить расстояние от линии *ДП* до исправленного места промежуточной ватерлинии и перенести этот отрезок на соот-

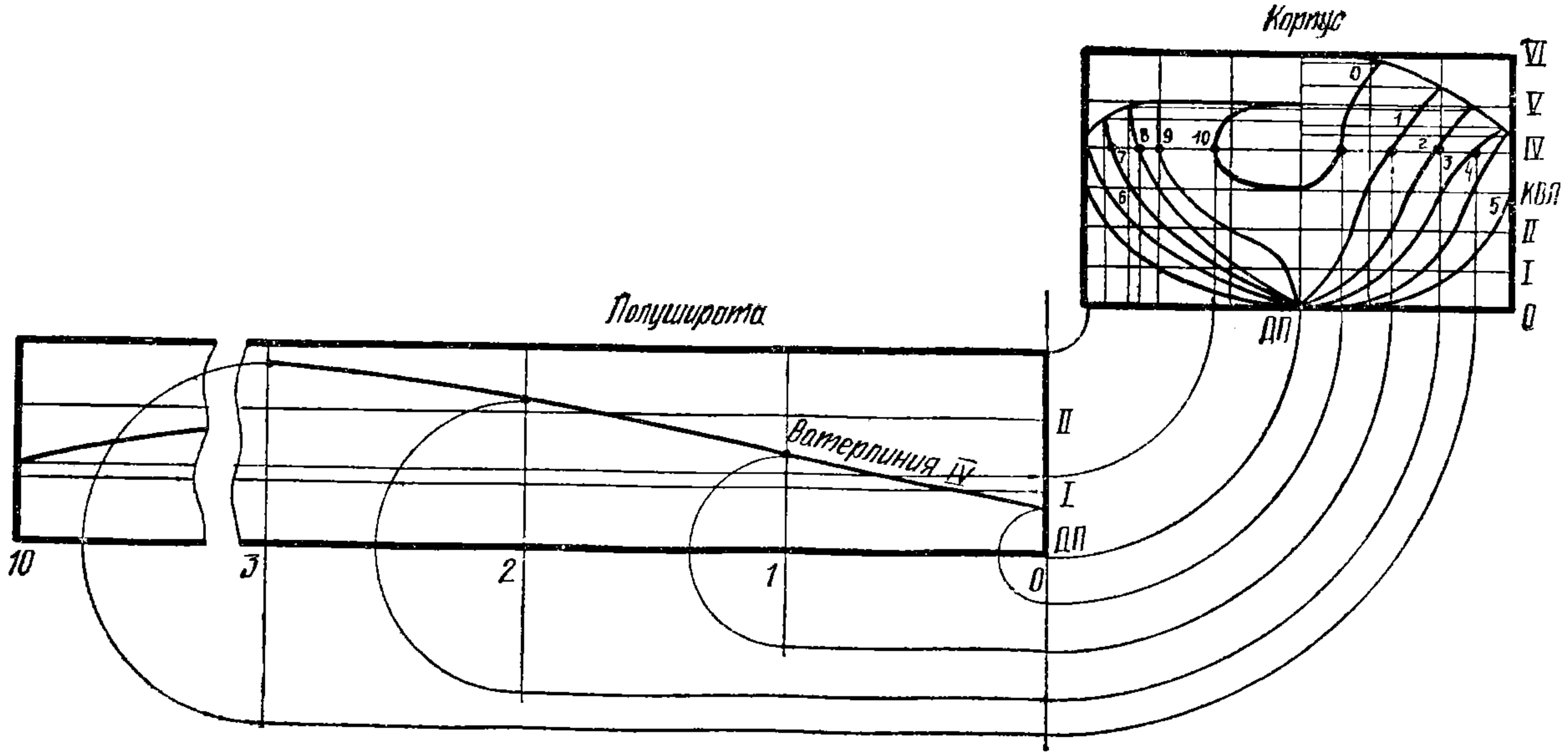


Рис. 139. Построение промежуточной ватерлинии.

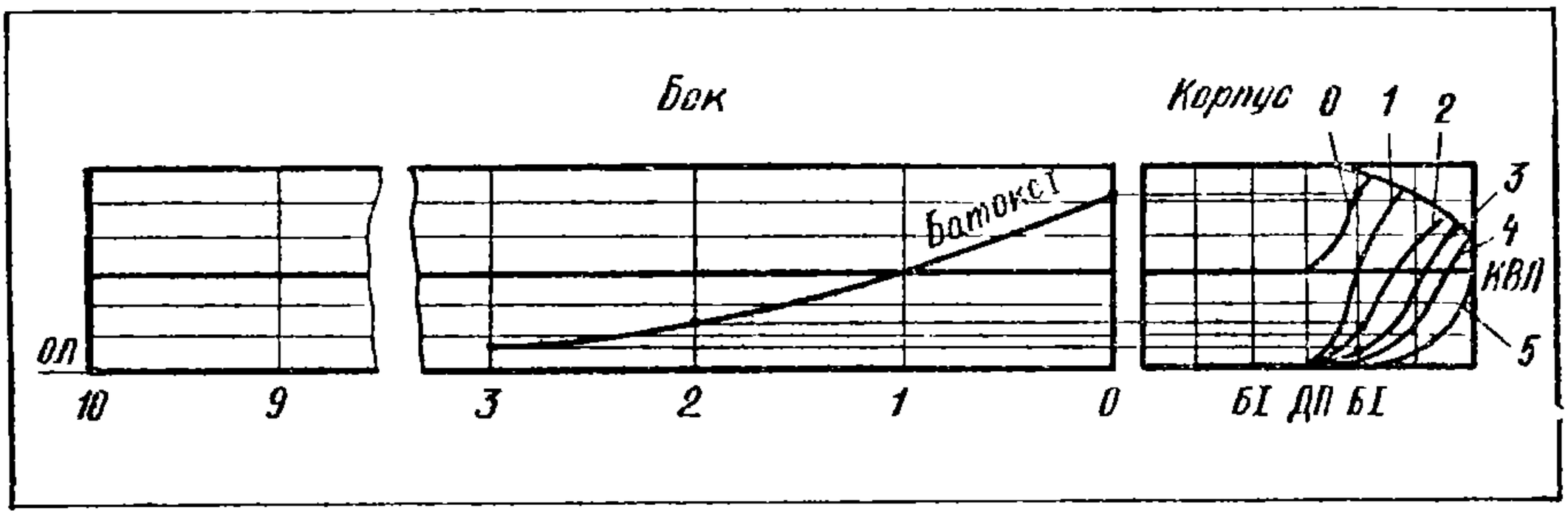


Рис. 140. Построение промежуточного батокса.

ветствующий шпангоут проекции «Корпус», исправив очертания этого шпангоута.

Остальные ватерлинии вычерчивают аналогично.

Переходим к вычерчиванию промежуточного батокса (рис. 140). Для этого на проекции «Корпус» по одной из вертикальных линий батоксов измеряем расстояние от основной линии до ее пересечения с конкретными шпангоутами и переносим измеренные отрезки на соответствующие шпангоуты проекции «Бок». Полученные точки соединяем с помощью лекала. При наличии выступов и впадин на построенной кривой линии их так же, как и при построении ватерлиний, необходимо исправить, внеся соответствующие изменения в линии шпангоутов. По аналогии строят и другие промежуточные батоксы.

Задание 2. Разработать сборочный чертеж модели.

Цель. Научиться разрабатывать графические документы для изготовления модели.

Объект моделирования. Большой морской охотник.

Инструмент и материалы. Чертежные инструменты и приспособления, чертежная бумага, эскиз (фотография) прототипа (рис. 141), теоретический чертеж модели.

Главные размерения модели:

Длина наибольшая $L_{нб} = 900$ мм
Длина расчетная $L_р = 870$ мм
Ширина $B = 130$ мм
Осадка $T = 37{,}5$ мм
Водоизмещение весовое $D = 21{,}56$ Н
Шпация $l = 87$ мм
Высота борта:
в носовой части $H_н = 81$ мм
на миделе $H_м = 56$ мм
в кормовой части $H_к = 64$ мм
Коэффициент полноты водоизмещения $\delta = 0{,}525$.

Задание выполняется самостоятельно (полезные советы по разработке графических документов см. в гл. 1, § 3 и гл. 7, § 2).

Чертеж, выполненный в тонких линиях на формате А4, показывают преподавателю и после одобрения преподавателем оформляют в соответствии с требованиями ЕСКД.

Задание 3. Разработать чертежи надстроек, отдельных элементов корабельных устройств, артиллерийского вооружения и других деталей.

Цель. Научиться разрабатывать графические документы для изготовления отдельных узлов модели.

Объект моделирования. Большой морской охотник.

Инструмент и материалы. Чертежные инструменты и приспособления, чертежная бумага, рисунок (фотография) прототипа, сборочный чертеж модели.

Методические рекомендации. Основой для разработки чертежей всех помещений, расположенных на верхней палубе, леерных стоек, кнехтов, киповых планок, шлюпбалок, артиллерийского вооружения, корабельных устройств служит сборочный чертеж модели (полезные советы см. в гл. 7 § 2). Чертежи оформляются на формате А4 в соответствии с требованиями ЕСКД.

§ 8. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОРПУСА, НАДСТРОЕК, ДЕЛЬНЫХ ВЕЩЕЙ, АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ И ДРУГИХ ДЕТАЛЕЙ МОДЕЛИ

Задание 4. Изготовить корпус модели.

Цель. Освоение способов изготовления корпуса ходовой модели.

Объект изготовления. Большой морской охотник.

Оборудование, инструмент и материалы. Столярный верстак, лобзик, струги, продольная и поперечная пилы, стамеска, молоток, отвертка, напильник, шлифовальная шкурка, калька (копировальная бумага), сосновая доска 960×150×25 мм (1 шт.), белый пластик (для изготовления ватерлинии) 2×1×1000 мм (2 шт.), фанера для обшивки корпуса палубы и шпангоутов, рейка березовая 920×50×8 мм (1 шт.), рейка для клиньев 600×60×10 мм (1 шт.), рейки для стрингеров, гвозди 1×15 мм, древесина мягких пород для бобышек, водостойкий клей, нитрошпатлевка и др. (подбираются самостоятельно).

Методические рекомендации. Для ходовых моделей корпус чаще всего делают наборным (порядок изготовления см. в § 5 данной главы).

По окончании работ над корпусом приступают к изготовлению надстроек (помещений, расположенных на верхней палубе корабля); дельных вещей (от гол. deel — часть) — леерных стоек, кнехтов, киповых планок, шлюпбалок; артиллерийского вооружения (артиллерийских башен, орудийных стволов, лафетов и т. п.); корабельных устройств (якорного, рулевого и т. п.).

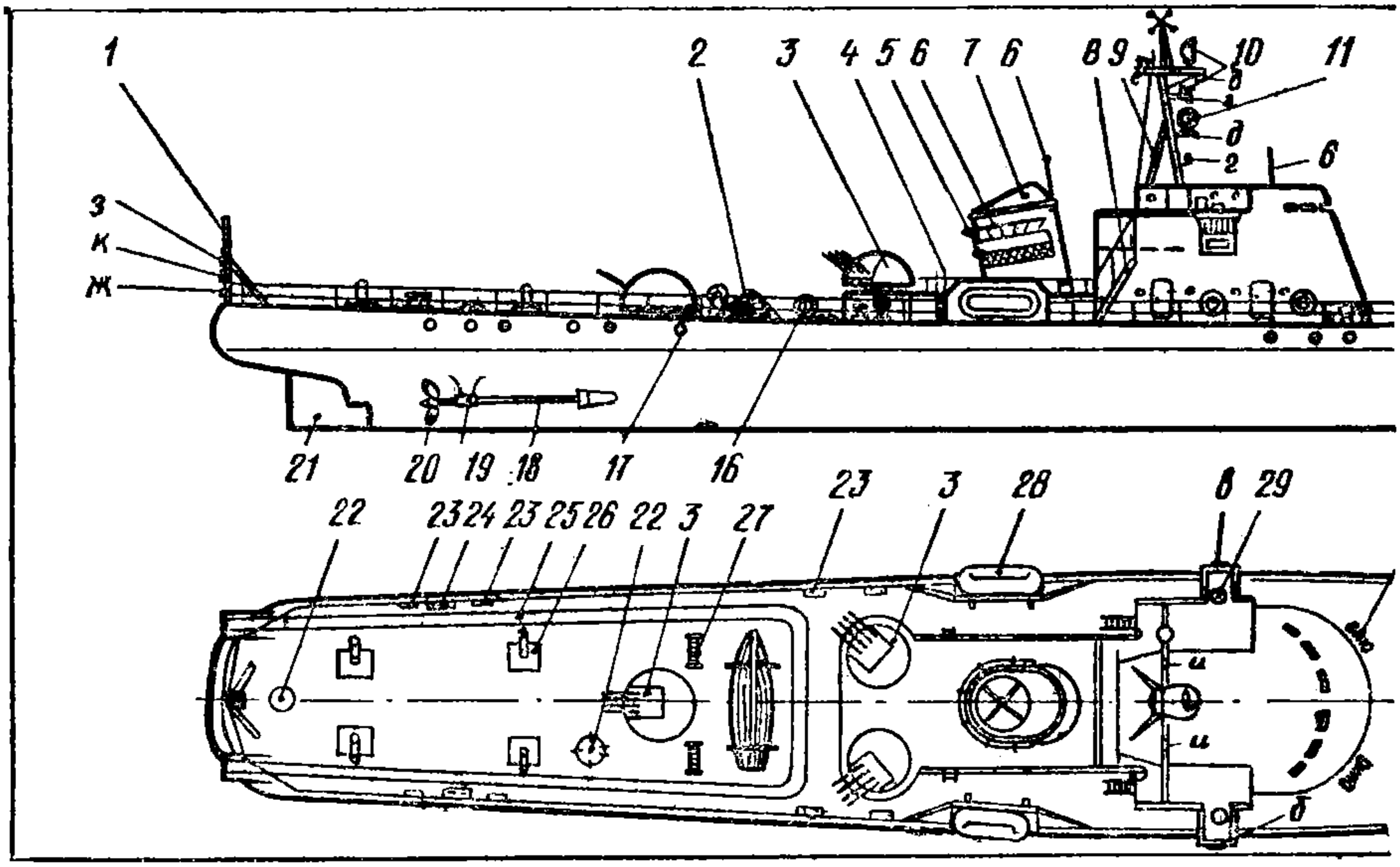


Рис. 141. Эскиз модели боль

1 — флагшток; *2* — спасательная шлюпка; *3* — зенитный автомат; *4* — трап вертикальклонный; *9* — фок-мачта; *10* — радиолокационная антенна; *11* — радиопеленгатор; *12* — *16* — спасательный круг; *17* — иллюминатор; *18* — вал гребного винта; *19* — кронштейн; *25* — минные рельсы; *26* — бомбомет; *27* — вьюшка; *28* — спасательный плот; *29* — пело- цепь; *33* — палубный кулачковый стопор; *34* — люк квадратный. лепый; *в* — бортовой отличительный левый — красный; *г* — аварийные — красные (2 шт.); *ж* — якорный гакобортный — белый; *з* — кильватерный — белый; *и* — клотиковые

Материал и технологию изготовления каждой детали выбирают самостоятельно. Ниже кратко изложены только общие методические рекомендации по изготовлению отдельных деталей и сборочных единиц.

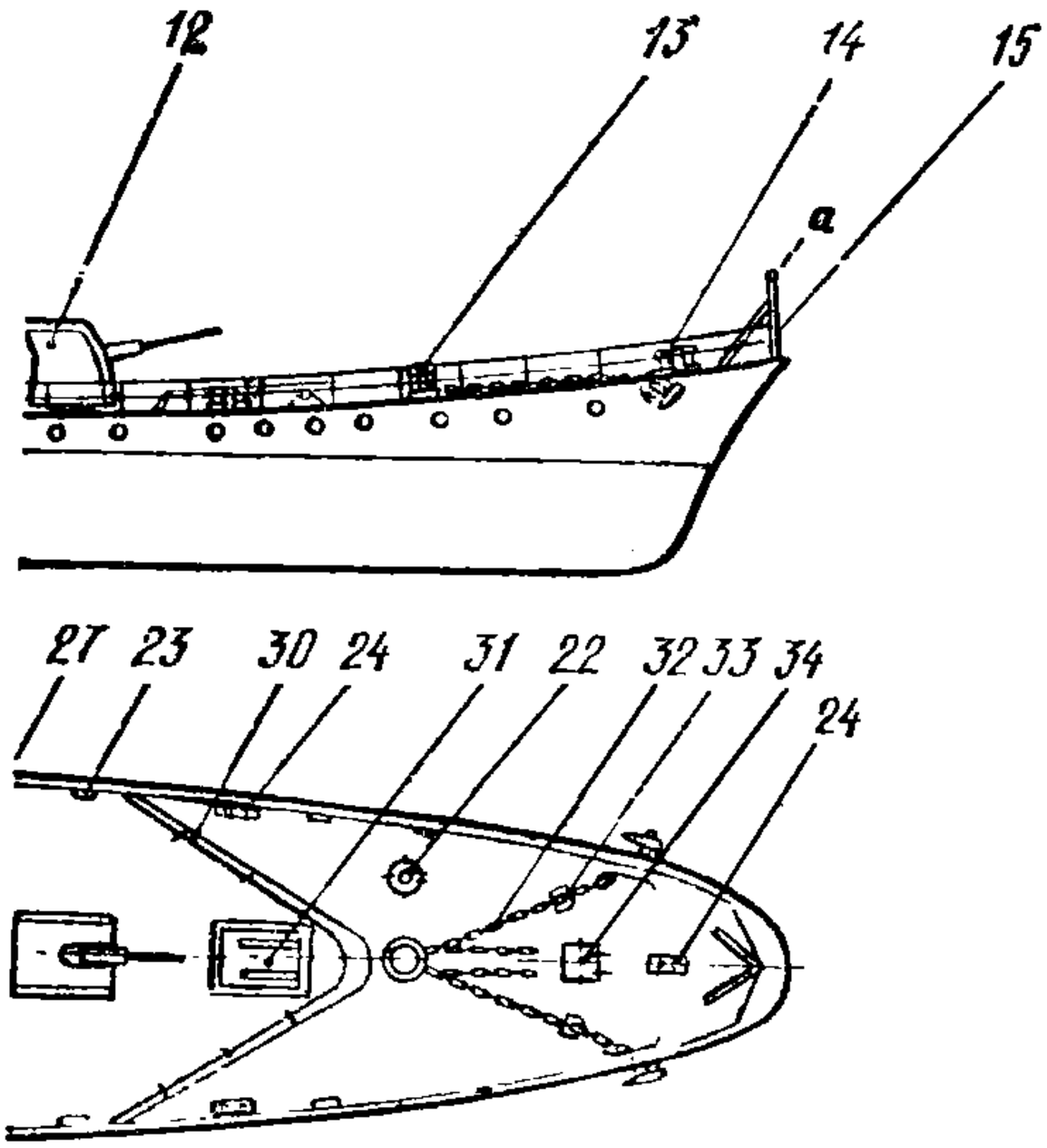
Задание 5. Изготовить надстройки и рубки модели.

Цель. Освоение приемов анализа чертежей и методов изготовления деталей надстроек модели корабля.

Объект изготовления. Надстройки и рубки модели большого морского охотника.

Оборудование, инструмент и материалы. Токарные станки для обработки металла и древесины, комбинированный верстак, набор столярного и слесарного инструмента, отделочные материалы, клеи, конструкционные материалы, чертеж модели и др.

Методические рекомендации. Надстройки и рубки для моделей кораблей (судов) изготавливают из различных материалов: тонкой листовой стали, латуни, фанеры, оргстекла, целлулоида. По чертежу делают разметку, вырезают заготовки, затем на стенках надстроек и рубок вырезают или высверли-



шого морского охотника:

ный; *5* — вентиляционный кожух; *6* — радиоантенна; *7* — дымовая труба; *8* — трап носовое орудие; *13* — якорный шпиль; *14* — якорь Холла; *15* — стойка штагового огня; *20* — гребной винт; *21* — руль; *22* — люк круглый; *23* — киповая планка; *24* — кнехты; рус гирокомпаса; *30* — волноотвод; *31* — носовой реактивный бомбомет; *32* — якорная Корабельные огни: *а* — штаговый — белый; *б* — бортовой отличительный правый — зе- *д* — буксирные (один из них топовый) — белые (2 шт.); *е* — флагманский — белый; средний — красный, крайние — белые (2 шт.); *к* — ходовый гакобортный — белый.

вают окна, иллюминаторы, смотровые щели. Некоторые детали выгибают. Для этого пластмассовые заготовки подогревают на слабом огне или в горячей воде (целлулоид). Затем производят сборку, спаивая или склеивая детали, и покраску. После этого внутри надстроек вклеивают прозрачную пленку, имитирующую стекла иллюминаторов, рубки. С наружной стороны приклеивают сами иллюминаторы, которые делают из тонкой латунной проволоки.

При изготовлении рубки из бруска древесины разметку и обработку ведут сначала по виду на чертеже сбоку, затем по виду сверху, закруглив места пересечения поверхностей.

Задание 6. Изготовить дельные вещи модели.

Цель. Освоение приемов изготовления дельных вещей модели.

Объект изготовления. Леерные стойки, кнехты, киповые планки, шлюпбалки большого морского охотника.

Оборудование, инструмент и материалы. Токарные станки для обработки металла и древесины, комбинированный верстак, набор столярного и слесарного инструмента, стальная или ла-

тунная проволока ∅ 0,5—0,8 мм, паяльник, сталь круглая ∅ 6—10 мм, листовой металл, листовое оргстекло, нитки, клей, припои и др.

Методические рекомендации. Леерные стойки можно изготовить из латунной или стальной проволоки ∅ 0,5—0,8 мм. После установки их на палубе (или мостиках) к ним припаивают леерное ограждение из медной или латунной проволоки масштабной толщины. Леерное ограждение можно изготовить и более простым способом: в палубу вбить гвоздики, имитирующие леерные стойки, и натянуть на них леера из тонких ниток.

Кнехты можно изготовить из металла. Тумбы прямого кнехта вытачивают на токарном станке и припаивают к основанию кнехта, которое вырезают из листового металла. Тумбы крестовидного двойного кнехта можно сделать из кусочков проволоки и спаять.

Киповые планки делают из оргстекла, целлулоида, латуни и твердой древесины.

Шлюпбалки на моделях военных кораблей изготавливают из толстой проволоки, а на моделях торговых судов из оргстекла, так как они более сложные.

Задание 7. Изготовить артиллерийское вооружение модели.

Цель. Освоение приемов изготовления артиллерийского вооружения модели.

Объект изготовления. Артиллерийская башня, орудийные стволы для модели большого морского охотника.

Оборудование, инструмент и материалы те же, что и в задании 6.

Методические рекомендации. Артиллерийские башни могут быть долбленными из дерева и паянными из жести. Следует иметь в виду, что башня должна быть поворотной, а орудийные стволы должны подниматься и опускаться на определенный угол. Предлагается самостоятельно найти способ крепления башни к палубе (отверстия в палубе сверлить не допускается). Орудийные стволы можно отлить из свинца или выточить на токарном станке из латуни или пластмассы.

Задание 8. Изготовить корабельные устройства модели.

Цель. Освоение приемов изготовления корабельных устройств модели.

Объект изготовления. Макеты якорей, шпилей, брашпилей, рулей и баллера модели большого морского охотника.

Оборудование, инструмент и материалы подготовить самостоятельно в соответствии с чертежами корабельных устройств.

Методические рекомендации. Макеты якорей выполняют в том же масштабе, что и модель. При этом необходимо выдержать соотношения между основными размерами самого якоря. Якорь можно отлить или выточить на токарном, фрезерном

станке или вручную. Материалами могут служить латунь, сталь, оргстекло.

Якорную цепь делают из латунной проволоки ∅ 0,5 мм (рис. 142).

Макеты шпилей и брашпилей можно выточить на токарном станке или отлить из свинца. Для моделей старинных парусных судов шпиль следует изготавливать из твердых пород древесины.

Рули обычно делают прямоугольного профиля. Рули, расположенные под корпусом модели, более эффективны, чем подвешенные за транцем. На моделях простых конструкций обычно устанавливают небалансированный руль пластинчатой формы (рис. 143), состоящий из пера *1* и баллера *2*. Баллер делают из проволоки ∅ 3 мм (можно использовать велосипедную спицу). На верхнем конце баллера нарезают резьбу для крепления румпеля (рычага), который служит для регулировки и фиксации руля. В корме корпуса модели сверлят отверстие, в которое вставляют гельмпортовую трубу для баллера. На несложных моделях устанавливают простейший рулевой привод, чаще всего с зубчатым стопорящим сектором (рис. 144), на сложных самоходных моделях — сложные рули с приводами более совершенной конструкции.

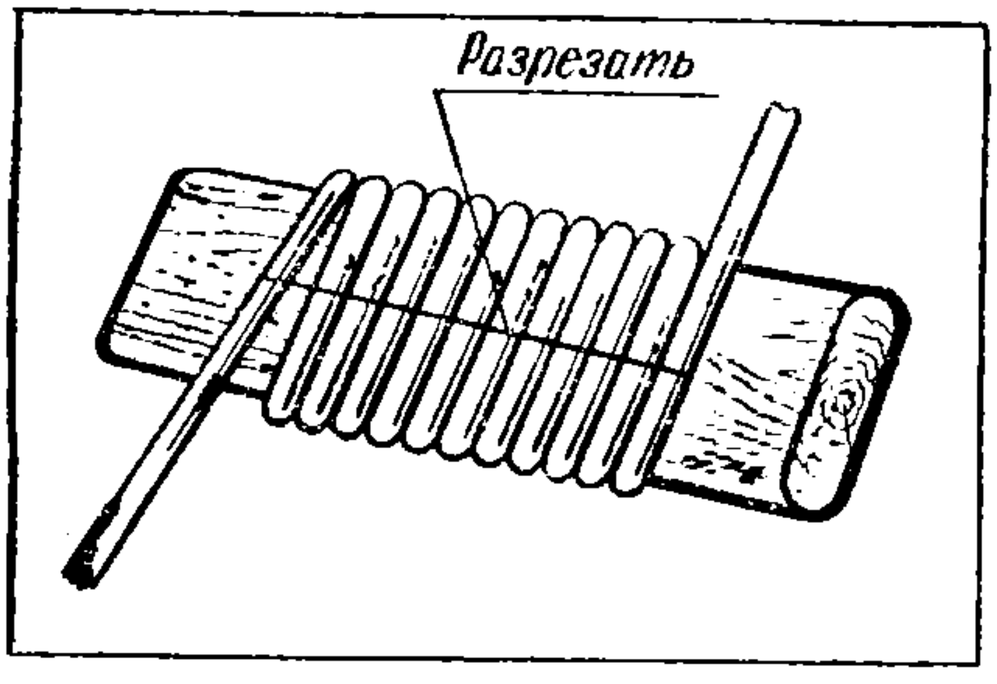


Рис. 142. Изготовление якорной цепи.

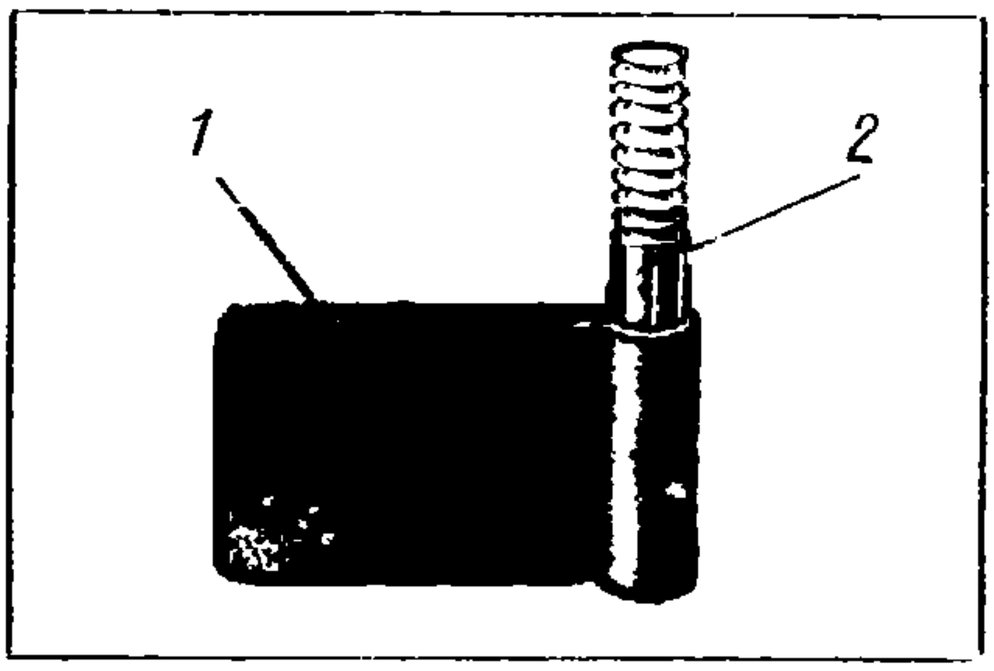


Рис. 143. Макет небалансированного руля:

1 — перо; *2* — баллер.

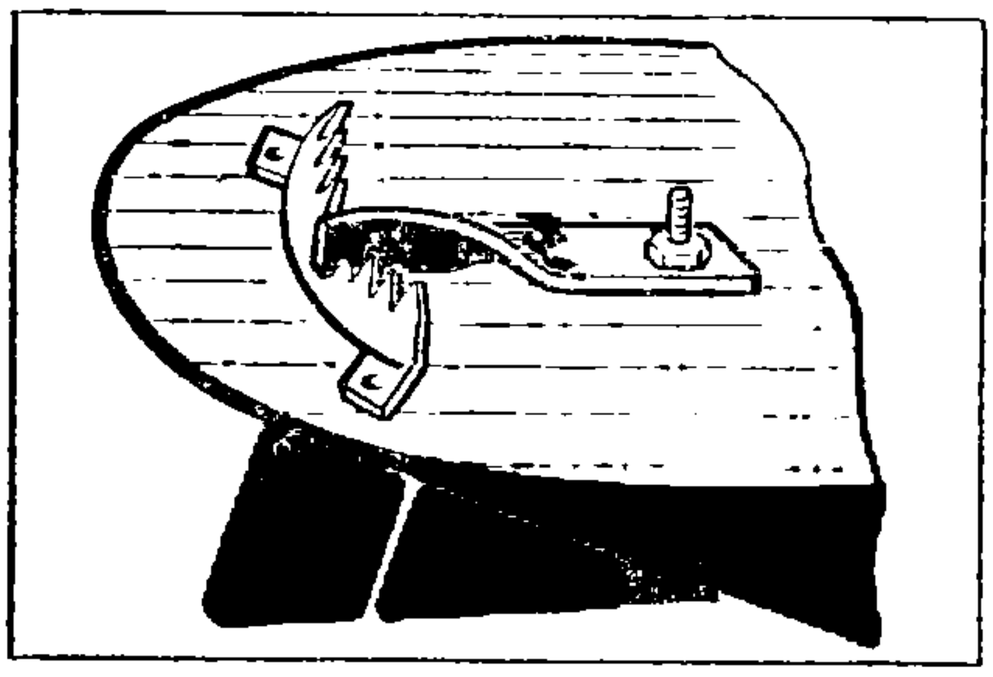


Рис. 144. Простейший рулевой привод модели.

§ 9. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ВИНТОМОТОРНОЙ ГРУППЫ

Задание 9. Изготовить и собрать детали гребного винта.

Цель. Освоение приемов изготовления деталей винта и его сборки.

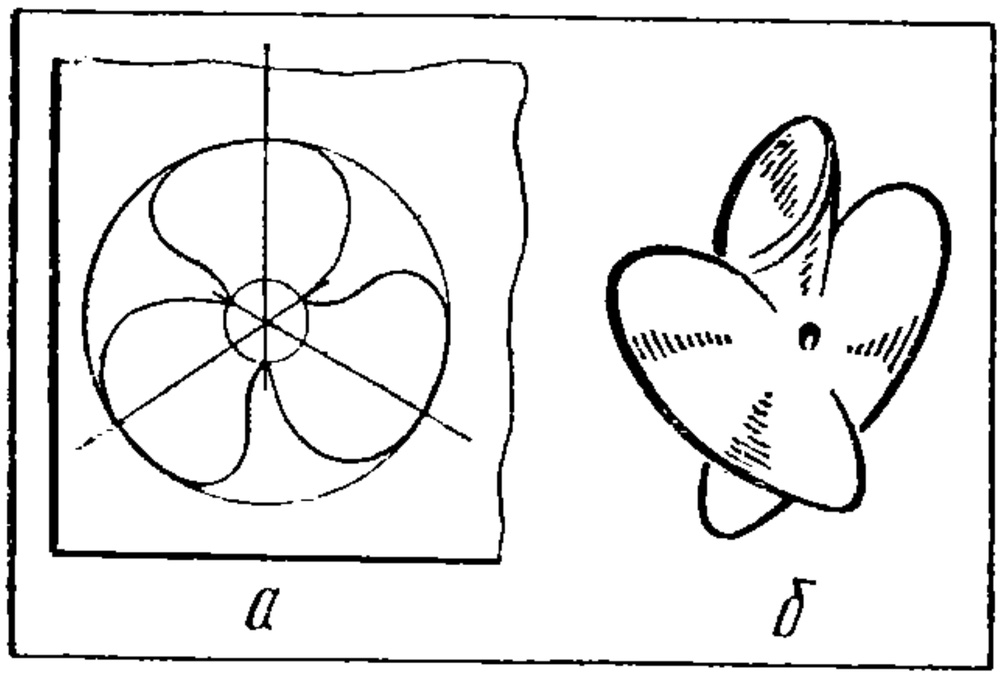


Рис. 145. Изготовление простейшего гребного винта:

а — разметка; *б* — готовый винт.

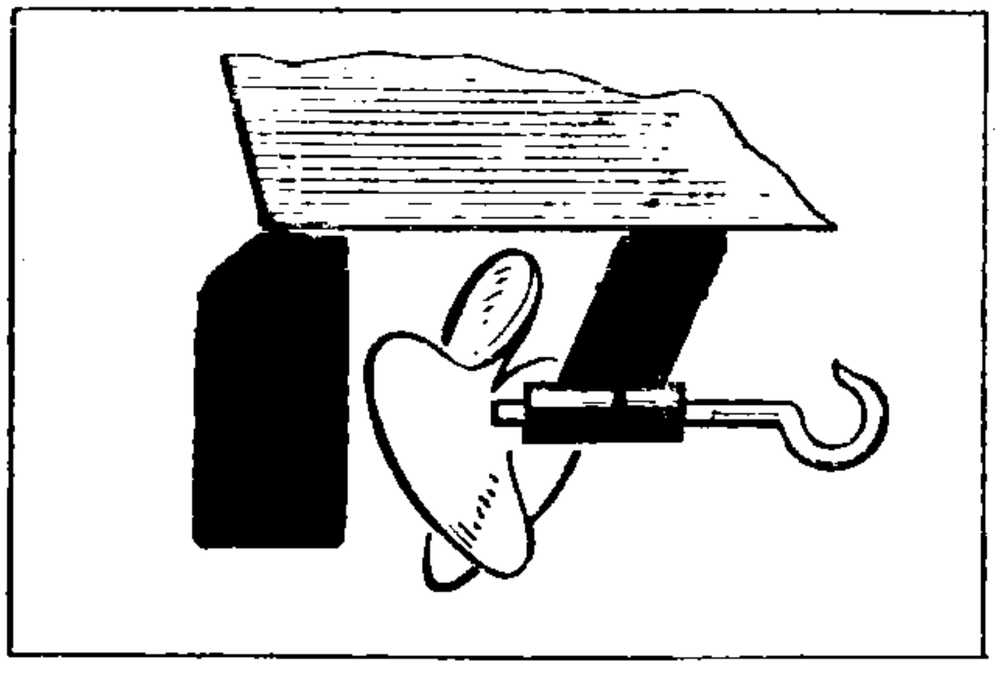


Рис. 146. Установка гребного винта на модель.

Объект изготовления. Гребной винт модели большого морского охотника.

Оборудование и инструмент. Токарный станок, ножницы для резания металла, сверла, циркуль, штангенциркуль, паяльник, ножовка, тиски, напильники, круглогубцы, линейка, остальное подобрать самим.

Методические рекомендации. Гребные винты делают различными способами. Наиболее простой способ изготовления состоит в следующем. На листе жести, латуни или меди толщиной 0,5—1 мм проводят окружность нужного диаметра гребного винта, делят ее на три части и проводят радиус (рис. 145, *а*). Затем по шаблону, сделанному заранее, очерчивают контуры лопастей вместе со ступицей. Винт вырезают ножницами. В центре сверлят отверстие для установки гребного вала. Лопасти отгибают на угол 30—35° в одну сторону от плоскости винта. Для повышения КПД винта лопасти необходимо изогнуть выпуклостью в сторону носа модели, а вогнутостью — в сторону кормы (рис. 145, *б*).

Затем гребной винт припаивают к гребному валу, который можно изготовить из стальной проволоки, гвоздя, велосипедной спицы. Установка гребного винта вместе с валом на модель осуществляется с помощью кронштейна, который можно изготовить также различными способами. Один из способов показан на рис. 146.

Второй способ изготовления гребных винтов обеспечивает более высокие качество и КПД. Он заключается в следующем. Вначале делают шаблоны лопастей гребного винта с обозначенными осевыми линиями. Длина лопасти должна быть на 1—2 мм больше расчетной для впайки в ступицу. Затем из листовой латуни толщиной 0,6—2 мм по шаблону вырезают лопасти и на них проводят осевые линии. Лопасти собирают «в пакет» вместе с шаблоном и обрабатывают напильником в тисках, добиваясь, чтобы лопасть от корня к концу постепенно сужалась, входящая кромка лопасти была острой, а выходя-

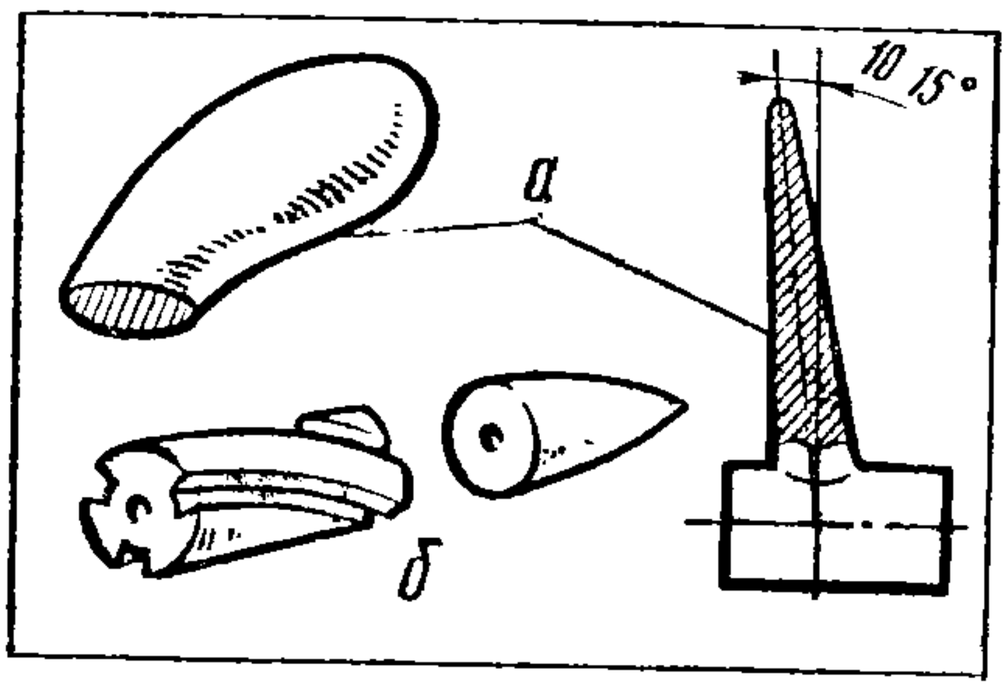


Рис. 147. Изготовление полного гребного винта:

а — лопасть; *б* — ступица и обтекатель.

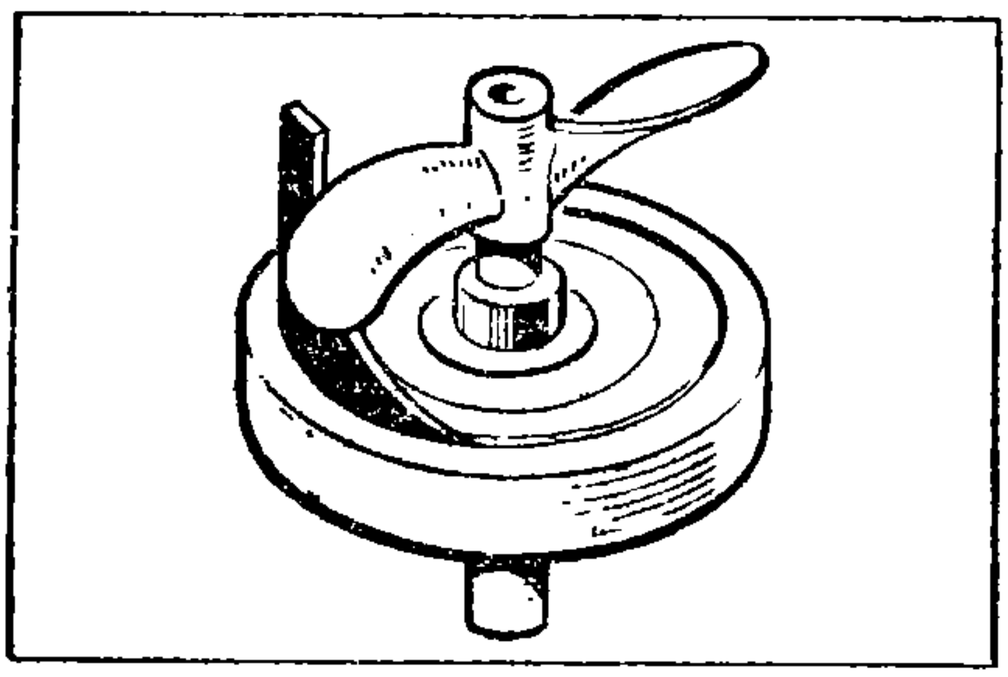


Рис. 148. Приспособление для контроля шаговых углов при закрутке лопастей.

щая тупой (рис. 147, *а*). После этого на токарном станке вытачивают ступицу и обтекатель соответствующего диаметра, в них сверлят отверстие и нарезают резьбу для постановки гребного вала (рис. 147, *б*).

Для установки лопастей на ступице размечают и пропиливают пазы под углом 60—65° к плоскости поперечного сечения. Для пропиливания пазов следует использовать специальные приспособления. Лопасти должны входить в пазы плотно, в противном случае их трудно будет впаять. Перед пайкой лопасти нужно закрутить на нужные шаговые углы на соответствующих радиусах. Следует помнить, что с увеличением радиуса шаговый угол Θ уменьшается.

Пример. Требуется определить, под каким шаговым углом Θ надо закрутить лопасти на радиусах $r_1=0{,}6\,r$ и $r_2=0{,}8\,r$, если диаметр гребного винта $d=32$ мм, постоянный шаг $h_z=40$ мм, диаметр ступицы $d_{ст}=6$ мм.

Решение:

$$\text{для } r_1=0{,}6r: \operatorname{tg}\Theta_1=\frac{h_z}{2\pi r_1}=\frac{40}{2\cdot 3{,}14\cdot 9{,}6}=0{,}663;$$

$\Theta_1=33°30'$;

$$\text{для } r_2=0{,}8r: \operatorname{tg}\Theta_2=\frac{h_z}{2\pi r_2}=\frac{40}{2\cdot 3{,}14\cdot 12{,}8}=0{,}5;$$

$\Theta_2=30°$.

По этому же принципу предлагается определить для данного примера, под каким углом следует пропилить пазы в ступице $\Theta_{ст}=65°$.

Контроль шаговых углов при закрутке можно осуществлять с помощью специального приспособления (рис. 148[1]).

Гребной винт навинчивается на стержень. На диске сделаны кольцевые прорези на расстоянии, равном, например, 0,6*r*, 0,8*r* и т. д. В эти прорези под лопасти винта поочередно вставляют соответствующие шаговые угольники, изготовленные из

[1] Юные корабелы/Сост. Г. П. Осипов. М., 1976, с. 161.

картона или бумаги. С помощью плоскогубцев лопасти подгибают так, чтобы они нагнетающей стороной плотно прилегали к каждому шаговому угольнику. Шаговые угольники для каждого радиуса можно изготовить заранее.

После закручивания лопастей осуществляется пайка гребного винта. Затем винт обрабатывают напильниками, производят окончательную проверку закручивания лопастей, шага гребного винта и его балансировку. Для балансировки гребной винт со ступицей надевают на стержень (иглу), который опирается на лезвия безопасной бритвы, закрепленные на бруске дерева. В случае перевешивания какой-либо лопасти с нее снимают лишний слой металла вблизи корня. После балансировки винт шлифуют и полируют.

Третий способ изготовления гребных винтов — отливка из металла (цинка, дюралюминия). Модель делают из древесины твердых пород, а литейную форму из гипса. Отлитый винт обрабатывают напильниками, в ступице сверлят отверстие и нарезают резьбу для гребного вала. В дальнейшем винт балансируют и окончательно шлифуют и полируют.

Задание 10. Изготовить редуктор модели.

Цель. Освоение приемов изготовления редукторов с передачей крутящего момента на два винта.

Объект изготовления. Редуктор винтомоторной группы большого морского охотника.

Оборудование, инструмент и материалы. Токарный и сверлильный станки, наборы режущего и слесарно-монтажного инструмента, чертежные принадлежности, набор зубчатых колес с модулем $m=0{,}8$, болты $\varnothing$ 2,5—3,0 мм, листовая сталь или латунь толщиной 1,5—2,0 мм, круглая сталь $\varnothing$ 6 мм.

Методические рекомендации. Прежде всего составляют кинематическую схему (рис. 149), рассчитывают и подбирают шестерни, делают боковые пластины корпуса, размечают места осей шестерен (рис. 150), причем расстояние O_1O_2 должно быть равно расстоянию между центрами гребных валов

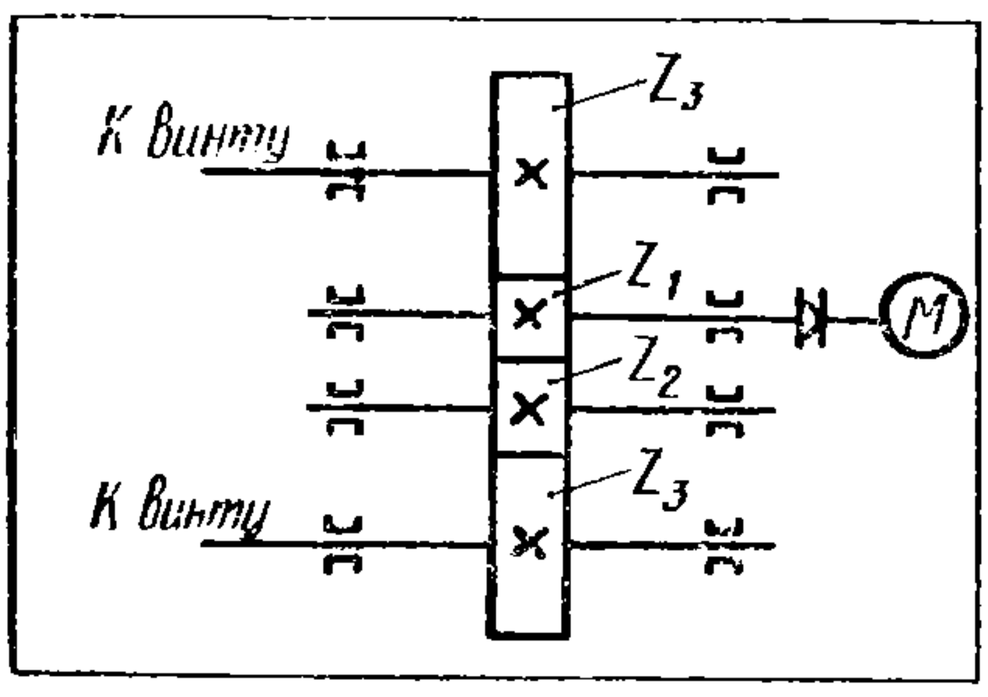


Рис. 149. Кинематическая схема редуктора.

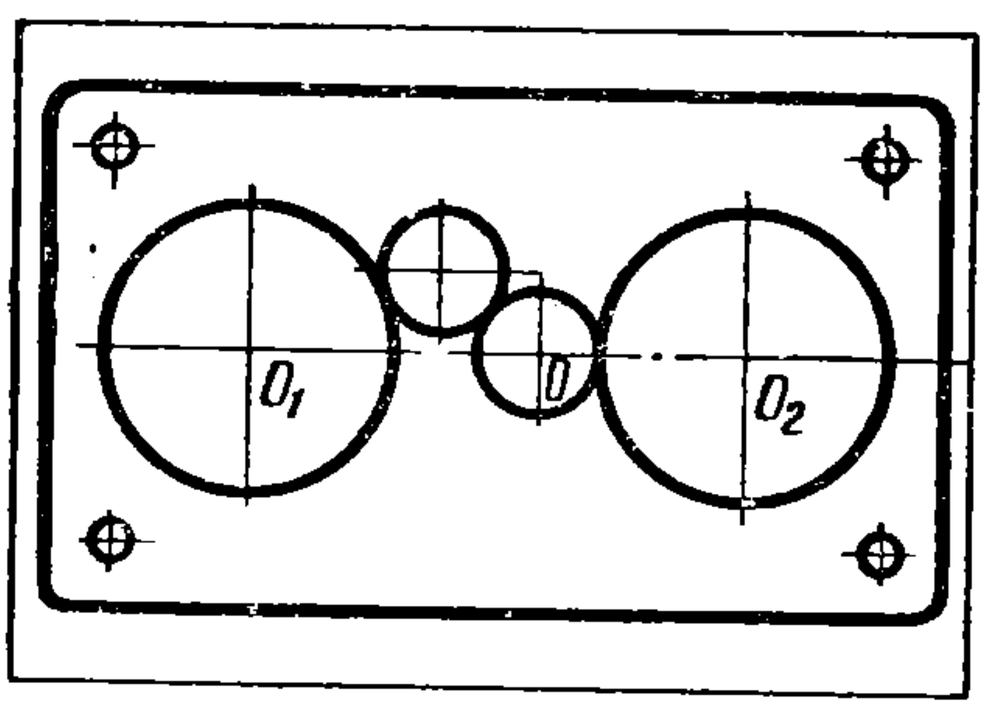


Рис. 150. Разметка боковой пластины редуктора.

модели. Затем в точках O_1 и O_2 проводят окружности впадин зубьев ведомых колес (так как шестерни могут быть изношенными, то диаметры лучше измерить). Далее измеряют диаметры выступов паразитной и ведущей шестерен и проводят на пластине окружности этих диаметров на расстоянии, отделяющем эти окружности друг от друга примерно на 0,3 мм (создают зазор между шестернями). Все намеченные центры окружностей шестерен накернивают и сверлят в обеих пластинах отверстия под подшипники (качения или скольжения). Затем в отверстия устанавливают соответствующие подшипники. Шариковые подшипники устанавливают в специальные алюминиевые втулки, которые крепятся к пластинам редуктора. После этого вытачивают оси, на которых закрепляют шестерни, и окончательно собирают редуктор.

Задание 11. Изготовить гребной вал модели.

Цель. Освоение приемов изготовления гребных валов модели.

Объект изготовления. Винтомоторная группа модели большого морского охотника.

Оборудование, инструмент и материалы. Верстак с тисками, слесарно-монтажный инструмент, стальная проволока Ø 3—6 мм, латунные втулки Ø 4—8 мм, латунный или стальной лист толщиной 0,36—0,45 мм, герметик и др.

Методические рекомендации. Гребные валы изготавливают из стальной проволоки Ø 3—6 мм (можно использовать велосипедные или мотоциклетные спицы). На одном конце вала устанавливают гребной винт с обтекателем, а на другом закрепляют устройство для соединения гребного вала с редуктором (или непосредственно с двигателем).

Гребной вал устанавливают в дейдвудную трубу Ø 4—8 мм, по концам которой впрессовывают латунные втулки и для герметизации заполняют их тавотом. Дейдвудные

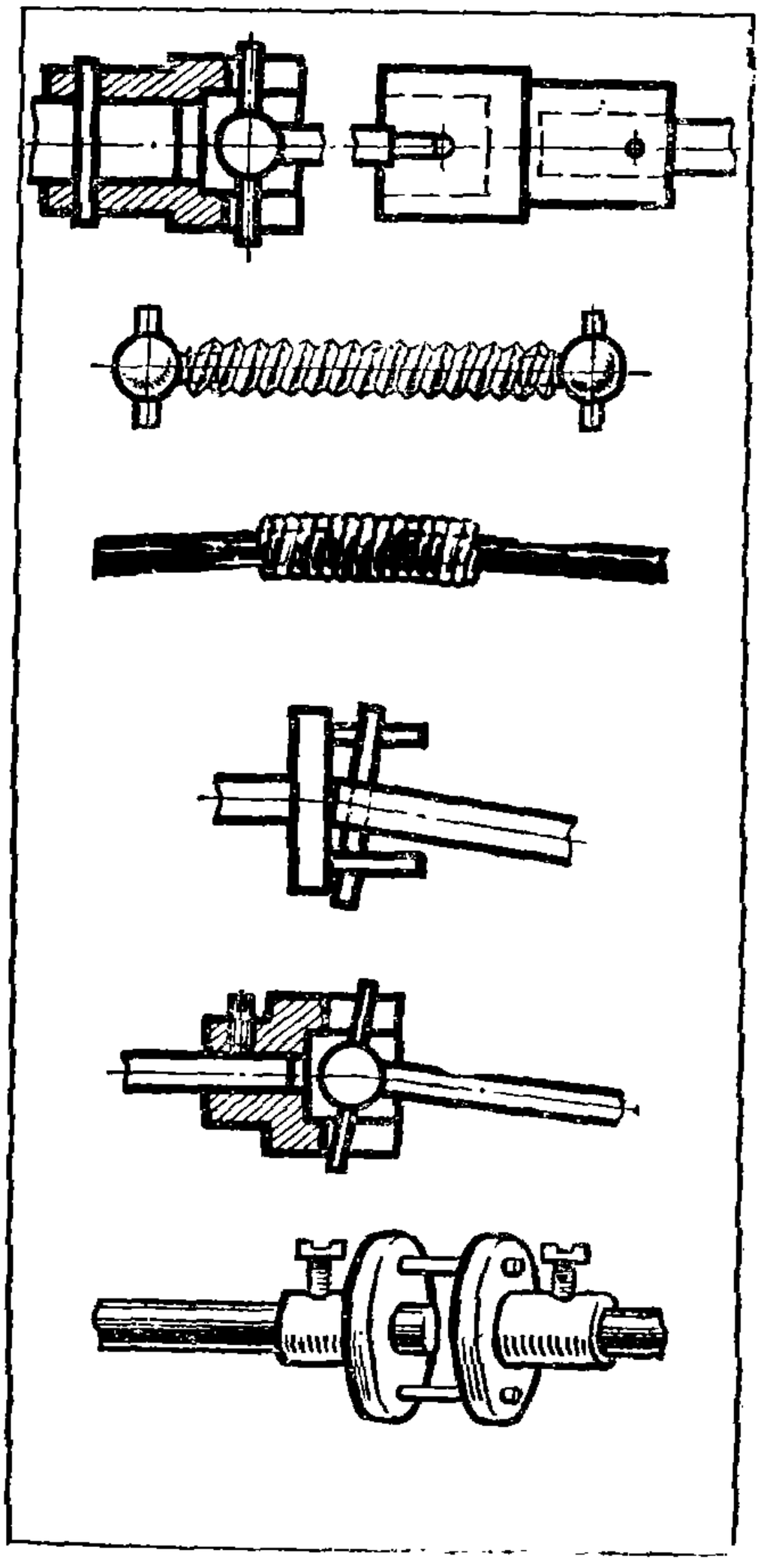


Рис. 151. Примеры соединения гребного вала с двигателем.

трубы желательно крепить в корпусе параллельно диаметральной плоскости и конструктивной ватерлинии. Если диаметр винта не позволяет выполнить это условие, то дейдвудные трубки ставят под углом 6—12° к ДП и КВЛ. Примеры соединения гребного вала и редуктора с двигателем показаны на рис. 151.

§ 10. ПОКРАСКА И РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ МОДЕЛИ

Задание 12. Подготовить к покраске и покрасить корпус, отдельные сборочные единицы и детали модели.

Цель. Освоение приемов и методов покраски модели.

Объект изготовления. Модель большого морского охотника.

Оборудование, инструмент и материалы. Краскораспылитель или компрессор, создающий давление до 0,3 МПа, мягкие кисти, шлифовальная шкурка № 80—120 и № 140—170, шпатели (упругая резина), эмалит, клей АК-20, нитрокраски различных цветов, нитрорастворитель, нитрошпатлевка.

Методические рекомендации. Покраску проводят в два этапа: первый — подготовка корпуса и деталей и второй — сам процесс покраски. Предлагается самостоятельно путем грунтования, шпатлевания и шлифования подготовить корпус к покраске. Перед покраской на корпусе модели с помощью рейсмуса следует прочертить конструктивную или грузовую ватерлинию и наклеить на нее полоску белого целлулоида шириной 1—3 мм в зависимости от размеров модели. Следует иметь в виду, что нитрокраски наносят тонким слоем, делая короткие мазки в одном направлении. Нельзя проводить кистью несколько раз по одному и тому же месту; второй и последующие слои наносят только при полном высыхании предыдущих.

Отделку модели завершают полированием, используя пасты ГОИ или полировочные пасты для легковых автомобилей.

После покраски и полирования модели приступают к сборке отдельных деталей и сборочных единиц и к регулировочным испытаниям. Существует два вида регулировочных испытаний модели: на воде без хода и на ходу.

Задание 13. Проверить остойчивость модели, наличие крена и дифферента, водонепроницаемость.

Цель. Освоение практических приемов регулировки модели без ее движения по воде.

Объект испытаний. Модель большого морского охотника.

Методические рекомендации. Испытания следует проводить в небольших бассейнах длиной около 5 м, изготовленных в мастерских или в лаборатории (например, из стальной трубы большого диаметра, разрезанной пополам и заваренной с торцов).

Сначала проверяют герметичность модели и, если обнаруживают течь, устраняют ее.

Затем проверяют дифферентовку модели. Нужно, чтобы модель плавала на «ровный киль» или с небольшим дифферентом на корму. В этом случае обеспечивается лучшая устойчивость на курсе.

Следующий этап — проверка остойчивости модели. Для этого модель накреняют на 45—50° и отпускают. При хорошей остойчивости модель достаточно быстро займет первоначальное положение, при плохой — будет долго колебаться и может стать креном на один из бортов. Этот недостаток устраняют, устанавливая в соответствующем месте балласт из свинца, причем для лучшей остойчивости модели его располагают ближе к носу и корме.

Задание 14. Проверить устойчивость модели на курсе и ее масштабную скорость.

Цель. Освоение практических приемов регулировки модели при ходовых испытаниях.

Объект испытаний. Модель большого морского охотника.

Методические рекомендации. Вначале устойчивость модели определяют путем пробных запусков на небольшой дистанции и фиксируют руль в нужном положении. Если модель двухвинтовая, то пробные запуски желательно делать без руля, для того чтобы по степени отклонения модели от заднего курса определить, одинаков ли шаг гребных винтов. После регулировки шага винтов определяют и фиксируют оптимальное положение руля.

Следующий этап — проверка масштабной скорости. Регулировка скорости осуществляется изменением напряжения источника питания двигателя (увеличением или уменьшением числа элементов электропитания) или изменением параметров гребных винтов.

§ 11. СОРЕВНОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ СУДОВ И КОРАБЛЕЙ

Соревнования проводят в соответствии с «Правилами соревнований по судомодельному спорту», в которых подробно изложены требования к моделям, описаны место проведения соревнований, судейство, оценка результатов и т. п. Модели классов А, В, Д, Е, Ф участвуют в соревнованиях, а класса С — только в конкурсах.

Место старта для запуска самоходных, скоростных, радиоуправляемых моделей и моделей подводных лодок оборудуется на акватории, не имеющей течения и защищенной от ветра. Запуск моделей яхт осуществляется на открытой воде при хорошем ветре. Акватория оборудуется для одновременного запуска моделей трех и более классов. Акватории для каждого класса различные. Например, ходовые соревнования моделей надводных кораблей и судов, а также моделей подводных лодок проводятся на акватории, формы и размеры которой по-

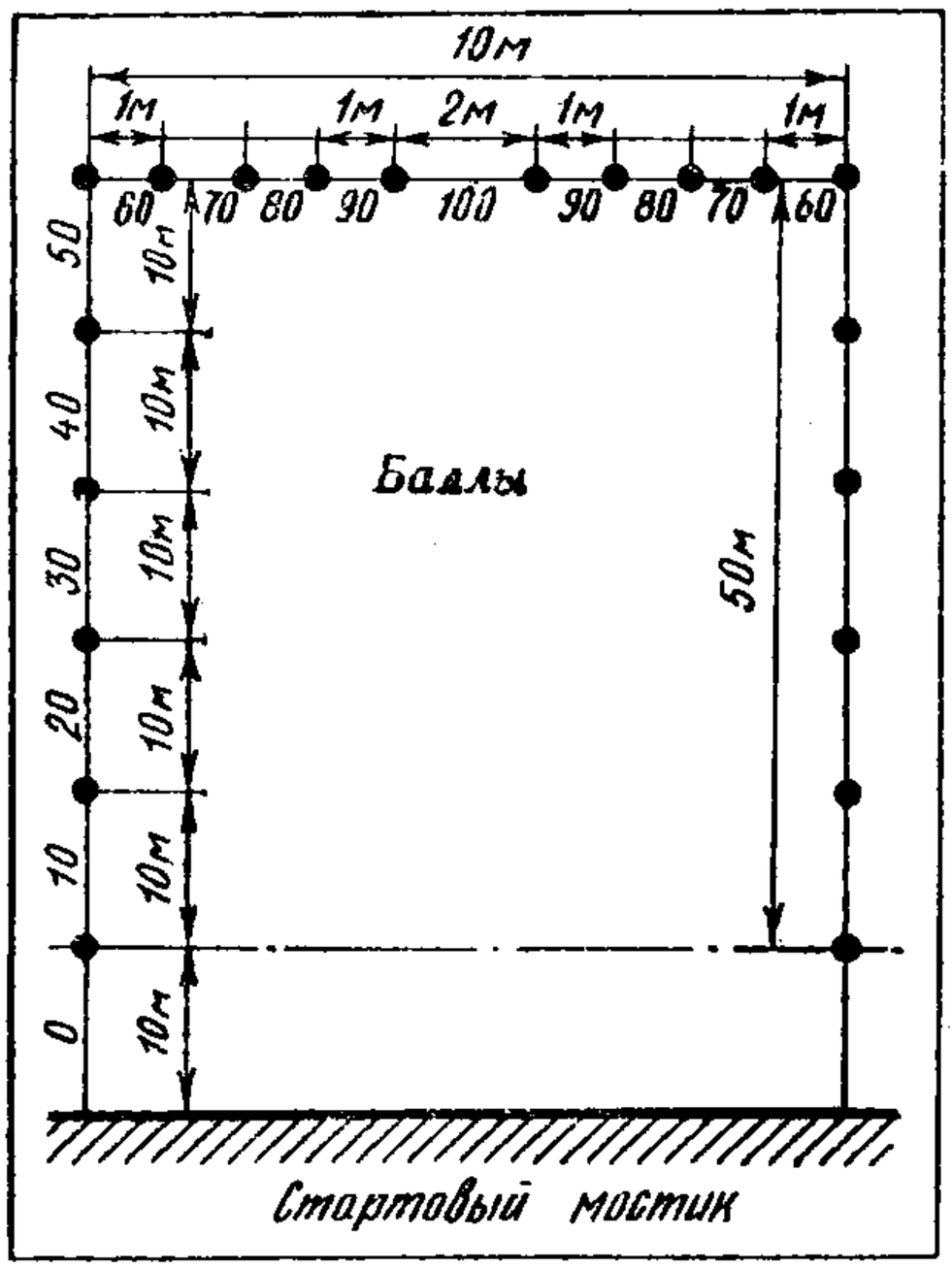


Рис. 152. Акватория для самоходных моделей.

казаны на рис. 152. Акватории ограничиваются буйками, для установки которых используются свинцовые или стальные грузы. Запуск моделей осуществляется со стартовых мостиков.

Модели самоходных судов и кораблей, подводных лодок, радиоуправляемые модели до начала ходовых соревнований проходят стендовые соревнования. При стендовой оценке учитывают общее впечатление о модели, сложность изготовления модели и отдельных деталей, соблюдение масштаба, полноту изображения, качество отделки и некоторые другие показатели.

На ходовых соревнованиях моделей надводных кораблей и судов баллы выставляют за устойчивость на курсе и масштабность скорости. Кроме того, для получения наивысшего результата модель должна финишировать в центральные ворота.

Начисление баллов в ходовых соревнованиях различных моделей осуществляется по специальным таблицам [1].

Контрольные вопросы. 1. Как классифицируют модели судов и кораблей? 2. Назовите основные судовые корабельные устройства. 3. Какие требования предъявляют к моделям судов и кораблей? 4. Что понимают под главными размерениями судна и как их определяют? 5. Расскажите об основных мореходных качествах судна. 6. Как определить главные размерения модели при наличии прототипа? 7. Какие требования предъявляют к корпусу модели судна? 8. Какие способы изготовления корпуса модели корабля наиболее распространены? 9. Какие двигатели устанавливают на моделях кораблей? 10. Какие типы движителей применяют на моделях кораблей? 11. Как рассчитать и изготовить гребной винт? 12. В какой последовательности проектируют модели судов? 13. Как разрабатывают теоретический чертеж модели? 14. Как изготовить редуктор? 15. Назовите способы соединения гребного вала с двигателем. 16. В какой последовательности собирают модель? 17. Как проверяют остойчивость модели, наличие крена и дифферента, устойчивость на курсе и масштабную скорость? 18. Как оборудуется акватория для проведения соревнований моделей судов? 19. Как проводятся стендовые соревнования (оценка) моделей судов, ходовые соревнования?

---

[1] Правила соревнований по судомодельному спорту, ч. I и II. М., 1977.

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

ГЛАВА 10

КОНСТРУКТОРСКИЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

§ 1. КОНСТРУКТОРСКИЕ ЗАДАЧИ, ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ ЛОГИКИ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Конструкторские задачи — творческие задачи, возникающие в процессе совершенствования существующих конструкций или создания новых технических устройств.

Из логики конструирования устройств вытекают частные конструкторские задачи: анализ конструкции; выбор оптимального варианта принципиальной схемы конструкции; выбор основных размеров технического устройства; выбор геометрической формы и материала деталей; выбор способа соединения деталей устройства. Эти задачи могут иметь самостоятельное значение и представлять собою упражнения, выполняемые на практических занятиях.

В процессе решения задач данного вида, т. е. упражнений, осуществляется подготовка к выполнению индивидуальных заданий на конструирование. Такие упражнения способствуют более уверенному, сравнительно быстрому и качественному выполнению заданий на конструирование различных технических устройств (приспособлений, механизмов, станков и т. п.). В ходе решения частных конструкторских задач формируются умения:

анализировать различные конструкции;

находить возможные варианты решений конструкторской задачи;

выбирать оптимальный вариант принципиальной схемы конструкции;

определять основные размеры конструкции, выбирать материал, форму деталей и способы их соединения;

выполнять технические расчеты и графические работы.

§ 2. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКИХ ЗАДАЧ

Задание 1. Решить задачу на анализ конструкции.

Цель. Приобретение умений анализа конструкции.

Объект анализа. Ручные рычажные ножницы по металлу, изготовленные на занятиях в мастерских.

Методические рекомендации. В процессе анализа конструкций даются ответы на вопросы в устной или письменной форме:

Каково функциональное назначение технического устройства? Как работает устройство? Где оно применяется? Из каких деталей состоит? Из какого конструкционного материала изготовлены детали? Можно ли применить другой материал? Указать, какой. Почему выбраны такие геометрические формы деталей? Можно ли было выбрать другие формы деталей? Изменится ли геометрическая форма детали, если применить другой конструкционный материал? Как соединены детали между собой? Можно ли было применить другой способ соединения деталей? Какие механизмы имеются в устройстве? Какие виды кинематических пар в механизме? Указать способы и последовательность изготовления деталей, а также последовательность сборки устройства.

Решение. Функциональное назначение ножниц — резание листового материала. Принцип работы можно проследить по рисунку общего вида и кинематической схеме (рис. 153).

Звенья *AC* и *DK* шарнирно соединены между собой тягой *CD* и с опорами *B* и *E*. Под действием силы *P* приводится в движение рычаг *DK*. Это усилие посредством звена *CD* передается звену *AC*. К кронштейну и к основанию ножниц прикреплен неподвижный нож, а на плече *AB* звена *AC* установлен подвижный нож. При движении звеньев *DK*, *CD*, *AC* и взаимодействии ножей возникает усилие резания. Ножницы могут найти применение в учебных мастерских и в кабинете по техническому конструированию. Ручные ножницы состоят из следующих основных деталей: основание — плита, в которой просверлены отверстия для крепления ножек и кронштейнов; ножки — опоры плиты; кронштейны, соединенные шарнирно (при помощи осей) с ведущим и ведомым звеньями (рычагами); рычаги, кинематически связанные между собой тягой *CD*; неподвижный нож, прикрепленный к кронштейну, и подвижный — к ведомому рычагу *AC*. В конструкции использованы стандартные крепежные детали.

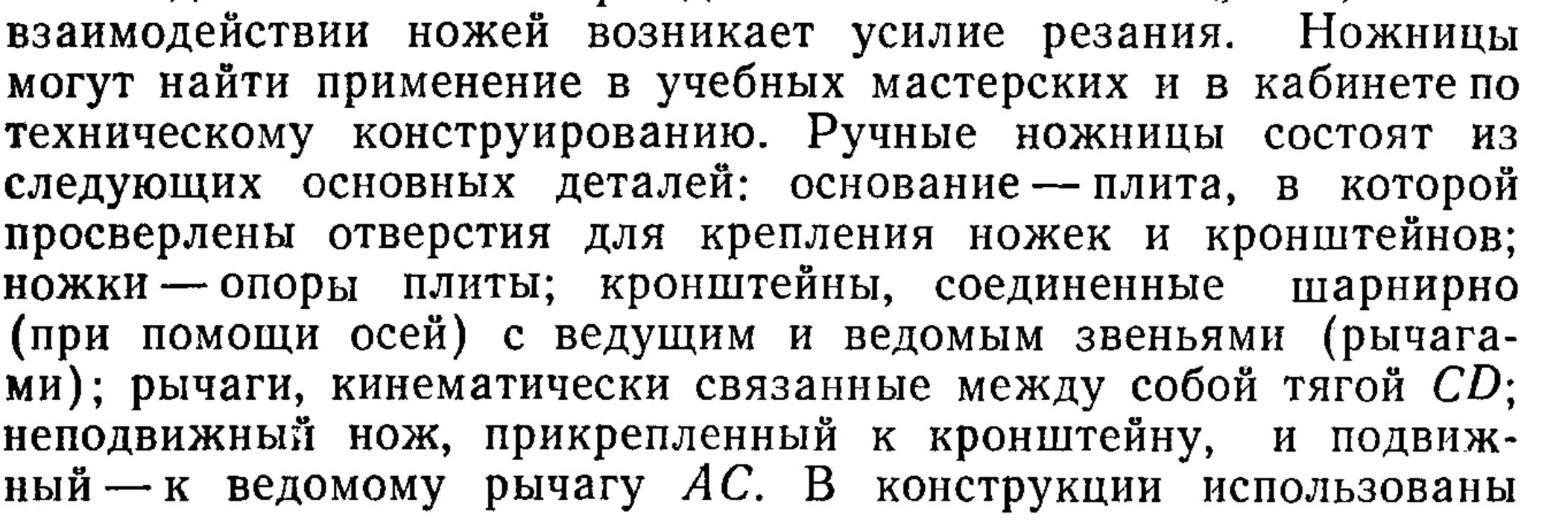


Рис. 153. Общий вид (*а*) и кинематическая схема (*б*) ручных ножниц.

В анализируемой конструкции применены различные материалы. Ножи изготовлены из стали марки У8А, оси — из стали 45, остальные детали — из стали Ст3. Детали можно было бы изготовить из других конструкционных материалов (например, ножи — из стали марки У10 или У12), но это привело бы к удорожанию конструкции. Многие детали конструкции имеют плоские и цилиндрические формы, так как детали такой формы могут быть легко изготовлены на станках существующих видов.

Можно выбрать иную форму для деталей, но это связано с применением других материалов. При выборе материала и геометрических форм деталей всегда учитывают наличие в учебных мастерских материалов и станочного оборудования.

В конструкции ножниц есть подвижные и неподвижные разъемные соединения, выполненные с помощью стандартных крепежных деталей. Можно было применить и другие способы соединения деталей (например, соединение ножек и кронштейнов с основанием электросваркой). Однако отсутствие в учебных мастерских сварочного аппарата вынуждает отказаться от такого вида соединения.

В рассматриваемой конструкции имеется плоский шарнирный четырехзвенный механизм преобразования движения, содержащий четыре вращательные пары. Детали ножниц изготовлены различными способами. Многие из них обработаны на токарно-винторезных, сверлильных и фрезерных станках. В небольшом объеме используется и слесарная обработка деталей (разметка, опиливание заусенцев, пригонка, доводка и другие операции).

Упражнение 1. Дать в письменной форме анализ универсального деревообрабатывающего станка ТВ-300.

Упражнение 2. Дать сравнительный анализ станков по деревообработке ТД-120 и ТСД-120.

Задание 2. Выбрать оптимальный вариант схемы конструкции.

Цель. Научиться выбирать из нескольких вариантов конструкции лучший.

Объекты для решения задачи. Три варианта конструкции рычажных ножниц (рис. 154).

Методические рекомендации. Сравнивая одинаковые по функциональному назначению и отличающиеся по устройству конструкции и учитывая возможные условия их изготовления в учебных мастерских, выбирают оптимальный вариант схемы устройства. В процессе выбора схемы конструкции учитывают критерии оценки ее совершенства: правильное функционирование, количество деталей и подвижных соединений, наличие стандартизированных и унифицированных деталей, простоту изготовления и обслуживания. Если результаты функционирования одинаковы, то наилучшей считается та конструкция, ко-

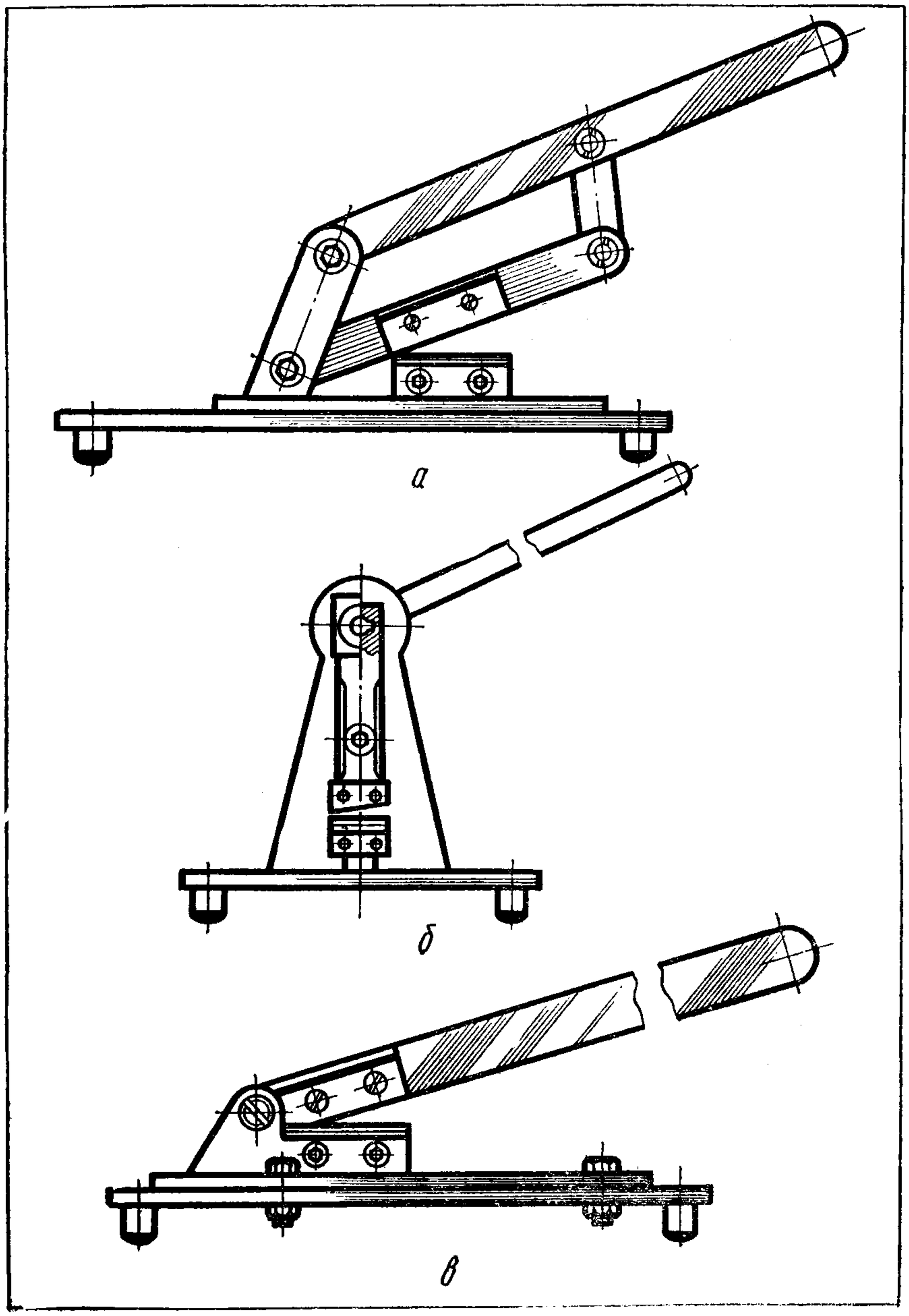


Рис. 154. Рычажные ножницы различных конструкций.

торая имеет наименьшее количество деталей и подвижных соединений. Однако между выдвинутыми требованиями часто наблюдаются противоречия. Так, для повышения долговечности деталей конструкции надо в ряде случаев увеличить их массу, применить более прочные материалы, что ведет к увеличению расхода материалов и удорожанию конструкции. Конструктивные мероприятия, направленные на удовлетворение одного требования, препятствуют выполнению других. Поэтому приходится принимать компромиссные решения, основанные на ограничении одних качеств конструкции, чтобы повысить другие, более важные. Если главная функция не выполняется полностью, то можно сказать, что отсутствует и положительный результат конструирования.

Решение. Конструкции ножниц с эксцентриковым механизмом (рис. 154, *б*) и шарнирным четырехзвенным механизмом (рис. 154, *а*) сложны, имеют много деталей и подвижных соединений. Поэтому для изготовления выбирают ножницы третьего варианта (рис. 154, *в*).

Упражнение 3. Даны кинематические схемы механизмов преобразования движений (рис. 155). Требуется выбрать, исходя из технологических соображений, оптимальный вариант схемы будущей демонстрационной модели.

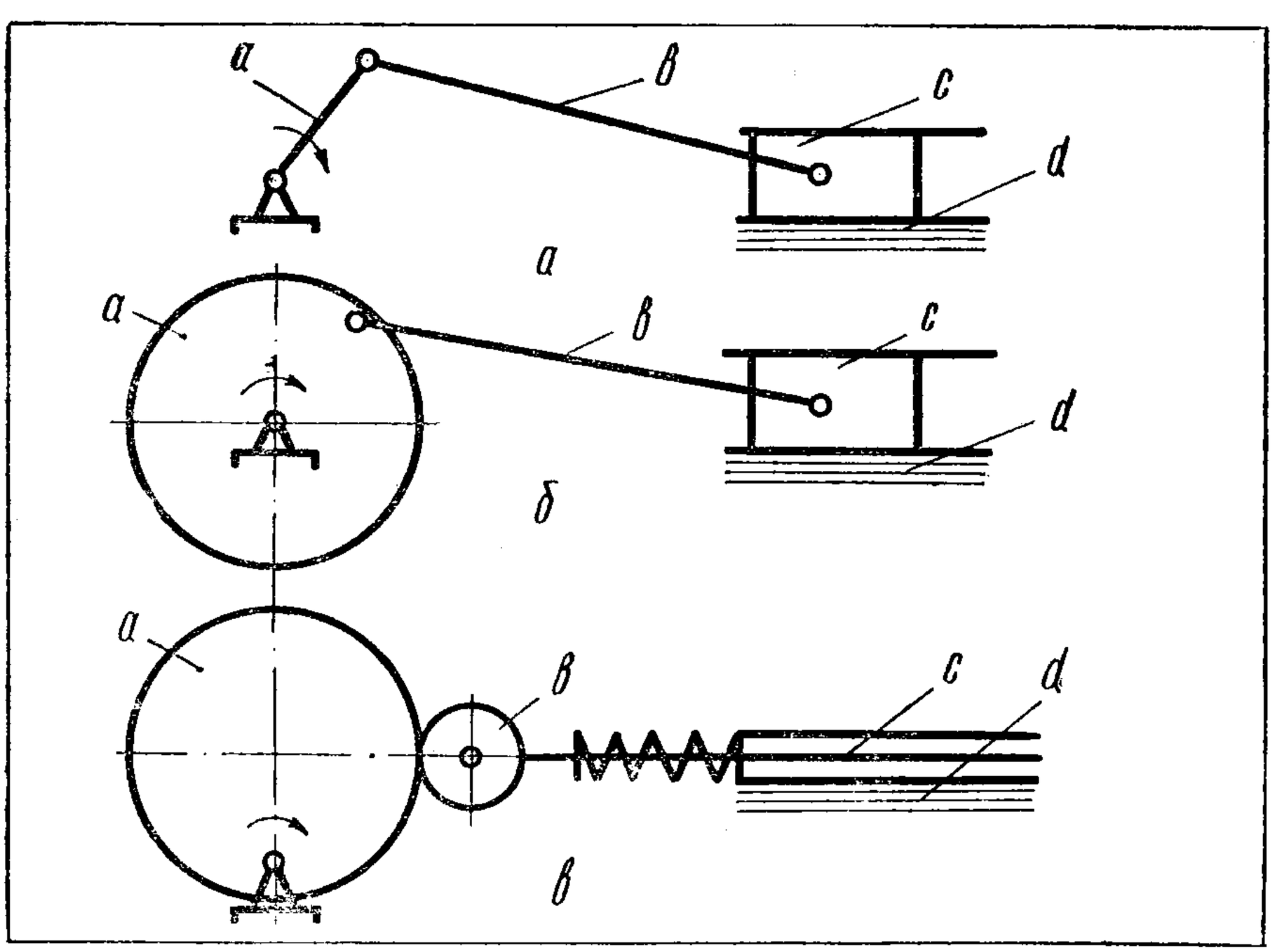


Рис. 155. Схемы кривошипно-шатунных (*а*, *б*) и эксцентрикового (*в*) механизмов преобразования движения.

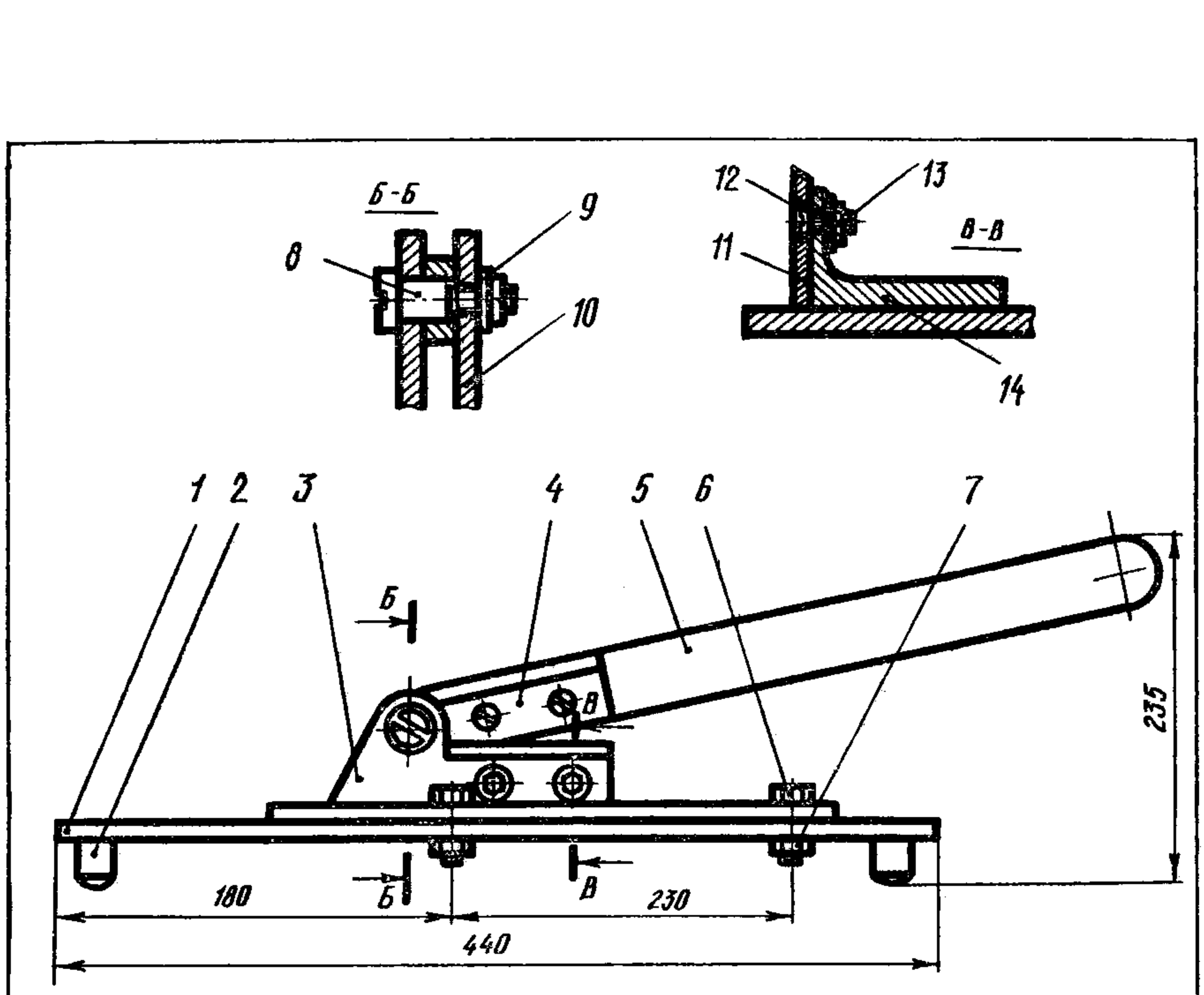


Рис. 156. Сборочный чертеж рычажных ножниц, принятых для изготовления: *1* — основание; *2* — ножка; *3* — кронштейн; *4* — нож подвижный; *5* — рычаг ножевой; *6* — болт; *7, 13* — гайки; *8* — ось; *9, 14* — шайбы; *10* — кронштейн левый; *11* — нож неподвижный; *12* — винт.

Задание 3. Выбрать основные размеры конструкции.

Цель. Приобретение навыков определения основных размеров конструкции.

Объект для решения задачи. Рычажные ножницы, принятые для изготовления (рис. 156).

Методические рекомендации. После выбора оптимального варианта принципиальной схемы конструкции переходят к определению ее основных размеров. Под основными размерами понимают размеры, определяющие устройство в целом. Размеры конструкции являются функцией его назначения. При определении отдельных размеров исходят из заданных в условии задачи данных, а также из эстетических требований и необходимости обеспечить пропорциональные соотношения размеров всех деталей. Размеры деталей могут быть и назначены по конструктивным или технологическим соображениям. Таким образом, при выборе размеров конструкции всегда должны учитываться такие критерии, как правильное функционирование, простота изготовления и обслуживания, внешний вид.

Р е ш е н и е. Основными размерами основания (плиты) ножниц являются длина и ширина, которые назначают исходя из

соображения устойчивости конструкции. Толщину выбирают с учетом наличия материалов и их экономии. В рассматриваемой конструкции плита имеет четыре опоры. Необходимо выбрать такую схему, которая позволила бы равномерно распределить нагрузки на все опоры. По известным формулам технической механики находят координаты центра тяжести конструкции. Линия действия равнодействующей всех приложенных сил должна пройти через точку пересечения диагоналей прямоугольника (основания). Значение точного положения центра тяжести важно при компоновке деталей и узлов технического устройства.

По конструктивным соображениям назначают размеры кронштейнов, ножей и подбирают крепежные стандартные детали.

Упражнение 4. Самостоятельно обосновать выбор основных размеров сверлильного (НС-12М) и токарно-винторезного (ТВ-4) станков, исходя из соображения устойчивости.

Задание 4. Выбрать геометрические формы и материалы деталей конструкции.

Цель. Научиться выбирать геометрические формы и конструкционный материал деталей технического устройства.

Объект для решения задачи. Рычажные ножницы по варианту, представленному на рис. 154, *в*.

Методические рекомендации. При выборе геометрической формы деталей устройства необходимо учесть соответствие формы изделия функциональному назначению, конструкционный материал деталей, способы соединения и изготовления деталей. При этом следует помнить, что не всегда форма детали устройства диктует выбор материала, но и конструкционный материал и способ изготовления обусловливают выбор геометрической формы. Таким образом, при конструировании устройств необходимо учитывать взаимообусловленность (взаимосвязь) материала, формы деталей и способа их изготовления. Выбор материала при конструировании устройств осуществляется с учетом физико-механических и технологических свойств.

Решение. При выборе геометрической формы деталей ножниц руководствуются следующими соображениями. Большая часть деталей ножниц имеет самые простые геометрические формы (плоские, цилиндрические и их сочетания). Плоские и цилиндрические поверхности деталей легче, быстрее и дешевле получить на имеющихся в учебных мастерских станках. Исходя из этого выбрана плоская форма для основания рычага и ножей и цилиндрическая для оси, винтов и болтов. Для кронштейнов выбран стандартный неравнобокий уголок. Геометрические формы деталей ножниц соответствуют функциональному назначению. Все детали можно изготовить в условиях учебных мастерских. Соединения выполняют с помощью стандартных крепежных деталей.

Выбор материала деталей осуществляется с учетом выполняемой ими функции, а также экономических соображений (стоимости) и возможности их приобретения. Для деталей ножниц выбраны конструкционные материалы Ст2, Ст3, сталь 45, У8А.

Упражнение 5. Самостоятельно обосновать выбор геометрических форм и конструкционного материала типовых деталей станков НС-12М и ТВ-4.

Задание 5. Выбрать способы соединения деталей устройства.

Цель. Приобретение умений выбора рационального способа соединения деталей и совершенствование навыков выполнения технических расчетов.

Объект для решения задачи. Ножницы, принятые для изготовления (рис. 154, *в* и 156).

Методические рекомендации. Вид соединения деталей определяется функциональным назначением, условиями эксплуатации, формой и материалом соединяемых деталей конструкции. Чтобы технически грамотно выбрать тот или иной вид соединения деталей, необходимо хорошо знать технические характеристики каждого вида соединения, область его применения, способ его осуществления, достоинства и недостатки. Рациональный вариант соединения деталей выбирается также с учетом материально-технических возможностей учебных мастерских.

Практическое выполнение соединения тем или иным способом расширяет знания о соединениях деталей, способствует формированию умений решения такого вида частных конструкторских задач.

Решение. Варианты некоторых возможных способов соединений деталей показаны в табл. 8.

Таблица 8. **Выбор способа соединения деталей**

Соединяемые детали	Вид соединения			Рациональный вариант соединения с учетом материально-технической базы мастерских
	болтовое	винтовое	сварное	
Основание и ножки		×	×	Винтовое
Основание и кронштейн	×	×	×	Болтовое
Кронштейн и рычаг	×			Болтовое
Рычаг и подвижный нож		×		Винтовое
Неподвижный нож и кронштейн		×		Винтовое

Детали ножниц, соединенные между собой выбранным способом, должны выполнять определенные функции, обладать необходимой прочностью, не разрушаться под влиянием действующих на них сил.

Размеры деталей, обеспечивающие прочность или жесткость, устанавливаются расчетами. Ниже приводятся примеры некоторых расчетов, выполняемых в следующем порядке:

1. Определяют усилие резания:

$$P = 0{,}5S^2\sigma_в/\mathrm{tg}\,\alpha,$$

где S — толщина листового материала, мм;
$\sigma_в$ — предел прочности материала, Н/мм²;
α — угол створа режущих кромок, град.

Выбирают величины S, α и $\sigma_в$ для данного конструкционного материала. Сила резания приложена на конце подвижного ножа на расстоянии 100 мм от шарнирной опоры рычага.

2. Принимают значение усилия $3 \cdot 10^2$ Н, приложенного на конце рычага на расстоянии 860 мм от точки приложения силы резания.

Определяют реакцию опоры рычага.

3. Строят схему нагрузок, действующих на рычаг, и эпюру изгибающих моментов. Из эпюры находят максимальный изгибающий момент.

4. Вычисляют необходимые размеры сечения рычага из условия прочности на изгиб:

$$M_{и\,max}/W_и \leqslant [\sigma]_и,$$

где $[\sigma]_и$ — допускаемое напряжение на изгиб;
$W_и$ — момент сопротивления изгибу (для прямоугольного сечения $bh^2/6$).

Приняв ширину сечения рычага $b = 10$ мм, определяют его высоту $h = 39$ мм.

5. Вычисляют необходимый диаметр оси из условия прочности на срез по формуле из курса сопротивления материалов.

Размеры других деталей ножниц назначают по конструктивным и технологическим соображениям.

Задание 6. Самостоятельно обосновать выбор способов соединения деталей деревообрабатывающих станков: фрезерного Ф-4 и сверлильного СВП.

После решения частных конструкторских задач полезна работа с механическим конструктором. Упражнения с конструктором позволяют восстановить в памяти сведения о ранее изученных механизмах и в какой-то мере облегчают дальнейшую самостоятельную конструкторскую работу.

Контрольные вопросы. 1. Какие частные конструкторские задачи решают в процессе конструирования технических устройств? 2. Какие умения формируются в ходе решения конструкторских задач? 3. В какой последовательности проводится анализ конструкций? 4. Какие факторы учитывают при выборе оптимального варианта схемы конструкции? 5. Какие противоречия иногда возникают в процессе конструирования устройств? Как их разрешают? Что понимают под компромиссным решением? 6. Как производится расчет на устойчивость конструкции, опирающейся на плоскость? 7. Почему

при выборе геометрической формы деталей отдается предпочтение плоским и цилиндрическим поверхностям или их сочетаниям? 8. Какие факторы учитывают в процессе конструирования при выборе формы и материала деталей? 9. Почему в процессе конструирования учитывают взаимообусловленность материала, формы деталей и способа их изготовления? 10. Какие существуют способы соединения деталей механизмов и машин? 11. Какими факторами определяется способ соединения деталей? 12. Как выбрать при конструировании рациональный вид соединения деталей?

ГЛАВА 11

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ УСТРОЙСТВ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ

§ 1. ОТБОР ЗАДАНИЙ НА КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТРЕБОВАНИЯ К ИЗГОТОВЛЯЕМЫМ УСТРОЙСТВАМ

При отборе технических заданий на конструирование к ним предъявляют следующие требования: органическая связь заданий с изучаемым материалом; реальность содержания; краткая и четкая формулировка условия; целесообразность выполнения заданий и практическая потребность в данной конструкции; посильность выполнения; учет способностей и возможностей исполнителей, а также наличия материала и оборудования в учебных мастерских.

Важное значение имеют сроки выполнения заданий. Каждое задание должно быть доведено до конца. Если техническое устройство достаточно сложное, то целесообразно конструирование и изготовление его вести звеньями по два-три человека с разделением труда. Но при этом важно, чтобы каждая сборочная единица (узел) сложного устройства была сконструирована и изготовлена одним лицом.

Рассмотрим технические требования к проектируемым конструкциям.

Соответствие конструкций деталей их функциональному назначению и условиям работы обеспечивается конфигурацией, размерами и взаимным расположением элементов.

Условием прочности является ограничение рабочих напряжений в нагруженных сечениях в пределах допускаемых. Это условие обеспечивается правильным выбором конструкционных материалов, их термообработкой, выбором целесообразной формы сечений и установлением расчетных размеров конструкций. Ограничение прогиба и углов поворота в сечениях в пределах допустимых значений является условием жесткости устройства. Однако завышенный запас прочности и излишняя жесткость конструкции не допустимы.

При конструировании следует выбирать такой материал, который обеспечивает необходимую прочность, жесткость,

износоустойчивость и обрабатываемость. Вместе с тем конструкционный материал должен быть недорогим. Выбор материала связан с конструктивным оформлением деталей, определяющим способы получения заготовок. Марку материала необходимо выбирать с учетом анализа условий работы деталей, характера воспринимаемых ими нагрузок, а также вида напряжений, возникающих в нагруженных сечениях и на отдельных поверхностях деталей.

В процессе конструирования должна решаться проблема экономии материала в результате уменьшения припусков, рационального использования отходов, уменьшения брака и т. п. Уменьшение массы деталей — важное средство экономии материала. При конструировании технических устройств нужно стремиться к уменьшению их массы и габаритов (объема), но без снижения надежности и других качеств (см. гл. 1, § 3).

Большое значение имеет конструктивная простота устройства. Она выражается в отсутствии лишних деталей и механизмов, наличие которых не обусловливается функциональным назначением и условиями работы технического устройства.

В ходе конструкторской работы следует учитывать требования безопасности труда, стремиться облегчить операции управления. Все подвижные части устройства, представляющие опасность для обслуживающего персонала, должны иметь ограждения. Конструкция должна обеспечивать возможность монтажа и демонтажа отдельных узлов без их разборки и демонтажа соседних узлов, а компоновка агрегатов, узлов и механизмов — удобный доступ к ним для выполнения операций технического ухода (регулировки, очистки, осмотра, смазывания и др.).

В процессе конструирования необходимо стремиться к тому, чтобы создаваемые устройства были красивы, современны, не ухудшая при этом их эксплуатационные качества. Конструктор должен уметь разрабатывать пространственный рисунок будущего устройства в нескольких вариантах, решая одновременно вопросы цветового оформления, и изготавливать модель технического устройства, соблюдая все основные требования, предъявляемые к техническим объектам.

§ 2. КОНСТРУИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ УСТРОЙСТВ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ

Конструирование устройств проводится по этапам (см. гл. 3, табл. 1). Опыт работы показывает, что особое внимание следует уделять разработке эскизного и рабочего проектов.

В состав эскизного проекта входят: чертеж общего вида устройства (эскизный); кинематическая, электрическая и другие схемы; чертежи общего вида основных сборочных единиц (узлов); предварительные технические расчеты.

В состав рабочего проекта включаются: чертежи общих видов (они выполняются так, чтобы их можно было использовать в качестве сборочных); чертежи деталировочные; спецификация деталей; технические расчеты; инструкция по эксплуатации устройства; перечень израсходованного конструкционного материала, его стоимость, а также стоимость покупных крепежных деталей и изделий и приблизительная стоимость изготовленного станка.

Правильная разработка конструкторской документации дает возможность точно воплотить конструкторский замысел в материале и предопределяет надежность и работоспособность будущей конструкции. Содержание конструкторских документов должно быть доступно для учащихся.

В процессе конструирования и изготовления технических устройств оформляется школьная техническая документация: технические рисунки, эскизы, чертежи, технические требования и условия на изготовление изделий, технологические карты и кинематическе схемы. Знание этой документации необходимо для развития технического мышления учащихся.

Конструирование может проводиться по заданию (техническим требованиям). Ценность метода заданий заключается в том, что он соответствует логике конструирования и максимально приближен к конструированию в производственных условиях.

Конструирование и изготовление технического устройства по этапам покажем на примере настольного сверлильного станка по металлообработке. Конструкторская работа начинается с осознания и уяснения поставленной цели и задачи создания новой конструкции, требований, которым должно отвечать устройство. Осознанию цели способствует и техническое задание, которое можно сформулировать следующим образом: «Сконструировать и изготовить настольный сверлильный станок, предназначенный для сверления сплошного материала с твердостью *HB* 190. Максимальный диаметр сверления принять равным 6 мм. Габаритные размеры станка не должны превышать 265×120×300 мм. Масса станка должна быть не более 10 кг. В конструкции предусмотреть ограждение. Создание станка диктуется потребностями кабинета по техническому моделированию».

В процессе анализа технического задания (задачи) выявляют, есть ли в задании необходимые данные для его выполнения, каких данных недостает, как их найти. Установив недостающие данные, приступают к их поискам. Анализ показывает, что в предлагаемое задание не включены полностью технические и технологические требования, предъявляемые к станку. Эти требования к конструкции будут установлены в процессе создания станка. В задании также недостаточно технических параметров, характеризующих процессы сверления. Эти пара-

метры можно определить в ходе выполнения расчетов или назначить по конструктивным соображениям. Если бы в техническом задании (задаче) были известны все данные, то такая задача не была бы конструкторской.

После анализа технического задания необходимо перейти к следующему важному этапу работ — поискам вариантов аналогичных конструктивных решений. На данном этапе работы решаются задачи на анализ существующих конструкций станков, выполняемый в последовательности, описанной в гл. 10, § 2, и на выбор наилучшей схемы конструкции. Приведем пример выполнения задания на выбор лучшей схемы конструкции.

Задание 1. Выбрать оптимальный вариант схемы сверлильного станка.

Цель. Совершенствование умения выбирать из нескольких вариантов схем станков лучший.

Оборудование и материалы для изучения. Образцы сверлильных станков, справочники, фотографии станков, проспекты технических выставок и т. п.

Методические рекомендации. Необходимо ознакомиться с существующими аналогами станков на металлообрабатывающих предприятиях, изучить технические данные станков, обобщенные в книгах, статьях, журналах. Прежде чем принять решение, нужно рассмотреть много вариантов станков и отказаться от неперспективных. При этом очень важно организовать коллективное обсуждение всех вариантов схем.

Выбор оптимального варианта принципиальной схемы конструкции определяется такими важнейшими техническими требованиями, как правильное функционирование, высокая прочность, жесткость и устойчивость, технологичность, удобство в эксплуатации, а также эстетическими требованиями. По рисункам, плакатам и кинематическим схемам анализируют сверлильные станки НС-12М, 2А135, 2118А, выпускаемые промышленностью. С учетом условий технического задания и материально-технической базы учебных мастерских принимается кинематическая схема станка (рис. 157).

Выяснив принцип действия будущей конструкции, учащиеся приступают к следующему этапу работы — выполнению расчетов. Как известно, для конструирования одношпиндельного сверлильного станка необходимо знать максимальный диаметр сверления D (мм), хотя бы одно значение частоты вращения шпинделя n (об/мин) и одно значение подачи инструмента на оборот шпинделя s (мм/об), число ступеней скоростей вращения шпинделя z_n, число ступеней подач z_s, знаменатель прогрессии, определяющий ряд чисел оборотов шпинделя, φ, знаменатель прогрессии, характеризующий ряд подач, φ_s, а также частоту вращения электродвигателя $n_э$.

В качестве примера приведем некоторые технические расчеты.

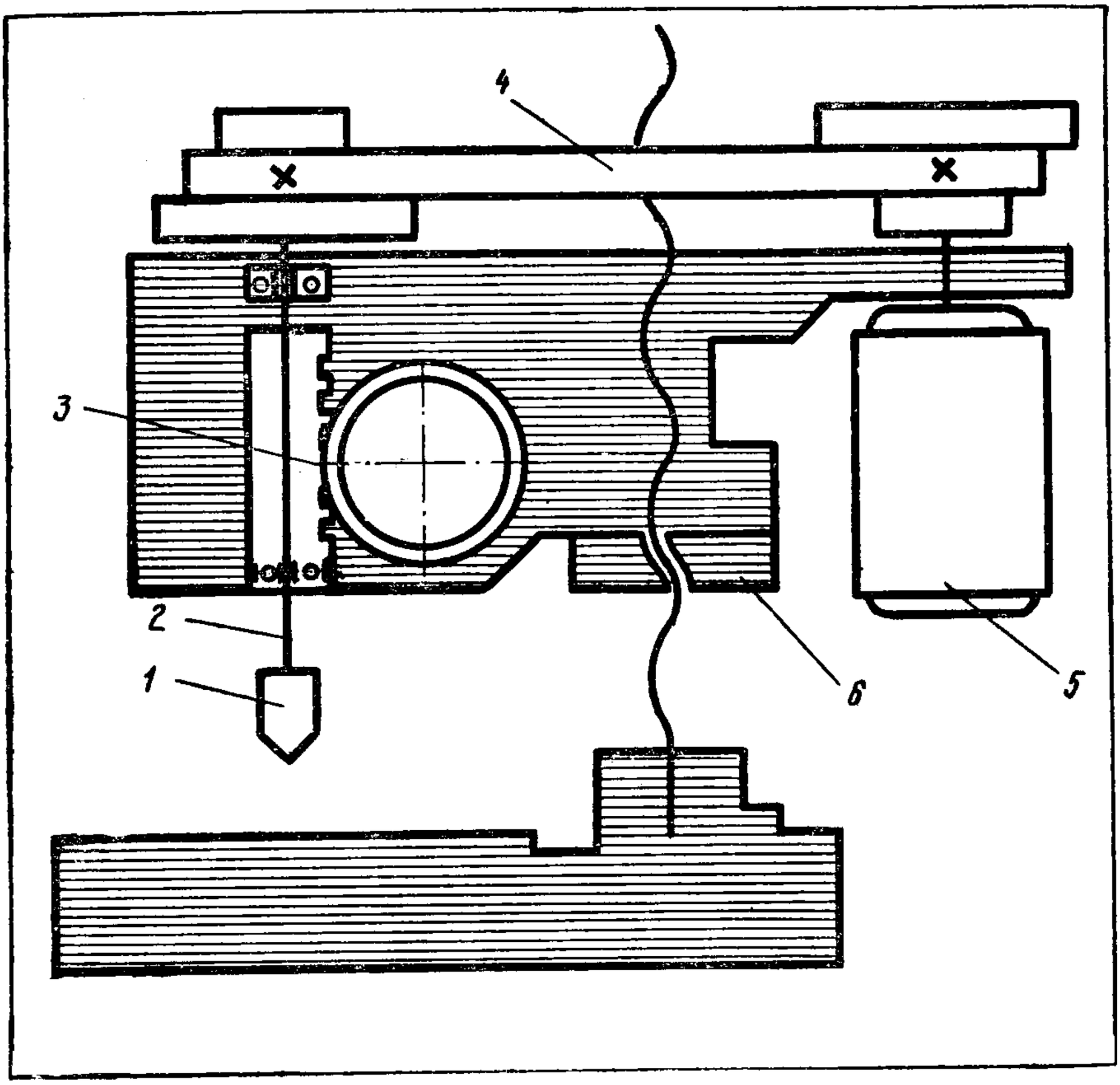


Рис. 157. Кинематическая схема станка:

1 — сверлильный патрон; *2* — шпиндель; *3* — реечный механизм; *4* — ременная передача; *5* — электродвигатель; *6* — механизм подъема.

Задание 2. Рассчитать подачу s, скорость резания v, частоту вращения n, осевое усилие P, крутящий момент $M_{кр}$.

Цель. Освоение приемов выполнения технических расчетов.

Оборудование, инструмент и материалы для изучения. Образцы сверлильных станков, счетная машинка, логарифмическая линейка, справочники.

Методические рекомендации. Последовательность выполнения расчетов:

1. Определяем технологически допустимую подачу s (мм/об) для сверла $D=6$ мм по формуле:

$$s=cD^{0,6},$$

где c — коэффициент, равный 0,07;

D — диаметр сверла, мм.

Подставляя числовые значения в формулу, получаем: $s = 0{,}07 \cdot 6^{0{,}6} \approx 0{,}2$ мм/об.

2. Вычисляем допустимую скорость резания v (м/мин) для сверления по формуле:

$$v = \frac{c_v D^{z_v}}{T^m s^{y_v}} \cdot k_v,$$

где c_v — коэффициент для расчета скорости резания при сверлении, равный 10,5;
D — диаметр сверла, мм;
T — стойкость сверла, равная 35 мин;
m — показатель стойкости для серого чугуна с твердостью HB 190, равный 0,125;
s — подача сверла на один оборот шпинделя, мм/об;
z_v — показатель степени, равный 0,25;
y_v — показатель степени, равный 0,55;
k_v — коэффициент, равный 1.

$$v = \frac{10{,}5 \cdot 6^{0{,}25}}{35^{0{,}125} \cdot 0{,}2^{0{,}55}} = 25{,}6 \text{ об/мин}.$$

3. Находим частоту вращения n (об/мин), при которой производится сверление отверстия:

$$n = \frac{1000v}{\pi D};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 25{,}6}{3{,}14 \cdot 6} \approx 1359 \text{ об/мин}.$$

4. Определяем осевое усилие резания P (Н) по эмпирической формуле:

$$P = 9{,}81 c_P D^{z_P} S^{y_P} k_P.$$

Коэффициенты [1] $c_P = 42$; $z_P = 1{,}2$; $y_P = 0{,}75$; $k_P \approx 1$. Подставив числовые значения в формулу, получаем: $P = 9{,}81 \cdot 42 \cdot 6^{1{,}2} \cdot 0{,}2^{0{,}75} \approx 1057$ Н.

5. Крутящий момент резания $M_{кр}$ (Н·мм) вычисляется по эмпирической формуле:

$$M_{кр} = 9{,}81 c_M D^{z_M} S^{y_M} k_M.$$

Для серого чугуна с твердостью $HB = 190$ коэффициенты [1] $c_M = 12$; $z_M = 2{,}2$; $y_M = 0{,}8$; $k_M \approx 1$. Подставив эти коэффициенты в формулу, получаем: $M_{кр} = 9{,}81 \cdot 12 \cdot 6^{2{,}2} \cdot 0{,}2^{0{,}8} \approx \approx 1673{,}3$ Н·мм.

Необходимо соблюдать методику выполнения расчетов. Используя для расчетов готовые формулы, следует правильно оценивать их точность. В противном случае нельзя будет сде-

[1] Аршинов В. А., Алексеев Г. А. Резание металлов и режущий инструмент. М., 1976, с. 199—200.

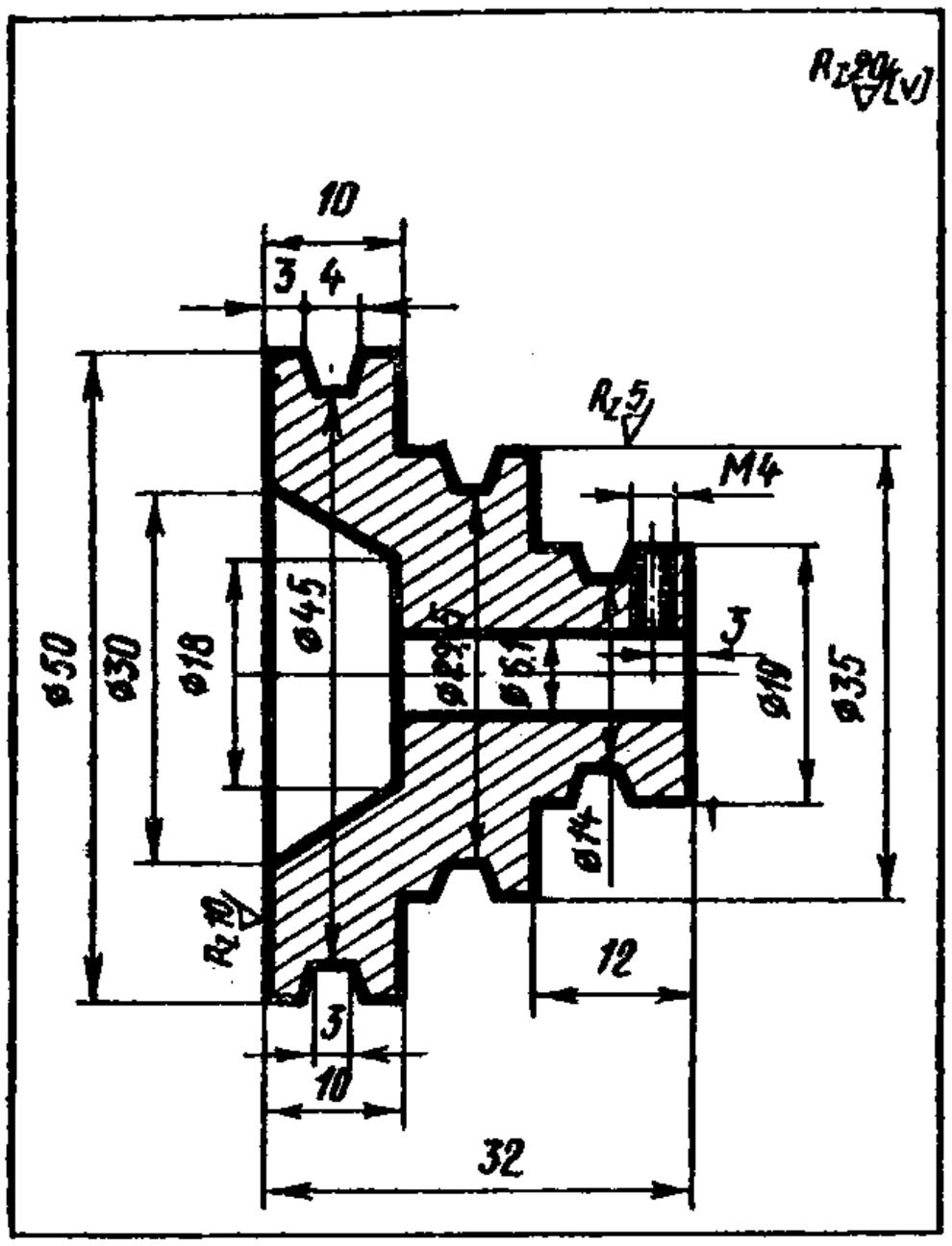


Рис. 158. Шкив ведущий.

лать заключение о точности полученных результатов. Особенно осторожно надо использовать формулы, которые включают в себя различные коэффициенты. Расчет должен выполняться в специальной тетради. В процессе расчета не следует ничего стирать или зачеркивать. Расчетная работа требует полной сосредоточенности и внимания. Найти ошибку в расчете бывает труднее, чем ее избежать. Пренебрежение этими простыми правилами может свести на нет всю ценность расчета или, что еще хуже, привести к ошибочным заключениям.

Задание 3. Самостоятельно рассчитать клиноременную передачу. Выполнить чертеж ведомого шкива.

Цель. Совершенствование навыков выполнения технических расчетов и графических работ.

Оборудование, инструмент и материалы для изучения. Счетная машинка, чертежные инструменты и материалы, технические справочники.

Методические рекомендации. Составив кинематическую схему клиноременной передачи, определяют ее параметры. Выполняют расчет ремня на тяговую способность и долговечность и расчет ведущего шкива (рис. 158). Затем выбирают тип ремня; самостоятельно разрабатывают чертеж ведомого шкива. Параллельно с техническими расчетами выполняют графические задания.

Чертежи некоторых деталей станка (станины, опоры, корпуса, плиты-ползуна, шпинделя, зубчатого колеса (шестерни) и рейки приведены на рис. 159—165.

Задание 4. Самостоятельно разработать чертежи деталей станка, указанных в спецификации (рис. 166).

Цель. Совершенствование конструкторских умений.

Инструмент и исходные документы. Чертежные инструменты и принадлежности, справочники, сборочный чертеж конструируемого станка.

Методические рекомендации. Деталирование производится в соответствии с правилами и требованиями ЕСКД.

После разработки всей документации организуется защита проекта.

Важным этапом работы является подготовка к изготовлению сконструированного станка: определение последовательности изготовления деталей, составление технологических карт на их изготовление, выбор материала, инструментов и т. п.

Из технической документации станка видно, что многие его детали могут быть изготовлены способом механической обработки. При обработке заготовок необходимо строго придерживаться установленной технологии и выполнять требования безопасности труда.

В процессе практических работ нужно следить, чтобы изготовляемые детали, сборочные единицы и механизмы отвечали требованиям технической документации. Очень важно контролировать соответствие размеров деталей номинальным, проставленным на чертежах на основании расчетов или же назначенным исходя из конструктивных и технологических соображений.

Как видно, изготовление устройства — этап практической работы очень сложный. И для того чтобы изготовить устройство высококачественно, в полном соответствии с замыслом, нужен точный документ (проект), содержащий исчерпывающие данные для изготовления и контроля деталей. В состав рабочего проекта входит также инструкция по эксплуатации устройства.

Каждое техническое устройство имеет множество деталей, соединенных между собой. Поэтому приходится не только конструировать детали, но и предусматривать возможность, легкость, доступность и целесообразность соединения их тем или иным способом. Если детали сконструированы неверно, то их трудно будет собрать или же они могут быть повреждены при сборке. Ошибки и неувязки при конструировании и изготовлении детали, как правило, выявляются при сборке деталей машин. В этих случаях приходится браковать детали или исправлять их недостатки, от чего задерживается сборка технического устройства. Переделка деталей при сборке, в свою очередь, может привести к нарушению принципа взаимозаменяемости. Все это обязывает предусматривать условия сборки и разборки. Сборка станка должна выполняться по чертежам.

Понятно, что изготовить сложные детали нелегко, а еще труднее добиться слаженной работы их в собранном устройстве. Как правило, техническое устройство подвергается испытаниям. Испытания — ответственный этап работы. В процессе испытания устройства выявляются просчеты, ошибки, недостатки изготовления деталей и сборочных единиц, погрешности сборки и т. д. Испытание дает богатейший материал для улучшения конструкции (доводки) станка. Ошибки (отклонения от номинальных значений, биения, колебания скорости и т. д.), выявленные в процессе испытания устройства, устраняют и в техническую документацию вносят соответствующие исправле-

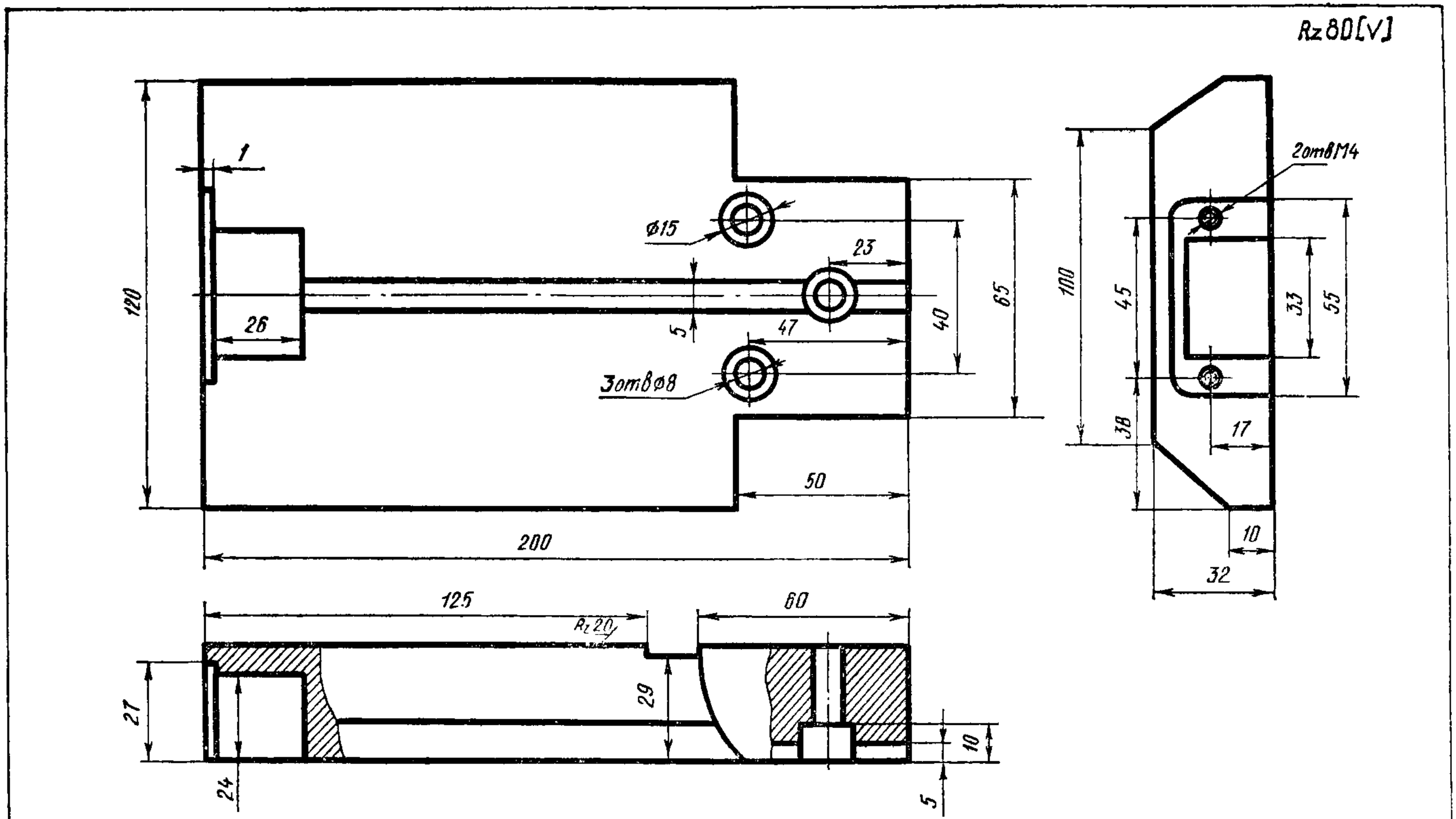


Рис. 159. Станина.

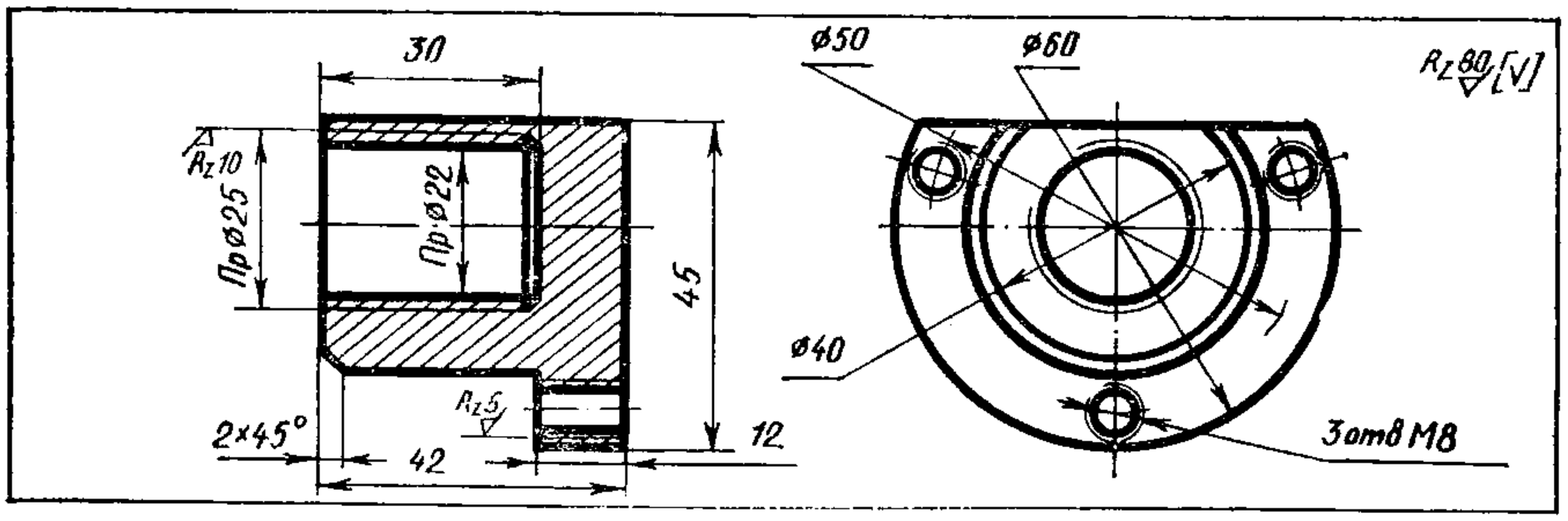


Рис. 160. Опора станка.

ния. Сконструированное устройство должно выполнять свою главную функцию и быть надежным в эксплуатации.

Необходимый этап создания конструкции — отделка и доводка. Работы по отделке и доводке обработанных поверхностей металлических изделий нужны для того, чтобы повысить класс шероховатости, сопротивляемость коррозии и сделать изделие красивым.

Завершенное техническое устройство получает экономическую оценку: определяется количество израсходованного материала и его стоимость, стоимость покупных деталей и изделий, приблизительная стоимость изготовленного изделия и трудоемкость механической обработки.

§ 3. ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ РАБОТЫ. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСТАВКИ

При подведении итогов работы проводят анализ выполненного технического задания на конструирование, наиболее характерных ошибок, их причин и способов устранения, оценивают успехи учащихся.

После обсуждения выполненных работ очень важно сделать простейшие измерения (например, определить тахометром частоту вращения вала электродвигателя, шпинделя станка и т. д.). В письменном отчете кратко излагают ход эксперимента и приводят его результаты.

В конце учебного года учащимся выставляется дифференцированная оценка с учетом качества разработанного проекта, изготовленного изделия и проведенного эксперимента. Подведение итогов работы завершается организацией выставки технического творчества, на которую приглашаются все учащиеся. Проведение выставок способствует еще большему увлечению школьников техникой. Активный интерес к процессу конструирования помогает формированию конструкторско-технологических знаний и умений, развитию способностей и таких черт характера, как самостоятельность, трудолюбие и организованность.

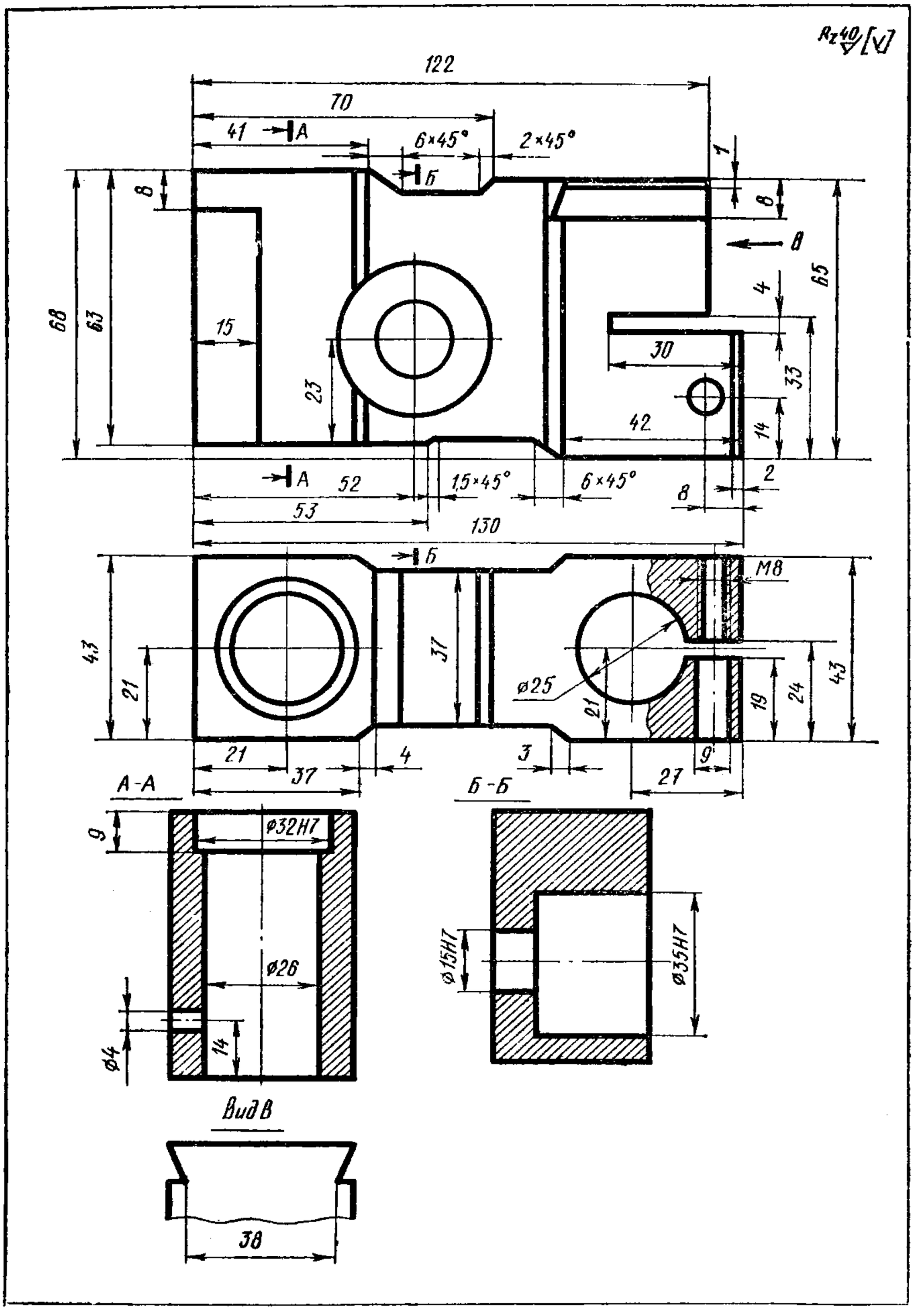


Рис. 161. Корпус станка.

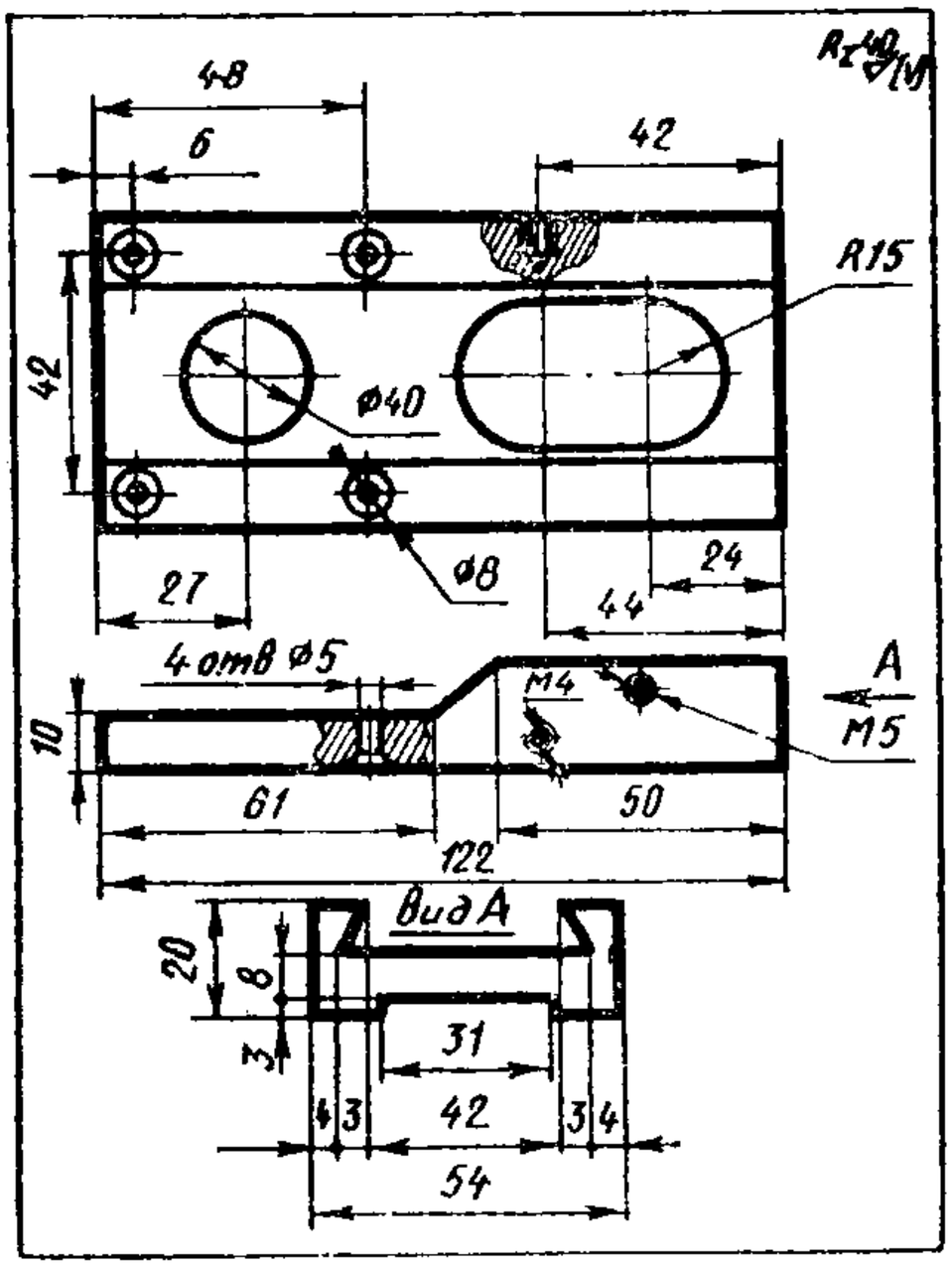
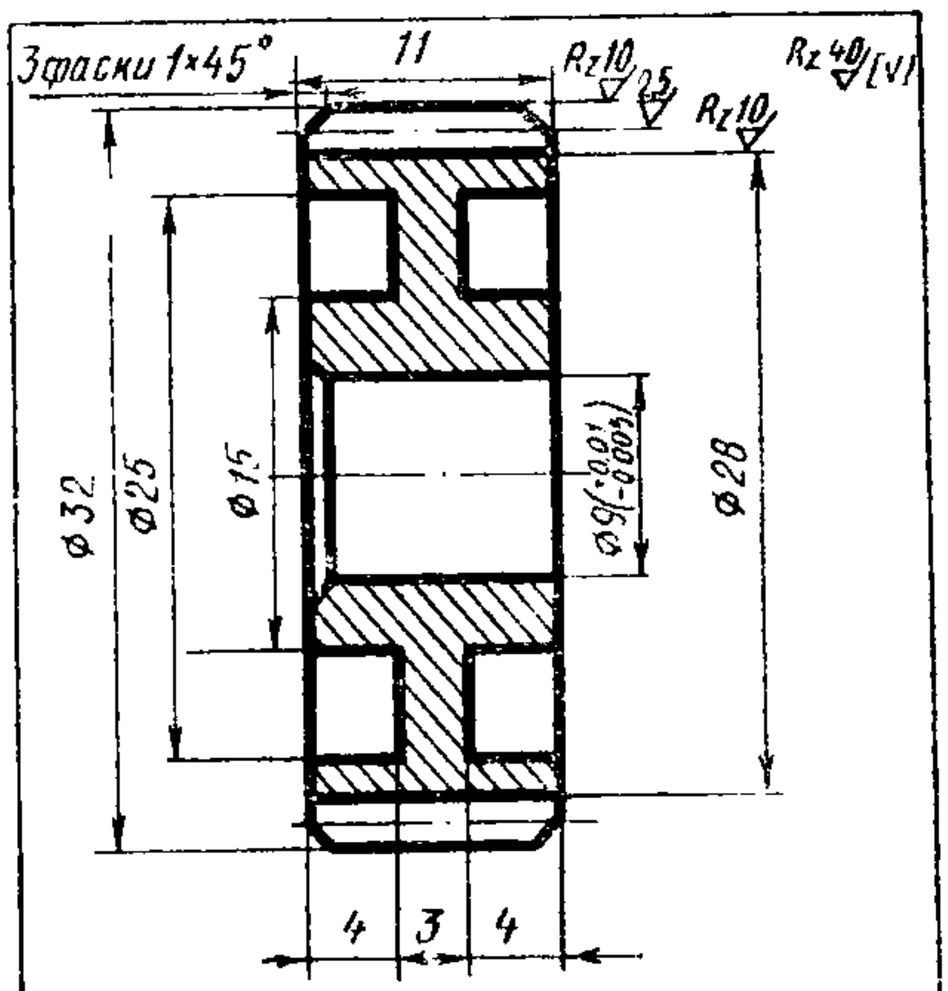
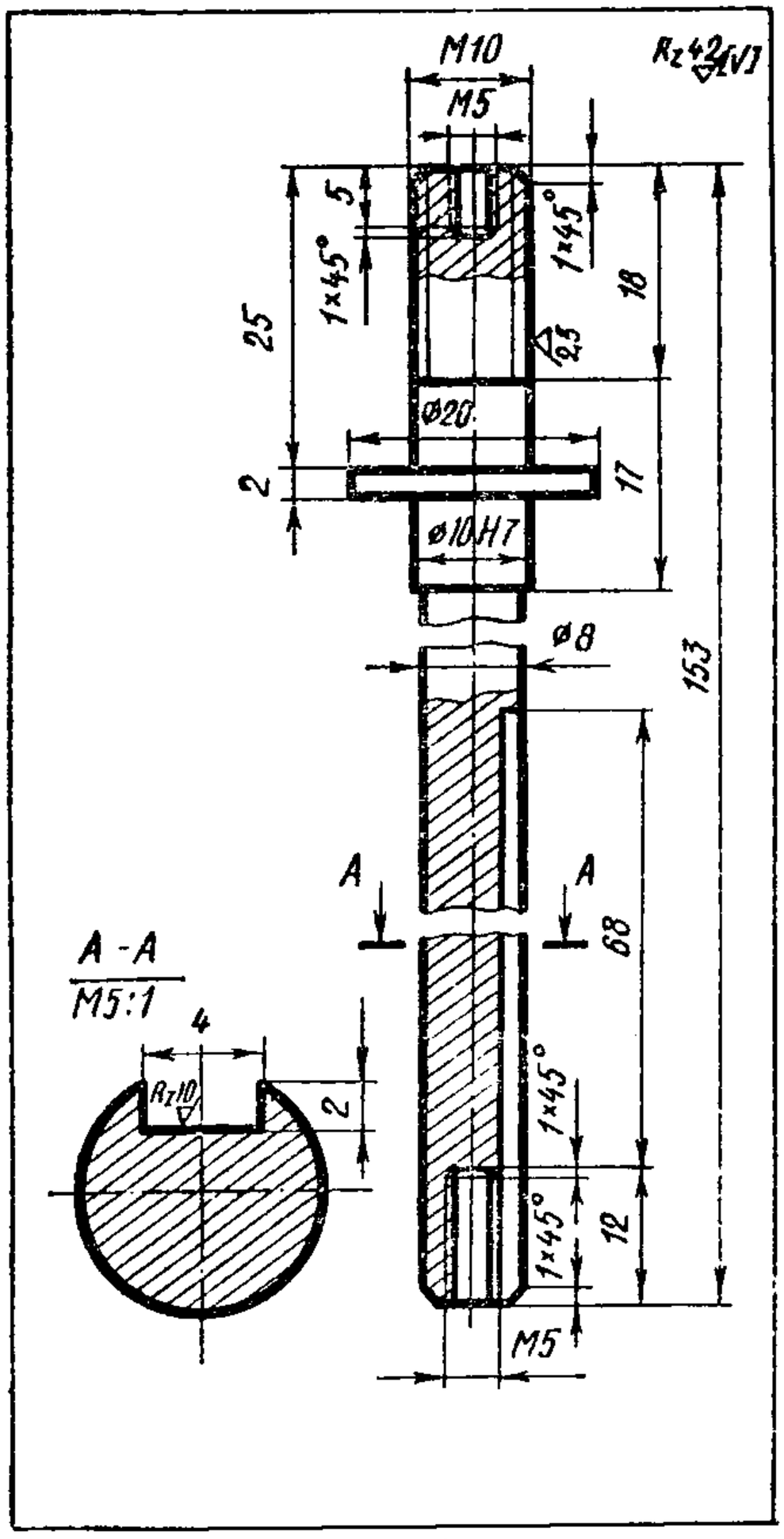


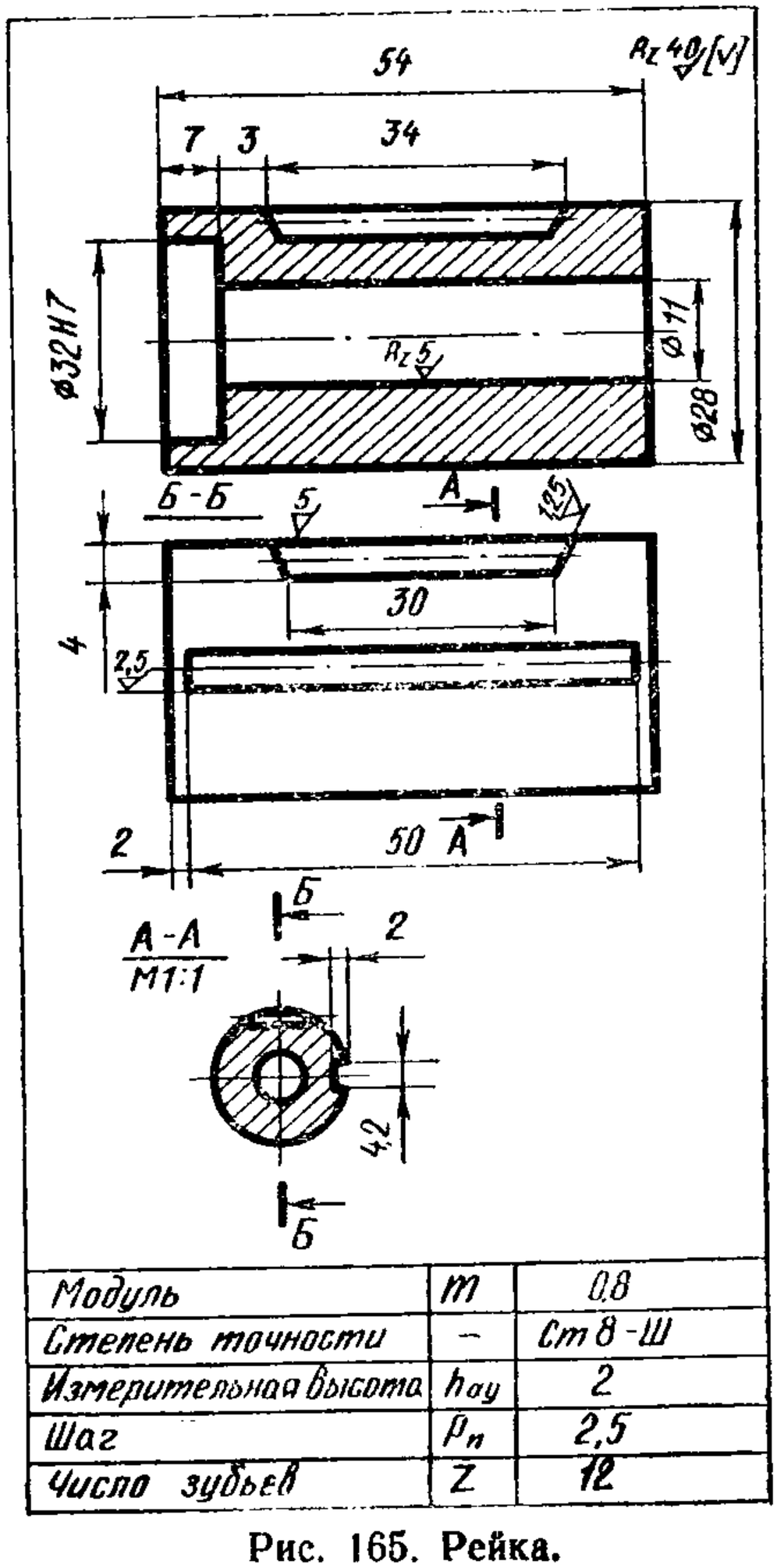
Рис. 162. Плита-ползун.



Модуль	m	0,8
Число зубьев	z	39
Коэффициент смещения	x	
Диаметр делит. окружн.	$d_э$	30

Рис. 164. Колесо зубчатое.





Модуль	m	0,8
Степень точности	–	Ст 8-Ш
Измерительная высота	$h_{ау}$	2
Шаг	p_n	2,5
Число зубьев	z	12

Рис. 165. Рейка.

Рис. 163. Шпиндель.

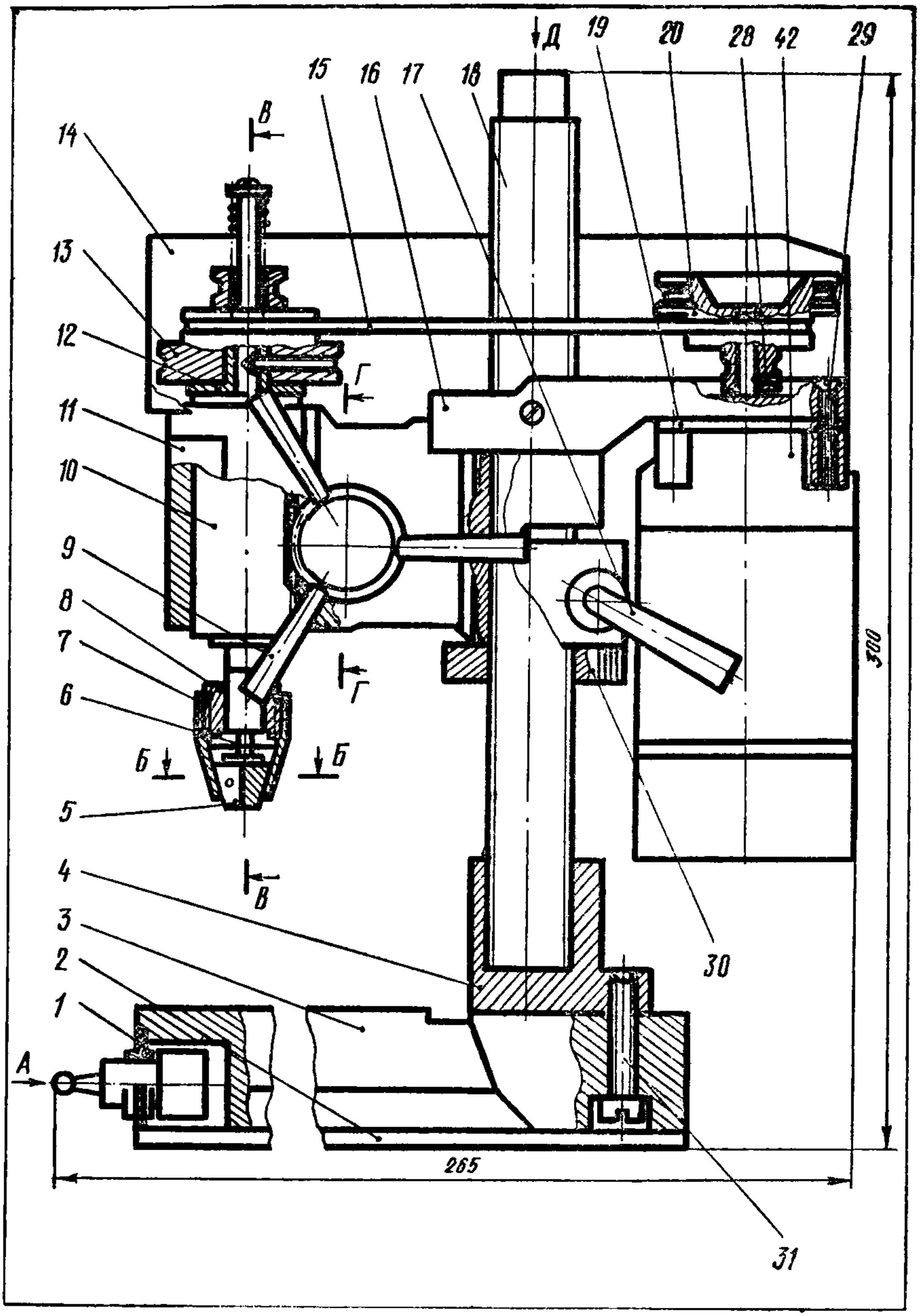
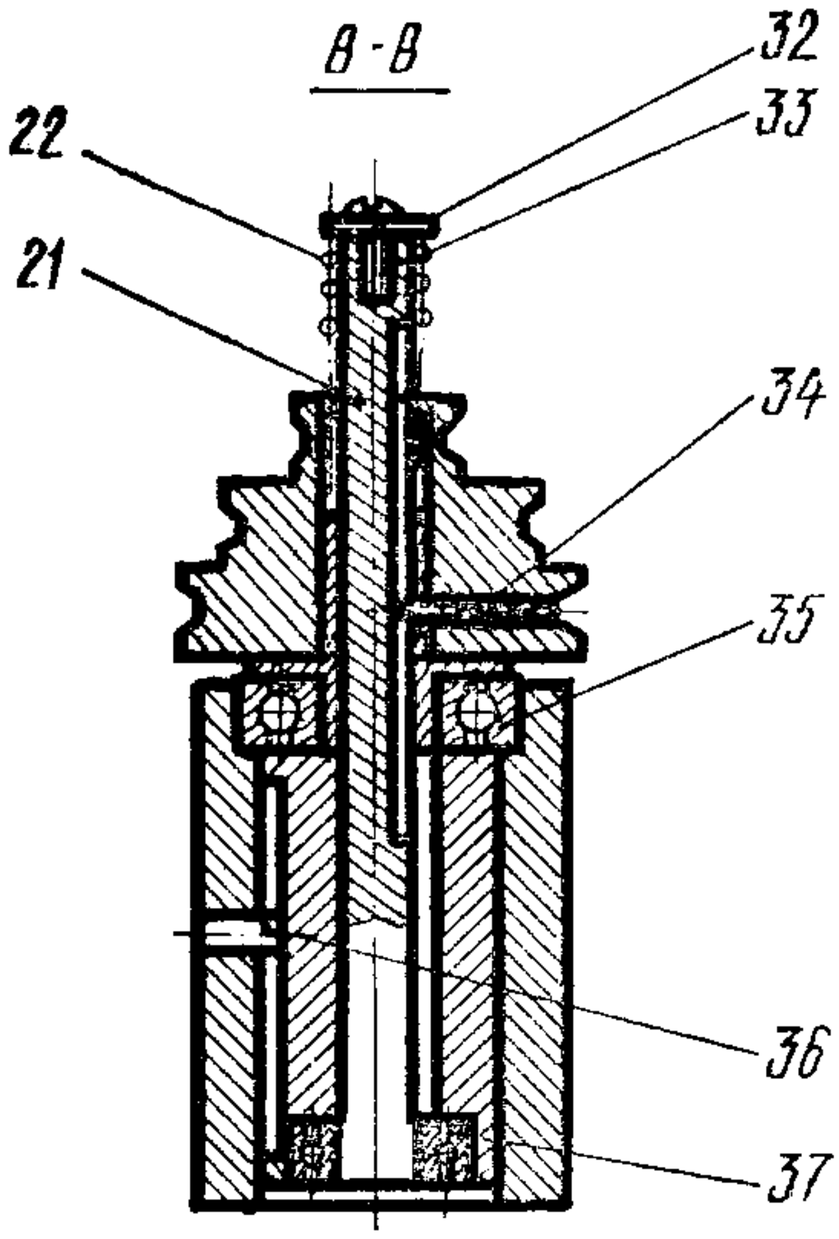
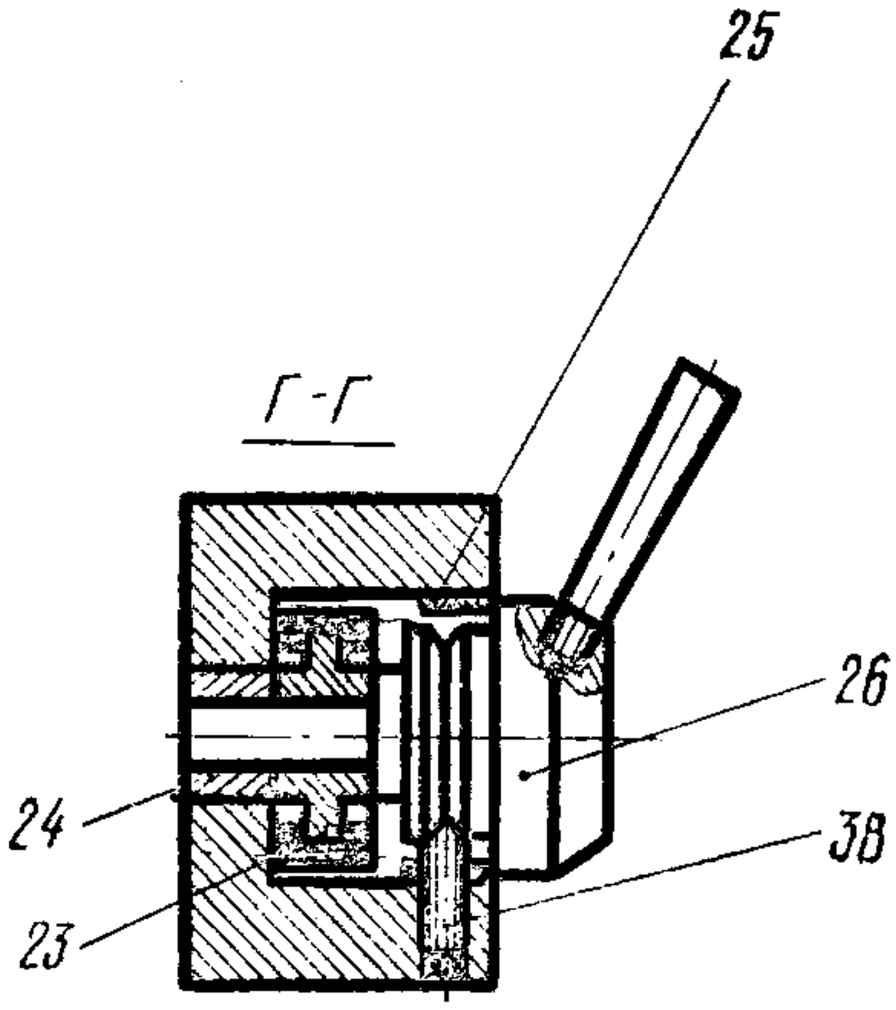
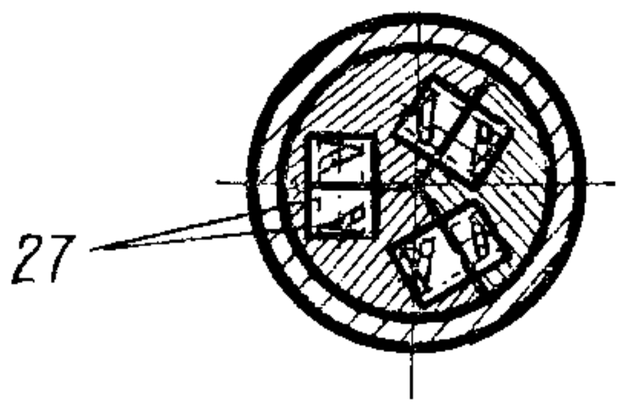
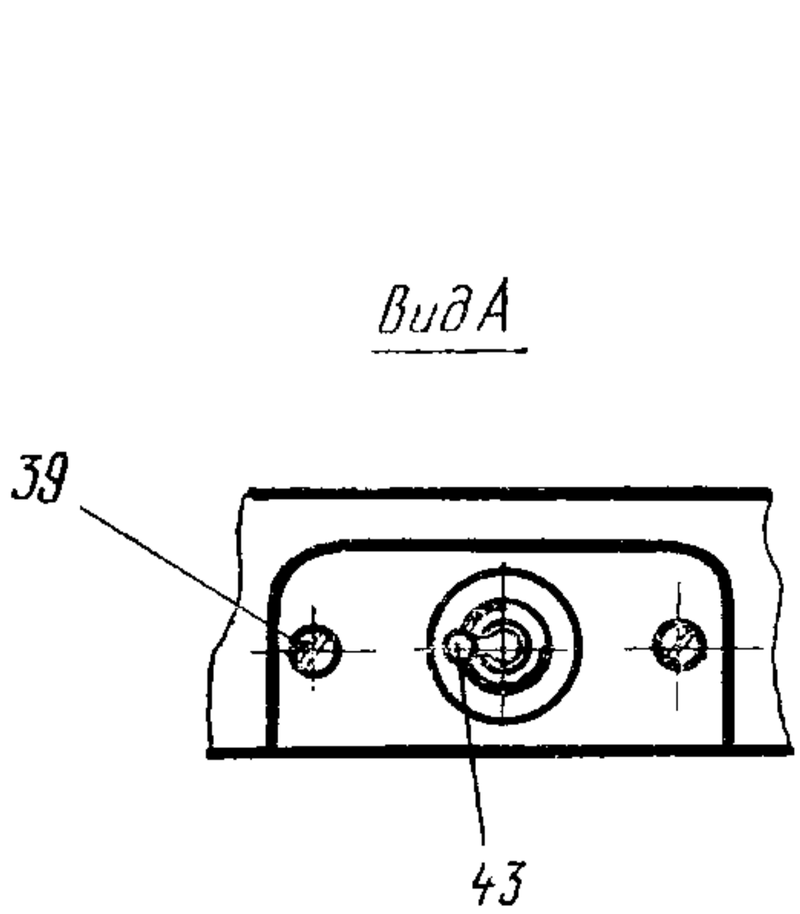


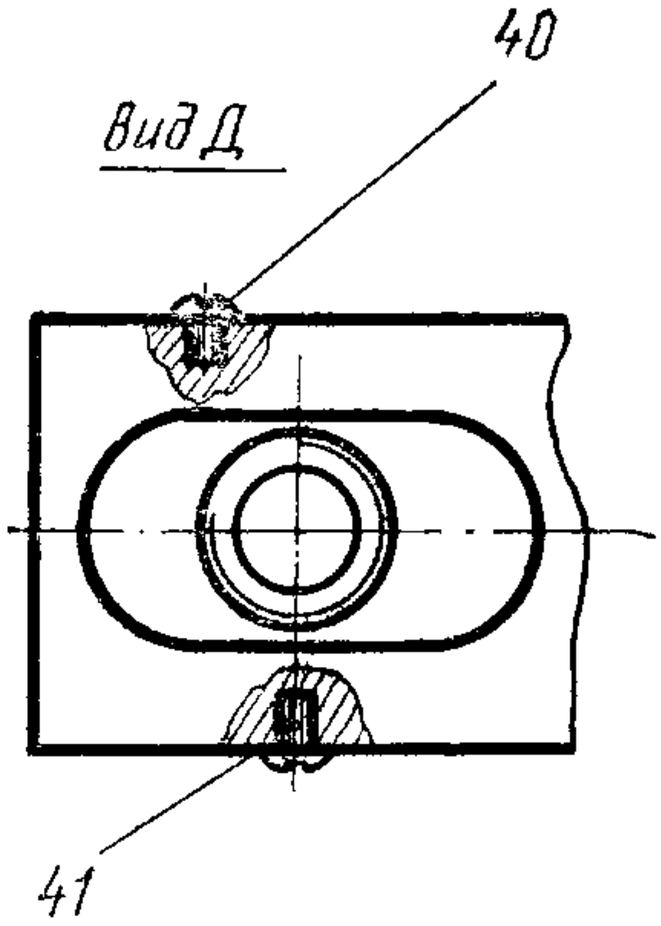
Рис. 166. Сборочный чертеж станка.


В-В
22
21
32
33
34
35
36
37


Г-Г
25
26
24
38
23


Б-Б
М2-1
27


Вид А
39
43


Вид Д
40
41

Формат	Поз.	Наименование	кол
		Документация	
		Пояснительная записка	1
22		Сборочный чертеж	1
		Детали	
11	1	Крышка	1
11	2	Прокладка	1
12	3	Станина	1
11	4	Опора	1
11	5	Кулачок	3
11	6	Упор	1
11	7	Наконечник	1
11	8	Гайка	1
11	9	Ручка	3
11	10	Рейка	1
12	11	Корпус	1
11	12	Втулка	1
11	13	Шкив ведомый	1
11	14	Ограждение	1
11	15	Ремень	1
11	16	Плита-ползун	1
11	17	Фиксатор	1
11	18	Винт	1
11	19	Прокладка	1
11	20	Шкив ведущий	1
11	21	Шпиндель	1
11	22	Пружина	1
11	23	Шестерня	1
11	24	Втулка	1
11	25	Втулка	1
11	26	Штурвал	1
11	27	Пружина	1
		Стандартные изделия	
	28	Винт М4-6 ГОСТ 7805-70	1
	29	Винт М5-20 ГОСТ 7805-70	4
	30	Гайка Пр 22×25	1
	31	Винт М8×30 ГОСТ 7805-70	3
	32	Шайба ГОСТ 6958-78	1
	33	Винт М4×10 ГОСТ 7805-70	1
	34	Винт М4×20 ГОСТ 7805-70	1
	35	Подшипник ГОСТ 333-79	1
	36	Штифт 4×11 ГОСТ 3129-70	1
	37	Подшипник ГОСТ 333-79	1
	38	Винт М4×12 ГОСТ 7805-70	1
	39	Винт М4×6 ГОСТ 7805-70	2
	40	Винт М5×10 ГОСТ 7805-70	1
	41	Винт М4×5 ГОСТ 7805-70	2
		Прочие изделия	
	42	Электродвигатель Б-125	1
	43	Выключатель	1

Рис. 166. Сборочный чертеж станка (продолжение).

Об организации выставок лучших проектов и изделий необходимо сообщить учащимся еще в начале учебного года. В начале подготовительной работы к выставке определяют требования к экспонатам, которые сообщают учащимся. Отбор экспонатов проводит жюри за несколько дней до открытия выставки. Каждый экспонат должен иметь этикетку с названием технического устройства, кратким описанием его назначения и фамилией автора, сконструировавшего и изготовившего устройство.

К оформлению и обслуживанию выставки привлекают учащихся, принимавших участие в конструкторско-технологической работе. В связи с этим особое внимание должно быть обращено на подготовку экскурсоводов. В настоящее время очень

важно переходить от выставок временных, эпизодических к выставкам постоянно действующим — политехническим музеям. Так, например, в школе № 1 г. Котельнича Кировской области политехнический музей, созданный учащимися под руководством заслуженного учителя школы РСФСР И. П. Богомолова, действует с 1960 года. В нем имеются модели сельскохозяйственных машин, самолетов, планеров, ракет, судов и т. п. Экспонаты систематически пополняются все новыми и новыми изделиями, механизмами и машинами, сконструированными и изготовленными учащимися.

Контрольные вопросы. 1. Какие требования предъявляют к заданиям на конструирование? 2. Какие технические требования предъявляют к изготовляемым устройствам? 3. Что включается в содержание технического задания на конструирование? Дайте формулировку технического задания на конструирование какого-либо изделия. 4. Какая документация входит в состав эскизного и рабочего проектов? 5. Что учитывается при выборе оптимального варианта принципиальной схемы конструкции? 6. Как вычисляются важнейшие параметры процесса сверления? 7. Какова методика выполнения технических расчетов? 8. С какой целью изделия подвергаются испытаниям? 9. Какие факторы должны учитываться при подведении итогов работы учащихся? 10. Каково учебно-воспитательное значение выставок технического творчества?

Таблица 1. **Физико-механические характеристики древесины**

Порода	Плотность, кг/м³	Предел прочности при растяжении, МН/м²	Порода	Плотность, кг/м³	Предел прочности при растяжении, МН/м²
Береза	720	136	Ель	470	75
Ясень	710	110	Пихта	440	—
Дуб	700	100	Осина	430	42
Лиственница	680	93	Пробка	240	—
Граб	670	74	Солома	150	—
Бук	650	93	Бальза	100—200	5—20
Кедр	600	74	Фанера и плиты		
Сосна	520	83—120	Дельта-древесина ДСП-10	1400	250
Бамбук	520	—	Балинит ДСП-20	1300	150
Липа	480	60	Древесностружечные плиты:		
Тополь	470	35	ПТ-1, ПТ-3	660—880	35
			ПС-1, ПС-3	500—650	30

Таблица 2. **Краткая характеристика спортивных поршневых микродвигателей**

Марка двигателя	Рабочий объем цилиндра, см³	Максимальная мощность, Вт (л. с.)	Частота вращения при максимальной мощности, об/мин	Масса, кг	Габариты (длина, ширина, высота), мм
МК-17	1,48	110,4 (0,15)	12 000	0,130	91×34×65
«Ветерок»	1,48	162 (0,22)	11 900	0,100	75×35×69
МК-12В	2,46	191 (0,26)	15 000	0,130	86×40×70
«Ритм»	2,46	236 (0,32)	16 000	0,200	100×42×80
ЦСКАМ-1	2,47	257 (0,35)	15 000	0,187	83×42×68
МД-2, 5К «Метеор»	2,47	257 (0,35)	10 000	0,150	82×42×64
ОТМ-2,5 «Сокол»	2,47	184 (0,25)	14 000	0,130	85×42×78
КМД-2,5	2,48	287 (0,39)	14 000	0,180	
МД-5А «Комета»	4,82	368 (0,5)	16 000	0,225	95×47×80
«Полет»	5,6	368 (0,5)	11 000	0,230	86×47×89
МАИ-10	9,98	962 (1,32)	14 900	0,418	126×54×95
МАИ-25	24,3	1590 (2,15)	9 300	0,930	200×80×150

Таблица 3. **Рецепты топливных смесей**

Компонент	Состав смесей для компрессионных двигателей, %					
	быстроходных		тихоходных	универсальные смеси		
	I	II		I	II	III
Керосин	—	33,4	34,0	25,0	28,5	—
Эфир этиловый	45,0	—	33,0	50,0	41,0	50,0
Эфир серный	—	33,3	—	—	—	—
Масло соляровое	25,0	—	—	—	—	30,0
Масло касторовое	—	—	—	10,0	28,5	16,0
Масло МК или МН	—	—	33,0	15,0	—	—
Масло МК8	—	33,3	—	—	—	—
Автол 10	30,0	—	—	—	—	—
Амилнитрит	—	—	—	—	2,0	4,0

Для двигателей с калильным зажиганием используют универсальную смесь, состоящую из 75—80% метилового спирта и 20—25% касторового масла.

Таблица 4. **Техническая характеристика электродвигателей**

Тип двигателя	Параметры							
	Напряжение, В	Момент на валу, Н·м	Частота вращения, об/мин	Мощность на валу, Вт	Масса, кг	Габариты		
						Диаметр корпуса	Длина корпуса	Диаметр вала
ДПМ-20-Н1/Н2-01	29,0	0,0005	9000	0,46	0,060	20	47,0	2,0
ДПМ-20-Н1/Н2-17	6,0	0,0015	6000	0,92	0,060	20	47,0	2,0
ДПМ-25-Н1-01	29,0	0,0035	9000	3,20	0,120	25	55,5	2,0
ДПМ-25-Н1/Н2-03	12,0	0,0045	6000	2,80	0,120	25	55,5	2,0
ДПМ-25-Н1/Н2-13	6,0	0,0030	9000	2,80	0,120	25	55,5	2,0
ДПМ-30-Н1/Н2-01	29,0	0,0070	9000	6,50	0,220	30	69,0	3,0
ДПМ-30-Н1/Н2-09	12,0	0,0800	6000	6,50	0,220	30	69,0	3,0
ДПМ-30-Н1/Н2-13	6,0	0,0060	9000	5,50	0,220	30	69,0	3,0
ДПМ-35-Н1/Н2-01	27,0	0,0150	3000	14,00	0,300	35	78,0	3,0
ДПМ-35-Н1/Н2-03	6,0	0,0230	1500	4,25	0,300	35	78,0	3,0
ДПР-2-Н1/Н2-01	12,0	0,0010	9000	1,74	0,036	15	36,5	2,0
ДПР-2-Н1/Н2-07	6,0	0,0010	4500	0,45	0,036	15	36,5	2,0
ДПР-32-Н1/Н2-06	12,0	0,0020	6000	1,2	0,080	20	46,0	3,0
ДПР-32-Ф1/Ф2-08	12,0	0,0020	2500	—	0,080	20	46,0	3,0
ДПР-72-Н1/Н2-08	12,0	0,0040	6000	2,7	0,600	40	84,0	4,0
ДИ-1-3	3,5	0,0015	3500	—	—	—	—	—
ДП-10	3,5	0,0006	2500	0,4	0,040	28×37	34,0	2,0
МЭД-40	3,5	0,0025	3000	—	—	30	37,0	2,0
МУ-30	27,0	0,0600	5600	40	0,600	52	85,0	3,5
МУ-50	27,0	0,1040	8500	75	0,900	—	—	—
МУ-102АП	27,0	0,1950	3500	177	1,400	—	—	—

Продолжение

Тип двигателя	Параметры							
	Напряжение, в	Момент на валу, Н·м	Частота вращения, об/мин	Мощность на валу, Вт	Масса, кг	Габариты		
						Диаметр корпуса	Длина корпуса	Диаметр вала
Д12ТФ	27,0	0,0125	2000	15	0,400	—	—	—
СД-7А	27,0	0,0104	7000	7,0	0,400	—	—	—
РД-09-1/6,25	127	0,0625	240	—	0,950	80	90	6
РД-1/15,62	127	0,1560	98	—	0,950	80	90	6
РД-1/39,06	127	0,3906	38	—	0,950	80	90	6
РД-1/76,56	127	0,1660	15,6	—	0,950	80	90	6
РД-1/137	127	1,3700	10,9	—	0,950	80	90	6
РД-1/268	127	1,500	5,6	—	0,950	80	90	6
РД-1/478	127	1,500	3,1	—	0,950	80	90	6

Таблица 5. **Геометрия резцов и режимы резания пластмасс**

Материал	Углы заточки резца, град				Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин
	γ	α	φ	λ			
Органическое стекло, полистирол	15—20	До 20	45	0	0,5—1,5	0,02—0,1	100—200
Винипласт, полиамиды, полиэтилен	15—20	До 20	45	0	0,5—3,0	0,1—0,2	200—500
Пресс-порошки, (аминопласты, фенопласты)	10—20	10—20	45	0	0,5—1,5	0,05—0,1	500—60
Волокнит, текстолит	10—20	10—20	45	0	1,0—2,5 0,5—1,0	0,05—0,1 0,05—0,2	400—600 150—300

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г. П. Профессия конструктор. М., 1973.
2. Болонкин А. А. Теория полета летающих моделей. М., 1968.
3. Мамыкин И. П. Аналогия в техническом творчестве. Минск, 1972.
4. Голубев Ю. А., Камышев Н. М. Юному авиамоделисту. М., 1979.
5. Горский В. А. Техническое конструирование. М., 1977.
6. Горский В. А. Техническое творчество школьников. М., 1981.
7. Горский В. А. Техническое творчество юных конструкторов. М., 1980.
8. Гусев Е. М., Осипов М. С. Пособие для автомоделистов. М., 1980.
9. Зуев В. П. и др. Модельные двигатели. М., 1973.
10. Китаев И. Г. Юный моделист-конструктор сельскохозяйственных машин и тракторов. М., 1977.
11. Кривоносов Л. М. Какими бывают корабли. М., 1974.
12. Ковалев В. М. В поисках нового. Л., 1975.
13. Костенко В. И., Столяров Ю. С. Модель и машина. М., 1981.
14. Лучинский И. А. Воздушные винты для летающих моделей. М., 1958.
15. Миневрин Г. Б., Минипов В. М. О красоте машин и вещей. М., 1975.
16. Михайлов М. А. От корабля к модели. М., 1977.
17. Рожков В. С. Авиамодельный кружок. М., 1978.
18. Смирнов Э. П. Как сконструировать и построить летающую модель. М., 1973.
19. Столяров Ю. С. Уроки творчества. М., 1981.
20. Щетанов Б. В. Судомодельный кружок. М., 1983.
21. Юные корабелы/Сост. Г. П. Осипов. М., 1976.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Раздел первый

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ

Глава 1. **Сущность технического моделирования и конструирования** 11

§ 1. Модели и моделирование . . . . . —
§ 2. Конструирование 15
§ 3. Принципы и методы конструирования 18

Глава 2. **Основные сведения о разработке проекта с учетом принципов художественного конструирования** 25

§ 1. Архитектурно-художественные закономерности формообразования промышленных объектов и технических моделей . . . . . —
§ 2. Основные требования эргономики в художественном конструировании 30

Глава 3. **Особенности и методы обучения конструированию и моделированию** 33

§ 1. Особенности и последовательность учебного моделирования и конструирования . . . . . —
§ 2. Методы обучения конструированию 36
§ 3. Соревнования моделистов 45

Глава 4. **Оборудование, материалы и изделия для изготовления моделей и технических устройств** 46

§ 1. Оборудование помещений для технического моделирования и конструирования . . . . . —
§ 2. Конструкционные материалы 50
§ 3. Отделочные материалы и покрытия 56
§ 4. Модельные двигатели 59

Раздел второй

ТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Глава 5. **Изготовление моделей из легкообрабатывающихся материалов и деталей конструкторов** 68

§ 1. Изготовление моделей из бумаги и картона . . . . . —
§ 2. Изготовление деталей из пластмасс 79
§ 3. Работа с детскими конструкторами 85

Глава 6. **Автомоделирование** 88

§ 1. Модели автомобилей и их классификация . . . . . —
§ 2. Основные сборочные единицы моделей и их компоновка . . 91
§ 3. Проектирование модели автомобиля 94
§ 4. Изготовление отдельных деталей и формирование сборочных единиц 100
§ 5. Сборка, регулировка, ходовые испытания и покраска модели . . 107
§ 6. Спортивное автомоделирование 109

Глава 7. Моделирование сельскохозяйственных машин и орудий . 110

§ 1. Особенности моделирования сельскохозяйственных машин и орудий
§ 2. Проектирование моделей сельскохозяйственных машин . . . 112
§ 3. Изготовление модели трактора 118
§ 4. Изготовление модели посевной машины 127
§ 5. Изготовление модели плуга 131
§ 6. Изготовление модели культиватора (плоскореза) 134
§ 7. Оценка и соревнования моделей сельскохозяйственных машин 137

Глава 8. Авиамоделирование 138

§ 1. Краткие сведения о летательных аппаратах . . . . . —
§ 2. Классификация и устройство авиамоделей 143
§ 3. Элементы аэродинамики и теории полета 155
§ 4. Проектирование авиационной модели 163
§ 5. Изготовление крыла и стабилизатора 170
§ 6. Изготовление фюзеляжа, киля и шасси 173
§ 7. Двигатели и подготовка их к работе 176
§ 8. Сборка и регулировка модели 182
§ 9. Организация и проведение соревнований авиамоделей . . . 185

Глава 9. Судомоделирование 187

§ 1. Классификация судов и кораблей. Основные судовые устройства —
§ 2. Модели кораблей и судов, их классификация 191
§ 3. Главные размерения модели судна (корабля). Мореходные качества модели 194
§ 4. Теоретический чертеж модели судна 198
§ 5. Основные виды конструкций корпусов моделей 200
§ 6. Типы двигателей и движителей для моделей судов 204
§ 7. Проектирование моделей судов и кораблей 207
§ 8. Изготовление корпуса, надстроек, дельных вещей, артиллерийского вооружения и других деталей модели 213
§ 9. Изготовление деталей винтомоторной группы 217
§ 10. Покраска и регулировочные испытания модели 222
§ 11. Соревнования моделей судов и кораблей 223

Раздел третий

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Глава 10. Конструкторские задачи для подготовки к выполнению технических заданий 225

§ 1. Конструкторские задачи, вытекающие из логики конструирования —
§ 2. Примеры решения конструкторских задач . . . . . —

Глава 11. Конструирование и изготовление устройств по техническому заданию 234

§ 1. Отбор заданий на конструирование и требования к изготовляемым устройствам . . . . . —
§ 2. Конструирование и изготовление устройств по техническому заданию 235
§ 3. Подведение итогов работы. Организация выставки 243

Приложение 250

Рекомендуемая литература 253

Колотилов Вадим Васильевич, Савинкин Владимир Петрович,
Иванов Юст Иванович, Трефилов Федор Андреевич,
Рузаков Вячеслав Анатольевич

ТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ

Редактор *В. В. Чибирева.* Художник *В. А. Сайчук.* Художественный редактор *Л. Т. Бакушева.* Технические редакторы: *Т. Н. Зыкина, В. В. Новоселова.* Корректор *Р. Б. Штутман.*

ИБ № 5275

Сдано в набор 06.04.83. Подписано к печати 17.10.83. А 12875. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. типограф. № 2. Гарнит. литерат. Печать высокая. Усл. печ. л. 16,0. Усл. кр. отт. 16,19. Уч.-изд. л. 16,28. Тираж 100 000 экз. Заказ № 4369. Цена 75 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Типография им. Смирнова Смоленского облуправления издательств, полиграфии и книжной торговли. г. Смоленск, пр. им. Ю. Гагарина, 2.

75 к.