

КЕМ БЫТЬ?



В.А. НЕГРЕБА
Л.В. МАРКИН

САМОЛЕТ И ТВОЯ ПРОФЕССИЯ

СЕРИЯ "КЕМ БЫТЬ?,"

Основана в 1973 году

В.А. НЕГРЕБА
Л.В. МАРКИН

САМОЛЕТ И ТВОЯ ПРОФЕССИЯ



Москва
•Машиностроение•
1991

ББК 74.200.52
Н41
УДК 629.735.33(09)

Рецензент Ф. И. Склянский

Для профессиональной ориентации молодежи; будет также полезна родителям, учителям и работникам отделов технического обучения заводов.

Негреба В. А., Маркин Л. В.

Н41 Самолет и твоя профессия. – М.: Машиностроение, 1991. – 112 с.: ил. – (Кем быть?).
ISBN 5-217-01373-7

В увлекательной форме рассказано об авиации (история и современность). Изложены сведения о конструкциях самолетов, технологии их производства, об авиационных материалах. Большое внимание уделено государственной системе профессиональной ориентации учащихся общеобразовательных школ; рассказано о рабочих профессиях, о том, где их можно получить, о стимулировании труда рабочего. Авторы уделяют внимание также и вопросам технического творчества молодежи.

Н $\frac{4802030000 - 317}{038(01) - 91}$ 317 - 91

ББК 74.200.52

ISBN 5-217-01373-7

© В. А. Негреба, Л. В. Маркин, 1991

ВВЕДЕНИЕ

Одним из замечательных достижений нашего века является авиация. На первых хрупких и маломощных самолетах, внешне напомилавших этажерки, человечество осуществило одно из своих наиболее дерзких мечтаний — полет в небо. Очень скоро люди поняли необходимость авиации для решения некоторых практических задач. К сожалению, одними из первых это поняли военные. Это придало мощный толчок развитию авиации, обеспечив ее влиятельным и богатым заказчиком.

В нашей стране авиация пользуется всенародной любовью. В предвоенные годы мечтой каждого молодого человека было стать летчиком или авиастроителем. Молодой, рвущийся в будущее стране более всего соответствовал этот скоростной, динамичный транспорт. Советский народ вложил в развитие авиации свой энтузиазм, свой труд и свою любовь. Несмотря на то, что конец нашего века принес нам немало других чудес, интерес современной молодежи к авиации не ослабевает. И это не случайно. Авиация вбирает в себя самые последние достижения науки и техники. Превратившись из полукустарного производства в крупную и разветвленную отрасль промышленности, авиастроение обеспечивается трудом десятков тысяч людей самых разных специальностей: конструкторов, технологов, сборщиков, электронщиков, математиков, аэродинамиков, металлургов и т. д. Поэтому авиационная промышленность уделяет большое внимание подготовке будущих авиастроителей, обучению и воспитанию тех, кто будет делать самолеты завтра.

Эта книга как раз и предназначена для тех, кому завтра предстоит создавать самолеты. Пока наши читатели только учатся в школе и впервые задумываются над выбором профессии. Если у вас есть любовь к технике и желание создавать ее своими руками, то лучше всего вам посвятить себя машиностроению. Ведь прогресс машиностроения определяет прогресс всех других отраслей промышленности. Вершиной же машиностроения является авиастроение. Оно вобрало все лучшее и передовое, что имеется в других отраслях науки и техники. И это не случайно. Современный самолет является изделием чрезвычайно сложным, к нему предъявляются высочайшие требования по надежности, конструктивному совершенству, боевой или экономической эффективности и т. п. Авиастроение требует высочайшей технологической культуры. Тем людям, которые могут изготовить современный самолет, доступно изготовление почти любой другой современной техники. Но научиться изготавливать самолеты, овладеть средствами производства современного авиастроения очень непросто — для этого нужны как серьезные теоретические знания, так и практические навыки. И всегда кажется маленьким чудом, когда листы дюраля, металлические прутки, многотонные поковки, бухты электропровода, ящики с заклепками и контейнеры с приборами при приложении к ним труда тысяч авиастроителей превращаются в такое совершенное творение человеческих рук, как современный

самолет. Для тех, кто мечтает посвятить свою жизнь созданию самолетов, и написана эта книга. В ней рассказано об авиации, ее истории и перспективах развития, конструкциях самолетов, двигателях, а главное - о производстве самолетов и связанных с этим проблемах. Авторы надеются, что эта небольшая книга, представляющая собой рассказ об авиационной промышленности, заинтересует сегодняшних школьников и поможет им связать свою жизнь с одним из интереснейших приложений высококвалифицированного труда - созданием современной авиационной техники.

1. АВИАЦИЯ, ЕЕ ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

1.1. ЗАЧЕМ НАМ НУЖНА АВИАЦИЯ

Уникальной способностью авиации как транспортного средства является возможность быстрой доставки груза в отдаленные районы, в том числе и такие, в которые в силу отсутствия дорог доставить их иначе просто невозможно. Сравнение скоростей авиационной техники и других транспортных средств приведено на рис. 1.1. Оно показывает, сколь велик выигрыш авиации в скорости доставки грузов. Особенно большое значение это имеет для нашей страны с ее необъятными просторами. В наш динамичный век

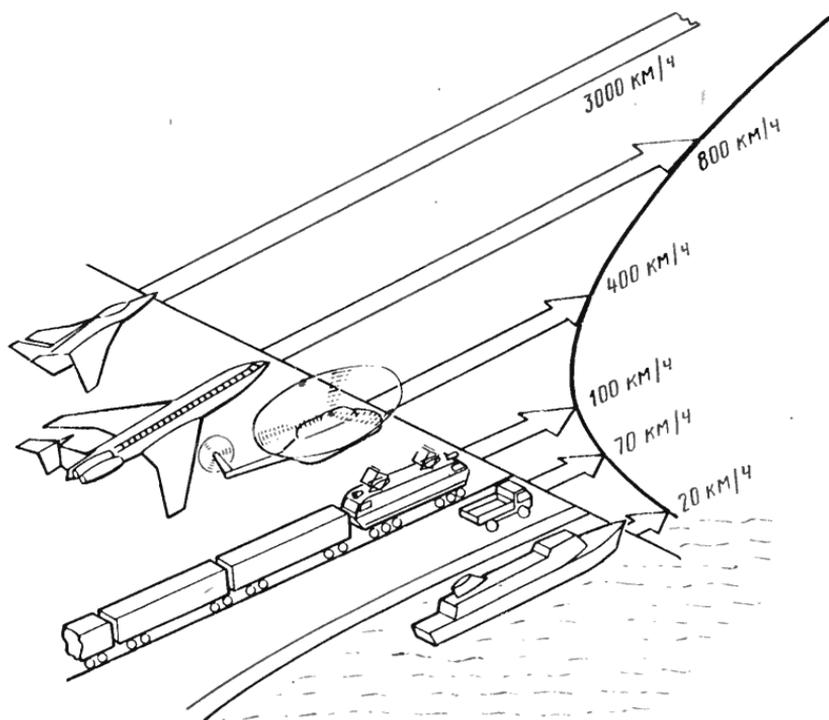


Рис. 1.1. Скорости различных транспортных средств

воздушный транспорт приобретает все большую популярность у населения.

Тот груз, для доставки которого предназначена авиационная техника, и разделяет ее на два основных класса - гражданскую и военную. В гражданской авиации грузом являются пассажиры и различные виды коммерческого груза (как правило срочные, скоропортящиеся или особо крупногабаритные). Грузом же военной авиации являются оружие, военные грузы, десантируемая техника, радиооборудование и т.п. Необходимо отметить, что военная авиация временами привлекается и к решению гражданских задач. Так случилось во время трагического землетрясения в Армении, когда тяжелые военно-транспортные самолеты доставляли крупногабаритную землеройную и спасательную технику для расчистки завалов. Другим примером является использование военных вертолетов для спасения терпящих бедствие моряков.

Но все-таки основной задачей военной авиации является обеспечение безопасности нашей страны, охрана мирного труда советских людей. Вторая мировая война показала, что никакие крупные войсковые операции не могут быть успешными без участия авиации. Вы наверняка читали о том, как тяжело приходилось нашим войскам в начале Великой Отечественной войны, когда немцы имели превосходство в воздухе. Авиация уже в те годы стала в значительной мере определять исход сражений не только на суше, но и на море. Военные всего мира были поражены, когда узнали, что в 1941 году два мощных корабля английского флота - линкор „Принс оф Уэлс” и линейный крейсер „Рипалс” были потоплены в результате налета японских самолетов, которые, кстати говоря, не застали английские корабли врасплох, они защищались мужественно и умело, но авиация оказалась сильнее... Велика роль советской авиации в победе нашего народа в Великой Отечественной войне. Победа советского народа в войне была бы немыслима без победы советской авиации над фашистской. Эта победа определялась не только героизмом советских летчиков (достаточно сказать, что ни одни Военно-Воздушные Силы воюющих стран, кроме советских, не применяли самого рискованного способа ведения воздушного боя - воздушного тарана). Победа определялась и героическим трудом советской авиационной промышленности, сумевшей перед войной разработать, а в годы войны наладить массовое производство авиационной техники, превосходившей технику противника. В своих воспоминаниях нарком авиационной промышленности в предвоенные и военные годы А. И. Шахурин писал [1], что к концу 1943 года мы производили почти 3 тысячи боевых самолетов в месяц, а в следующем году и того больше. За 1943 год Военно-Воздушные Силы получили почти 35 тысяч самолетов. Несмотря на все напряжение и резкое увеличение выпуска боевых машин, авиационная промышленность гитлеровской Германии не смогла достичь таких показателей. Чем дольше шла война, тем мы все значительнее превосходили фашистский блок в производстве авиационной техники. Причем постоянно возрастал и уровень этой техники.

Еще более возросло военное значение авиации в наши дни, так как значительно увеличилась разрушительная мощь авиационного оружия. Сейчас один-единственный самолет среднего размера может обладать такой огневой мощью, какой в годы Отечественной войны обладали несколько фронтов. Оружие наибольшей разрушительной силы несут самолеты стратегической авиации, вооруженные ядерным оружием, ракетами и крылатыми ракетами. В любую погоду они несут боевое дежурство в отдаленных районах земного шара, обеспечивая гарантию неотвратимого возмездия для любого агрессора. Однако у военной авиации много и других задач. Это раннее обнаружение и перехват воздушного противника, завоевание господства в воздухе и поддержка сухопутных войск, доставка десантов и взаимодействие с Военно-Морским Флотом, эвакуация раненых и многое другое.

Помимо той авиационной техники, о которой мы рассказали, в последнее время наметилось и новое направление – авиационно-космическая техника, способная решать как гражданские, так и оборонные задачи. Создание такой техники требует много, значительно более высокого уровня развития авиационной технологии.

Таким образом, значение авиации в жизни нашей страны чрезвычайно велико, чрезвычайно высоки и требования к тем людям, профессия которых – создание этой техники. Среди транспортных средств, приведенных на рис. 1.1, авиационная техника значительно отличается своей скоростью, но в еще большей степени она отличается от них своей сложностью. Причем ее характерной особенностью является и быстрое моральное старение, отражающее стремительный прогресс науки и техники и не позволяющее авиастроителям почитать на лаврах некогда даже очень удачных образцов этой техники. Особенно это характерно для военной авиации, где отставание от научно-технического прогресса делает производство авиационной техники вообще бессмысленным. Поэтому люди, посвятившие себя созданию авиационной техники, должны обладать не только высокими знаниями, технической и технологической культурой, но и быть восприимчивыми ко всему новому и передовому.

1.2. ИЗ ИСТОРИИ АВИАЦИИ

Знакомство с авиацией происходит по-разному, но чаще всего еще в детстве. Все начинается со взгляда на небо, где человек видит пролетающие самолеты, вертолеты... и птиц. К полету люди стремились с давних пор, мечта подняться в небо живет в душе у каждого, но только упорные, целеустремленные идут к этой мечте и идут всю жизнь. История авиации – это увлекательная история жизни и творчества замечательных людей, их идеи, дела, полет мысли.

Слово „авиация” происходит от латинского слова „авис” – птица. Природа не наделила человека возможностью летать, но она наделила его разумом, который создал „рукотворных крыла-

тых птиц". Процесс этот был длительным и нелегким. Мечта человека летать дошла до нас в легендах и сказках. Человек не только мечтал, он пробовал копировать полет птицы. Предания, хотя и маловероятные, говорят, что во время царствования Ивана Грозного некий „смерд Никитка, боярского сына Лупатова холоп, летал на деревянных крыльях в Александровской слободе и за сие дружество с нечистою силою" был по приказу Грозного казнен. Приговор будто бы гласил: „Человек не птица, крыльев не имать... Аще же приставит себе аки крылья деревянные, против естества творит. То не божье дело, а от нечистой силы".

Шло время, и взгляды на полет изменялись. Уже в эпоху Петра I, характеризовавшуюся развитием ремесел, подъемом общей культуры, учреждением Академии наук, идея полета все более утверждалась. Сам Петр I был убежден в возможности „летания", заявив, что „не мы, а наши правнуки будут летать по воздуху ако птицы".

Дошедшие до нас первые рисунки летательных аппаратов принадлежат перу великого итальянца эпохи Возрождения Леонардо да Винчи. Автором интереснейших работ по воздушным аппаратам является великий русский ученый М. В. Ломоносов, который самостоятельно построил и испытал модель летательного аппарата (геликоптера), или, как принято его называть сейчас, вертолета.

Осуществление мечты о полете развивалось двумя путями: один из них основан на законе Архимеда – так называемый статический принцип полета, приведший к созданию аэростатов, дирижаблей, воздушных шаров, т. е. летательных аппаратов легче воздуха, а другой – динамический принцип, в основе которого лежит принцип полета птиц. Этот принцип привел к созданию аппаратов тяжелее воздуха: самолетов, вертолетов. Причем необходимо отметить, что развитие авиации по статическому принципу (аэростатическому) вначале происходило очень быстро, затем оно замедлилось и только в наше время этот вид летательных аппаратов вновь стал возрождаться. Такое возрождение стало возможным благодаря современному развитию науки и техники. Развитие химии и материаловедения позволило создать легкие и прочные оболочки из синтетических материалов, а также пожаробезопасные легкие газы. Внедрение в жизнь таких летательных аппаратов большой грузоподъемности, не нуждающихся в аэродромах, позволит получить большой экономический эффект при освоении труднодоступных районов Севера и Сибири. Но это сейчас. А как было раньше?

В 1783 году братья Монгольфье во Франции осуществили подъем в небо воздушного шара, наполненного нагретым воздухом. В том же году физик Шарль и братья Робер, используя прорезиненный шар, наполненный водородом, осуществили такой же полет. Это были первые триумфальные шаги воздухоплавания. Первый полет в России на воздушном шаре совершил француз Гарнерен 20 июня 1803 года. Военные круги России интересовались этими полетами и прикидывали возможности их использования

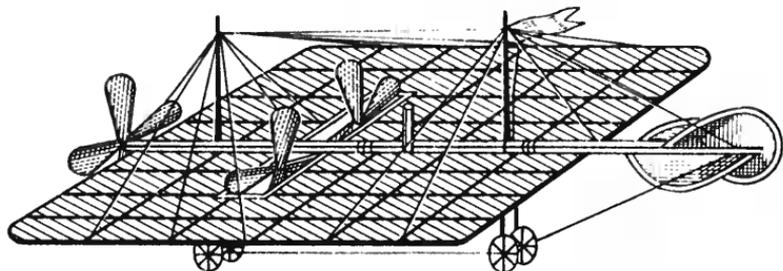


Рис. 1.2. Самолет А. Ф. Можайского

для военных целей. Известна крылатая фраза А. В. Суворова: „Кабы мог я быть птицей, владел бы не одной столицей”.

Большие заслуги в области воздухоплавания принадлежат великому русскому ученому Д. И. Менделееву, имя которого стоит одним из первых среди имен основоположников воздухоплавания. В 1887 году Д. И. Менделеев сам совершил полет на воздушном шаре. Д. И. Менделеев предложил проект управляемого аэростата, но ему не было суждено воплотиться в жизнь. Научные труды Д. И. Менделеева в области воздухоплавания высоко ценил „отец русской авиации” Н. Ф. Жуковский. Вокруг Менделеева группировались такие деятели воздухоплавания, как О. С. Костович, предложивший управляемый аэростат сигарообразной формы с мапушными крыльями по бокам; С. К. Дзевецкий - изобретатель подводных лодок, автор работ по теории аэроплана и винта, он же построил опытный самолет; А. Ф. Можайский - получил первую в России привилегию на изобретенный им самолет. Д. И. Менделеев участвовал в комиссии по рассмотрению предложенного А. Ф. Можайским в 1877 году аэроплана.

Александр Федорович Можайский - первый русский изобретатель аэроплана с паровым двигателем. В 1885 году по его проекту был создан аэроплан (рис. 1.2), который мог поднять человека в воздух. При одном из испытаний аэроплан отделился от земли, но накренился на бок и поломал крыло. Это был первый взлет аппарата тяжелее воздуха с пилотом на борту. Управлял аэропланом механик, имя которого до настоящего времени неизвестно. Из-за отсутствия средств работы по доводке первого самолета не были осуществлены, хотя технические возможности для этого были. Военное ведомство царской России в то время больше увлекалось аппаратами легче воздуха и изобретению Можайского не придавало значения. Но несмотря на это, дело Можайского нашло своих последователей. Конструкции самолета Можайского были присущи все элементы, которые имеет современный самолет: корпус (фюзеляж), крыло, оперение, шасси, управление, двигательные установки. В это же время изобретатели во многих странах также работали над созданием аппаратов тяжелее воздуха. Трудным, а иногда и трагичным был жизненный путь этих изобретателей. Однако американцам братьям Райт повезло: 17 декабря 1903 года

их самолет с двигателем, работающем на бензине, поднялся в воздух и пролетел 32 метра. Это был первый настоящий полет самолета со взлетом и посадкой. Этот день считается днем рождения авиации.

За работами американцев последовали работы французов: Фербера, Вуазена, Фармана, Блерио и других, которые в короткий срок построили и испытали свои аэропланы, причем их конструкции отличались от конструкции аэроплана братьев Райт.

В России также упорно занимались разработкой и постройкой собственных аэропланов: Я. М. Гаккель разработал и построил несколько самолетов; С. В. Гризодубов также построил ряд аэропланов и успешно на них летал; И. И. Стеглау создал самолет, хорошо обтекаемый и высокотехнологичный для того времени; И. И. Сикорский построил ряд очень удачных аэропланов. В 1913 году И. И. Сикорский создал уникальный самолет „Русский витязь”. Это был первый в мире четырехмоторный самолет, первенец тяжелой авиации. Развитием конструкции „Русского витязя” стал известный самолет „Илья Муромец”. В это же время строился самолет „Святогор” конструкции В. А. Слесарева. В дореволюционные годы в России конструированием опытных самолетов занималось более 100 человек – известных, малоизвестных и почти неизвестных конструкторов самолетов. Одно несомненно – все они внесли достойный вклад в развитие отечественного самолетостроения.

1. 3. СОВЕТСКАЯ АВИАЦИЯ

В годы Советской власти отечественное самолетостроение базируется на научных трудах профессора Н. Е. Жуковского, его соратников и учеников. В 1918 году был создан ЦАГИ – Центральный аэрогидродинамический институт – организация, которая должна заниматься научными и практическими работами в области авиации. Руководил ЦАГИ Н. Е. Жуковский. Одним из ближайших его помощников был знаменитый авиаконструктор А. Н. Туполев. ЦАГИ в то время занимался всеми проблемами, необходимыми для строительства самолета: аэродинамикой, прочностью, двигателями, авиационными материалами, а также опытным проектированием самолетов, которое возглавлял А. Н. Туполев. Впоследствии из ЦАГИ выделилась организация, занимающаяся только двигателями; она стала называться ЦИАМ – Центральный институт авиационного моторостроения. Авиационными материалами стал заниматься Всесоюзный институт авиационных материалов – ВИАМ; испытаниями самолетов – Летно-исследовательский институт – ЛИИ; опытным проектированием – ОКБ (опытно-конструкторское бюро) Туполева.

Предвоенные годы отличались особым отношением страны к авиации – всенародной любовью и обожанием. Подавляющее число юношей и девушек страны мечтали стать либо летчиками, либо авиастроителями. В стране было открыто много парашютных, планерных и авиационных школ, в которых молодежь без отрыва от производства могла приобщиться к небу. Многим из них позже

пришлось защищать свою Родину за штурвалом боевого самолета. В те годы впервые в стране открылись специальные авиационные учебные заведения. Произошло значительное увеличение числа конструкторских коллективов. В связи с получившей распространение практикой объявления конкурсов на создание того или иного вида самолета стали создаваться сравнительно небольшие коллективы, группирующиеся около своих талантливых и энергичных лидеров.

Тридцатые годы характеризуются исключительно сложной междунаrodной обстановкой. В Италии и Германии победил фашизм, и становилось все более ясно, что большой войны с ним избежать не удастся. Поражение республиканской Испании показало, что за фашизмом стоит огромный научный и технический потенциал. Так, к концу испанской войны советские истребители И-15 и И-16 конструкции Н. Н. Поликарпова уже не могли противостоять новейшим немецким истребителям Ме-109. Встал вопрос о принятии чрезвычайных мер. Решением правительства были значительно увеличены расходы страны на авиационную промышленность, начато строительство новых заводов, авиапромышленности был передан ряд заводов, уже построенных для необоронных отраслей. Страна не жалела валюты для закупки за рубежом приборов, научной и технической литературы, промышленного и аэродромного оборудования, авиационной техники, а также лицензий на их производство. В авиастроение направлялись наиболее квалифицированные рабочие и инженеры, наиболее энергичные руководители.

Однако авиационная промышленность страны разделила не только все ее триумфы, но и все ее трагедии. Незаконные аресты по нелепейшим предлогам и гибель не обошли многих талантливых работников авиационной промышленности. Впрочем, карательное ведомство старалось по-хозяйски распорядиться своими высокообразованными узниками. Для узников были созданы специальные ОКБ за колючей проволокой, где авиаконструкторы работали над проектированием авиационной техники и даже руководили вольнонаемными инженерами и техниками. Так, мало кто знает, что свой знаменитый самолет У-2 Н. Н. Поликарпов создал в 1929–1930 годах, сидя в Бутырской тюрьме, осужденный как вредитель по делу несуществующей промпартии. Там же им вместе с „врагом народа” Д. П. Григоровичем был спроектирован и построен истребитель И-5, на опытном образце которого в красную звезду на киле вписали буквы „ВТ”, означавшие „внутренняя тюрьма”. Особый размах „авиастроительная” деятельность карательных органов достигла в страшные 37...40-е годы. За решеткой спецтюрьмы ЦКБ-29 НКВД оказался цвет советской авиационной науки и техники – А. Н. Туполев, С. П. Королев, В. М. Мясищев, В. М. Петляков, Б. С. Стечкин, Р. Л. Бартини, С. М. Егер, А. М. Изаксон, А. В. Надашкевич, И. Г. Неман, А. И. Путилов, А. М. Черемухин и многие другие. Промышленность была лишена сотен наиболее квалифицированных специалистов, и нам следует поклониться перед теми, кто после такого „кровопускания”

сумел обеспечить подготовку нашей авиапромышленности к Великой Отечественной войне.

Впрочем, и тем работникам авиапромышленности, кого миновала сия горькая чаша, было немногим легче. Так, конструкторам было очень тяжело решиться перейти на убираемое в полете шасси, поскольку они понимали, что любые возможные неполадки механизма уборки шасси в полете могут рассматриваться как вредительство с их стороны. Были уничтожены и наиболее передовые руководители ВВС, понимавшие значение авиации в современной войне и умевшие сформулировать технические требования к создаваемым самолетам с учетом перспектив современной войны. Так, главный советник по авиации республиканского правительства Испании генерал Дуглас (дважды Герой Советского Союза генерал Я. В. Смушкевич, за голову которого в Испании Геринг предлагал 1 млн марок) был перед войной арестован НКВД и без суда расстрелян в первые дни войны.

Незадолго до войны немцы предложили специалистам нашей авиапромышленности ознакомиться с германской авиапромышленностью и даже закупить новейшие образцы авиационной техники. По-видимому, это можно объяснить лишь тем, что, окончательно приняв решение о нападении на СССР, немцы не сомневались в скорейшем разгроме Советского Союза в результате молниеносной войны и старались запугать нас своей мощью. Испытания закупленной техники огорчили нас – немецкие самолеты оказались с высокими техническими характеристиками. Кроме того, расчеты наших специалистов показали, что немецкая авиапромышленность вместе с заводами оккупированных стран способна выпускать до 60...70 самолетов в день, в то время как мы выпускали всего по 26 самолетов в день. В первый день Великой Отечественной войны наши приграничные округа потеряли 1200 самолетов, причем 800 из них были уничтожены на аэродромах, так и не взлетев. Однако в результате срочных и крупномасштабных мер по развитию советской авиапромышленности, самоотверженности и трудового героизма всего советского народа, таланта инженеров и конструкторов, трудолюбия рабочих и энергии руководителей авиационной промышленности в СССР стал расти выпуск самолетов. К июню 1941 года ежедневный выпуск самолетов был доведен до 50, в сентябре – более чем до 70, а в дальнейшем – более чем до 100 в сутки.

Героической страницей в истории советской авиапромышленности является развертывание производства на Востоке страны. Там, часто в глухих необжитых местах, на пустырях, в сибирские морозы из эвакуированного оборудования создавались новые заводы. Недоедавшие и недосыпавшие люди, лишенные нормальных условий существования, жили одним девизом – все для фронта, все для победы. По-видимому лишь время поможет нам осознать величие подвига людей, в тяжелейших условиях воссоздавших авиационные заводы на пустом месте. Нельзя не отметить, что место квалифицированных рабочих, ушедших на фронт, заня-

ли женщины и вчерашние школьники, заменившие своих отцов и старших братьев у станков и сборочных стапелей.

Уже в конце войны стало ясно, что авиация стоит на пороге новой эпохи – эпохи реактивного авиастроения. Помимо реактивной техники нашей стране необходимо было наверстывать отставание и в приборном оборудовании самолетов. В годы войны экспериментальные исследования в этих областях были сведены к минимуму. После войны Сталин усмотрел в этом преступную недалековидность главкома ВВС маршала А. А. Новикова и наркома авиапромышленности А. И. Шахурина. Оба были сняты со своих постов и репрессированы.

В послевоенные годы в нашей стране создание новых самолетов происходит в нескольких ОКБ, имеющих определенную специализацию по видам проектируемых самолетов. Большинство ОКБ сформировалось в 30-х годах, но и сегодня они носят имена главных конструкторов – их основателей. Эти же имена носят и создаваемые в них самолеты. Расскажем об основных ОКБ нашей авиапромышленности.

Авиационный научно-технический комплекс им. А. Н. Туполева представляет собой старейшее ОКБ страны. Сначала самолеты этого ОКБ носили название АНТ (первые буквы имени Андрея Николаевича Туполева), а затем стали именоваться короче – „Ту”. Многие из самолетов, спроектированных в его ОКБ, открыли целую эпоху в мировой авиации. Так, до создания АНТ-4 (ТБ-1) во всем мире считалось, что из соображений прочности невозможно создать самолет большого размера. А. Н. Туполев доказал, что это действительно так, если проектировать бомбардировщик, как истребитель. Выходом из этой тупиковой ситуации явилось предложенное им использование герметичных баков-кессонов в крыльях.

Первым изделием этого ОКБ был самолет АНТ-1 – легкий спортивный одноместный самолет из дерева и алюминия с двигателем в 35 л. с.; затем были созданы: АНТ-2 – первый цельнометаллический самолет; АНТ-4 (ТБ-1 – тяжелый бомбардировщик) – первый в мире цельнометаллический двухмоторный самолет-моноплан (одна плоскость крыла); АНТ-9 – пассажирский самолет на 10 посадочных мест; АНТ-25 – знаменитый рекордный самолет, на котором В. П. Чкалов с экипажем перелетел без посадки через Северный полюс в Америку; АНТ-20 – самолет-гигант „Максим Горький”. Лучшим в мире фронтовым бомбардировщиком второй мировой войны считался Ту-2, спроектированный и изготовленный коллективом А. Н. Туполева в ЦКБ-29 НКВД.

Первой послевоенной работой этого ОКБ был тяжелый четырехмоторный бомбардировщик Ту-4, скопированный по приказу Сталина с широкоизвестного американского В-29 („Летающая сверхкрепость”). При создании этого самолета было применено много новых инженерных и технических решений. А уже в 1949 году в ОКБ был создан один из первых в стране двухмоторный реактивный бомбардировщик Ту-14. Выдающимся достижением

ОКБ А. Н. Туполева является создание в 1952 году дальнего реактивного бомбардировщика Ту-16, призванного заменить устаревшие к тому времени поршневые тяжелые бомбардировщики Ту-4. Реактивных самолетов таких размеров и массы со стреловидными крыльями еще никто в те времена не делал.

Ту-16 отличался высокой надежностью, неприхотливостью, легкостью освоения и простотой пилотирования. Со временем Ту-16 претерпел множество модификаций: появились Ту-16 разведчик, носитель ракетного оружия, торпедоносец и т. п. На этом самолете впервые в нашей стране была реализована система дозаправки топливом в воздухе. И, наконец, из Ту-16 родилась наша первая реактивная пассажирская машина – Ту-104 (ныне навечно установленная на постаменте в аэропорту „Внуково“).

Международная обстановка тех лет требовала создания тяжелого бомбардировщика, способного долетать до Америки и обратно. Так был создан Ту-95, стратегический бомбардировщик (а позднее и ракетноносец) с дальностью 13 000 км, оставивший заметный след в истории мировой авиационной техники. На основе этого самолета был создан пассажирский самолет Ту-114, долгое время совершавший беспосадочные рейсы Москва – Нью-Йорк, Москва – Токио. Ту-114 навечно установлен на постаменте в аэропорту „Домодедово“.

Затем последовали Ту-124 и Ту-134 – комфортабельные скоростные самолеты для линий средней протяженности; Ту-154 – самый массовый пассажирский лайнер нашей страны; Ту-144 – первый в мире сверхзвуковой пассажирский самолет. На вооружении наших ВВС находится мощный сверхзвуковой ракетноносец Ту-22. В последних работах этого ОКБ – тяжелом сверхзвуковом бомбардировщике Ту-160 и пассажирском самолете Ту-204 воплощены новейшие достижения отечественной и мировой авиационной техники и технологии.

Московский механический завод (ММЗ) им. С. В. Ильюшина – одно из крупнейших ОКБ в нашей стране. Самолеты с маркой „Ил“ завоевали себе авторитет как в годы войны, так и в мирное послевоенное время. Стиль этого ОКБ – высокое совершенство конструкции, исключительно высокие надежность, экономичность и технологичность создаваемой авиационной техники, достигаемые прежде всего тщательной отработкой конструкции и использованием проверенных в мировой практике технических решений.

Первым самолетом, созданным коллективом ОКБ С. В. Ильюшина, был скоростной бомбардировщик ЦКБ-26 (серийная марка ДБ-3). В годы Великой Отечественной войны широко использовался для рейдов по далеким тылам противника бомбардировщик Ил-4. Первый удар по Берлину летом 1941 года нанесли именно эти самолеты.

Мировую славу С. В. Ильюшину принесло проектирование советских штурмовиков – самолетов, которых боялись танки. Выдающийся успех штурмовиков С. В. Ильюшина обусловлен тем, что он первым догадался включить броню в силовую схему самолета, где броня принимала на себя ощутимую часть нагрузки само-

лета в полете. Военные поначалу приняли Ил-2 довольно прохладно, но начавшаяся вскоре Великая Отечественная война показала исключительную боевую эффективность Ил-2, а также его исключительную живучесть. Ил-2 держит и другой удивительный рекорд – из 108 028 самолетов, выпущенных советской авиапромышленностью за годы войны, 41 000 составили штурмовики С. В. Ильюшина. История техники не знает другого столь массового самолета. Развита Ил-2 стали штурмовики Ил-10.

Война еще не была закончена, когда в ОКБ С. В. Ильюшина началось проектирование самолета мирного времени – пассажирского самолета Ил-12, по сей день несущего службу в северных районах нашей страны. Другой массовый самолет, созданный в ОКБ, – ракетный бомбардировщик Ил-28. По времени, которое находился Ил-28 на вооружении ВВС нашей страны и дружественных стран, его можно отнести к долгожителям.

Большим достижением этого ОКБ стало оснащение гражданской авиации нашей страны самолетом Ил-18. По своей топливной экономичности (количеству топлива, расходуемого на перевозку 1 пассажира на 1 км пути) показатели этого самолета не превзойдены до сегодняшнего дня. А пассажирский самолет Ил-62 в течение многих лет является флагманом гражданской авиации нашей страны.

В транспортной авиации и воздушно-десантных войсках широко используется самолет Ил-76. Мощные двигатели и исключительно высокая механизация крыла делает его крайне нетребовательным к качеству аэродромов. На самых напряженных пассажирских трассах нашей страны несет трудовую вахту Ил-86 – первый советский „аэробус“, рассчитанный на перевозку 350 пассажиров на расстояние 3...4 тысячи км. А осенью 1989 года от земли впервые оторвался 216-тонный Ил-96-300, внешне очень похожий на Ил-86, но способный без посадки преодолеть 10 тысяч км. Все эти самолеты являются гордостью советского самолетостроения.

Московский машиностроительный завод (ММЗ) им. А. И. Микояна. Специализация этого ОКБ – стремительные боевые машины. История этого ОКБ начинается с созданного перед самой войной по проекту А. И. Микояна и М. И. Гуревича самолета МиГ-1. Это был самый скоростной истребитель в мире. МиГ-1 создавался в соответствии с предвоенной концепцией использования истребителей – вести бой на больших высотах и скоростях. Но немцы почему-то предпочитали на такую высоту не забираться, и в годы войны МиГ-1 оказался наиболее эффективен в системе противовоздушной обороны (ПВО) и был основой ПВО г. Москвы во время немецких налетов в 1941 году.

В послевоенную эру реактивной авиации активность американцев потребовала от наших конструкторов предельного напряжения сил. Нашим реактивным первенцем стал МиГ-9, созданный практически одновременно с Як-15. Выдающимся самолетом, прославившим ОКБ, был истребитель МиГ-15, единодушно признанный как лучший в мире самолет такого типа. К тому же это был первый в нашей стране реактивный истребитель, строившийся

крупной серией. МиГ-15, взявший все лучшее от своего предшественника МиГ-9, был запущен в серию с марта 1948 года и выпускался в течение ряда лет в 15 модификациях. Это был наш первый реактивный истребитель, принявший участие в боевых действиях. С поставкой МиГ-15 дружественной нам КНДР господству американцев в воздухе в войне в Корее пришел конец. Американцам так хотелось заполучить этот самолет, что они над аэродромами КНДР разбрасывали листовки, предлагавшие 100 тысяч долларов тому, кто на МиГ-15 перелетит на их сторону.

На следующем реактивном истребителе этого ОКБ – МиГ-17 – был впервые в нашей стране преодолен звуковой барьер. В 1954 году на вооружение ВВС поступил первый сверхзвуковой истребитель МиГ-19 со стреловидным крылом. А еще более скоростному МиГ-21 с треугольным в плане крылом была уготована долгая жизнь. Созданный в 1958 году МиГ-21 стоял на вооружении ВВС более чем 30 стран. Следующим был фронтовой истребитель МиГ-23 с изменяемой геометрией крыла. Сверхзвуковой всепогодный перехватчик МиГ-25 в течение долгого времени составлял основу ПВО нашей страны.

Последняя серийная машина этого ОКБ – истребитель МиГ-29. Это высокоэффективный истребитель воздушного боя, истребитель завоевания превосходства в воздухе. Боевой самолет нового поколения, предназначенный для действий в любую погоду, днем и ночью, для маневренных ближних боев и ракетных боев на средних дистанциях, для перехвата ударных и разведывательных самолетов, МиГ-29 вобрал в себя все достижения советской авиационной науки и техники, при этом полностью сохранив такие традиции ОКБ, как высокая надежность, простота пилотирования и наземного обслуживания. МиГ-29 впервые представлял нашу военную авиационную технику в 1988–1989 годы на крупнейших международных авиакосмических выставках. Коллектив ОКБ находится в непрерывном поиске – за 50 лет им было создано более 100 опытных и экспериментальных конструкций самолетов.

Машиностроительный завод (МЗ) им. П. О. Сухого. П. О. Сухой в 1925 году возглавил одну из бригад в ОКБ А. Н. Туполева. Постепенно вокруг П. О. Сухого сложился талантливый коллектив, на который легла большая часть работы по самолету рекордной дальности РД (АНТ-25) и „Родина” для женского экипажа В. С. Гризодубовой. Случай отличиться коллективу представился в 1937 году, когда в стране объявили конкурс на многоцелевой самолет для летчика средней квалификации, который предполагалось выпускать в таком количестве, „сколько у нас в стране Ивановых”. В этот конкурс включились такие мощные КБ, как А. Н. Туполева, Н. Н. Поликарпова, Д. П. Григоровича и И. Г. Немана. Победил П. О. Сухой, создав двухмоторный ближний бомбардировщик, вооруженный семью пулеметами и поднимавший более 400 кг бомб, которому дали название Су-2. Су-2 проявил свои замечательные качества в начальный период войны. Победа в этом конкурсе круто изменила судьбу П. О. Сухого – в сентябре

1939 года от стал главным конструктором и директором опытного завода.

Следующей конструкцией этого ОКБ стал штурмовик Су-6, имевший столь совершенную аэродинамику, что после сброса бомб мог оторваться от неприятельских истребителей. Несмотря на то, что Су-6 по своим характеристикам превосходил штурмовики В. С. Ильюшина, было решено не перенастраивать налаженное производство, обеспечивающее массовый выпуск штурмовиков.

После войны в ОКБ было создано немало опытных конструкций, пережило оно и расформирование с 1949 по 1953 год, но настоящее признание пришло к этому ОКБ с созданием истребителя СУ-7, положившего начало большому семейству машин со стреловидным крылом. На его основе был создан и Су-7б, истребитель-бомбардировщик, прослуживший стране более трех десятилетий. Были созданы такие интересные машины, как перехватчик Су-15 и фронтовой бомбардировщик Су-24 с изменяемой геометрией крыла.

По телевизору в репортажах из Афганистана мы часто видели уходящие на задание самолеты с защитным камуфляжем – одноместные штурмовики Су-25.

Последняя серийная продукция этого ОКБ – истребитель-перехватчик Су-27. Силовая установка Су-27 мощнее, чем у МиГ-29, поэтому этот более тяжелый самолет в маневренности не уступает МиГу. На Су-27 впервые была выполнена „кобра Пугачева” – эффективный маневр, при котором машина на секунды становится неподвижной относительно земли и эхо-сигнал локатора от нее теряется. На выставке в Фарнборо этот самолет, как и МиГ-29, получил высокие оценки зарубежных специалистов.

Недавно газеты сообщили о подписании контракта между ОКБ им. П. О. Сухого и американской авиакомпанией „Гольфстрим эйрспейс” о разработке сверхзвукового „делового” самолета, рассчитанного на 15...20 пассажиров. Решение американцев кооперироваться с ОКБ им. П. О. Сухого возникло после осмотра Су-27 на международном аэрокосмическом салоне 1989 года в Ле-Бурже.

Московский машиностроительный завод „Скорость”. Такое название носит ОКБ, созданное генеральным конструктором А. С. Яковлевым.

Первый самолет конструкции А. С. Яковлева – спортивный самолет АИР-1 был создан в 1927 году. Этот и ряд других спортивных самолетов подвели коллектив ОКБ к созданию семейства истребителей, сыгравших важную роль в разгроме немецко-фашистских захватчиков. Первым серийным образцом из них стал Як-1, запущенный в серию с 1940 года. Як-1 послужил основой самого многочисленного в нашей авиации во время войны семейства истребителей: Як-7 и Як-9, выпускавшихся с 1942 года. Необходимо отметить, что Як-9 был самым массовым нашим истребителем Великой Отечественной войны – он поступил на фронт в количестве 16769 экземпляров в 17 модификациях. А в 1943 году был создан Як-3, считающийся лучшим истребителем

мира по своим летно-тактическим свойствам для периода до 1946 года.

В послевоенные годы ОКБ А. С. Яковлева приступило к проектированию реактивных истребителей. Появившийся одновременно с МиГ-9 реактивный истребитель Як-15 был первым советским реактивным истребителем, запущенным в серийное производство уже в октябре 1946 года и поступившим на вооружение ВВС. После Як-15 ОКБ А. С. Яковлева было выпущено значительное число других типов реактивных самолетов – истребителей (Як-23), самолетов ПВО (Як-25), легких бомбардировщиков (Як-27). Тематика работ этого ОКБ отличается значительным разнообразием: это создание вертолетов (Як-24), спортивных самолетов, из которых мировую известность получил Як-18П, санитарных самолетов (Як-18Т). Сложнейшей технической задачей явилось создание палубного самолета Як-38.

И, наконец, нельзя не отметить пассажирские самолеты этого ОКБ Як-40 (для местных линий) и Як-42 (для линий средней протяженности). Эти самолеты сочетают высокую скорость и топливную экономичность с комфортом для авиапассажиров и неприхотливостью к аэродромам, что является важнейшим качеством для таких самолетов.

Экспериментальный машиностроительный завод (ЭМЗ) им. В. И. Мясничева. В. М. Мясничев проявил себя как конструктор, работая в ОКБ А. Н. Туполева. Коллективом, возглавляемым В. М. Мясничевым, был создан и в 1942 году предъявлен на испытания дальний высотный бомбардировщик ДВБ-102. Это был первый в мире высотный бомбардировщик с герметическими кабинами экипажа, позволявшими ему на любой высоте работать без кислородного оборудования. Первые же полеты подтвердили отличные качества самолета. Однако недостатки двигателей задержали сдачу самолета в серийное производство. Когда же их доводка была в 1944 году завершена, видя, что война явно идет к концу, руководство страны не стало перепрофилировать ни одно налаженное авиационное производство.

На примере ДВБ-102 прослеживается творческий стиль В. М. Мясничева – нацеленность на перспективу, стремление при создании самолета опереться на все самое новое и передовое. Иногда найденные технические решения не соответствовали возможностям промышленности, поэтому у созданных им самолетов была трудная судьба, а ОКБ В. М. Мясничева несколько раз ликвидировалось. Но время показало замечательный дар предвидения этого конструктора, когда через десятилетия многое из того, что было им предложено и отвергнуто руководством, получило бесспорное признание как в нашей, так и в мировой авиационной технике.

Одной из замечательных машин ОКБ В. М. Мясничева со счастливой судьбой был стратегический дальний бомбардировщик 103М. Вопрос о создании такого самолета стал на рубеже 50-х годов, в разгар холодной войны, грозившей перерасти в „горячую”. Атомная бомба у нашей страны уже была, но средств доставки ее

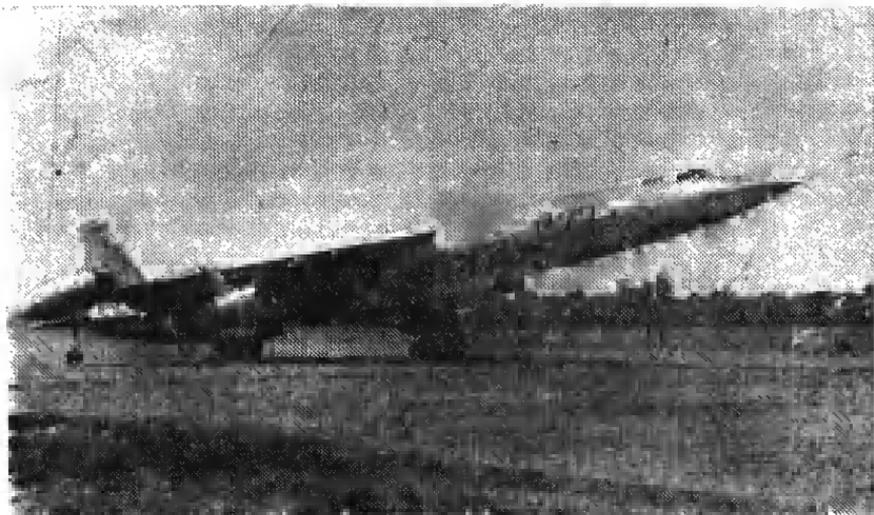


Рис. 1.3. Сверхзвуковой стратегический бомбардировщик М 50

на территорию потенциального противника не было. В соответствии с решением правительства такой самолет необходимо было создать в рекордно короткие сроки. Для реализации этого задания в марте 1951 года было возрождено ОКБ В. М. Мясищева. Уже 1 мая 1954 года стратегический бомбардировщик 103М в сопровождении четырех истребителей пролетел над Красной площадью Москвы во время военного парада. А чуть позже была завершена модификация 103М – дальний стратегический бомбардировщик 201М. Конструкция этих машин обеспечила им завидное долголетие – эти самолеты по сей день продолжают службу в составе дальней авиации ВВС.

Прорывом в мировой авиационной технике было создание сверхзвукового тяжелого стратегического бомбардировщика М-50 (рис. 13), намного опередившего свое время. Этот тяжелый (массой около 200 т) самолет был насыщен автоматикой и управлялся всего двумя членами экипажа (вместо восьми для самолетов такой массы). М-50 также был показан на воздушном параде в 1961 году и вызвал восхищение как у зрителей, так и у специалистов. Однако М-50 не суждено было пойти в серию. Глава нашего правительства Н. С. Хрущев посчитал, что самолеты свое уже отлетали и оборону страны необходимо строить только на основе ракетного оружия. Несмотря на то, что ОКБ имело существенный задел по стратегическим сверхзвуковым бомбардировщикам (проекты М-52 и М-56), ОКБ было ликвидировано, а М-50 перегнали в музей ВВС в Монино, где он и сейчас поражает стремительностью форм. Последней работой вновь воссозданного ОКБ стал высотный самолет для геофизических исследований М-17.

Киевский машиностроительный завод им. О. К. Антонова. Это ОКБ специализируется на создании самолетов транспортной

авиации. Первый самолет конструкции О. К. Антонова – биплан с поршневым двигателем АН-2, созданный сразу после войны в 1946 году, – продолжает надежно служить народному хозяйству. Один за другим были созданы неприхотливые и экономичные самолеты Ан-8, Ан-10, Ан-12, Ан-14. Кто летал на местных линиях, тот по достоинству оценил надежность Ан-24.

Однако мировую славу этому ОКБ принесло создание самолетов рекордной грузоподъемности. В 60-х годах чемпионом среди самолетов-тяжеловозов был Ан-22 („Антей”) со взлетной массой 250 т и грузоподъемностью 100 т. В начале 80-х годов рекордные показатели перешли к Ан-124 („Руслан”) со взлетной массой 405 т и грузоподъемностью 171 т.

Последняя разработка этого ОКБ – самолет-гигант Ан-225. Его название „Мрия” по украински означает „мечта”. Этот самолет, имеющий взлетную массу 600 т, способен нести рекордный полезный груз в 250 т. Несмотря на значительные размеры, Ан-225 не нужна специальная взлетно-посадочная полоса. Однако Ан-225 – это не просто самолет, а универсальная транспортная система. Специальные крепления на „спине” самолета позволяют закрепить груз любой конфигурации, перевозимый на внешней подвеске.

Самолеты с марками „Ту”, „Ил”, „Ан”, „Як”, „МиГ”, „Су”, „М” и вертолеты ОКБ Миля и Камова являются гордостью нашей авиации.

1.4. САМОЛЕТЫ И ДРУГИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ СЕГОДНЯШНЕГО ДНЯ И БЛИЖАЙШЕГО БУДУЩЕГО

Развитие авиации определяется необходимостью создания летательных аппаратов, обладающих какими-либо улучшенными характеристиками с учетом возможности их реализации, т. е. решением противоречия „нужно–возможно”. Новый самолет определяли новые параметры и характеристики. Одной из важных характеристик является крейсерская или максимальная скорость. Повышение скорости было одной из главных задач. В результате созданы самолеты, летающие на дозвуковых, сверхзвуковых и гиперзвуковых скоростях.

Другая важная характеристика – грузоподъемность. Были созданы самолеты большой грузоподъемности, например пассажирские самолеты на 300 и более мест. Теперь самолеты по этому параметру конкурируют с железнодорожным транспортом. При разработке конструкций не были забыты надежность, комфорт, снижение шума от работы двигателей и другие характеристики.

В последние годы особо острой стала задача повышения топливной эффективности (или уменьшение расхода топлива). Так называемое углеводородное топливо, получаемое в основном из нефти и используемое для самолетов, стало более дорогим, так как запасы нефти в легкодоступных местах истощились. Новые источники добычи нефти находятся в труднодоступных местах, а поэтому себестоимость добычи нефти стала выше. Этим, а также

экологическими факторами и рядом других причин объясняются жесткие требования по расходу топлива.

В настоящее время главным при создании пассажирских самолетов стало требование высокой эффективности. Научно-техническая база для создания самолетов будущего закладывается уже сегодня. Дальнейшее ее развитие будет осуществляться во многих направлениях: это разработка новых высокоэкономичных (с меньшими расходами топлива) двигателей; улучшение аэродинамических характеристик; дальнейшее внедрение электроники, автоматики, использование новых материалов; совершенствование технологии и многое, многое другое. Пассажирские самолеты будущего будут иметь совершенные аэродинамические формы, значительно уменьшенный расход топлива, сниженный уровень шумов, значительно более высокий уровень комфорта для пассажиров.

Таковыми самолетами, выход которых на трассы Аэрофлота ожидается в недалеком будущем, являются Ту-204 и Ил-96, проходящие в настоящее время государственные испытания.

Самолет Ту-204 предназначен для перевозки пассажиров на тех линиях, на которых сейчас работает известный Ту-154. Число перевозимых пассажиров будет более 200 человек. Это высокоэкономичный пассажирский самолет, предназначенный для эксплуатации на магистральных линиях протяженностью до трех с половиной тысяч километров. В его конструкции заложены новейшие достижения науки и техники в областях аэродинамики, двигателестроения, материаловедения, технологии; особое внимание уделено обеспечению высокой эффективности эксплуатации. Этот самолет будет обладать повышенными уровнями надежности и комфорта. Надежность и безопасность будут получены за счет многократного резервирования (дублирования) систем, применения новых навигационных средств, бортовых ЭВМ и других технических усовершенствований.

Самолет Ил-96 был создан по заказу Аэрофлота в ОКБ Ильюшина. Самолет получил название Ил-96-300. Внешне он напоминает своего предшественника Ил-86, но по многим параметрам превосходит его. Ил-96-300, рассчитанный на 300 пассажирских мест, сможет совершать беспосадочные рейсы на расстояния в девять тысяч километров. Совершенное навигационное и радиоэлектронное оборудование позволит летать в любую погоду, совершать посадки в самых сложных метеоусловиях. Такой авиалайнер построен благодаря новейшим достижениям науки и техники. В его конструкции широко применены новые материалы. Это позволило значительно снизить массу самолета и повысить дальность полета. Предполагается его применение на международных трассах, в том числе протяженностью 11 тыс. км. Совершенное крыло, разработанное совместно со специалистами ЦАГИ, улучшило по сравнению с Ил-86 аэродинамику самолета.

Последние достижения науки и техники находят применение и при создании военных самолетов. Так, в США разработаны новые боевые самолеты Локхид F-19А и Нортроп В-2. Их называют неви-

димками. Невидимками они, естественно, являются не для человеческого глаза, а для радиолокаторов противовоздушной обороны (ПВО). Самолет Нортроп В-2 назвали „Стелз“, что в переводе означает „крадучись“, „тайком“. Сейчас слово „стелз“ стало нарицательным и уже относится не к конкретному типу самолета, а ко всей технологии, позволяющей создавать „радионевидимки“. Это достигается следующими средствами.

1. Использованием таких внешних форм самолета, которые дают минимальный отраженный сигнал радиолокатора ПВО. Эти формы напоминают форму рыбы камбалы. Такой самолет крайне неустойчив, его стабильный полет обеспечивается бортовыми ЭВМ. В случае их отказа летчику не удастся удержать самолет в воздухе.

2. Применением специальных покрытий, поглощающих падающую на них энергию радиолокатора ПВО. Ведь отсутствие ответного отраженного сигнала радиолокатора воспринимается ПВО как отсутствие самолета в небе.

3. Наличием на борту самолета специального радиоэлектронного оборудования, работа которого вводит в заблуждение службы ПВО.

Другим генеральным направлением развития авиационной техники вообще и военной авиации в частности является использование искусственного интеллекта в системах управления. Хотя число бортовых ЭВМ на некоторых самолетах уже сейчас исчисляется десятками, речь идет о применении „думающих“ машин – сверхсложных ЭВМ, способных оценивать обстановку и выдавать оптимальные решения. Предполагается, что в самом недалеком будущем такие ЭВМ смогут полностью заменить человека в управлении самолетом и его системами (в том числе при взлете и посадке самолета). Уже одно это позволяет перейти к новой концепции боевого самолета, для которого не будет ограничений по перегрузке, отпадет необходимость в спасательных средствах и системах жизнеобеспечения. „Думающая“ машина не только выберет наилучший режим полета и работы бортовых систем, но и в боевой обстановке сможет практически мгновенно (в течение секунды) проанализировать обстановку с учетом возможного противодействия противника или среды. В зависимости от проведенного анализа будет выбрано и оптимальное решение – уйти от противника или, наоборот, идти на сближение, выбрать из многих целей наиболее значительную. Человек не способен так быстро оценить ситуацию и принять правильное решение, тем более в условиях стресса, вызванного боевой обстановкой. Однако вряд ли удастся совсем „ссадить“ человека с самолета – уж слишком опасно фантастическую огневую мощь современной авиации передоверять только ЭВМ – а вдруг отказ, а вдруг сбой. По-видимому, ЭВМ должна являться советчиком пилота, за которым остаются окончательное решение и вся полнота ответственности за него.

В области военной, транспортной и военно-транспортной авиации остаются в силе все те резервы повышения эффективности авиационной техники, о которых мы говорили выше (достижения в

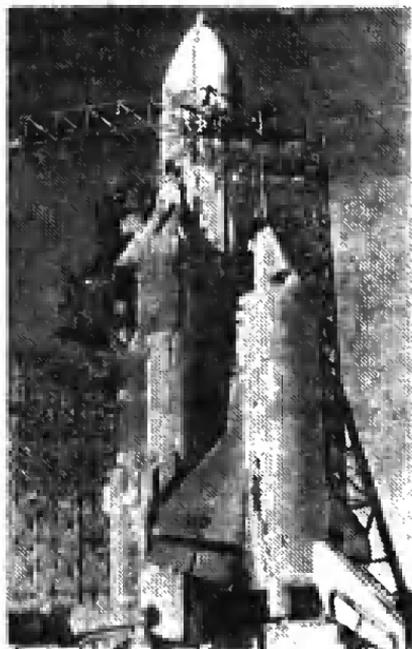


Рис. 1.4. Многоуровневая космическая система „Энергия” – „Вуран” на стартовой площадке

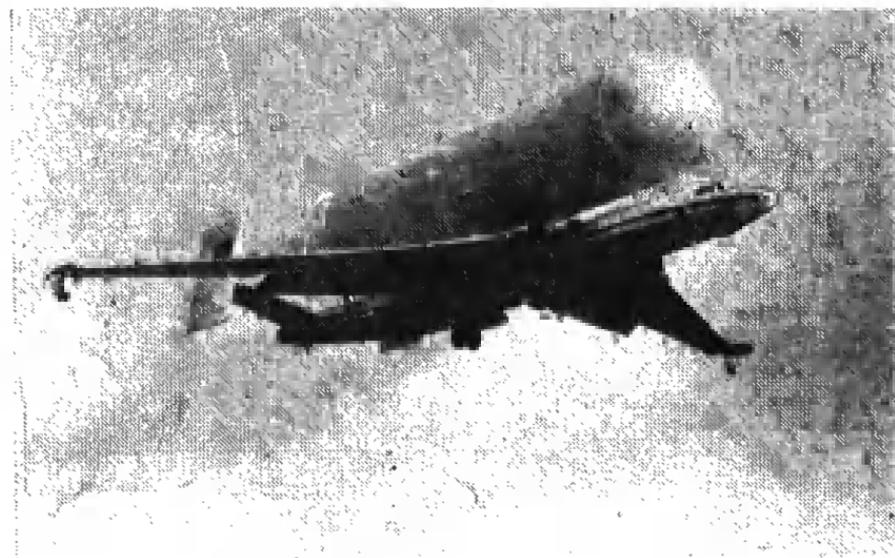


Рис. 1.5. Самолет-транспортёрщик ВМ-Т с перевозимым баком для ракетносителя „Энергия”

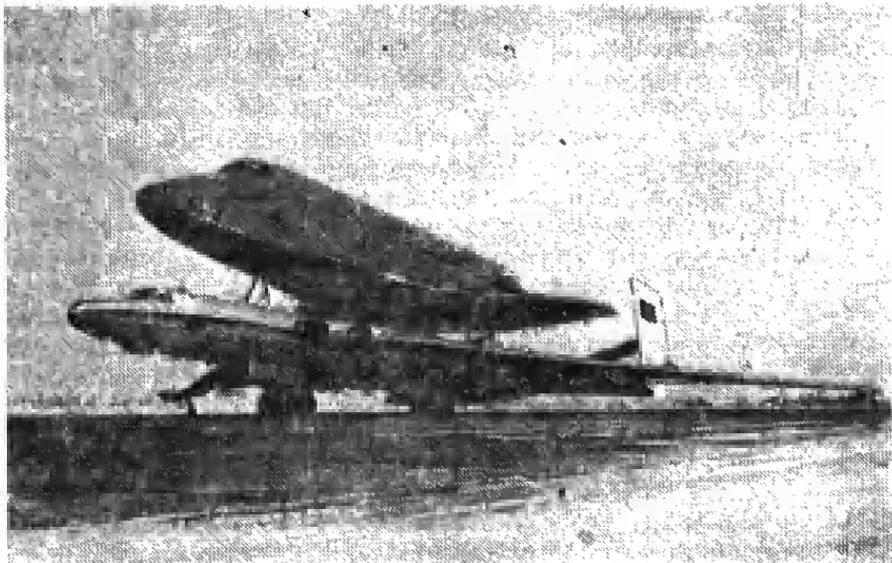


Рис. 1.6. Самолет ВМ-Т с перевозимым космическим самолетом „Буран”

аэродинамике, двигателестроении, материаловедении, технологии, электронике и т. д.). Разрабатываются самолеты различного назначения, в том числе и самолеты с вертикальными или близкими к вертикальным взлетом и посадкой.

В США предусматривается усовершенствование известной системы „Спейс Шаттл” (что переводится как „Космический челнок”). Летательные аппараты этого класса предназначены для полета как в космосе, так и в атмосфере, причем могут использоваться многократно. Сокращенное название таких кораблей – МВКА или МВКС (многоразовый воздушно-космический аппарат или самолет). Взлетают эти корабли вертикально с помощью мощных ракет, а посадка у них самолетного типа – прямо на посадочную полосу. В случае военного конфликта стартовые установки, с которых осуществляется запуск этих кораблей, весьма уязвимы. Чтобы избежать этого, разрабатываются авиационно-космические системы с горизонтальным стартом, использующие для разгона комбинированные двигатели (т. е. авиационные и ракетные). Другой проект („Мини-Шаттл”) предусматривает взлет МВКС с обычного аэродрома на „спине” тяжелого транспортного самолета и его подъем с этим самолетом до высоты примерно 10 км, после чего МВКС отделяется от своего носителя и на собственных двигателях выходит на космическую орбиту.

В СССР также разрабатываются авиационно-космические системы. Так, недавно совершил свой первый полет в автоматическом режиме космический корабль многоразового использования „Буран”, запущенный мощным ракетоносителем „Энергия”. На рис. 1.4. показан корабль „Буран”, установленный перед запуском

на ракетоносителе „Энергия”. Для транспортировки по воздуху космического корабля „Буран”, а также элементов ракетоносителя „Энергия” был создан транспортный самолет ВМ-Т (Владимир Мясичев – транспортный). На рис. 1.5 показан самолет ВМ-Т с перевозимым топливным баком для ракетоносителя „Энергия”, а на рис. 1.6 – с космическим кораблем „Буран”.

1.5. АВИАСТРОЕНИЕ И КОНВЕРСИЯ

Наше время отличается значительным динамизмом и изменением многих устоявшихся стереотипов. Наиболее значительные и важные изменения связаны с новым мышлением и, прежде всего, в вопросах войны и мира. Предложенные нашей страной мирные инициативы нашли широкий отклик и поддержку во всех странах мира. Это привело к значительному потеплению международного климата и уменьшению опасности военного конфликта, что нашло свое практическое воплощение в сокращении вооружений различных стран, и прежде всего нашей страны. Поэтому рассмотрим некоторые вопросы конверсии, с необходимостью которой в последние годы столкнулись авиастроители (как и представители других оборонных отраслей). Слово „конверсия” в переводе означает „изменение”, „превращение”, и в нашем случае будем под ним понимать перевод военного производства на мирные рельсы.

Одно из достижений перестройки – гласность – рассекретила действительный военный бюджет нашей страны, который на 1989 год оказался равным 77,3 млрд рублей, что составляет около 9% валового национального продукта. Однако по другим данным он значительно выше. Так, ЦРУ оценивает его в 16...18% валового национального продукта, а эксперты комитета по науке и образованию Верховного Совета СССР считают, что он составляет 20...25% от валового национального продукта. Это значительно выше соответствующей доли всех ведущих в военном отношении капиталистических стран. В ближайшие два года предполагается сокращение военных расходов нашей страны на 30 млрд рублей, что обусловлено необходимостью сокращения вооружений до уровня минимальной достаточности в условиях перехода от холодной войны и конфронтации стран к их мирному сотрудничеству. При этом возникает задача возвращения гигантских сумм, расходованных раньше на вооружение, в народное хозяйство и насыщение нашего рынка столь необходимыми товарами народного потребления.

Нельзя сказать, что оборонные отрасли промышленности ранее не участвовали в производстве товаров народного потребления. Так, на предприятиях оборонных отраслей выпускаются практически все отечественные телевизоры, радиоприемники, фотоаппараты, холодильники и морозильники, швейные машины, около 80% электропылесосов, две трети стиральных машин, почти половина мотоциклов и велосипедов. Оборонные отрасли не только изготавливали отдельные виды товаров народного потреб-

ления, но и несли ответственность за состояние и выпуск отдельных видов этих товаров в целом по стране. Оборонная промышленность отвечает за обеспечение населения фото- и киноаппаратурой, спортивно-охотничьим оружием; судостроительная - лодками и катерами; промышленность средств связи - радио- и телеаппаратурой и т. п. Министерство авиационной промышленности СССР отвечает за производство алюминиевой штампованной посуды. В последние годы перечень выпускаемых „оборонкой” товаров народного потребления был значительно расширен. Так, авиационная промышленность начала выпуск детских колясок и снегоходов, электронная промышленность - видеомагнитофонов, видеокамер, микрокалькуляторов, электронных часов, сверхвысокочастотных печей и т. д. В 1989 году доля народнохозяйственной продукции в оборонных отраслях составляла 43% от общего объема выпускаемой продукции (для авиационной промышленности она составляет 35,8 %).

Сумма, которая должна быть передана из военного производства в мирные сферы в ближайшие годы, столь значительна, что требует создания концепции конверсии для каждого конкретного оборонного производства, в том числе и авиастроения. Очевидна бесплодность решения этого вопроса „в лоб”. Если завтра мы опечатаем оборонные заводы, то это не приведет автоматически к тому, что у нас появятся сэкономленные миллиарды. Мы не получим никакой экономии от того, что перестанет работать наиболее совершенное в стране оборудование, да и работники этих отраслей не могут оставаться без средств к существованию.

В оценке хода и перспектив конверсии нельзя не учитывать исторически сложившейся для нашей страны традиции, когда наше государство исходя из сознания внешней опасности (иногда действительной, иногда мнимой) много лет не скупилось на оборонные расходы, отдавая в распоряжение военного сектора все лучшее, что имелось в стране - кадры, сырье, технику. В результате таких инъекций оборонный сектор экономики сделал значительный рывок вперед, далеко обогнав всю остальную экономику. Таким образом, советская экономика оказалась искусственно разделенной на две части - военную, которая меньше, но обладает всем лучшим, и гражданскую, которая больше, но довольствуется остатками. Американские исследователи Л. Браун и У. Чандлер так оценивают состояние советской оборонной промышленности: „По иронии судьбы, единственный конкурентоспособный сектор советской экономики - это производство оружия. Сконцентрировав усилия на выпуске оружия и военной техники в ущерб другим отраслям, Советский Союз способен выполнять планы производства военной продукции и выдерживать нормы качества, но лишь ценой расстройтва механизма управления гражданскими отраслями”.

Поскольку в нашей стране сложилось такое разделение между двумя секторами экономики - военной и гражданской, то очевидна основная задача конверсии - передать накопленные в военном секторе высокий технический потенциал, технологическую ди-

циплину и уровень организации в гражданские отрасли промышленности. Однако до сих пор не утихают споры о том, на производство каких товаров должны быть сориентированы высвобождающиеся предприятия оборонной промышленности. Казалось бы вполне логичным, если бы оборонные отрасли „поделились” с гражданскими всем передовым, что имеют – кадрами, оборудованием, технологией. Однако такой путь представляется спорным – не приведет ли это к растрвоению немногих высокотехнологичных островков оборонной промышленности в окружающем океане общей технической (по сравнению с мировым уровнем) отсталости и бесхозяйственности.

Другой путь конверсии представляется более обоснованным – поскольку высвобождаются значительные мощности, то разумно выпускать на них то, в чем в данный момент страна больше всего нуждается. Известно, какие убытки несет наша страна из-за потери сельскохозяйственных продуктов при их хранении и переработке вследствие плачевного состояния легкой и пищевой промышленности. Для ликвидации такого рода „узких мест” было решено подключить интеллектуальный и технический потенциал оборонных отраслей. Так, Министерству оборонной промышленности поручили разработку поточных линий по переработке скота и птицы, производству холодильного оборудования, тары и т. п. Авиационной промышленности „досталась” разработка машин для плодоовощной индустрии. Несмотря на возможность получить быстрый эффект от конверсии, такой подход также не представляется нам перспективным. Ведь решение этих вопросов далеко от традиционной тематики отрасли и требует соответствующих интеллектуального, технического и технологического заделов, а также совсем другого оборудования. Такой подход целесообразен лишь для тех предприятий, на которых военное производство прекращается полностью и на его месте налаживается гражданское.

Для авиационной промышленности такой путь конверсии представляется неглавным. Далекое не всегда целесообразно расширять на оборонном предприятии номенклатуру ширпотреба, который предприятие производило до конверсии. В возможности переключения производства на выпуск мирной продукции авиационной промышленности несомненно повезло. Увеличение производства авиалайнеров полностью соответствует профилю любого авиационного завода вне зависимости от того, какая продукция ранее им выпускалась (кстати, на большинстве авиационных заводов выпуск военных и гражданских самолетов ведется либо параллельно, либо поочередно). Представители, например, оборонной промышленности имеют все основания для зависти – свою основную продукцию (пушку или танк) им в народном хозяйстве пристроить значительно труднее. Правда возникает вопрос – а нужно ли стране столько авиалайнеров? Увы, нужно.

Сейчас перед авиапромышленностью стоит задача замены парка пассажирских самолетов. Ведь многие наши авиалайнеры (Ту-134, Ту-154, Ил-62) создавались более 20 лет назад, а для авиа-

ции это срок немалый. Они отстают от современных требований по уровню комфорта для пассажиров, экологической безопасности, уровню приборного оснащения, но главное отставание – их низкая топливная экономичность. Именно это делает их неконкурентоспособными на международном рынке (так как снижает экономические показатели авиаперевозок). Даже страны, авиакомпании которых традиционно оснащались советскими самолетами, в последнее время прибегают к закупкам пассажирских самолетов западного производства. Поэтому перед авиационной промышленностью стоит задача оснастить гражданскую авиацию страны пассажирскими самолетами нового поколения, конкурентоспособными на мировом рынке. При этом предстоит не только заменить существующий парк самолетов, но и увеличить их число. Ведь известно, что сейчас Аэрофлот из-за недостатка самолетов отказывает 15...20 млн пассажирам в год в приобретении авиабилетов. Чтобы снять остроту этой проблемы, Аэрофлотом даже заключены договоры с западными фирмами об аренде или покупке широкофюзеляжных самолетов западного производства.

Из всего сказанного можно сделать следующий вывод. Хотя авиационная промышленность входит в девятку оборонных отраслей, сокращение военного производства не грозит авиастроителям потерей работы или переводом заводов на производство, не имеющее никакого отношения к авиации. По-видимому, в обозримом будущем нам не удастся полностью отказаться от производства военных самолетов, и снижение их числа неотвратимо потребует обеспечения увеличения их эффективности (а следовательно, технической сложности и трудоемкости в производстве). Тем не менее конверсия позволит высвободить производственные мощности для увеличения выпуска авиалайнеров, потребность в которых в нашей стране столь остра, что потребуются приложить немало сил для ее удовлетворения. Кроме того, наша страна должна занять свое место в международном разделении труда и с учетом колоссального потенциала авиационной промышленности поставлять самолеты на международный рынок, что экономически значительно выгоднее продажи сырья и энергоносителей, составляющих в настоящее время основу нашего экспорта.

2. САМОЛЕТ И ЕГО КОНСТРУКЦИЯ

2.1. КАК ЗАРОЖДАЕТСЯ САМОЛЕТ

Попытаемся в упрощенной форме ответить на этот вопрос. Прежде всего в создании нового самолета должна быть жизненная необходимость. Даже раньше, когда не умели еще летать, люди думали о самолете, который выполнял бы нужную работу, например перемещал по воздуху человека или полезный груз. Создавая первый в мире самолет, А. Ф. Можайский, будучи человеком военным, рассчитывал использовать его для военных целей и работал над ним под большим секретом.

Вторым условием создания самолета является возможность его создания с научно-технической, экономической, политиче-

ской и социальной сторон. Под научно-технической возможностью понимается соответствующее состояние науки и техники, промышленный потенциал государства. Экономическая возможность - это финансовые ресурсы, а также сырье. Под политической и социальной возможностями понимается отсутствие противоречия данного проекта проводимой правительством политике во всех сферах деятельности страны. Это условие превращается в строгие документы на создание самолета, вертолета или другого летательного аппарата. Сам процесс создания (проектирования) самолета можно разделить на следующие этапы.

Техническое задание подготавливается заказчиком, который, как правило, и финансирует данную разработку. Это документ, в котором содержатся сведения о назначении данного самолета, основные технические требования к нему и ожидаемые экономические показатели. Оговариваются порядок приемки самолета и ряд других сведений. Техническое задание от заказчика поступает в одно или несколько ОКБ в зависимости от направления их деятельности.

Техническое предложение является как бы ответом ОКБ на техническое задание заказчика. Это документ, в котором содержится анализ возможности выполнения технических, тактических и экономических требований, заявленных в техническом задании, а также анализируются варианты возможных путей решения поставленной задачи. Основная задача технического предложения - показать, что самолет с заданными заказчиком характеристиками может быть реально создан. Эта работа проводится под общим руководством генерального (главного) конструктора. При этом анализируются аналоги и прототипы, обобщаются собственные знания и опыт, решаются оптимизационные задачи (выбора наилучших решений), для чего широко используются современные ЭВМ.

Эскизный проект представляет собой совокупность конструкторских документов, содержащих принципиальные конструктивные решения, дающие полное представление об устройстве и принципе работы изделия, его параметрах, а также проработку ряда смежных вопросов (технологичности, эргономичности, вопросов транспортировки, патентной чистоты, прототипии и т. п.). Эскизный проект является дальнейшей детализацией технического предложения. Не следует путать эскизный проект с эскизами, т. е. считать, что это проект, в котором чертежи выполнены от руки.

Разработка эскизного проекта - это творческий процесс, ведущийся на основе глубоких знаний различных наук (аэродинамики, прочности, механики, физики, химии, электро- и радиотехники, технологии). Заложенные в эскизном проекте технические решения подтверждаются соответствующими расчетами и обоснованиями. Уточняются параметры самолета, заявленные в техническом предложении.

Технический проект представляет собой углубленную проработку эскизного проекта. По своему содержанию это перечень

конструкторских документов, содержащих окончательные технические решения и полные сведения об устройстве создаваемого самолета. Эти работы выполняются в ОКБ в так называемом проектном подразделении, которым руководит непосредственно главный конструктор или один из его первых заместителей. При создании технического проекта прорабатываются все вопросы создания самолета, в том числе выбираются необходимые материалы и технологии. На основании этого проекта строят в натуральную величину из дерева и металла макет будущего самолета. Этот макет рассматривает и утверждает специальная комиссия из специалистов самого высокого ранга, которая называется макетной. По результатам работы комиссии проект принимается, и выходит постановление правительства о начале работ по рабочему проектированию как в основном, так и в смежных ОКБ, занимающихся разработкой оборудования, агрегатов. Этим же постановлением определяется и серийный завод-изготовитель. Пока делается макет нового самолета специалисты испытывают модель самолета в аэродинамической трубе для предсказания его поведения в полете. Завершение этого комплекса работ позволяет перейти к следующему этапу проектирования.

Рабочий проект предусматривает на основании конструкторских и технологических разработок, выполненных на предыдущих этапах проектирования, выпуск рабочих чертежей, по которым будет построен реальный самолет. Эта работа проводится в конструкторском подразделении ОКБ и является важным и ответственным этапом создания самолета. Именно им определяется продуманность конструкции, технологичность и удобство обслуживания проектируемого самолета. По качеству рабочих чертежей трудовые коллективы, изготавливающие самолет, будут оценивать уровень технической культуры ОКБ.

Изготовление опытного образца представляет собой воплощение рабочих чертежей самолета в реальные детали, узлы и агрегаты самолета, т. е. этот этап представляет собой производственный процесс изготовления опытного самолета. Обычно он проходит на опытном заводе при соответствующем ОКБ. На этом этапе в работу включаются технологи, мастера, рабочие различных профессий. Завершение изготовления опытного самолета - праздник многочисленного коллектива работников ОКБ, принимавших участие в его проектировании и изготовлении.

Испытания и приемка предусматривают как наземные испытания самолета (проверку правильности монтажа и совместного функционирования всех систем самолета), так и летные испытания, при которых самолет проверяется в реальных условиях эксплуатации. Результаты испытаний оформляются актом Государственной комиссии, и, если новый самолет принят этой комиссией, начинается его серийное производство. Самолет начинает жить и приносить людям пользу.

2.2. НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ САМОЛЕТА И ЕГО КОНСТРУКЦИИ

Гражданские самолеты в основном предназначены для перевозки пассажиров и грузов. Эти самолеты подразделяются на пассажирские, грузовые, грузо-пассажирские, учебные, специальные и т. д. В зависимости от дальности полета и грузоподъемности самолеты разделяются на следующие классы:

1) межконтинентальные самолеты – дальность полета до 12 тыс. км и грузоподъемность более 20 т; к таким самолетам относятся Ил-62, Ан-22;

2) дальние магистральные самолеты – дальность полета до 6 тыс. км и грузоподъемность 12...15 т; к ним относятся Ил-76, Ту-154, Ту-204;

3) магистральные самолеты средней дальности – дальность полета до 4 тыс. км и грузоподъемность 9...12 т (Ту-134, Ил-18);

4) магистральные самолеты малой дальности – дальность до 1,5 тыс. км и грузоподъемность до 5 т (Як-42);

5) самолеты местных линий – дальность полета до 1000 км и небольшая грузоподъемность (Ан-24, Як-40, Ан-2).

Кроме того, самолеты делятся: в зависимости от конструкции крыла на бипланы (две плоскости крыла, одна над другой – Ан-2) и монопланы (одна плоскость крыла); по расположению крыла относительно фюзеляжа на верхне-, средне- и низкопланы; по числу двигателей на одно-, двух-, трехдвигательные и т. д. Самолеты могут быть с поршневыми, реактивными и ракетными двигателями. При проектировании нового самолета специальными требованиями со стороны заказчика оговариваются его будущие характеристики. Эти характеристики определяются многими показателями или критериями (критерий означает меру). При этом всегда есть самые главные критерии, определяемые назначением самолета.

Основными характеристиками самолета являются: скорость, дальность, грузоподъемность, высота полета, расход топлива, взлетно-посадочные характеристики; все они тесно связаны друг с другом. Изменение одной характеристики ведет к изменению другой. Поэтому одной из важных задач является нахождение „золотой середины”, при которой главные характеристики были бы хорошими, а остальные были бы на достаточном уровне, т. е. все характеристики находились в гармонии. Выбор из нескольких вариантов лучшего проводится при помощи теории оптимизации.

Самолет (рис. 2.1) имеет следующие основные части: крыло, фюзеляж, оперение, силовую установку, взлетно-посадочные устройства, а также системы управления, навигации и контроля.

Крыло создает подъемную силу и обеспечивает поперечные устойчивость и управляемость самолета. В крыле могут размещаться топливные баки, шасси, различные системы, а также устройства, улучшающие взлетно-посадочные характеристики самолета (щитки, закрылки, выдвижные носки и т. д.).

Фюзеляж служит для размещения экипажа, пассажиров,

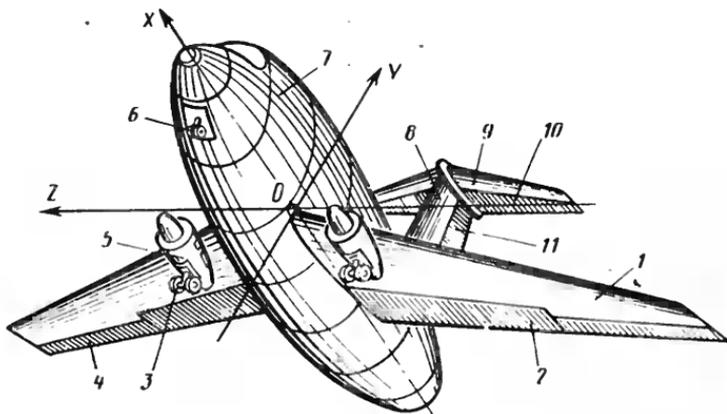


Рис. 2.1. Основные части самолета:

1 – крыло; 2 – закрылок; 3 – основная опора (шасси) самолета; 4 – элерон; 5 – силовая установка; 6 – передняя опора (шасси) самолета; 7 – фюзеляж; 8 – киль; 9 – стабилизатор; 10 – руль высоты; 11 – руль направления

грузов и оборудования и является основным связующим элементом для всех других агрегатов.

Оперение обеспечивает балансировку, устойчивость и управляемость самолета. Различают вертикальное (киль) и горизонтальное оперения (стабилизатор) с соответствующими рулями управления. Подвижная часть киля называется рулем направления (РН), а подвижная часть стабилизатора – рулем высоты или глубины (РВ, РГ). Если, например, пилот опустит рули высоты вниз, то на них сразу же начнет сильно давить набегающий поток воздуха, при этом хвостовая часть самолета начнет подниматься вверх, а нос самолета – опускаться вниз. Если нужно изменить направление полета, например вправо, то пилот повернет вправо руль направления. На руль надавит набегающий воздушный поток, и самолет повернет вправо.

Взлетно-посадочные устройства включают шасси (основные и передние опоры) и средства механизации на крыле (посадочные устройства, тормозные щитки и др.). Все эти агрегаты обеспечивают движение и маневрирование самолета в воздухе, на земле и при взлете и посадке.

Силовая установка состоит из двигателей и систем, обеспечивающих их работу (топливной, масляной, противопожарной и др.).

Система управления самолетом – это совокупность устройств, обеспечивающих управление траекторий движения самолета.

В зависимости от назначения можно выделить следующие системы оборудования самолета:

- пилотажно-навигационные и контрольные системы;
- электрические и радиоэлектронные системы;
- высотное и кислородное оборудование;

гидравлические, пневматические системы.

При проектировании самолета к нему предъявляют ряд требований, основными из которых являются летные, взлетно-посадочные, экономические и технологические. Проектируемый самолет должен иметь:

1) заданные основные характеристики: скорость, высотность и время набора высоты, дальность и грузоподъемность (заданное число пассажиров, коммерческий груз и т. п.);

2) хорошие взлетно-посадочные характеристики (минимальные скорости отрыва и касания, длину разбега и пробега по взлетной полосе);

3) высокое аэродинамическое совершенство конструкции;

4) наименьшую массу конструкции при обеспечении достаточных прочности и жесткости;

5) высокие надежность и живучесть;

6) высокие экономические показатели (минимальный расход топлива, удобство обслуживания и т. п.);

7) высокое технологическое совершенство, что определяет минимальные затраты на его производство и текущий ремонт за весь срок службы;

8) максимальную экологическую безопасность (минимальные уровни шума и токсичность продуктов сгорания авиационного топлива в двигателях).

Главным показателем для самолетов долгое время считалась скорость полета, которая в основном и характеризовала самолет. Из графика, приведенного на рис. 2.2, видно, что скорость самолета до определенного времени непрерывно увеличивалась при создании новых образцов. Однако при достижении определенных скоростей было установлено, что, по крайней мере, для пассажирской авиации скорость полета дальше увеличивать не следует. С технической и экономической сторон увеличение скорости полета пассажирских самолетов обходится очень дорого, а время пребывания пассажира в пути уменьшается незначительно. Намного проще и дешевле сэкономить время авиапассажира ускорением предполетного и послеполетного обслуживания (например, сократив время выдачи багажа). Апофеозом борьбы за скорость полета пассажирских самолетов стало создание сверхзвуковых авиалайнеров Ту-144 (СССР) и „Конкорд” (совместное производство Англии и Франции). За увеличение скорости полета пришлось расплатиться значительной потерей топливной экономичности (расход топлива на каждый километр перевозки одного авиапассажира по сравнению с дозвуковыми пассажирскими самолетами увеличился более чем в два раза) и экологическими издержками (скачок уплотнения от летящего сверхзвукового самолета крайне неблагоприятен для всего живого). Так, США сразу же запретили полеты этих самолетов на сверхзвуковой скорости над своей территорией. Однако даже имея для сверхзвуковых полетов такие максимально благоприятные трассы, как перелет через океан, сверхзвуковые пассажирские самолеты не завоевали симпатий пассажиров. Пассажиры предпочли не переплачивать за билет для

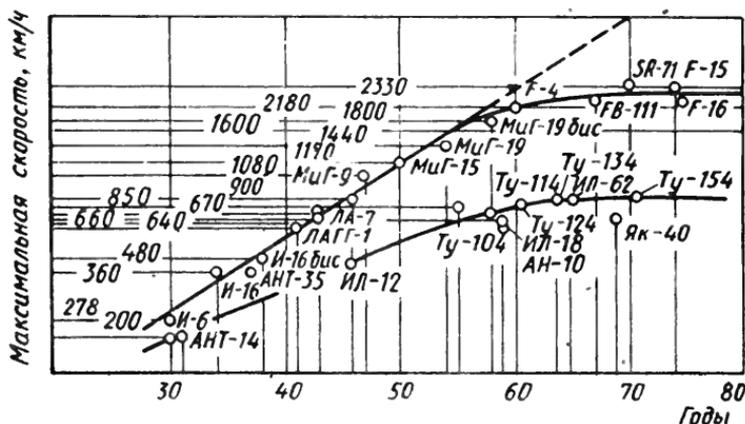


Рис. 2.2. Рост скоростей самолетов

того, чтобы сэкономить на сверхзвуке несколько минут полета, а совершать путешествия на комфортабельных аэробусах, позволяющих скоротать время полета просмотром кинофильма или посещением бара. Все это привело к тому, что авиакомпании распродали „Конкорды“ за чисто символическую цену. Не увидите Вы в расписании Аэрофлота и Ту-144.

Как видно из графика на рис. 2.2, рост скорости полета гражданских самолетов практически прекратился начиная с 1960 года. В настоящее время главным показателем совершенства гражданского самолета считается другая характеристика – эффективность самолета. Под эффективностью, или коэффициентом эффективности, понимают суммарные затраты, приходящиеся на единицу полезной работы, выполняемой самолетом. Создание нового самолета можно считать эффективным, если суммарные затраты на его разработку, производство и эксплуатацию, отнесенные к объему выполняемой им полезной работы за весь период эксплуатации, будут значительно ниже, чем у существующего самолета. Для гражданской авиации основным показателем эффективности является себестоимость перевозок.

Важнейшее направление повышения эффективности самолета – снижение массы конструкции. Чем тяжелее конструкция самолета, тем меньше становится доля массы полезного груза на самолете и, следовательно, ниже важнейший критерий оценки конструктивного совершенства самолета – массовая отдача, т. е. отношение массы полезного груза к взлетной массе самолета. Поэтому самолетные конструкции (фюзеляж, крыло, оперение, шасси, двигатели и др.) и агрегаты делают возможно более легкими. Снизить массу стремятся при проектировании, а также при изготовлении деталей, узлов, конструкций. В каждом конкретном случае определение минимальной массы конструкции осуществляется с учетом многих других показателей, важных для эксплуатации на самолете, т. е. комплексно.

Интересно отметить, что для современных самолетов масса их конструкции, так называемая масса пустого самолета, составляет около 20...35 % от взлетной массы. А что же в природе? У птиц это соотношение равно 13...16%, у рыб – 7...8%, у человека – 16...18 %. Эффективность конструктивных систем живых организмов биологии оценивают отношением массы скелета к массе тела. Можно определить эффективность конструкции отношением $p = P/mg$, где P – предельная нагрузка, выдерживаемая конструкцией; m – масса конструкции; g – ускорение свободного падения. Этот критерий позволяет оценить, насколько эффективна конструкция. Из приведенной формулы видно, что эффективность можно повысить, либо увеличивая числитель (т. е. путем увеличения прочности конструкции), либо уменьшая знаменатель (т. е. снижая массу конструкции), либо одновременно увеличивая числитель и уменьшая знаменатель.

2.3. ОСНОВА САМОЛЕТА – ЕГО ПЛАНЕР

Планер самолета объединяет различные по назначению и устройству конструктивные части самолета: крыло с элементами его механизации, фюзеляж, оперение, взлетно-посадочные устройства, gondолы двигателей и др. Можно сказать, что планер самолета – это то, что мы видим при взгляде на самолет снаружи.

Самолет поднимается в воздух благодаря подъемной силе, создаваемой его крылом. А как она образуется? На этот вопрос дает ответ специальная наука – аэродинамика.

Ученые и инженеры-аэродинамики, пользуясь законами аэродинамики, рассчитывают силы, которые будут воздействовать на самолет в полете, и его летные характеристики. На основании их рекомендаций выбирают форму самолета и его основных частей, определяют подъемную силу и силу сопротивления при этой форме и полученных в проекте размерах самолета. В общем, делается все, чтобы подъемная сила была наибольшей. Если за счет изменения формы и уменьшения размеров уменьшать аэродинамическое сопротивление, то для самолета потребуется меньшая тяга, а следовательно, будет меньше расход энергии, источником которой на самолете является топливо. Если же расход энергии не уменьшать, то за счет улучшения аэродинамики можно увеличить грузоподъемность и дальность полета.

Рассмотрим рис. 2.3, на котором изображен профиль крыла,



Рис. 2.3. Обтекание профиля крыла воздушным потоком

обтекаемый воздушным потоком. Профиль имеет несимметричную форму, а это значит, что поток, обтекающий профиль крыла, будет также несимметричным; такая картина обтекания носит название спектра обтекания. Рассматривая этот спектр, можно сделать вывод, что скорости струй потока у разных частей профиля будут неодинаковы. Там, где струи изгибаются больше (верхняя часть профиля), скорость будет больше, в нижней части – меньше. Согласно одному из законов аэродинамики (теореме Бернулли) там, где скорость больше, давление, наоборот, меньше, а это значит, что над верхней частью профиля создается разрежение, а под нижней – повышенное давление. Возникают силы, равнодействующая которых называется *аэродинамической подъемной силой*, обозначаемой Y .

Поток воздуха не только изгибается вокруг профиля крыла, но и тормозится. При этом крыло испытывает сопротивление со стороны потока воздуха. Сила этого сопротивления направлена против движения крыла и называется *силой лобового сопротивления*. Обозначают ее X .

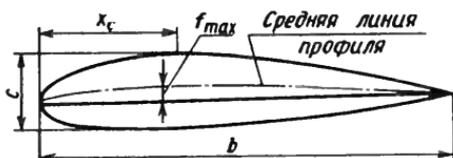
Аэродинамические силы действуют и на другие части самолета (фюзеляж, оперение). Если крыло (его профиль) будет выполнено симметричным и расположено так, что ось симметрии совпадает с направлением набегающего потока, то подъемная сила будет отсутствовать. То же можно сказать и про другие части самолета, например фюзеляж, оперение, на которые в этом случае действует только одна сила лобового сопротивления X . Сила лобового сопротивления является одной из главных сил, влияющих на летные характеристики самолета. Внешние формы самолета всегда выбираются так, чтобы обеспечивалась хорошая обтекаемость самолета набегающим потоком воздуха и, следовательно, чтобы он обладал высоким аэродинамическим качеством. *Аэродинамическое качество K* – это отношение подъемной силы Y к силе лобового сопротивления X . Крыло самолета обычно располагают так, чтобы в полете оно обтекалось набегающим потоком под некоторым углом, который называется *углом атаки* и обозначается α . Изменяя угол α , можно изменить подъемную силу и при некотором значении этого угла достичь максимального значения аэродинамического качества K_{\max} для данного крыла.

Для полета самолета необходимы достаточная тяга двигателей для преодоления лобового сопротивления и достаточно высокое аэродинамическое качество, обеспечиваемое в основном несущими поверхностями самолета. Значения аэродинамического качества для разных самолетов различны и обычно находятся в пределах от 5 до 15.

Рассмотрим конструкции основных агрегатов самолета.

Конструкция крыла. Крыло характеризуется формой в плане, удлинением, а также толщиной и формой профиля, представляющего поперечное сечение крыла по потоку. Разработано большое число различных видов профилей. Первые профили носили имя Н. Е. Жуковского, современные – носят название „профили

Рис. 2.4. Параметры профиля крыла



ЦАГИ". Американские профили называются „профилями НАСА“. Аэродинамические характеристики профиля зависят от его геометрических параметров. Такими параметрами являются (см. рис. 2.4)

$$\bar{c} = \frac{c}{b} \cdot 100 - \text{относительная толщина профиля в \%};$$

c – максимальная толщина профиля;

b – хорда профиля;

x_c – координата максимальной толщины профиля относительно носка;

$\bar{x}_c = x_c/b$ – относительное положение максимальной толщины; $\bar{x}_c = 0,25 \dots 0,45$, причем для более скоростных профилей эти значения принимаются большими;

f_{\max} – максимальная вогнутость профиля или наибольшее расстояние от касательной к средней линии, проведенной параллельно хорде, до хорды;

$\bar{f} = f_{\max}/b$ – относительная вогнутость профиля.

В зависимости от относительной толщины \bar{c} профили подразделяются на тонкие ($\bar{c} = 4 \dots 6\%$), средние ($\bar{c} = 6 \dots 10\%$) и толстые ($\bar{c} > 10\%$). Изменения геометрических параметров крыла ведут к изменению его аэродинамических характеристик.

В зависимости от вогнутости средней линии профиля имеются следующие типы профилей: выпукло-вогнутые; плоско-выпуклые; двояковыпуклые несимметричные; двояковыпуклые симметричные; S-образные профили.

Крыло помимо создания подъемной силы обеспечивает устойчивость самолета, а также несет на себе отдельные органы управления: элероны, элевоны, средства механизации крыла – выдвижные носки, щитки, закрылки, предкрылки и др., влияющие на создаваемую подъемную силу. В крыле, а также под или над ним могут размещаться двигатели, различное оборудование, топливные баки, взлетно-посадочные устройства, подвешиваться грузы.

Крылья по форме в плане могут быть различных видов: прямоугольные, эллиптические, трапециевидные, треугольные и др. Наиболее просты прямоугольные крылья. Их имеют нескоростные самолеты Ан-2, Як-12, По-2. Эллиптические крылья обладают повышенным аэродинамическим качеством, но более трудоемки в изготовлении; их применяют для самолетов специального назначения. Трапециевидные крылья широко используются в конструкциях различных самолетов. Такие крылья имеют самолеты Як-40, Ил-18, Аэ-24. Для сверхзвуковых самолетов, как правило,

применяются стреловидные и треугольные крылья. Такие формы крыльев обеспечивают наилучшие аэродинамические характеристики самолета при сверхзвуковых скоростях полета.

Наибольшую подъемную силу создают толстые профили, но они имеют и большее аэродинамическое сопротивление и поэтому применяются только на нескоростных самолетах. Сверхзвуковые самолеты имеют тонкие и, как правило, симметричные профили.

Крыло конструктивно состоит из каркаса с различными соединительными деталями и обшивки. Оно крепится к фюзеляжу с помощью специальных стыковочных узлов. Примерный вид крыла представлен на рис. 2.5. Изготовление крыла производится путем последовательного соединения между собой элементов каркаса и обшивки, или панелей.

Каркас состоит из лонжеронов, нервюр, стрингеров, различных перегородок, диафрагм и других элементов. Лонжероны крыла воспринимают основную нагрузку от внешних аэродинамических сил, действующих на крыло, а также от грузов, находящихся в крыле и под ним. Стрингеры подкрепляют обшивку от возможных прогибов, а также воспринимают осевые нагрузки от изгиба крыла. На лонжероны как на основные силовые элементы крепятся двигатели, органы управления и механизации крыла, шасси и др. Помимо формы на лобовое сопротивление крыла влияет и состояние (шероховатость) его поверхности, царапины, различного рода уступы, выступающие головки заклепок, болтов, винтов, стыки соединения обшивок и др. Элементы конструкции крыла изготавливаются из различных материалов: стали, алюминиевых сплавов. Нередко для заполнения несилевых участков используются легкие материалы типа пенопласта.

Конструкция фюзеляжа. Размеры и форма поперечного и продольного сечений фюзеляжа выбираются в зависимости от назначения самолета. Фюзеляж является как бы главным связующим элементом всего самолета. В нем располагаются экипаж, пассажиры, грузы, оборудование; к нему могут крепиться дви-

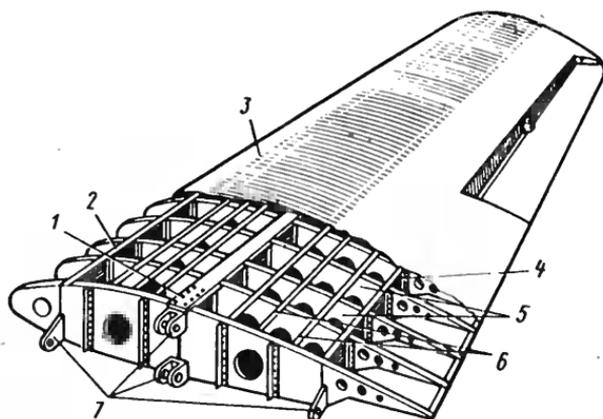


Рис. 2.5. Конструктивные элементы крыла:
1 — лонжерон; 2 — передняя стенка; 3 — обшивка; 4 — задняя стенка; 5 — нервюры; 6 — стрингеры; 7 — стыковочные узлы

гатели (например, на самолетах Ту-154, Ил-62, Як-42), агрегаты устойчивости и управления (оперение), шасси.

Дозвуковые самолеты имеют, как правило, закругленную носовую и заостренную кормовую части. Сверхзвуковые самолеты имеют заостренные как носовую, так и хвостовую части. Основными конструктивными элементами фюзеляжа, как и крыла, являются каркас и обшивка. Фюзеляжи по конструктивным схемам делятся на ферменные, балочные и ферменно-балочные (смешанные). На рис. 2.6 представлены конструктивные схемы фюзеляжей. Ферменный фюзеляж имеет силовой набор – каркас в виде пространственной фермы, обтянутый сверху обшивкой. На современных самолетах наибольшее распространение получил балочный фюзеляж. Он представляет собой оболочковую конструкцию, состоящую из оболочки-обшивки и внутреннего набора – каркаса. Каркас состоит из шпангоутов, балок-лонжеронов, стрингеров и

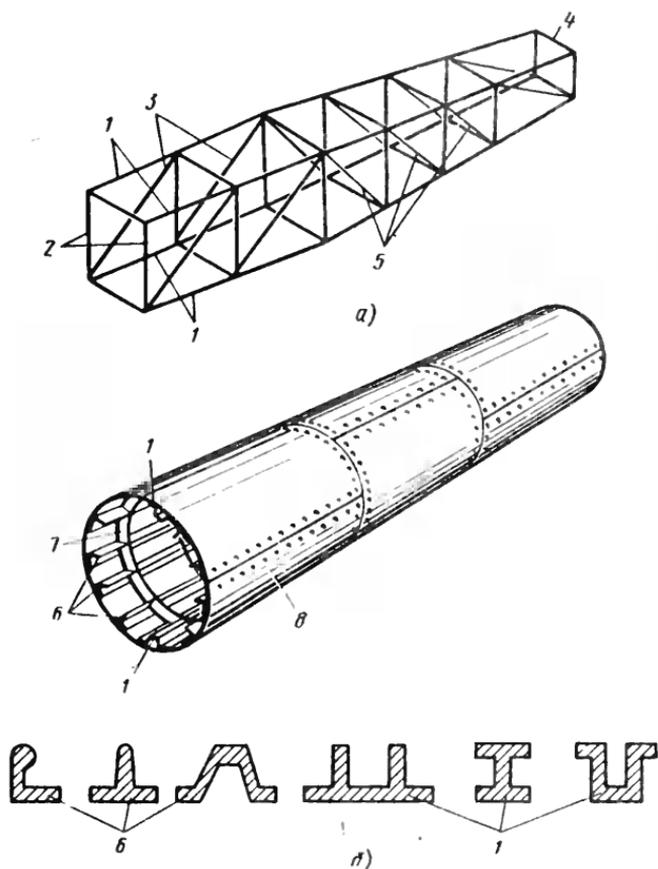


Рис. 2.6. Конструктивные схемы фюзеляжей:

а – ферменный; б – балочный; 1 – лонжероны; 2 – стойки; 3 – раскосы; 4 – распорки; 5 – расчалки; 6 – стрингеры; 7 – шпангоуты; 8 – обшивка

других элементов. Все они являются силовыми элементами фюзеляжа. Продольный набор – это стрингеры и лонжероны. Продольный набор соединяется с поперечным набором шпангоутами. Конструктивно элементы каркаса соединяются друг с другом крепежными деталями (болтами, заклепками), а также путем сварки и склейки.

Распространение в самолетостроении балочных фюзеляжей обусловлено их преимуществами перед ферменными. Обшивка и прилегающие к ней силовые элементы (лонжероны, стрингеры, шпангоуты) располагаются по периферии сечения фюзеляжа, оставляя его внутренний объем свободным для размещения полезного груза. Все балочные фюзеляжи в зависимости от степени участия их элементов в распределении силовой нагрузки разделяют на лонжеронные и стрингерные (фюзеляжи типа полумонок), а также бесстрингерные (фюзеляжи типа монок).

Лонжеронным фюзеляжам свойственны мощные продольные лонжероны, воспринимающие основные силовые нагрузки, и слабый набор стрингеров и шпангоутов. *Стрингерный фюзеляж* имеет продольный набор из большого числа стрингеров и поперечный – из серии шпангоутов. *Бесстрингерный же фюзеляж* вообще не имеет продольных силовых элементов, а представляет собой конструкцию из сравнительно толстой обшивки, подкрепленной только шпангоутами.

Применяются также *ферменно-балочные* (смешанные) фюзеляжи, у которых носовая часть выполняется по ферменной схеме, а хвостовая – по балочной. Для нескоростных самолетов с поршневыми двигателями такое сочетание позволяет рационально использовать преимущества обеих схем.

Фюзеляжи разделяются на отдельные отсеки как герметичные, так и негерметичные. К герметичным отсекам относятся кабины экипажа и пассажиров. В некоторых самолетах, например пассажирских, практически весь фюзеляж делается герметичным. Разделение фюзеляжа на отсеки позволяет расширить фронт одновременно проводимых работ, однако это связано с увеличением массы самой конструкции фюзеляжа.

Конструкция оперения. Оперение как конструктивная часть планера служит для обеспечения устойчивости и управляемости самолета. Оперение самолета состоит из горизонтального и вертикального оперений. Горизонтальное оперение в основном обеспечивает продольную устойчивость и управляемость самолета, а вертикальное – поперечную. Иногда горизонтальное оперение используется для поперечного управления, тогда правая и левая его плоскости должны иметь возможность отклоняться в разные стороны. Вертикальное оперение обычно состоит из киля (или килей) и руля направления, горизонтальное – из стабилизатора и руля высоты.

На рис. 2.7 показаны конструктивные решения оперения для дозвуковых и сверхзвуковых самолетов. На сверхзвуковых самолетах горизонтальное оперение, как правило, выполняют цельнопо-

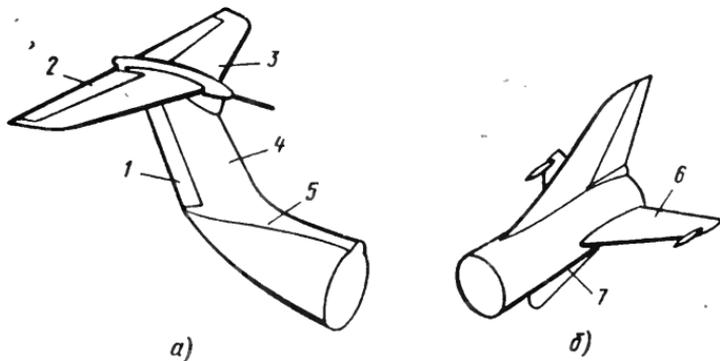


Рис. 2.7. Конструктивные решения оперения:

а — дозвуковых самолетов; б — сверхзвуковых самолетов; 1 — руль направления; 2 — руль высоты; 3 — стабилизатор; 4 — киль; 5 — форкиль; 6 — управляемый стабилизатор; 7 — килевой гребень

воротным, в виде управляемого стабилизатора без рулей. Реже применяется цельноповоротное вертикальное оперение — управляемый киль. Вертикальное оперение бывает одно- и многокилевое.

На самолетах, спроектированных по схеме „утка“, горизонтальное оперение выносится вперед крыла. При таком размещении горизонтальное оперение находится в невозмущенном потоке и эффективность его работы увеличивается. Пример схемы самолета „утка“ показан на рис. 2.8.

Конструктивно оперение аналогично крылу: оно состоит из обшивки и каркаса. Каркас, в свою очередь, состоит из лонжеронов, нервюр и стрингеров. Оперение в полете создает подъемную и боковую аэродинамические силы, используемые для балансировки самолета и управления его траекторией.

Рули (РВ, РН) крепятся шарнирно за задние лонжероны стабилизатора и киля соответственно. Конструктивно они тоже аналогичны крылу, но, как правило, имеют только один лонжерон, а в хвостовой части вместо нервюр нередко используется заполнитель из легких материалов или бумажных или металлических сот с подкрепляющим металлическим набором. На рулях могут уста-

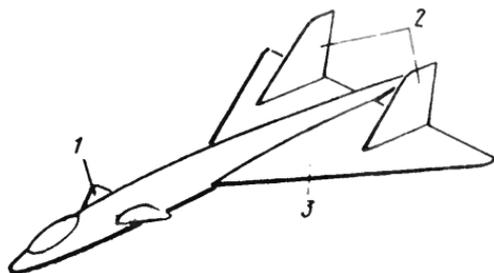


Рис. 2.8. Самолет, спроектированный по схеме „утка“:

1 — горизонтальное оперение; 2 — кили; 3 — крыло

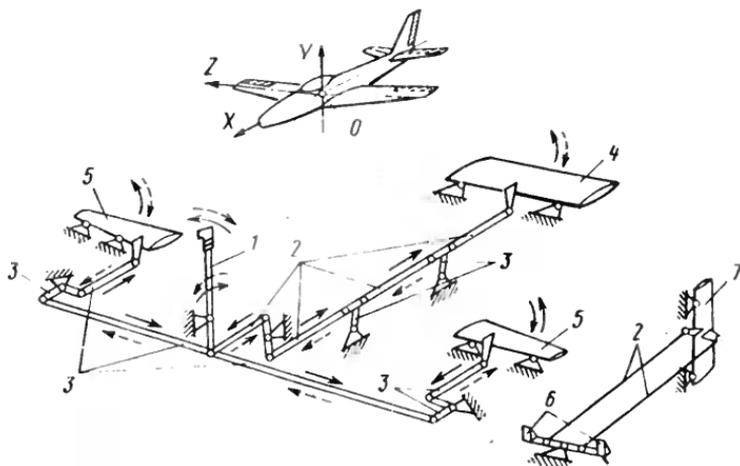


Рис. 2.9. Механическое (безбустерное) управление нескоростным самолетом:
 1 – ручка управления; 2 – гибкая проводка; 3 – трубчатые тяги; 4 – руль высоты; 5 – элерон; 6 – педаль ножного управления; 7 – руль направления

навливать триммеры, флетнеры – небольшие рулевые поверхности в хвостовой части руля, служащие для уменьшения нагрузки на рычагах управления.

Система управления. Комплекс устройств, обеспечивающих процесс управления самолетом в воздухе, называется системой управления. В комплекс управления входят командные посты управления, устанавливаемые в кабине пилота; система проводки от кабины к рулям и элеронам, а также ряд автоматических систем и устройств, облегчающих для летчика процесс управления. Пример кинематики проводки управления нескоростного самолета показан на рис. 2.9.

Элероны – рулевые поверхности, составляющие подвижные элементы крыла, – предназначены для балансировки и управления самолетом относительно оси OX (рис. 2.9.). **Рули направления** также являются рулевыми поверхностями – составляющими вертикального и горизонтального оперения, которые служат для поворота самолета относительно оси OY и OZ .

Управляемость самолета – это его способность отвечать на отклонения рычагов управления соответствующими изменениями параметров полета и перемещения в пространстве.

Системы управления бывают неавтоматические, полуавтоматические и автоматические. Неавтоматическая система управления – это система, при которой управление производится мускульной силой пилота. Полуавтоматическая система отличается от неавтоматической наличием в ней специальных устройств (бустеров, демпферов и др.), которые помогают летчику в управлении, обеспечивая требуемые характеристики управляемости. Автоматичес-

кая система управления – это система, при которой управление производится автоматическими устройствами. Роль пилота заключается в наблюдении и корректировке их работы.

Управление самолетом относительно его осей обеспечивается двумя независимыми системами проводки ручного и ногового управления. Составными частями системы управления являются командные посты управления, устанавливаемые в кабине экипажа (ручки 1, штурвалы, педали б), а также элементы их крепления в кабине. Командный пост ручного управления состоит из ручки 1 (или штурвала) с колонкой. Ручка управления – это рычаг, имеющий две степени свободы, с шарнирным креплением, позволяющим отклоняться вперед – назад при управлении рулем высоты и вправо-влево – при управлении элеронами. На тяжелых самолетах вместо ручки устанавливают штурвал с колонкой. Колонка со штурвалом отклоняется только вперед-назад для управления рулем высоты. Элероны отклоняются в разные стороны вращением штурвала.

Командные посты ногового управления – это рычажно-качающиеся механизмы, на которых закреплены педали ногового управления б. Проводка управления связывает командные посты с органами управления (рулями, элеронами, элевонами). Конструк-

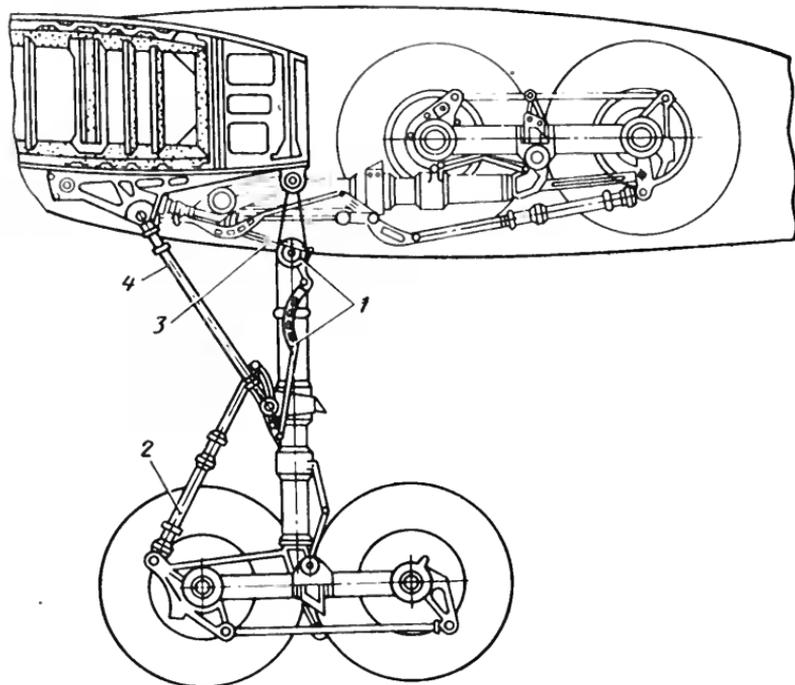


Рис. 2.10. Основная стойка шасси самолета Ту-154:

1 – механизм поворота тележки; 2 – стабилизирующий амортизатор; 3 – шток цилиндра; 4 – подкос

ция проводки б может быть гибкой (тросовой) или жесткой (трубчатые тяги), или смешанной конструкции.

На скоростных самолетах для отклонения рулей требуются усилия, превышающие физические возможности человека. Для обеспечения отклонения рулей в этих случаях применяются гидроусилители, или бустеры. Усилители (бустеры) могут включаться в проводку системы управления по обратимой или необратимой схеме. Обратимая схема – это такая схема, при которой часть усилия от рулей управления воспринимает гидроусилитель, а часть – пилот. На сверхзвуковых самолетах применяется необратимая схема, при которой усилия от рулей воспринимаются только гидроусилителями. Летчик в этом случае управляет только золотниковым клапаном гидроусилителя, и требуется искусственная загрузка рычагов управления, чтобы сохранить ему чувство управления, т. е. соответствие прикладываемых усилий нагрузкам на органы управления. В систему управления может быть включен автопилот – прибор, который автоматически выдерживает заданный режим полета. На некоторых самолетах применяется электродистанционная система управления, в которой управляющие сигналы от летчика к гидроусилителям передаются по электропроводам. Гидроусилители в этом случае должны иметь электроуправляемые золотниковые клапаны.

Взлетно-посадочные устройства. К этим устройствам относятся шасси, посадочные щитки, закрылки, предкрылки. Посадочные щитки, закрылки и предкрылки крепятся к крылу или фюзеляжу. Шасси – это опора самолета на земле. Шасси состоит из стоек с колесами, управляемых из кабины пилотом. Подавляющее большинство современных самолетов имеет трехопорное шасси с носовой опорой. Существуют шасси других типов, например велосипедного типа. Опоры в этой схеме шасси расположены друг за другом под фюзеляжем. Шасси современных самолетов для уменьшения сопротивления убирается вовнутрь фюзеляжа или крыла. Пример конструктивного решения основной стойки шасси показан на рис. 2.10.

2.4. ДВИГАТЕЛЬ – „СЕРДЦЕ” САМОЛЕТА

Двигатели самолета с системами обеспечения их работы (топливной, противопожарной, входными и выходными устройствами) обычно называют *силовой установкой*. Выбор двигателя для силовой установки – очень важная задача для конструктора. Нередко бывает, что новый двигатель – это и новый самолет. Наибольшее распространение в настоящее время получили воздушно-реактивные двигатели (ВРД) благодаря возможности создания значительной тяги при сравнительно небольшой массе двигателя.

Поршневые двигатели еще применяются на некоторых самолетах, например Ан-2, летающих на малых скоростях и небольших высотах. Для создания тяги этим двигателям необходим движитель, каким является воздушный винт. Винт, „ввинчиваясь” в

воздух, с большой скоростью отбрасывает его назад, т. е. в противоположную движению самолета сторону.

В воздушно-реактивных двигателях (компрессорных и бескомпрессорных) тяга создается за счет реакции струи продуктов сгорания. При этом химическая энергия при сгорании топлива сначала преобразуется в тепловую энергию, а затем в кинетическую энергию газовых струй, выбрасываемых из выхлопного сопла двигателя. В воздушно-реактивных двигателях окислителем, необходимым для сгорания топлива, является кислород воздуха. Тяга создается за счет разницы скоростей на входе и выходе реактивного двигателя.

Воздушно-реактивные двигатели работают по следующей схеме. В турбореактивном двигателе (ТРД) (рис. 2.11, а) набегающий поток воздуха через входной диффузор 1 поступает в компрессор 2, где он сжимается, после чего поступает в камеру сгорания 4, в которую через форсунки 3 непрерывно подается топливо (керосин). Вытекающие из камеры сгорания раскаленные газы попа-

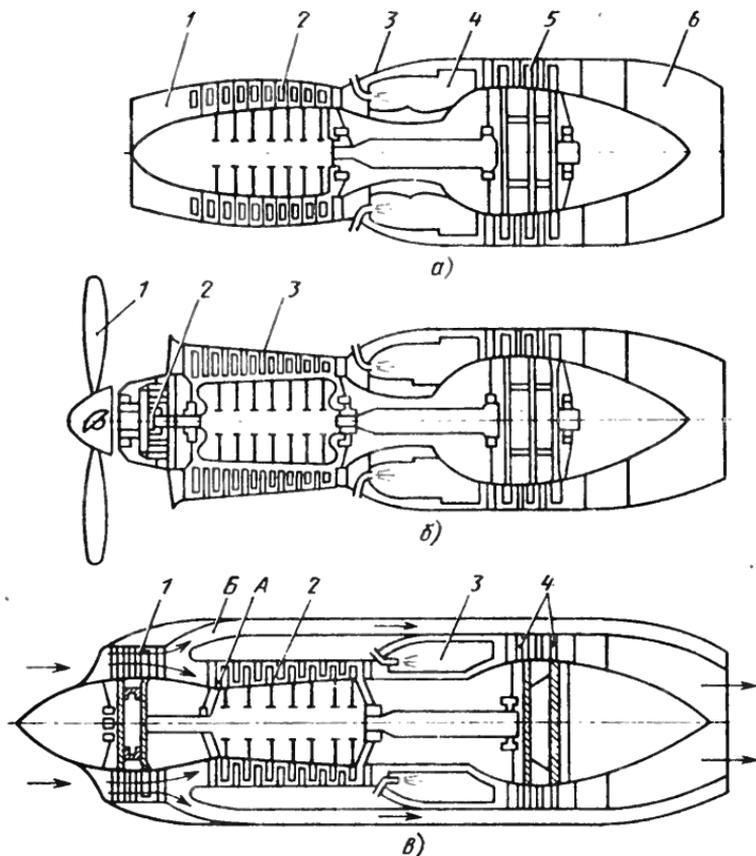


Рис. 2.11. Схемы реактивных двигателей:
 а – турбореактивный; б – турбовинтовой; в – двухконтурный

дают на лопатки газовой турбины 5, заставляя ее вращаться. Вместе с ней вращается и компрессор, находящийся на одном валу с турбиной. При выходе из турбины газы расширяются в выходном сопле 6. Давление газов в сопле падает, а скорость их истечения возрастает.

В турбовинтовых двигателях (ТВД) (рис. 2.11, б) энергия газов почти полностью „срабатывается” в газовой турбине, а тяга в основном создается воздушным винтом 1. Помимо компрессора 3 газовая турбина приводит во вращение воздушный винт через редуктор 2. С ростом скоростей полета эффективность воздушного винта падает, однако на дозвуковых скоростях такие двигатели очень эффективны вследствие малого удельного расхода топлива (т. е. расхода топлива на создание единицы тяги в течение единицы времени).

На современных самолетах широкое распространение получили двухконтурные турбореактивные двигатели (ТРДД). В ТРДД (рис. 2.11, в) поступающий воздух за двухступенчатым низконапорным компрессором 1 делится на два потока, один из которых проходит через первый, центральный контур А, а другой – через второй, внешний контур Б. Центральный контур, по существу, представляет собой ТРД, только мощность (избыточная) газовой турбины 4 передается на низконапорный компрессор 1. Сжатый воздух из высоконапорного компрессора 2 попадает в камеру сгорания 3. Тяга создается как за счет истечения газов через внутренний контур, так и за счет истечения воздуха из внешнего контура. Двухконтурные двигатели стоят, например, на самолетах Ту-154, Ил-62, Ил-76, Ил-86, Ан-124.

Соединить преимущества ТРД, ТВД и просто винтовых двигателей призваны двигатели нового поколения – винтовентиляторные.

Кроме рассмотренных двигателей для полетов на больших высотах с большими скоростями могут применяться ракетные двигатели (как на жидком, так и на твердом топливе), для которых окислитель самолет должен нести с собой. В перспективе для полета в космическом пространстве могут найти применение парогазовые, атомные, электротермические, плазменные и другие типы двигателей. В настоящее время ведутся большие работы по применению жидкого водорода для ВРД взамен традиционного углеводородного топлива. Применение нового вида топлива заманчиво по техническим и экологическим соображениям. Двигатели на таком топливе вместо окислов углерода будут выбрасывать в атмосферу пары воды (окружающая среда не загрязняется). Однако на пути применения такого топлива имеются большие технические трудности. Но можно ожидать, что эти трудности будут преодолены и безвредные для экологии самолеты появятся на пассажирских линиях. Уже сейчас в ОКБ Туполева создан опытный образец самолета (Ту-155), имеющий силовую установку, работающую на этом топливе.

2.5. СИСТЕМЫ САМОЛЕТА – АРТЕРИИ ПИТАНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Система – совокупность элементов, находящихся во взаимосвязи, которые образуют единое целое. Самолетная система выполняет и обеспечивает работу определенных органов самолета. Система, обеспечивающая питание двигателя топливом, называется топливной системой самолета; маслом – масляной системой. Системы, обеспечивающие связь, ориентацию в пространстве – навигацию, также носят одноименные названия. Для предотвращения пожара на самолете служит противопожарная система. Защиту от обледенения обеспечивает противообледенительная система и т. д.

Каждая система предусматривает наличие источников энергии (генераторов, аккумуляторов), приводов, рабочих органов (механизмов, гидропневмоцилиндров) и связи между ними. Для связи используются электропровода, по которым течет электрический ток, трубопроводы, по которым течет жидкость или воздух, а также механические связи между источниками и потребителями.

Пневмогидравлические системы применяются при уборке шасси, открытии-закрытии дверей, люков. В трубопроводах такой системы находится передающая среда – жидкость, газ. Примером может служить масляная система ЛА, которая обеспечивает смазывание трущихся поверхностей деталей авиационного двигателя. Маслосистема (рис. 2.12) включает в себя трубопроводы, насосы, агрегаты автоматики, фильтры, сборники и другие элементы очистки, теплообменники в виде топливомасляного фильтра.

2.6. ОБОРУДОВАНИЕ САМОЛЕТА

В зависимости от назначения можно выделить следующие виды систем оборудования: пилотажно-навигационные и контрольные системы, электрические и радиоэлектронные системы, высотное, кислородное и другое оборудование.

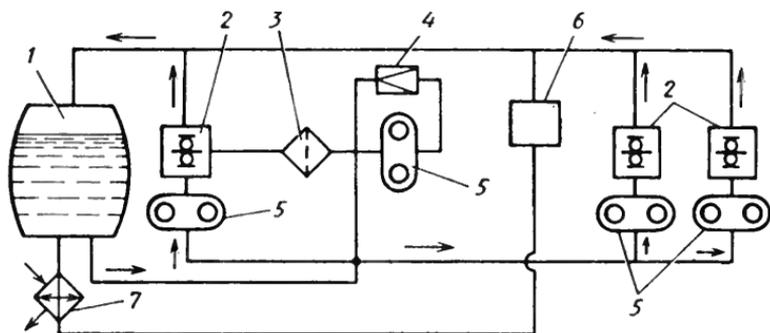


Рис. 2.12. Принципиальная схема маслосистемы авиадвигателя:

1 – маслябак; 2 – подшипники; 3 – фильтр; 4 – редукционный клапан; 5 – маслонасосы; 6 – воздухоотделитель; 7 – топливомасляной радиатор

Электрическое оборудование включает в себя источники и потребители электрической энергии, а также бортовую сеть. Основными источниками энергии являются генераторы, устанавливаемые на двигателях и преобразующие механическую энергию вращения турбины двигателя в электрическую. Кроме генераторов в качестве вспомогательных источников энергии на самолетах применяются аккумуляторные батареи. Аккумуляторные батареи используются для привода стартер-генератора двигателя, а также для наземных и других работ. Электрический ток протекает через систему бортовых проводов, коммутационную и защитную аппаратуру. Коммутационная аппаратура (реле, выключатели, разъемы и др.) выполняет функции управления, включения, выключения и переключения электрических цепей.

Оборудование для управления самолетом оказывает помощь пилоту в управлении или полностью принимает на себя функции управления полетом. К такому оборудованию относятся, например, автопилоты.

Оборудование для обеспечения работы двигателя включает в себя различные приборы, контролирующие параметры работы двигателя (давление, расход топлива, температуру и др.).

Оборудование для пилотирования и навигации включает в себя устройства для определения курса и положения самолета в пространстве. К таким приборам относятся различные компасы (гироскопические, магнитные, астрономические), авиагоризонты, применяемые при полете вне видимости земли, при любых условиях полета. Для определения высоты и скорости полета применяют высотомеры и указатели скорости. Для отсчета времени

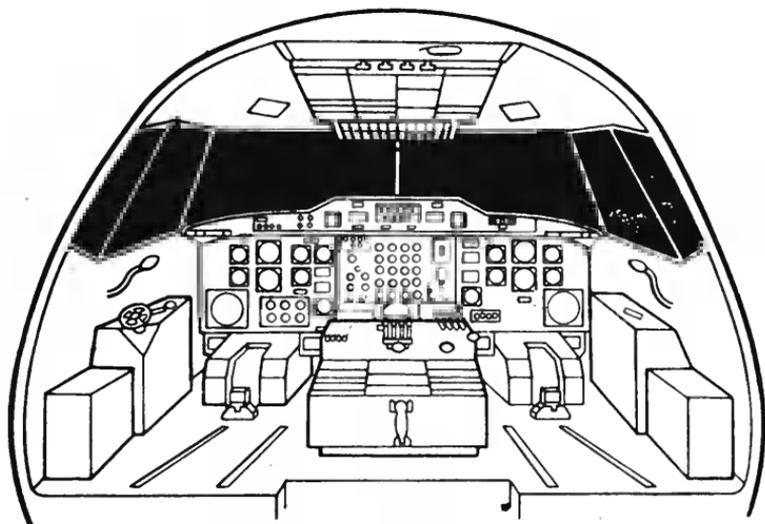


Рис. 2.13. Размещение приборов и рычагов управления различными системами в кабине пассажирского самолета

служит авиационные часы (механические, электрические, электронные).

Радио- и радиолокационное оборудование включает в себя широкий комплекс радиостанций, обеспечивающих во время полета экипаж необходимой информацией. Сюда относятся радиосвязное оборудование (ближней и дальней связи) и различного рода радиолокационное оборудование. Телеметрическое оборудование обеспечивает передачу на землю результатов измерений параметров контролируемых объектов во время полета.

Специальное оборудование включает в себя оборудование, не используемое на всех самолетах. К такому оборудованию относятся вооружение, оборудование кино- и фоторазведки и т. п.

Оборудование размещается в различных местах самолета, но вся информация поступает в кабину на приборные доски как самого пилота, так и других членов экипажа. Размещение приборов и рычагов управления различными системами в кабине современного пассажирского самолета показано на рис. 2.13.

3. ГДЕ ДЕЛАЮТ САМОЛЕТ

3.1. АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Авиационная промышленность – это отрасль народного хозяйства, предназначенная производить летательные аппараты для удовлетворения нужд населения, народного хозяйства и обороны страны.

Авиационная промышленность наиболее передовая отрасль, здесь внедряются передовые методы производства и управления, новейшая технология. Это сравнительно молодая отрасль промышленности. В царской России существовало 12 самолетных и 8 моторных заводов с численным составом рабочих около 700 человек на самолетных и 180 – на моторных заводах. Эти заводы в основном производили самолеты, двигатели иностранных конструкций („фарманы”, „вуазены”, „мораны”, „блерио” и др.), в которые вносилось много улучшений.

Однако в России строились и отечественные самолеты, например „Русский витязь”, „Илья Муромец”. Во время первой мировой войны из всех воюющих стран только Россия имела эскадры четырехмоторных самолетов „Илья Муромец”, поднимавших свыше 1200 кг бомб и нагонявших изрядный страх на противника. В это время заводы России выпускали в месяц до 230...250 самолетов. После революции, в конце 1918 года при ВСНХ (Высшем Совете Народного Хозяйства) был создан центр по руководству авиационной промышленностью – Главное управление объединенных авиационных заводов. Потом авиационная промышленность подчинилась Народному комиссариату тяжелой промышленности, народным комиссаром которого был Серго Орджоникидзе. Поэтому Московский авиационный институт (МАИ) носит его имя. Одно время знаменитый впоследствии авиаконструктор А. П. Туполев был главным инженером Главного управления авиационной промышленности (ГУАП) этого комиссариата.

В годы первой пятилетки был построен ряд самолетных и моторных заводов в Москве, Горьком, Воронеже, Сибири и в других районах страны. Наши металлурги стали обеспечивать авиационную промышленность отечественными высококачественными металлами. В 1939 году был создан Наркомат авиационной промышленности. Учитывая предвоенную обстановку, Коммунистическая партия и Советское правительство приняли ряд экстренных мер по развитию авиационной промышленности: увеличению числа заводов, а также по перебазированию существующих. В авиационную промышленность было направлено много инженерных и рабочих кадров из других отраслей.

После начала Великой Отечественной войны надо было в короткий срок эвакуировать заводы на Восток, в Заволжье, на Урал, в Сибирь, Среднюю Азию. Авиационная промышленность в Великой Отечественной войне не только выстояла, но и набрала необходимый темп производства для победы. За военный период было выпущено 125 655 самолетов. Германия за этот период выпустила только 80 000 самолетов.

Этого удалось достичь, в первую очередь, за счет героического труда рабочих и служащих, всего советского народа, за счет внедрения новых методов труда, в частности, организации сборки на потоке, а также за счет применения прогрессивной технологии.

В послевоенные годы авиационная промышленность перестраивается на мирный лад, а также осваивает новые типы самолетов и двигателей. Пришло время реактивной техники. Авиационная промышленность в 1946 году выпустила первые реактивные истребители МиГ-9, Ла-150, Як-15, а затем МиГ-15, Ла-15 и др. В пятидесятых годах были выпущены бомбардировщики Ту-16, Ил-28. Был создан первый советский сверхзвуковой истребитель МиГ-19 и налажено его серийное производство. Строятся вертолеты в ОКБ Камова и Миля. В эти же годы в ОКБ Мясищева и Туполева создаются тяжелые бомбардировщики. Строятся самолеты вертикальных взлета и посадки.

Одновременно с боевыми машинами создаются и пассажирские, например Ту-104, Ил-18, Ан-10. Дальнейшее развитие пассажирской авиации иллюстрируется выпуском самолетов Ту-114, Ту-124, Ан-24.

В настоящее время освоены авиационной промышленностью и работают на линиях гражданской авиации самолеты Ил-62, Ту-134, Як-40, Як-42, Ту-154, вертолеты Ми-8, Ми-2, Ка-26 и самолеты новых конструкций Ил-76, Ил-86. На этом закончим краткую историю авиационной промышленности.

Авиационная промышленность сегодняшнего дня – это крупная отрасль народного хозяйства страны. Ее особенностью являются быстрые темпы внедрения научно-технических достижений и, как следствие, выпуск новых, более совершенных типов самолетов. А это требует от производства самолетов определенной гибкости, способности быстро перестраиваться, вводить новые технологические процессы, повышать уровень профессиональной подготовки кадров.

В авиационную промышленность входят самолетостроительные, вертолетостроительные, двигателестроительные, агрегатные, приборные, металлургические и другие предприятия и объединения, а также все ОКБ и отраслевые научно-исследовательские институты. Руководство авиационной промышленностью осуществляет отдельное министерство – Министерство авиационной промышленности СССР, сокращенно МАП СССР. Министр, возглавляющий МАП СССР, является членом правительства.

3.2. АВИАЦИОННЫЕ ЗАВОДЫ СТРАНЫ

Развитие авиационной техники привело к появлению специализированных авиационных заводов. Первые самолеты изготавливали кустарным способом в плохо приспособленных помещениях с применением простого инструмента. Так, для выкатки своего самолета из помещения, где он собирался, молодому авиаконструктору А. Н. Туполеву пришлось проломить стену. Авиаконструктор А. С. Яковлев свои работы начинал в кровати мастерской. Вначале много трудностей было у всех авиаконструкторов, но они были оптимистами, большими энтузиастами, хотели видеть свое детище как можно скорее. Это помогало им преодолевать все трудности.

Первые русские тяжелые самолеты „Русский витязь”, „Илья Муромец” строились на вагонном заводе (Русско-Балтийском вагонном заводе). Здесь использовался накопленный машиностроительный потенциал.

За короткий исторический срок картина резко изменилась. Сейчас наша страна располагает мощной авиационной промышленностью, имеющей много заводов, специализирующихся на выпуске различных самолетов: тяжелых, легких, специальных.

Человеку, не осведомленному и первый раз попавшему на завод, многое сразу кажется непонятным. Как из массы деталей: гибких, тонких листов, профилей, прутков получается сложный и красивый самолет.

Чтобы сделать самолет, нужно многое. Нужна научно-конструкторская база, которую представляют, как правило, подразделения ОКБ, разрабатывающие конструкторскую документацию. Необходимо сырье, материалы, полуфабрикаты в виде листов, профилей. Это делают металлургические заводы. Нужно оборудование, приборы, радиотехнические средства – это производят специализированные заводы авиационной и других отраслей промышленности. Нужны двигатели, их производят двигателестроительные заводы. И, наконец, необходим аэродром для проведения заводских летных испытаний только что собранного самолета. Все это и многое другое должен иметь современный авиационный завод. То, что производится на заводе, называется объектом производства. Объект производства определяет профиль специализации завода, его мощность, состав оборудования, производственные площади, необходимые энергоисточники и другие особенности.

Самолет по сравнению с другими объектами производства машиностроения обладает рядом специфических особенностей. Рассмотрим некоторые из них.

1. Большая номенклатура деталей планера. Число деталей, из которых состоит самолет, достигает сотен тысяч и более. Для легких самолетов эта цифра может быть несколько меньше, для тяжелых – значительно больше.

2. Большая номенклатура используемых материалов. Это и черные, и цветные металлы, пластмассы и многие другие материалы. Для различных материалов необходимо создавать различные технологические процессы обработки, в которых учитываются особенности этих материалов.

3. Сложность пространственных форм. Форма самолета – это обтекаемые, каплевидные, как правило, криволинейные поверхности. Простые, прямолинейные формы вызывают большое сопротивление, поэтому они для самолета малопримемлемы. Для получения кривых поверхностей необходимо сложное оборудование, специальные оснастка и инструмент. Эти поверхности создают специальными методами, свойственными только самолетным конструкциям. Детали обшивки в первоначальном виде до поставки их на место не держат свою форму. Они деформируются под действием собственного веса. Про такие детали говорят, что они не имеют собственной жесткости. Нежесткие детали собирают в специальных приспособлениях, называемых стапелями.

4. Высокие требования к качеству изготовления самолета. Дефект при производстве может привести в эксплуатации к аварии, катастрофе. Поэтому небрежное отношение к работе здесь исключается.

5. Большая трудоемкость изготовления, в том числе, сборочных, монтажных, регулировочных, наладочных, контрольных и испытательных работ.

6. Быстрое моральное старение выпускаемых самолетов. Это вызвано стремительным развитием науки и техники, возрастающими требованиями народного хозяйства и обороны страны. В связи с чем постоянно требуется обновление, модернизация заводов для выпуска новых образцов летательных аппаратов.

Существуют различные авиационные заводы: малые, средние, крупные. Крупный завод – это завод, на котором работают свыше 10 тысяч человек. Заводы разделяются на опытные, серийные, крупносерийные и заводы массового производства. Опытный завод – это тот завод, который делает первый опытный образец (экземпляр) нового самолета. Обычно такой завод находится при ОКБ главного конструктора – разработчика самолета. Серийные авиазаводы – это такие заводы, где самолеты выпускаются партиями – сериями. Заводы массового производства – это заводы, массово выпускающие, например, нормали, стандартные узлы и агрегаты и др.

В авиационной промышленности существуют самолетостроительные, двигателестроительные, агрегатные, приборные и другие заводы как опытные, так и серийные и массовые. Кроме того, на

авиацию работают и другие отрасли промышленности: электронная, радиотехническая, химическая, нефтяная.

Авиационный завод – это прежде всего коллектив со своей жизнью, спецификой, местным колоритом, подчиненный единой цели – строительству авиационной техники.

При строительстве авиационных заводов учитывается ряд факторов. Главные из них: наличие трудовых, энергетических и других ресурсов. Экономические, стратегические факторы также имеют большое значение при строительстве нового завода. Современный авиационный завод – это прежде всего предприятие с законченным технологическим циклом. На завод поступают материалы, полуфабрикаты, а выходит из заводских ворот готовая продукция. Самолеты, вертолеты, двигатели, приборы для них и т. д. – все это создается руками рабочих. Завод – это самостоятельная структурная единица, решающая все задачи, связанные с производством самолетов. Подчиняется авиационный завод Министерству авиационной промышленности СССР.

На территории завода расположены производственные здания, энергетические источники, подъездные железнодорожные пути, склады, аэродром и многое другое. В последнее время для более быстрого строительства самолетов заводы стали объединяться в объединения, например МПО – Московское производственное объединение. Часто такому объединению присваивается имя выдающегося авиаконструктора или деятеля, например МПО им. П. В. Дементьева или МПО им. В. П. Чкалова и др. Опытные, серийные заводы, а также ОКБ и научные институты объединяются в научно-производственные объединения (НПО).

3.3. СТРУКТУРА АВИАЦИОННОГО ЗАВОДА И ЕГО ОСОБЕННОСТИ

Особенности авиационного завода связаны с особенностями объекта производства – самолета, вертолета, его сложностью, большой трудоемкостью и высокими требованиями к качеству. К качеству должно быть особое отношение. Каждый работник должен сознавать всю ответственность за выполняемое им дело. Брак в работе недопустим.

Структура авиационного завода – это его внутренний состав: службы, цехи и отделы, а также установившиеся связи между ними. Завод – это хорошо настроенный механизм. Основа завода – его производство. Для нормального функционирования заводу необходимо многое и, в первую очередь, хорошее снабжение как материалами, так и комплектующими изделиями. Без разумного планирования и управления всеми трудовыми процессами, без наличия транспорта завод не сможет выпускать продукцию.

Производство любого завода независимо от объема выпускаемой продукции состоит из трех групп подразделений: основное производство, состоящее из цехов, перерабатывающих исходные материалы в готовую продукцию предприятия, – это первая группа. Вторая группа – вспомогательное производство, или подго-

товка производства, здесь изготавливают изделия, необходимые для изготовления основной продукции завода (оснастку, приспособления, инструмент). Третья группа – обслуживающее производство, обеспечивающее функционирование первых двух групп, – это ремонтные, энергетические, ремонтно-строительные и другие цехи, т. е. цехи обслуживания. Типовая схема производственной структуры завода показана на рис. 3.1. Все, что делается на заводе и связано с производством продукции, от получения сырья до выпуска готового самолета, называется производственным процессом. Указанные три группы подразделений определяют производственный процесс.

Производственный процесс подчинен одной задаче – выпуску самолетов в определенном (заданном) количестве и требуемого качества. При проектировании размеры завода, его производственная мощность выбираются в зависимости от особенностей изготавливаемого самолета, например его габаритных размеров, принятого технологического процесса и числа выпускаемых самолетов в заданное время.

Количество изготавливаемой на заводе продукции в течение планируемого времени называется объемом выпуска продукции, в данном случае – самолетов. В зависимости от объема выпускаемых самолетов и программы выпуска (числа самолетов в день, месяц, квартал, год) производство может быть массовым, серийным, единичным или опытным.

Заводы, выпускающие массовую продукцию, как правило, хорошо механизированы, имеют поточные и автоматические линии. Рабочие там выполняют только одну или несколько повторяющих-

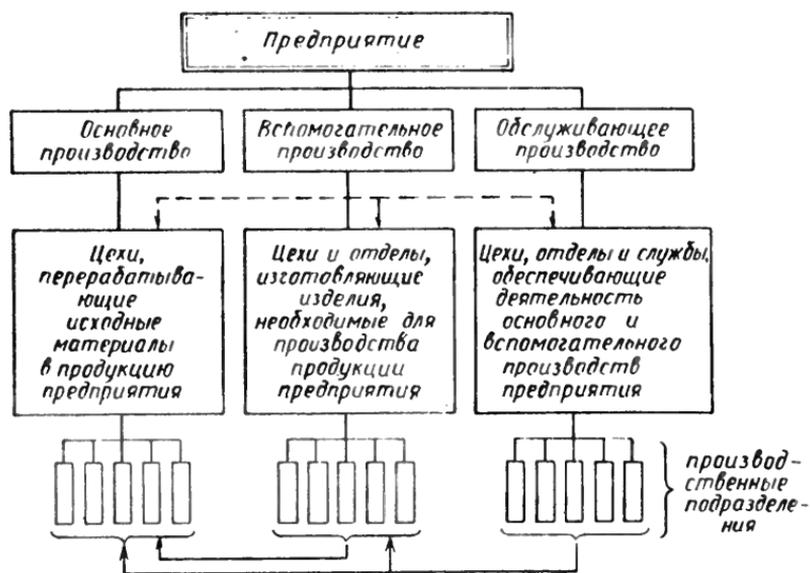


Рис. 3.1. Производственная структура авиационного завода

ся операций на одном рабочем месте. К таким заводам можно отнести специализированные предприятия по выпуску однотипной продукции. Серийные заводы (мелко-, средне-, крупносерийные) выпускают самолеты партиями. Слово „единичное” говорит само за себя и пояснения не требует. Опытное производство выпускает продукцию единичную или мелкими партиями, которая идет для научной и исследовательской работы.

Невольно возникает вопрос: где лучше работать? На каком из перечисленных заводов? Трудно однозначно ответить на этот вопрос или можно ответить так: кому что нравится. Однако можно сказать с полной уверенностью: работать везде интересно.

Возглавляет завод директор. Если заводы объединились в объединения, то его возглавляет генеральный директор. Основным производством руководит начальник производства, он же может быть заместителем директора по производству; вспомогательным производством – начальник вспомогательного производства или главный технолог; обслуживающим производством – заместитель директора по снабжению и т. д. Главный инженер как первый заместитель директора завода отвечает за все, но в первую очередь за подготовку производства и инженерное обслуживание завода.

3.4. ЦЕХ – ОСНОВНАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЯЧЕЙКА ЗАВОДА

Производство завода состоит из цехов. В них работают рабочие, изготавливающие детали, агрегаты и, наконец, самолет.

Рассмотреть работу всех цехов мы не сможем, так как их очень много, число может достигать 50 и выше, но некоторые рассмотрим. Как в них размещаются оборудование, рабочие места и что берется за основу производства, как цех выполняет план, причем при высоком качестве продукции.

Нумерация цехов служит для удобства и быстроты бухгалтерского учета. Однако цехи именуются и по роду проводимых в них технологических процессов. Рассмотрим некоторые из них.

Заготовительно-штамповочный цех производит детали в основном из листа и проката (профили, трубы и др.). Из листа изготавливают детали каркаса (обшивки, нервюры, носки крыла, кницы и многое другое); из труб – трубопроводы различных систем самолета (топливной, гидравлической, воздушной, кислородной, противопожарной). Профили необходимы для изготовления внутреннего набора каркаса. Через такой цех проходит до 80% всех материалов, используемых для изготовления самолета. В цехе имеются мастерские, бригады и группы.

Раскройная группа производит раскрой материалов на заготовки по размерам, близким к указанным в чертеже. Здесь работают различные станки: отрезные (гильотины), обрезные – роликовые, вибрационные, дисковые, ленточные. Установлены также фрезерные станки как обычные, так и с программным управлением. Прессы рубят, правят заготовки. Резку металла производят и новыми методами с применением плазмы и лазера.

Штамповочная группа на участке прессов прессует, штампует, вырубает, вытягивает детали из листа и профилей. Обшивки самолетов гнут, катают на листогибочных станках типов КГЛ (кромкогибочный листовой), ГЛС (гибочно-листовой станок). Обшивки обтягивают на обтяжных и растяжных прессах. Цифры в обозначении станка показывают развиваемое усилие. Например, ОП-3 означает обтяжной пресс, развиваемое усилие при обтяжке до трех тонн.

Детали штампуют как в жестких металлических штампах (пуансон и матрица), называемых инструментальными, так и в штампах, где используется эластичная среда. В таких штампах отсутствует пуансон или матрица, а вместо них служит, например, резина или вода в эластичном мешке. Для штамповки могут применяться энергии взрыва, магнитного поля и другие виды энергий.

На штамповочном участке изготавливают днища, полупатрубки, нервюры, диафрагмы, обтекатели, полусферы и другие детали самолета.

Оборудование на штамповочном участке самое разнообразное: здесь и падающие молоты, кривошипно-шатунные прессы, электромагнитные и электрогидравлические установки. Это все необходимо, чтобы сделать детали из листа. Большое поле деятельности здесь и для робота. Он подводит под пресс заготовки и снимает готовые детали. При штамповочном участке существует группа ручной доводки деталей (раньше ее называли медницкий участок). Здесь вручную или с применением некоторой механизации после штамповки доводят детали до нормы – устраняют складки, гофры, проводят ручную обрезку.

В *трубогибочной мастерской* (группе) производят все операции с трубами: их гнут, развальцовывают, режут, разделяют. Трубопроводов на самолете очень много. Трубы гнут на специальных трубогибочных станках, в том числе и с программным управлением. Развальцовку и осадку труб производят на развальцовочных и осадных станках. Материал трубопроводов различный: алюминий, титан, сталь.

Возглавляют все эти работы начальники участков, групп, мастера.

Кроме производственных групп в цехе существуют и вспомогательные подразделения (группы). Это склады как для материалов, так и для готовой продукции, инструмента и оснастки. Эти склады имеют следующие названия: МАСК – материальный склад, ПРОСК – промежуточный склад, ИРК – инструментально-раздаточная кладовая или КШ – кладовая штампов.

Для ремонта оборудования и штампов в цехе есть *группа механика цеха*. Такая группа располагает всем необходимым для проведения ремонта. Для разработки рабочей технологии существует технологическое бюро (ТБ), а для планирования и диспетчирования программы цеха по выпуску деталей – *планово-диспетчерское бюро* (ПДБ). Расчет заработной платы производится как в центральной, так и в цеховой бухгалтерии. Немаловажным для

цеха является наличие бытовых помещений – это гардеробные, душевые, туалетные комнаты, а также столовой или буфета. Все это имеется в современных цехах. Для отдыха существуют „красные уголки”, где в свободное время, например в перерыв, можно отдохнуть, почитать газету, поиграть в шахматы.

Число работающих в цехах зависит от программы выпуска деталей и может достигать 500 или более.

Оборудование устанавливается строго согласно существующим нормативам. При таком размещении образуются нормальные проходы и проезды для цехового транспорта. Цехи оборудуют и верхним транспортом (мостовым краном); он необходим как для монтажа и демонтажа оборудования, так и для перемещения тяжелых штампов, оснастки и деталей.

Освещение обязательно естественное, а там где необходимо дополнительное освещение, – искусственное. Так как для штамповки заготовку, как правило, надо отжечь, то заготовительно-штамповочный цех работает вместе с термическим, а также с цехом защитных покрытий, где детали термически обрабатывают, наносят защитное покрытие анодированием, оксидированием, покрытием лаками, красками и другими методами.

Цеховое оборудование установлено в зависимости от программы выпуска деталей; по ходу технологического процесса деталь проходит по строго намеченному маршруту от станка к станку или прессу.

Для уменьшения вибрации и шума оборудование при необходимости устанавливают на виброгасящих фундаментах и огораживают шумоглушащими перегородками или стенами.

Участки, если они расположены в одном помещении, разделяют невысокими перегородками. Мастера, как правило, находятся непосредственно в цехе, на некоторых заводах – на „кафедрах”, которые немного возвышаются над полом. С такого места мастер видит почти всех работающих.

Рабочее место у каждого рабочего свое, в зависимости от выполняемой работы. Рабочее место штамповщика около прессы. В цехе в основном проходит весь трудовой день рабочего, поэтому удобство рабочего места, его эстетика в значительной степени определяют культуру труда, его производительность и качество.

4. КАК ДЕЛАЕТСЯ САМОЛЕТ

4.1. ТЕХНОЛОГИЯ И ЕЕ РОЛЬ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Термин „технология” происходит от греческих слов „технэ” – искусство и „логос” – учение и означает искусство, мастерство, умение. Технология объединяет различные научные знания и сведения о способах переработки сырья, полуфабрикатов или заготовок в готовое изделие. Технология как наука имеет свою историю, которую условно можно разделить на три периода:

первый период (около 150 лет), который начинается со времени

образования промышленности и до конца XIX века, – период накопления фактов;

второй период (около 50 лет) – описание и объяснение фактов;

третий период, который начался в 50-х годах нашего столетия, – период превращения технологии в специальную науку.

Технология как наука имеет четко сформулированный предмет изучения. Так как любой продукт, необходимый обществу, создается в сфере производства, то и технология как наука тоже связана с производством: она изучает процессы производства.

Технология связана не только с техникой, орудиями труда, но и с людьми и результатами их труда. Технология изучает производство, объекты производства, разнообразные процессы, организационные формы производства, а также результаты труда, себестоимость продукта труда. Проектирование объекта также происходит с учетом возможностей технологии, здесь осуществляется обратная связь „производство – наука”.

Любой продукт, необходимый обществу, может быть получен из сырья только путем его переработки с помощью комплекса физико-химических процессов и процессов труда. Основной особенностью технологии является требование преобразований исходных материалов (сырья, заготовок, полуфабрикатов) в изделие с наименьшими затратами умственного и физического труда для данных условий. Задачи технологии самолетостроения можно сформулировать как постоянное совершенствование действующих и создание новых технологических процессов производства самолетов, а также разработку рациональных методов проектирования и реализации этих процессов.

Как отмечалось, одной из главных задач при создании будущих самолетов является повышение их эффективности. Эта задача будет решаться комплексно, в том числе и за счет технологии. Так как в дальнейшем будут рассмотрены вопросы, связанные больше с производством самолета, то остановим свое внимание на технологии производства самолета. Технология самолетостроения – наука о процессах производства самолетов, взаимной связи этих процессов и закономерностях их развития. Развитие прогрессивной перспективной технологии в настоящее время определяют следующие направления:

- 1) создание новых технологичных материалов;
- 2) разработка прогрессивных технологических методов и процессов обработки конструкционных материалов на основе закономерностей физики твердого тела, создание физических и математических моделей и технологических процессов и т. д., разработка технологических принципов и процессов производства агрегатов на основе новых материалов и методов;
- 3) разработка автоматизированных технологических процессов производства и средств их технологического оснащения для выполнения технологических процессов без участия человека.

О первом и третьем направлениях будет рассказано далее в

соответствующих разделах этой книги. Второе направление можно условно разделить на два этапа.

Первый (многооперационный) – характеризуется ходом развития по пути совершенствования многочисленных производственных операций.

Второй (малооперационный или малостадийный) – отличается быстрым ростом производительности труда за счет ломки устаревшей структуры технологических процессов и замены ее более прогрессивной.

Сейчас при изготовлении самолета осуществляется в основном первый этап – многооперационный. При нем одна деталь подбирается к другой, образуя узел. Из отдельных деталей и узлов получают агрегат. Из агрегатов образуются сложные системы собираемого самолета. Такова, примерно, технологическая схема изготовления любого самолета. При этом основной единицей является деталь. Деталь надо изготовить, для этого, прежде всего, необходим материал, а для его получения необходимо сырье.

Процесс изготовления состоит из трех классических стадий: первая – *заготовительная*, т. е. получение материалов, полуфабрикатов в удобной для дальнейшей обработки форме; вторая – *формообразующая*, где различной обработкой, в том числе и на станках, материалу (заготовке) придать необходимые форму и размеры; и третья – *сборочная*, при которой из отдельных деталей получают узлы, механизмы, агрегаты.

Предполагается повышать эффективность этих стадий, т. е. повышать производительность труда на каждой операции, например, за счет обработки на станках с программным управлением, создания автоматизированных линий по обработке деталей, выполнения отдельных операций роботом.

Название операции часто определяет профессию рабочего. Например, операция фрезерования – профессия фрезеровщик, слесарная операция – слесарь, токарная – токарь и т. д.

Развитие науки определяет развитие авиации. Нам уже известно, что авиация происходит от слова „авис“, что значит птица. Полетом птиц, его механикой (движением) интересовались все изобретатели и конструкторы, в том числе и Н. Е. Жуковский. Природа создала птицу, как „летающую машину“ тяжелее воздуха, причем для конкретных условий существования. Эта „машина“, созданная природой, по мнению многих ученых, является непревзойденным „инженерным“ решением задачи создания летательных аппаратов.

Современная технология базируется в основном на удалении лишнего материала из заготовки подобно тому, как это делает скульптор, создавая статую. В природе существуют другие технологические принципы построения „конструкций“. Они отличаются от рассмотренных принципов (этапов) технологических структур. Природа создает как бы готовый объект, минуя все стадии, рассмотренные выше. Если немного пофантазировать то можно представить, что в будущем детали, узлы, агрегаты самолета будут изготавливать не традиционными технологическими опе-

рациями, а выращивать, например, по такой схеме. В металлический раствор или расплав помещается нитевая модель детали или агрегата, по которой протекает ток с напряжением, соответствующим напряжению от нагрузки на эту деталь или агрегат. Вокруг нитей будет наращиваться металл в количестве, необходимом для выдерживания фактических нагрузок. По истечении нужного времени деталь или агрегат вынимают из расплава и используют по назначению. Начало этому уже положено, частично это реализуется в композиционных материалах (композит – соединение двух или более различных материалов в единый конструкционный материал). Успеху этого направления будут способствовать разработки фундаментальных наук, в частности, физики твердого тела.

4.2. МАТЕРИАЛ – ОСНОВА КОНСТРУКЦИИ

Современный самолет собран из многочисленных деталей и узлов, которые изготовлены из различных материалов, металлических и неметаллических. В авиации применяются почти все известные металлы периодической системы элементов Д. И. Менделеева: черные металлы (стали), цветные металлы (алюминий, титан, медь, серебро, золото, платина и др.). Металлы добываются из недр Земли в виде руды; они используются в чистом виде и в виде сплавов (в основном) с нужными для данной детали свойствами. В последнее время были созданы многие искусственные материалы.

Алюминий и его сплавы как легкие, дешевые материалы широко используются в авиации, они вытеснили применявшиеся ранее дерево и ткани. Чистый алюминий – мягкий металл и для прочностных конструкций не применяется, а его сплавы с медью, цинком и другими присадками используются очень широко. Из этих сплавов делается каркас – силовой скелет самолета. Масса деталей из алюминиевых сплавов составляет 65...75% от общей массы конструкции самолета. Наиболее распространенный алюминиевый сплав называется дюралюминий (или дюралюмин) или сокращенно "дюраль", от названия немецкой фирмы, первой выпустившей этот сплав; „дюр” – твердый, крепкий.

Каркас самолета, крыло, фюзеляж, оперение и другие части, как правило, состоят из тонкой обшивки (листов) и внутреннего подкрепляющего набора (шпангоутов, стрингеров, бимсов), изготовленных из различных алюминиевых сплавов. Каркас самолета воспринимает нагрузки, возникающие в полете от аэродинамических сил. Поэтому к этим сплавам предъявляются специальные требования. Вот некоторые из них:

сплав должен обладать высокой прочностью и в то же время хорошей пластичностью, чтобы не давать трещин при эксплуатации самолета, а также при изготовлении самих деталей;

сплав должен быть стоек к химическим и атмосферным воздействиям;

сплав должен производиться промышленностью в виде проката (листов, плит, различных профилей, труб).

Алюминий производят из руды электролизом в специальных ваннах. При получении алюминия расходуется большое количество электрической энергии.

Рассмотрим кратко механические свойства металлов.

Механические свойства характеризуют поведение металлов под действием нагрузки. Результатом нагружения является деформация – относительное смещение отдельных частиц. При малых нагрузках после их снятия первоначальные размеры восстанавливаются. Такую деформацию тела называют *упругой*. Это явление открыл английский ученый Гук. Закон, названный по имени ученого, гласит: „Деформация упругого тела пропорциональна действующему напряжению”. Под напряжением понимают силу, действующую на единицу площади сечения тела.

Если к телу приложить большую силу, а затем снять ее, то тело не возвратится к своим первоначальным размерам. Такая деформация называется *остаточной*, или *пластической*. Наконец, при еще больших нагрузках, вызывающих в нагруженном теле напряжения, превышающие предел его прочности, происходит разрушение тела.

Металлические материалы имеют и другие свойства, которые необходимо учитывать при их использовании в реальных конструкциях. Некоторые из них рассмотрим ниже.

Чувствительность к концентраторам напряжения, т. е. к различного рода надрезам, рискам, царапинам, резким переходам сечений и др. В этих местах при действии нагрузок наблюдается концентрация, т. е. местное усиление напряжений, и при эксплуатации разрушение деталей происходит именно в таких местах. Поэтому в самолетостроении стараются не применять материалы с повышенной чувствительностью к концентраторам напряжений. Также нужно избегать создания концентраторов напряжений при выборе форм деталей и способов их изготовления. Известны случаи, когда неудачные конструктивные решения приводили к преждевременному разрушению деталей самолетов от не учтенной расчетом концентрации напряжений. При изготовлении деталей для самолета случайные риски, подрезы и другие „огрехи” могут также оказаться роковыми концентраторами и привести к катастрофе. Об этом надо всегда помнить.

Ударная прочность – стойкость материала к восприятию ударных нагрузок. Такие нагрузки действуют на самолет каждый раз при посадке или при попадании в сильно возмущенную атмосферу.

Усталостная прочность или выносливость при циклическом нагружении. Известно, что нагрузку, которую металл может выдерживать при ее однократном приложении и даже длительном воздействии, он не в состоянии выдержать, если нагрузка прикладывается и снимается многократно. При этом металл как бы „устает”. Шасси, которое „устает” от действующих на него нагрузок больше, чем весь каркас самолета, за время эксплуатации самолета заменяют новым несколько раз.

Ползучесть – свойство металла постепенно деформироваться под действием нагрузок при высоких температурах. Для сверхзвуковых самолетов, летающих со скоростью более 2000 км/ч, обычные алюминиевые сплавы не годятся, так как температура обшивки самолета за счет аэродинамического нагрева повышается до 120...150°C. Чтобы выдерживать такие температуры, нужны термостойкие алюминиевые или титановые сплавы.

Критерий массовой эффективности материала. Для оценки материалов, применяемых для самолетных конструкций, обычно используют не определенное свойство материала: плотность, прочность, а комплексный показатель так называемых удельных свойств, т. е. свойств, отнесенных к единице массы.

Титановые сплавы тяжелее алюминиевых на 60...70%, но они прочнее алюминиевых в 2...4 раза, поэтому по удельной прочности титановые сплавы более выгодны.

Кратко рассмотрим ряд современных авиационных материалов и их особенности.

Алюминиевые сплавы (основной Д16 и его модификации Д16Т, Д16М, Д16АТВ, применяются также Д19, АК4, АК6, АМц, АМг, В95) обладают небольшой удельной массой и достаточной прочностью при нормальной температуре. Отдельные алюминиевые сплавы хорошо свариваются (АМц, АМг), куются (АК4, АК6); почти все хорошо обрабатываются резанием, формуются. Рабочая температура таких сплавов до 200°C.

Титановые сплавы (BT5, BT6, BT22) применяются при рабочих температурах до 400...450°C. Эти сплавы коррозионно-стойкие, жаропрочные, обрабатываются резанием, штамуются, свариваются. Однако они обладают повышенной чувствительностью к концентраторам напряжений и склонностью к наводороживанию (т. е. поглощению водорода из воздуха), после чего они становятся хрупкими.

Авиационные стали 30ХГСА, 30ХГСНА, коррозионно-стойкие стали типа X18H9T, обладая повышенной прочностью и термостойкостью, находят применение во многих агрегатах самолета: двигателях, шасси, механизмах и других высоконагруженных конструкциях.

Композиционные материалы представляют собой сочетание волокон из высокопрочных материалов с различными связующими веществами (искусственными смолами). В качестве основы используются волокна бора, углерода, бериллия, карбида кремния и др. Эти материалы обладают большими удельной прочностью и жесткостью. В настоящее время эти материалы достаточно дороги и технология их применения только осваивается. Однако высокие конструкционные показатели позволяют считать их весьма перспективными для авиационного строения.

4.3. ЗАГОТОВИТЕЛЬНО-ШТАМПОВОЧНЫЕ РАБОТЫ – ПЕРВЫЙ ШАГ В ПРОИЗВОДСТВЕ САМОЛЕТА

Самолет – сложнейшее изделие, и процесс его изготовления даже по сегодняшним меркам – чрезвычайно трудная задача. Самолет делится на конструктивно-технологически законченные части. Это позволяет организовать производство таких частей в разных цехах или даже на различных специализированных предприятиях, что значительно ускоряет производство современных самолетов. Планер самолета обычно разделяется на агрегаты, отсеки и узлы, формируемые из первичных элементов – деталей. Строго говоря, в Единой системе конструкторской документации (ЕСКД) такие понятия, как агрегаты, отсеки и узлы отсутствуют. По ЕСКД все изделия разделяются на четыре вида: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты, поэтому агрегаты, отсеки и узлы следовало бы объединить гостированным понятием „сборочные единицы”. Однако мы сознательно идем на такое „нарушение закона” в области терминологии из-за того, что уж слишком живучи оказались эти термины (агрегат, отсек, узел) и, придя работать на завод, Вы с ними столкнетесь много раз, так как каждый из этих терминов не только характеризует определенный уровень сложности изделия, но и соотносит его с соответствующим производственным подразделением (например, говорят о цехах агрегатной сборки). Понятие сборочной единицы несравненно менее информативно, так как под ней может подразумеваться как простейшая конструкция из двух склепанных деталей, так и весь самолет в целом. Итак, о составляющих планера.

Агрегат – это наиболее крупная часть планера (фюзеляж, крыло, оперение, гондолы двигателя, шасси).

Отсек – это часть агрегата. Например, фюзеляж разбивается на отсеки: Ф-1 – кабина; Ф-2 – средняя часть; Ф-3 – хвостовая часть. Аналогично можно провести разбиения крыла и других агрегатов.

Узел – это часть планера, агрегата или отсека. Узлом можно назвать соединение двух и более деталей. К узлам относятся сборные панели, нервюры, шпангоуты, лонжероны и т. д.

Деталь – первичный элемент конструкции самолета, изготовленный из однородного материала без применения сборочных операций.

Любая часть самолета считается законченной в технологическом смысле. Рассмотрим роль технологии в производстве с учетом приведенного разделения. Познакомимся с технологическими процессами изготовления деталей, их сборки в узлы и агрегаты, и методами испытаний, включая испытания полностью собранного самолета. Сначала рассмотрим технологию изготовления деталей, особенности технологических процессов их производства: механической обработки, штамповки и др. При проведении заготовительно-штамповочных работ детали изготавливают путем гибки, вытяжки, штамповки из тонких листов, профилей и труб. При механической обработке детали получают резанием (снятием излишнего материала с заготовки с превращением его в

стружку) из монолитных заготовок (прутков, проката, поковок, штамповок, литья и т. п.)

Как уже отмечалось, роль технологии в производстве самолетов исключительно велика. Технология устанавливает определенный порядок работ в зависимости от подлежащего изготовлению элемента самолета. Однако в любом случае первым шагом в производстве самолета являются заготовительно-штамповочные работы.

Заготовительно-штамповочные работы – это такие работы, при которых детали получают путем воздействия на заготовку внешним давлением. При этом заготовки из листа, профилей, труб режутся, гнутся, вытягиваются, т. е. деформируются под воздействием внешних сил, – происходит необходимое формообразование детали. Такие работы проводят на специальном оборудовании с применением необходимой оснастки. Рассмотрим некоторые виды заготовительно-штамповочных работ.

Резка (раскрой) листового материала ножницами и на станках.

Для изготовления будущей детали сначала вырезают заготовку из общего плоского листа режущим инструментом на специальном оборудовании (ножницы, фрезерные и другие станки). Существуют различные способы резки и различные виды ножниц, существуют и автоматизированные линии резки заготовок.

Вырубка заготовок из листового материала штампами. Плоские заготовки для изготовления деталей пространственной формы вырубается в штампах, устанавливаемых на прессах (рис. 4.1).

Гибка деталей производится на гибочном оборудовании различными способами из листовых, профильных и трубных заготовок.

Изготовление деталей вытяжкой, обтяжкой, обтяжкой с растяжением (рис. 4.2). *Вытяжка* – процесс получения из плоской заготовки детали пространственной формы. Так изготавливаются многие детали самолетов, в том числе сложные криволинейные поверхности обтекаемой в полете воздухом обшивки.

Обтяжка позволяет формировать из листового материала крупногабаритные детали двойной кривизны. Это достигается приложением к заготовке сил, превышающих предел текучести материала, в результате чего листовая заготовка обжимается вокруг пуансона и приобретает его форму.

В зависимости от схемы приложения внешних сил обтяжки разделяют на простую и обтяжку с растяжением. *Простая обтяжка* (рис. 4.2, б) предусматривает закрепление продольных кромок в зажимах 1, неподвижных относительно станины прессы.

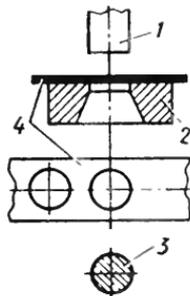


Рис. 4.1. Вырубка заготовки в штампе:

1 – вырубной пуансон; 2 – матрица; 3 – заготовка будущей детали;
4 – полоса листа, из которого вырубается заготовка

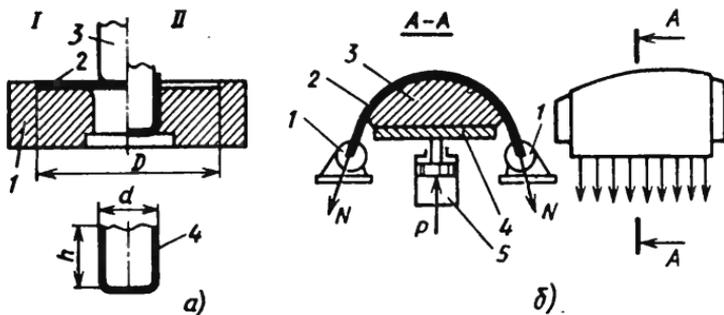


Рис. 4.2. Схемы вытяжки и обтяжки:

а — вытяжка колпачка: I — положение в начале операции; II — положение в конце операции; 1 — матрица; 2 — заготовка; 3 — пуансон; 4 — готовый колпачок; б — обтяжка обшивки: 1 — зажимы; 2 — обшивка; 3 — обтяжной пуансон; 4 — плита штока гидроцилиндра; 5 — гидроцилиндр; N — силы натяжения обшивки; P — сила, действующая на плиту штока цилиндра

Обтяжка с растяжением требует более сложного оборудования, позволяющего прикладывать растягивающие усилия к узким сторонам заготовки со стороны подвижных зажимов. Это позволяет повысить точность изготовления детали и уменьшить ее пружинение, а также значительно уменьшить отходы материала.

Давильные работы заключаются в выдавливании из плоской заготовки пространственных деталей на токарно-давилных станках.

Штамповочные работы производятся на различном оборудовании с применением различных видов энергии. Штамповкой изготавливают пространственные детали из плоских заготовок. В зависимости от способа создания усилия для деформации материала различают штамповку с помощью падающих молотов, на гидропрессах, с применением резины, жидкостей, а также штамповку на специальном оборудовании с использованием энергии взрыва и магнитных сил.

Штамповка на падающих молотах — один из старейших методов получения пространственных деталей. Заготовка устанавливается в штамп, который, в свою очередь, устанавливается на молот. Одна часть штампа устанавливается на стол, называемый шаботом, другая — на верхнюю подвижную часть молота, называемую стесселем. При работе молота его верхняя часть с верхней частью штампа падает на заготовку, находящуюся в нижней части штампа, при этом производится формообразование заготовки. Литые металлические штампы чаще всего изготавливают из свинца и цинка и называют свинцово-цинковыми штампами, изготавливают штампы и из других материалов.

Штамповка с применением резины и жидкости. Преимущество такого вида штамповки заключается в том, что отпадает необходимость изготавливать вторую половину штампа, роль которой выполняет резина или другой эластичный материал, помещаемый

в специальный контейнер. Такие штампы универсальны (можно изготовить любые детали). Трудоемкость изготовления таких штампов меньше. Рис. 4.3 иллюстрирует такой вид штамповки. Штамповка с применением жидкости отличается тем, что в контейнер вместо резины устанавливают эластичный мешок, в который под давлением подается жидкость. Так изготавливают нервуры, днища фюзеляжа.

Штамповка взрывом. Этим способом штампуют труднодеформируемые материалы и крупногабаритные заготовки. Заготовку помещают в матрицу, устанавливаемую в бассейн с жидкостью, и при взрыве взрывчатого вещества заготовка штампуются взрывной волной через передаточную среду, которой является жидкость. Жидкость усиливает эффект давления на заготовку. Основными недостатками такой штамповки являются трудности работы со взрывчатыми веществами и невозможность встроить такой вид штамповки в технологический поток непосредственно в цехе. Однако для штамповки некоторых деталей этот вид может быть единственным возможным как по техническим, так и по экономическим соображениям.

Электрогидравлическая штамповка основана на преобразовании мощного электрического разряда в жидкости в механическую энергию ударной волны. Такие установки легко можно встроить в цеховой поток изготовления деталей.

Электромагнитная штамповка производится силами, созданными магнитным полем. Преимущество данного вида штамповки – отсутствие каких-либо промежуточных сред. Таким способом штампуют как плоские, так и трубчатые заготовки.

Объемная штамповка осуществляется в холодном состоянии заготовки, при этом происходит большое перераспределение металла заготовки. Такой штамповкой производятся следующие операции: осадка, высадка, объемная формовка, калибровка, чеканка, клеймение, холодное выдавливание (прессование). Объемная штамповка требует повышенных затрат энергии.

Поверхностное деформирование применяют для упрочнения наружных поверхностей, чтобы увеличить ресурс работы деталей. Детали шасси, силовые панели крыла, фюзеляжа самолета упрочняются этим способом. К таким процессам относятся: обкатка, раскатка (поверхность детали многократно обкатывают) различными инструментами, наклепка (нанесение многократных ударов,

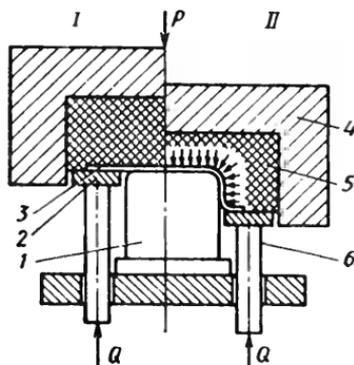


Рис. 4.3. Штамповка деталей с применением резины: I – исходное положение; II – положение при вытяжке; 1 – жесткий пуансон (формообразующая деталь); 2 – прижимная плита; 3 – заготовка; 4 – контейнер для размещения резины; 5 – резиновая матрица; 6 – стержень прижима

например молотком), вибро-дробеструйная обработка. Упрочнение известно давно, им пользовались при ковке холодного оружия (сабель, копьев и др.). Например, головка железнодорожного рельса, накатанная колесами поездов, имеет существенно более высокую прочность, чем только что изготовленного рельса.

Кроме рассмотренных существует много других процессов обработки и изготовления деталей, в частности, процессы электроэрозионной, электроискровой, электроимпульсной, электроконтактной, плазменной, лазерной и ультразвуковой обработки, о чем вы узнаете при приобретении вами профессии.

Прессование и другие процессы изготовления деталей из неметаллических и композиционных материалов. Неметаллические материалы, так же как и металлы, обрабатываются различными методами. Однако такие процессы имеют свои отличия. Рассмотрим некоторые из них.

Прессование – процесс получения деталей в пресс-форме. Исходным материалом являются порошкообразные или волок-

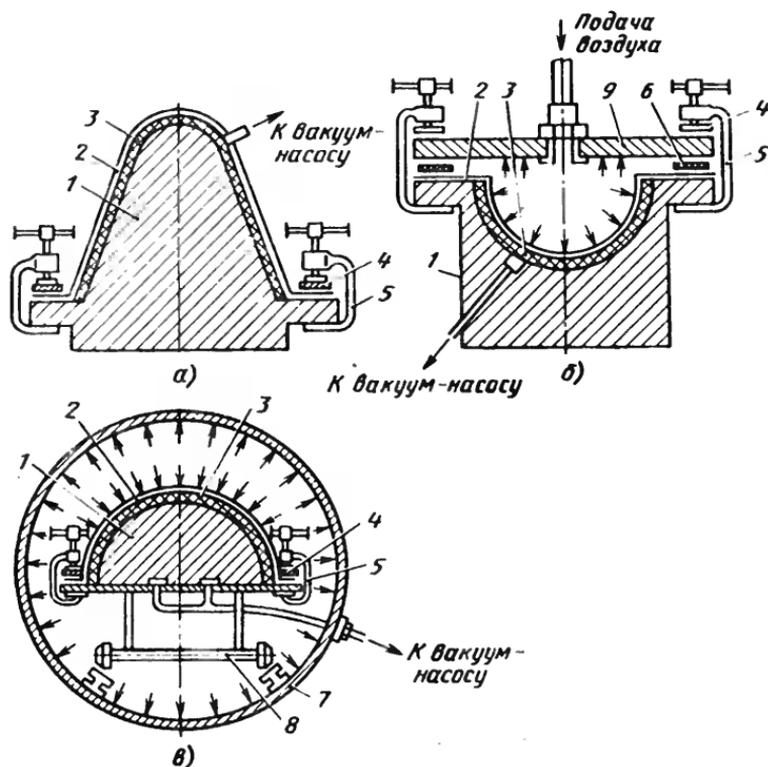


Рис. 4.4. Выклейка по формам и схемы создания внешнего давления для прижима:

а – вакуумированием; б – в пресс-камерах; в – в автоклавах; 1 – форма; 2 – резиновый чехол; 3 – выклеиваемая деталь; 4 – кольцо прижима; 5 – струбцина; 6 – эластичная прокладка; 7 – автоклав; 8 – тележка; 9 – крышка

нистые вещества, которые укладывают в пресс-форму и прессуют на гидравлическом прессе при определенных температуре и давлении. При этом происходит спекание крупинок или волокна в сплошной материал детали.

Выклейка деталей по форме (болванке) с применением стеклотканых материалов и пропиткой последних связующими материалами типа затвердевающих смол; процесс может происходить и под давлением. На подготовленную форму укладывают полотно стеклоткани или другого материала (ткань может быть предварительно пропитана смолой). Затем все помещают в эластичный мешок, из-под которого выкачивают воздух вакуумным насосом: создается давление на поверхности детали за счет атмосферного давления воздуха. Если еще кроме этого создать повышенное избыточное давление (рис. 4.4) через пресс-камеру или автоклав, то получим детали с высокими прочностными характеристиками. Такими способами изготавливают радиопрозрачные обтекатели, носки, гарроты, заборники и другие детали.

Намотка – это процесс изготовления деталей из нитей, лент или тканей с пропиткой их затвердевающими смолами. Намотку предварительно пропитанных материалов производят на вращающуюся болванку. Прочность таких деталей высокая.

Для изготовления деталей из композиционных материалов на неметаллической основе используют те же процессы.

4.4. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И ОБОРУДОВАНИЕ

Существует много технологических процессов обработки деталей с образованием стружки, называемых резанием. При таких процессах режущим инструментом с поверхности заготовки срезают слой металла в виде стружки и получают нужную форму детали. Чтобы срезать с заготовки слой металла, необходимо режущему инструменту и заготовке сообщить относительные движения. Инструмент и заготовку устанавливают и закрепляют в рабочих органах станков, которые и обеспечивают им необходимые движения. Эти движения характеризуются скоростью резания, подачей и глубиной резания.

Скоростью резания называется расстояние, пройденное точкой режущей кромки инструмента относительно заготовки в единицу времени.

Подачей называется путь, пройденный точкой режущей кромки инструмента относительно заготовки в перпендикулярном движению резания направлении за один оборот или один ход заготовки или инструмента. Подача определяет ширину снимаемой стружки.

Глубиной резания называют расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями заготовки, измеренное перпендикулярно к последней. Другими словами, глубина резания определяется толщиной снимаемой стружки. К методам резания (рис. 4.5) относятся точение, фрезерование, сверление, протягивание, шрифование.

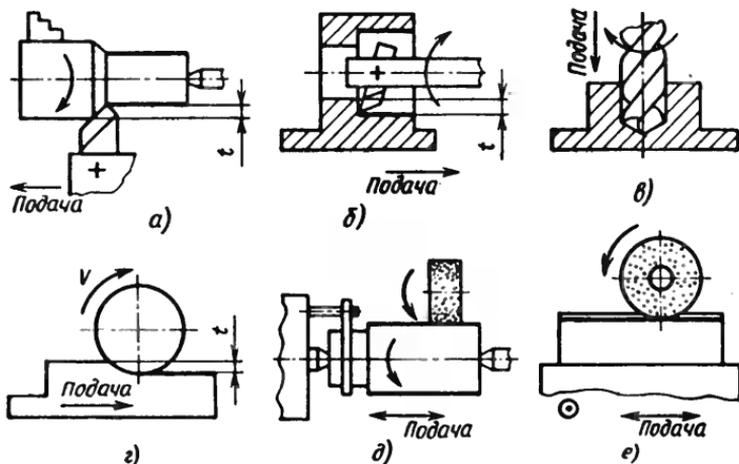


Рис. 4.5. Схеы механической обработки заготовок резанием:
 а – точение; б – растачивание; в – сверление; г – фрезерование; д, е – шлифование на кругло- и плоскошлифовальных станках; t – глубина резания

Точение производится на станках токарной группы: токарно-винторезных, токарно-револьверных, токарно-карусельных, токарных полуавтоматах и автоматах. Поверхности обтачиваются различными инструментами, главный из которых – резец.

Когда для обработки деталей требуется большое количество инструмента, применяют токарно-револьверные станки. Такой станок имеет револьверную головку с несколькими режущими инструментами. Поворотом головки они поочередно вводятся в работу. Если для обработки крупногабаритной заготовки ее необходимо установить горизонтально, используют токарно-карусельные станки. На таких станках обрабатываются тяжелые заготовки деталей, имеющие большой диаметр при сравнительно небольшой выоте.

При массовом изготовлении деталей применяют токарные полуавтоматы и автоматы. На таких станках обрабатываются детали типа валиков, болтов винтов и многие другие стандартные детали.

Фрезерование – один из высокопроизводительных методов обработки, так как обработка ведется многолезвийным инструментом – фрезой.

На фрезерных станках обрабатываются различные плоскости, пазы, профили и другие поверхности. Наибольшее распространение в авиастроении получили вертикально-фрезерные станки, у которых фреза установлена вертикально относительно стола или детали. На таких станках с программным управлением (ПУ) из толстостенных плит изготавливаются цельнофрезерованные панели, лонжероны, нервюры и другие сложные детали самолета. О станках с ПУ будет рассказано немного позже. Фрезерные станки бывают нескольких типов: горизонтально-фрезерные

(фреза установлена горизонтально), вертикально-фрезерные, продольно-фрезерные (фреза движется вдоль стола), копировально-фрезерные (фреза движется по копиру) и др.

Сверление широко применяется для получения отверстий в сплошном материале. На вертикально-сверлильных станках производятся следующие операции: собственно сверление, зенкерование, развертывание, цекование, нарезание резьбы и другие операции, которым обучают при получении профессий.

Шлифование – метод обработки заготовок резанием с помощью абразивных кругов. Абразивные круги – это инструмент на неметаллической основе (связующее), в которую введены мелкие частицы, например, алмаза, гранями которого и производится снятие металла с поверхности детали. Шлифование применяется для чистовой и отделочной обработки деталей, для получения высоких качества поверхности и точности. В авиастроении применяются все виды шлифовальных станков: круглошлифовальные (для шлифования наружных поверхностей тел вращения), внутришлифовальные, плоскошлифовальные, а также оборудование для доводочных операций – полирования, притирки, хонингования, суперфиниширования. Этим операциям обучают также при получении профессии. Детали шасси самолета (цилиндры, штоки, поршни), а также других механизмов окончательно изготавливаются (доводятся) этими методами на шлифовальных станках.

Здесь рассмотрены только некоторое металлообрабатывающее оборудование и методы обработки заготовок на нем. Металлообработка со снятием стружки – наиболее механизированный и автоматизированный технологический процесс. Однако, несмотря на широкое распространение, он имеет существенные недостатки по сравнению с другими методами, например штамповкой. Главные недостатки метода – большие отходы металла в стружку, многооперационность этих процессов, а также пониженная прочность деталей, изготовленных этими методами.

4.5. СБОРКА АГРЕГАТОВ И САМОЛЕТА

Сборкой называется процесс соединения двух и более деталей. Различают следующие виды сборки: узловую, панельную, агрегатную и общую сборку всего самолета. Соединение деталей при этом производят: заклепками, болтами, винтами, свинчиванием, пайкой, сваркой и др. Соединения разделяются на разъемные и неразъемные. Разъемные соединения – такие соединения, которые можно разобрать без разрушения соединяемых или соединяющих деталей или материалов. К ним относятся болтовые, шпилечные, шпоночные соединения. К неразъемным соединениям относятся такие соединения, которые нельзя разобрать без разрушения соединяющего материала. Эти соединения образуются пайкой, сваркой, склейкой, клепкой.

В авиастроении находят применение все виды соединений. Конструкции, детали которых соединены заклепками, называют

клепаными, сваркой – сварными, пайкой – паяными и т. д. Выполнение таких соединений механизировано и автоматизировано. Например, клепальные автоматы производят сверление, зенкование, установку самой заклепки в отверстие и расклепывание. Все это происходит в настроенном автоматическом режиме. Сварка также производится на сварочных машинах различных типов: точечных, роликовых, а также и на автоматах.

Выбор того или другого вида соединения зависит от формы соединяемых деталей, желаемой прочности, надежности, вида конструкции, а также от технологических соображений. Наряду с хорошо механизированными и автоматизированными способами образования соединений еще существуют и ручные способы образования соединений, которые применяются как исключение в труднодоступных местах, где невозможно провести соединение механизированными способами. В таких случаях, например для клепки, применяют клепальные пневматические молотки, ручные газовые горелки и другие ручные инструменты.

Так как до сборки детали обшивочных агрегатов представляют собой нежесткие элементы и самостоятельно не могут держать свою форму, то почти все они собираются в приспособлениях – стапелях.

Стапель является рабочим местом, к которому подаются детали, узлы и панели. Необходимое оборудование (клепальные прессы, сварочные головки и другие механизмы) размещается на кратчайшем расстоянии от рабочего места.

Разница между агрегатной, узловой и панельной сборками заключается в объеме проводимых работ и применяемых для сборки приспособлениях и инструменте.

Агрегатная и другие виды сборки могут быть как стационарными, так и подвижными. Если агрегатную сборку рассматривать как сборку, обособленную от планера, то это будет стационарная сборка, если сборка производится на подвижном потоке сборки планера, то она будет подвижной сборкой.

Общая сборка (окончательная сборка) – это завершающий этап в сборке изделия, после проведения которого оно будет иметь законченный вид и превратится в готовую продукцию (самолет, вертолет и т. п.). При общей сборке производится соединение сборочных единиц в единое целое (стыковка агрегатов, установка двигателей), испытание и отработка систем.

Поточная сборка является одной из разновидностей подвижной сборки, при которой собираемый объект (механизм, панель, агрегат, самолет) перемещается вдоль рабочих мест, на каждом из которых выполняется часть сборочных операций. Если собираемое изделие по мере выполнения операций передвигается от одного рабочего места к другому, то такой вид сборки называется *поточной сборкой со свободным движением*, а если собираемое изделие движется с некоторой расчетной скоростью, то *поточной сборкой с принудительным движением*. Сборка на конвейере периодического или непрерывного действия называется *поточно-конвейер-*

ной. Время перемещения изделия на конвейере от одного рабочего места к другому – *ритм конвейера*.

Поточно-конвейерная сборка непрерывного действия целесообразна при крупносерийном и массовом выпусках продукции (например, телевизоров, холодильников и т. п.). Для авиационной промышленности характерно применение сборки ЛА на потоке с расчетным временем перемещения объекта, т. е. поточно-конвейерной сборки периодического действия. Перемещение собираемых изделий по потоку сборки производится через расчетный интервал времени на специальных рельсовых тележках, тележках на воздушной подушке или на своем шасси. При опытном и мелкосерийном производствах летательных аппаратов применение поточно-конвейерных линий экономически нецелесообразно.

Для осуществления общей сборки разрабатываются технологические схемы сборки. *Схема сборки* – это графическое изображение последовательности операций сборки. Схемы сборки разделяют на *развернутые* и *укрупненные*.

Общая сборка начинается от базового агрегата, которым может быть крыло, фюзеляж и т. п., т. е. от агрегата самого большого и трудоемкого в изготовлении. По мере продвижения по потоку на него навешиваются (стыкуются) другие агрегаты, монтируются системы электро- и радиооборудования, приборное оборудование, гидравлическая, топливная и другие системы. Рабочее место, на котором производится сборка соответствующего агрегата, называется *стендом* (стенд сборки крыла, стенд сборки оперения и т. п.).

Приборное и другое оборудование монтируется на стендах как при агрегатной сборке, так и при общей сборке. Для исключения повреждения наиболее дорогостоящего приборного оборудования в процессе сборки и транспортировки его монтаж осуществляется при общей сборке. Здесь же производится и стыковка систем различных смонтированных агрегатов. Процессы общей сборки и монтажа заканчиваются обработкой различных систем, нивелировкой и выкатыванием изделия (самолета) из сборочного цеха.

В отличие от сборочного цеха, где проводят общую, окончательную сборку, различают агрегатные цехи: цех фюзеляжа, цех крыла, цех оперения, цех шасси, цехи электро-, радио- и приборного оборудования (т. е. цехи, в которых производится сборка соответствующих агрегатов). В зависимости от программы выпуска и с учетом технологической направленности такие цехи могут быть довольно большими (например, цех крыла и оперения). Однако на опытных предприятиях такой детализации не существует. Цехи там группируются по видам работ (например, сборочный цех с мастерскими каркаса, электро- и радиоцех, цех шасси и цех гидравлики и т. п.).

Под *методом сборки* понимается выбор конкретного способа проведения сборочных работ, обеспечивающего необходимое качество сборки и высокую производительность труда. Для того чтобы детали могли образовать сборочную единицу, они должны быть изготовлены с необходимой точностью. Так, например, при установке болтов в отверстия стыковой гребенки все изготовлен-

ные болты должны входить в любое отверстие гребенки, т. е. должны быть взаимозаменяемыми. Взаимозаменяемость при сборке механически изготовленных деталей обеспечивается применением системы допусков и посадок, а при сборке обшивочных агрегатов в авиастроении — использованием *плазово-шаблонного метода* производства. Взаимозаменяемость разделяют на *полную* и *неполную* (ограниченную). При полной взаимозаменяемости независимо изготовленные детали собираются без подгонки, подбора или дотолнительной обработки. Неполная взаимозаменяемость обеспечивает сборку с подбором деталей по размерам, с подгонкой одной детали относительно другой — *сборку с пригонкой*. Сборка, при которой точность собранного изделия обеспечивается применением вспомогательной детали — компенсатора, называется *сборкой с компенсацией*.

В производстве ЛА применяются как полная взаимозаменяемость (при сборке жестких деталей, шасси, установке готовых изделий, сборке гидро- и пневмоагрегатов, установке приборных досок, этажерок и т. д.), так и неполная взаимозаменяемость (при сборке жестких и особенно нежестких деталей). В зависимости от жесткости собираемых деталей, узлов и агрегатов (т. е. их способности сохранять свою форму при действии собственного веса) взаимозаменяемость обеспечивается различными способами сборки. В практике широко применяются следующие методы сборки: по базовой детали (по чертежу), по разметке, по сборочным отверстиям, с помощью приспособлений.

Сборка по базовой детали (чертежу) заключается в том, что к основной, наиболее жесткой детали в определенной последовательности присоединяются остальные детали. Таким способом производится сборка гидроцилиндров, редукторов, штепсельных разъемов и других изделий, изготовленных, как правило, при помощи механической обработки на станках.

Сборка по разметке предусматривает, что на одной из собираемых деталей наносятся риски (метки), по которым относительно этой детали будет устанавливаться другая деталь. Разметку выполняют с применением разметочного инструмента (чертилки, циркуля, угольника и др.) по размерам или координатам, определяемым по чертежу или по шаблонам разметки.

Сборка по сборочным отверстиям (СО) заключается в том, что взаимное положение собираемых деталей определяется имеющимися на них специально просверленными отверстиями. Сборочные отверстия в конструкции деталей предусматриваются заранее и сверлятся при изготовлении дета-

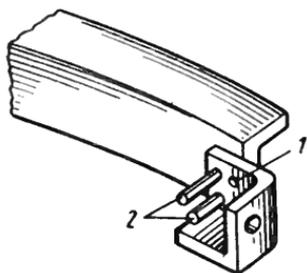


Рис. 4.6. Сборка по сборочным отверстиям:
1 — сборочные отверстия; 2 — фиксаторы

лей по шаблонам в заготовительных цехах. Для примера рассмотрим сборку двух простейших деталей из листового материала (рис. 4.6) по СО с временными фиксаторами. Сборка делается по СО ускоряет выполняемую работу, так как отверстия делаются заранее с применением высокопроизводительного оборудования, а их разметка ведется по специальным шаблонам. Сборка по СО проста и не требует специальных приспособлений, однако точность такой сборки невысокая.

Сборка с применением приспособлений (стапелей) заключается в том, что собираемые детали устанавливаются и крепятся на элементы приспособлений, обеспечивающие их необходимое расположение в пространстве. Приспособление позволяет с высокой точностью собирать изделия из нежестких деталей (их жесткость при этом обеспечивается приспособлением).

При сборке в приспособлении опорными базами для сборки могут быть различные поверхности. Различают при этом несколько вариантов базирования деталей в приспособлениях, каждый из которых имеет свои как положительные, так и отрицательные стороны.

Сборка с базированием по поверхности обшивки (внутренней или внешней) самолета применяется для сборки обводообразующих агрегатов (рис. 4.7). Для получения наиболее точных обводов применяется способ базирования по внешней обшивке (рис. 4.8), при котором все неточности изготовления и сборки внутреннего каркаса не влияют на конечные размеры внешнего обвода агрегата, определяемые лишь точностью обвода рубильников. Однако этот способ более трудоемок.

Сборка с базированием по поверхности каркаса предусматривает использование в качестве базы для сборки поверхности каркаса (рис. 4.9). От точности сборки каркаса зависит точность внешних аэродинамических обводов. Этот вид сборки хотя и

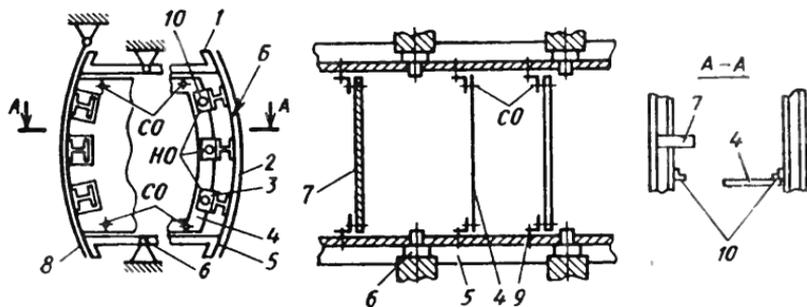


Рис. 4.7. Сборка с базированием по внутренней поверхности обшивки:

Б — базовая поверхность (внутренний обвод обшивки); 1, 5 — лонжерон; 2 — обшивка; 3 — стрингер; 4, 7 — нервюра; 6 — фиксатор; 8 — ложемент, или рубильник; 9, 10 — уголок-компенсатор; СО — сборочные отверстия, выполненные в деталях 4, 7, 9; НО — направляющие отверстия, выполненные в стенке нервюры 4, через которые в уголке-компенсаторе 10 сверлятся отверстия

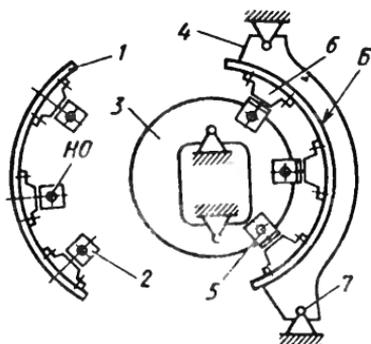


Рис. 4.8. Сборка с базированием по внешней поверхности обшивки:

Б — базовая поверхность — наружный обвод обшивки; 1 — панель (обшивка); 2 — компенсатор; 3 — каркас (шпангоут); 4 — рубильник; 5 — крепеж; 6 — стрингер; 7 — фиксатор рубильника; НО — направляющее отверстие

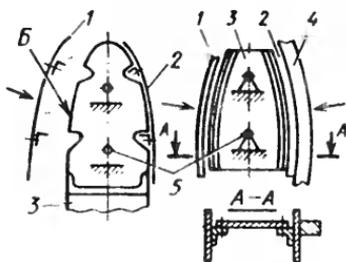


Рис. 4.9. Сборка с базированием по поверхности каркаса:

Б — базовая поверхность — обводы каркаса (внутренний набор агрегата без обшивки, которая ставится последней); 1 — обшивка (панель) до установки на каркас; 2 — обшивка (панель), установленная на каркас; 3 — каркас; 4 — рубильник; 5 — фиксация каркаса в сборочное положение

менее трудоемко, но и менее точно по сравнению со сборкой с базированием по обшивке.

Сборка с базированием по координатно-фиксирующим отверстиям (КФО) (рис. 4.10) требует наличия специальных отверстий в деталях и приспособлениях с известными координатами. В процессе сборки детали закрепляются в приспособлении фиксирующими штырями.

Сборка с базированием по отверстиям в стыковочных деталях (например, стыковка гребенки крыла, соединения панелей и других деталей). При этом стыкуемые детали с отверстиями под стыковку устанавливаются на приспособление (разъемные плиты) и фиксируются через отверстия детали и плиты. Затем к стыковочной детали присоединяются другие элементы каркаса.

Выбор того или иного способа сборки агрегата планера зависит от требований к точности, конструкции агрегата и объема производства. Расчетами на точность с применением теории размерных цепей определяют, обеспечивает ли выбранный метод сборки требуемые показатели точности.

В авиастроении точные жесткие конструкции из тонких и гибких материалов (листы, профили, трубы) изготавливаются путем применения *плазово-шаблонного метода* производства. Сущность этого метода состоит в том, что взаимозаменяемость соединяемых нежестких деталей обеспечивается на основе их взаимной увязки с эталонами (шаблонами) и оснасткой. Взаимная увязка размеров производится при помощи плоских (плазов, шаблонов) и пространственных (макетов, эталонов) носителей формы и размеров. Точное воспроизведение заданных конструктором форм ЛА обеспечивается вычерчиванием чертежей внешних обводов самолета в натуральную величину на плазе. Плаз представляет собой лист полупрозрачной полимерной пленки, с которого размеры и формы

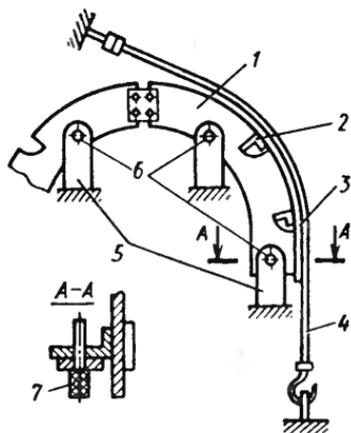


Рис. 4.10. Сборка панели с базированием по КФО:

1 — шпангоут; 2 — стрингер; 3 — обшивка; 4 — натяжная лента — прижим; 5 — элементы приспособления с отверстиями, по которым базируются собираемые детали; 6 — КФО; 7 — штырь-фиксатор

деталей ЛА могут быть перенесены на заготовки не перечерчиванием, а простым копированием. При выполнении чертежей на плазе все детали изображаются в таком положении, в котором они должны находиться после сборки.

Плазы разделяют на теоретические и конструктивные. На теоретическом плазе в натуральную величину вычерчивают необходимые базы и контуры плоских сечений агрегата (полученных копированием с теоретического плаза), вычерчиваются детали и узлы, составляющие конструкцию самолета.

С плаза простым копированием изготовляют жесткие носители формы и размеров деталей самолета — шаблоны. Шаблоны изготавливаются из листового металла и служат для изготовления как самолетных деталей, так и приспособлений и их контроля. Шаблон, также как и плаз, отображает форму детали в натуральную величину. Для сохранения единства базы при взаимной увязке шаблонов в них на плаз-кондукторе на специальном сверлильном станке с плитой и координатными линейками просверливаются базовые отверстия (БО).

Если собрать шаблоны по их единой базе (БО), расставить их по дистанции (на определенные расстояния) и связать между собой, то получится корзинка из шаблонов. Эта корзинка шаблонов будет точной пространственной копией сечения формы детали или агрегата. Если пространство между шаблонами корзины заполнить деревом или пластмассой, то получим болванку (макет поверхности), по которой могут быть изготовлены штампы для пространственного деформирования деталей.

Для увязки присоединительных размеров (например, стыка крыла с фюзеляжем) по шаблонам на станках изготавливают калибры увязки (мастер-плиты), на основании которых делают рабочие плиты для приспособлений (стапелей).

Для увязки пространственных размеров и форм деталей и приспособлений изготавливаются монтажные эталоны. Монтажный эталон представляет собой пространственную копию размеров и расположений агрегатов, выполненных в натуральную величину, и служит для монтажа стапелей и увязки стыковых узлов. Однако для тяжелых самолетов пришлось бы изготавливать слишком боль-

шие монтажные эталоны, поэтому для них монтаж стапелей и увязку узлов осуществляют на инструментальном стенде.

Инструментальным стендом называется устройство, обеспечивающее возможность многократной установки шаблонов и калибров в пространстве. Стенд представляет собой координатные линейки, направленные по трем осям координат, в которых расположены калиброванные отверстия диаметром 18 мм с шагом 100 или 200 мм при погрешности расположения центров отверстий $\pm 0,01$ мм.

4.6. АВТОМАТИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ И ГИБКИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПРОИЗВОДСТВА

Под автоматизацией понимается способ организации работ без непосредственного участия человека. Иными словами, автоматизированным является процесс изготовления детали или какой-либо технологический процесс, однажды настроенный человеком и осуществляющийся автоматически без его участия. Функции человека при этом сводятся к наблюдению, контролю и наладке. Автоматизация позволяет резко повысить производительность труда, качество выпускаемой продукции, а также облегчить труд рабочего или совсем освободить его от этого труда. Средством, позволяющим это выполнить, является автомат, т. е. машина, которая производит всю работу сама.

Если эти машины-автоматы объединить в единую систему, в которой все технологические операции, в том числе транспортные и управляющие, и вся работа в целом будет проводиться без участия человека, то получим автоматическую линию. А если пойти дальше, то можно из автоматических линий создать целые цехи и заводы. Такие цехи и заводы начинают создаваться в настоящее время и, очевидно, за ними будущее.

Процессы автоматизации развивались постепенно, по мере развития человечества. Человек всегда стремился облегчить себе процесс труда и при этом оставить для себя не монотонную механическую работу, а творческую; монотонную работу стали выполнять механизмы и автоматы. Вначале механизмы были простыми, но они все время усложнялись, и сейчас некоторые виды работ полностью механизированы.

Автоматизация авиационного производства развивается во всех направлениях. Рассмотрим их по порядку.

Автоматизация металлорежущего производства вначале производилась за счет автоматизации операций на металлорежущих станках (включение станка, отключение подач, быстрые подвод и отвод частей станка, загрузка заготовок и т. д.). Такие автоматы и полуавтоматы обеспечивали высокую производительность труда путем максимального совмещения всех вспомогательных и рабочих движений. Программонositelem (органом управления) таких автоматов являются различные механические устройства: профилированные кулачки, установленные определенным образом упоры и другие приспособления. Основным недостатком

таких автоматов является то, что при переходе на производство новых деталей их необходимо переналаживать, поэтому они использовались в основном при массовом выпуске деталей.

Дальнейшее совершенствование органов управления станков привело к созданию специальных управляющих программ. Такие станки называются станками с программным управлением (ПУ), они могут быстро переналаживаться на изготовление другой детали: для этого необходимо только командовать программой. При этом число выполняемых станками команд управления резко расширилось. Система, программа которой задается с помощью чисел в закодированном виде на программоносителе (перфорированной или магнитной ленте), называется системой с числовым программным управлением (ЧПУ). Такая система может управлять органами станка по трем (x, y, z) и более координатам. При ЧПУ на перфорированной или магнитной ленте может быть зафиксировано практически неограниченное число команд. Почти все современное оборудование работает на базе числового программного управления.

Первое практическое внедрение такого оборудования было проведено для фрезерных работ. Фрезерные работы в самолетостроении занимают большую часть (40...50%) из всех видов металлообработки, поэтому станки с ЧПУ имеют самое широкое распространение именно при этом виде обработки. Цельнофрезерные панели, лонжероны, нервюры, балки, фитинги изготавливают на фрезерных программных станках типа ФП (вертикально-фрезерных ВФП-7, ВФП-17, продольно-фрезерных ПФП-5 и др.).

Следующим звеном автоматизации стало оснащение производства станками, снабженными устройствами для размещения (магазинами) и автоматической замены инструмента. Обработывающие центры (так называют эти многооперационные станки) имеют автоматическую смену инструмента. Производительность таких станков в 1,5...2 раза выше, чем обычных станков с ЧПУ.

Автоматизация токарной обработки позволила создать целую группу токарных автоматов и станков с ЧПУ, на которых производятся различные токарные операции: точение, растачивание, торцовка, сверление и др. Они имеют бункеры для загрузки заготовок, системы подналадки и встроенного контроля. Из такого автомата выходит готовая деталь, не требующая даже контроля. Болты, гайки, валики, оси и другие нормализованные детали являются основной продукцией таких автоматов. Токарные станки с ЧПУ делают детали и более сложных конфигураций, которые задаются программой.

Автоматизация заготовительно-штамповочных работ начала внедряться позже автоматизации механической обработки. Это связано со специфическими свойствами, присущими этим видам работ, к которым можно отнести большой разброс по необходимой точности заготовок, их большие габаритные размеры, малую собственную жесткость заготовок (листов, профилей, труб). К заготовительно-штамповочным процессам относятся так называемые

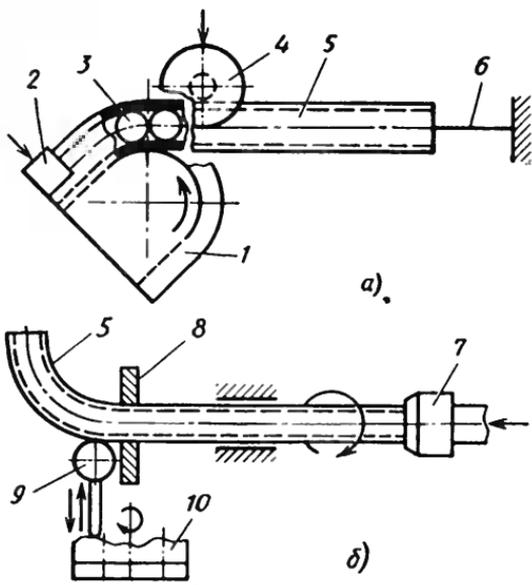


Рис. 4.11. Схема гибки трубных заготовок:

а — схема гибки намоткой; б — схема гибки проталкиванием на станке с ЧПУ; 1 — поворотная оправка; 2 — зажим; 3 — шарики-наполнители; 4 — ролик; 5 — заготовка; 6 — трос; 7 — толкатель; 8 — направляющая; 9 — управляющий ролик; 10 — программноноситель

мые процессы холодного деформирования: собственно штамповка, резка, гибка, обтяжка, формовка и др.

В настоящее время раскрой листового материала прово-

дится на раскройных станках по программе. Гибка самолетных трубопроводов также осуществляется на станках или установках с ЧПУ (рис. 4. 11). Для осуществления гибки-прокатки обшивок самолета существует листо-гибочное оборудование с программным управлением.

В последнее десятилетие для выполнения тяжелых физических и вредных работ стали широко применять различного рода манипуляторы, или роботы.

Слово „робот” происходит от чешского „робота”, что означает тяжелый физический труд. Робот по программе может осуществлять некоторые движения руки человека, поэтому он оказался подходящим помощником человеку в работе. Роботы могут обладать способностью адаптации, самонастройки и обучения и в будущем станут ближе по некоторым функциям к человеку. Но робот при этом никогда полностью не заменит человека и всегда будет выполнять его волю.

Различают роботы для проведения научных работ, промышленные и сферы обслуживания. Любой промышленный робот состоит из манипулятора и управляющих устройств. Основными частями робота (манипулятора) являются механические устройства, имитирующие движения руки человека. Такие роботы могут осуществлять захват заготовки, ее перенос и установку по заданной программе. Роботы позволили создать целые автоматизированные комплексы. Они работают и в космосе, и в атомной технике, и в самолетостроении. Роботы легко встраиваются в поточные линии, где их применение полностью оправдано.

Автоматические линии — это целая система автоматически действующих станков или установок, связанных транспортирую-

щими средствами и имеющих единое управляющее устройство. Однако робот и в этом случае играет ту роль, которую ему определил человек.

Существуют автоматические линии, настроенные на изготовление однотипных деталей. При изменении типа детали такие линии должны быть переналажены. Для ускорения переналадки линии komponуют из стандартизованных агрегатов, которые легко перекомпоновываются. Есть линии, для которых такая сложная переналадка не требуется. Такие линии обладают высокой производительностью, где работа выполняется без непосредственного участия человека.

Гибкие автоматические производства (ГАП) обеспечивают возможность быстрого переналаживания оборудования даже при небольшой партии изготавливаемых деталей. ГАП организуется на базе оборудования, управляемого с помощью ЭВМ по программе. Смена программы достаточно простое дело, при этом оборудование переналаживается на изготовление другой продукции (детали). Использование ЭВМ позволяет осуществлять сложные способы управления. Кроме изменения движения рабочих органов станки могут обучаться, поднастраиваться в процессе работы и реагировать на внешние возмущения.

Гибкими могут быть линии, цехи, заводы. При этом все элементы производства управляются единой системой. Четко в автоматическом режиме работают роботы-транспортёры, склады заготовок и деталей, система смены и установки инструментов, система контроля продукции и др. При таком процессе человек непосредственно не участвует в работе. Гибкая автоматическая система функционирует на основе так называемой безлюдной технологии. Как же работают такие системы? Рассмотрим это на упрощенном примере. Автоматизированный склад выдает заготовки транспортному устройству. Последнее доставляет их к станку, робот поочередно подает заготовки на станок. Всеми операциями управляет единая ЭВМ. Если надо деталь передать на другой станок, робот это также делает по заложенной программе. В работе могут участвовать несколько станков и причем одновременно. Готовая продукция роботами передается к измерительным устройствам, которые также работают по определенной программе и оценивают результаты работы всей системы. Детали, прошедшие контроль, автоматически направляются на склад готовой продукции.

Автоматизация и механизация монтажно-сборочных процессов. Технологические процессы сборки наиболее трудно поддаются автоматизации. Однако, несмотря на это, к настоящему времени многие процессы сборки не только механизированы, но и автоматизированы. Так, существующие клепальные автоматы производят сверление отверстий, при необходимости производят зенкование, установку заклепки и расклепывание. Различный механизированный инструмент (дрели, гайковерты и др.) облегчает труд слесаря-сборщика. Для проведения сварочных работ широко применяются сварочные автоматы, работающие по программе. Различные механизированные устройства, в том числе на

воздушных подушках, ускоряют транспортировку и перемещение тяжелых деталей и узлов при сборке и стыковке агрегатов самолета.

Монтаж систем самолета также в определенной мере механизирован, а некоторые процессы их изготовления и автоматизированы. Так, жгуты электрических систем изготавливают на автоматах, которые производят операции резки, раскладки, вязки, пайки и контроля по программе. Обработка на стандах по программам оборудования и всего самолета в целом также относится к автоматизированным процессам. Контрольно-испытательные станции (КИС) по заданным программам проводят проверку работы систем самолета (как отдельных систем, так и систем в общем комплексе). Такая проверка исключает возможность некачественно изготовленному самолету подняться в воздух.

Бурное развитие вычислительной техники, станков с программным управлением создали условия для автоматизации многих процессов. Программы, разработанные при проектировании деталей самолета, теперь могут передаваться прямо в цех на программные станки. Да и сам процесс проектирования самолета становится все более автоматизированным. Появилась система автоматизированного проектирования (САПР). При такой системе конструктор работает в диалоге с вычислительной машиной. Появились автоматизированные рабочие места (АРМ) для конструкторов, где вместо традиционной чертежной доски имеется дисплей (электронно-лучевая трубка).

Испытание конструкций самолета на прочность, долговечность (ресурс) и многие другие виды испытаний в настоящее время проводятся с применением вычислительной техники по заранее разработанным программам. Теперь программы стали основным универсальным средством в автоматизации всех процессов, связанных с созданием нового самолета.

Авиационная промышленность постоянно внедряет все новые и новые достижения науки и техники. Поэтому она в области автоматизации занимает одно из ведущих мест среди других отраслей машиностроительной промышленности.

Для работы с такой сложной техникой нужны высококвалифицированные специалисты. Такими специалистами авиационная промышленность располагает и должна располагать в будущем.

Только имея современные средства производства и высококвалифицированные кадры, можно создавать перспективные самолеты. Авиационная промышленность всегда придерживалась этого правила, что и позволило ей занимать передовые позиции в области развития техники.

5. КАК И ГДЕ МОЖНО НАУЧИТЬСЯ ДЕЛАТЬ САМОЛЕТ?

5.1. СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ – ТВЕРДЫЙ ПУТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ

Правильно сориентироваться в выборе профессии – основной залог правильно выбранной дороги в жизни. Труд – основа всего, а

если занимаешься любимым делом, труд становится счастьем. Для того, чтобы удовлетворить потребности людей в пище, одежде, тепле, жилье, культурном досуге, нужны машины, техника. Пока дети живут в семье, они над этим не задумываются, но придет время и им включаться в производство материальных благ или культурных ценностей. Первые сведения о профессиях дети, как правило, получают от своих родителей. В школе формирование личности ребенка осуществляется с учетом многих факторов, в число которых входят не только личные способности и склонности, но и местные условия и потребности. Раньше школа в основном ориентировала своих учащихся на поступление в вузы, что и являлось чуть ли не главным показателем ее успешной работы. Сейчас же школы стараются подготовить учащихся к сознательному выбору профессии с учетом их способностей, склонностей, потребностей общества и возможности получения данной профессии. Для того, чтобы работать по выбранной специальности, необходимо иметь специальное образование. Пути его получения – это и вузы, и техникумы, и ПТУ (производственно-технические училища), в которых учащийся получает такую же серьезную подготовку по всем предметам, как и в общеобразовательной школе, а также необходимые знания по выбранной профессии. Выпускник ПТУ готов к труду и самостоятельной жизни. Если же после окончания ПТУ Вы захотите продолжить свое образование, то для этого Вы имеете точно такие же права, как и после окончания общеобразовательной школы.

В нашей стране каждый человек имеет право бесплатно получить образование. Это – достижение нашего социалистического строя. Если Вы обладаете высокими знаниями и способностями – для Вас открыты двери всех вузов. Хотите быть высококвалифицированным рабочим – идите учиться в профессионально-техническое училище. Если после получения рабочей профессии захотите продолжить свое образование – пожалуйста, никакие двери для Вас не закрыты, поступайте в институт. Кстати, инженеры, прошедшие школу рабочего и умеющие многое делать своими руками, особенно ценны.

При формировании трудовых ресурсов нельзя не учитывать и конкретные потребности производства. Так, например, в практике самолетостроения утвердилось такое соотношение: один инженер-конструктор обеспечивает работой 7...10 рабочих. Как это понимать? Очень просто. Инженер создает конструкторскую документацию, в которой воплощает свой замысел новой машины, агрегата, узла, конструкции, детали. Так вот для того, чтобы успевать реализовывать эти замыслы в металле, и нужны эти 7...10 рабочих. Поэтому для любого производства рабочих нужно гораздо больше, чем инженеров, и эти пропорции должны быть заранее заложены в системе обучения профессиям. Не секрет, что в нашей стране заработная плата квалифицированных рабочих выше оклада инженера, и это приводит к тому, что у нас миллионы инженеров работают не по специальности (вплоть до водителей такси). Кроме того, на авиационных заводах в силу высокой слож-

ности производства есть немало операций, где трудно разделить труд рабочего и инженера. Это – наладка станков с ЧПУ, сборка и регулировка электронных и других сложных систем самолета и его оборудования.

Предположим, что Вы решили пойти в рабочие, так как любите все делать своими руками. Чтобы чувствовать себя уверенно на заводе, иметь право заниматься тем, что Вам нравится, надо идти в профтехучилище. Это путь верный! Почему? Да потому, что училище даст твердые знания (как теоретические, так и практические) и навыки производительного труда, да еще и среднее общее образование. А если училища рядом нет, то тогда – прямо на завод, в отдел кадров. Просите принять Вас в ученики. И Вас обязательно примут, обучат и сделают из Вас специалиста.

Известно, что любая техника без людей мертва. Вдохнуть жизнь в технику могут только люди, кадровые работники данного производства. Кадры в авиационной промышленности характеризуются высоким уровнем квалификации, а также большим разнообразием профессий и специальностей. Что такое профессия? *Профессия* – основной род трудовой деятельности, требующий определенной подготовки. А вот *специальность* – более узкое понятие, оно формируется в пределах профессии. Например, если Ваша профессия слесарь, то специальность может быть – сборщик ЛА, испытатель, электромонтажник и т. п. Специальность учитывает Вашу специализацию по определенным видам работ.

Подготовкой рабочих кадров для авиационной промышленности занимаются как профессионально-технические училища, так и сами производственные предприятия (заводы). Источник пополнения кадров у нас в стране только один – это выпускники школ и училищ. В нашей стране подготовке рабочих кадров уделяют большое внимание. Причина ясна. Прикладываются громадные усилия, чтобы однообразные и тяжелые виды труда выполняли автоматы, роботы. Но потребность в рабочих кадрах не уменьшается, а в высококвалифицированных – даже увеличивается.

Как же организована система подготовки рабочих кадров у нас в стране? Одним из главных звеньев этой системы являются созданные в ряде городов и районов учебно-производственные объединения (УПО). Задача УПО – популяризировать, развивать у школьников интерес к рабочим профессиям и привлекать подрастающее поколение к обучению в профессионально-технических училищах, подготавливать рабочую смену для всех сфер общественного производства.

В некоторых городах и районах действует другая система: инициаторами профориентации выступают предприятия, руководство которых заботится о новом пополнении. Представители этих предприятий – частые гости школ, где они рассказывают о своем заводе, его традициях и достижениях и приглашают учащихся после окончания школы на свой завод.

Большой интерес и уважение вызывают профессии, которые передаются из поколения в поколение. А если Вы после школы придете работать на завод, то вам пригодятся не только началь-

ные производственные навыки, полученные на уроках труда в школе. Пригодятся все знания, полученные в школе, особенно:

физика: именно она позволяет рассчитать силы, действующие на изготавливаемую Вами деталь как в процессе ее обработки, так и при эксплуатации;

химия: без знания свойств различных материалов не обойтись ни токарю, ни слесарю, ни рабочему какой-либо другой профессии, а в некоторых профессиях (гальваника, аккумуляторщика, термиста, маляра и т. п.) без этой науки, как говорится, делать нечего;

черчение: без него тоже нельзя, недаром черчение называют языком техники, ведь большая часть деталей на заводе изготавливается по чертежам.

Нет ни одной профессии, которая не пригодилась бы на авиазаводе. Специалисты по обработке металлов (токари, слесари, фрезеровщики) на заводе – первейшие люди. Швейное дело – тоже нужно. Надо шить чехлы для самолета, выполнить внутреннее убранство салона. Даже библиоги нужны, ведь у каждого завода есть свой сад, подсобное хозяйство, поэтому знающий это дело человек принесет здесь пользу. Авиационный завод – это большой коллектив, рабочая семья. Школа может дать только начальные навыки трудовых профессий, развить их и получить определенную профессию можно в специализированных профессионально-технических училищах или пройти соответствующее обучение по специальности на авиационном заводе.

5.2. РАЗЛИЧНЫЕ ПРОФЕССИИ В АВИАСТРОЕНИИ

В настоящее время в машиностроении, куда входит и авиационная промышленность, сосредоточено 40,5% рабочих всей промышленности СССР. Такая большая армия рабочего класса! При этом везде работают специалисты различных профессий: токари, фрезеровщики, операторы, инструментальщики, сборщики, контролеры и многие-многие другие. Для овладения какой-либо профессией необходима специальная подготовка. Каждая профессия имеет свою специализацию. Для авиационной промышленности это особенно важно, потому что она выпускает наиболее сложную и современную технику.

Такая массовая профессия, как *слесарь* для авиационной промышленности подразделяется на ряд специальностей, например слесарь – сборщик ЛА, слесарь – монтажник приборного оборудования ЛА, слесарь-гидравлик, слесарь-электромонтажник, слесарь-испытатель, слесарь-моторист и др. Для обслуживания самолета привлекаются техники и механики, которые тоже имеют специализацию, например техник или механик по планеру, по двигателю, по оборудованию, по приборам и др. Ну и конечно широко распространены профессии станочников различных специальностей: токари, фрезеровщики, шлифовщики, операторы, наладчики станков, в том числе с программным управлением и др.

В авиационной промышленности степень мастерства (квали-

фикация) в пределах каждой профессии определяется разрядом. Рабочим, выполняющим самые простые работы, присваивается 1-й разряд, а рабочим, выполняющим самые сложные работы, – 6-й.

С развитием научно-технической революции (НТР) в производстве, в промышленности, в том числе и в авиационной, изменяется профессиональный состав кадров на заводе, рождаются новые профессии, требующие высокой квалификации. Такими являются профессии наладчиков – настройщиков электронного оборудования, станков с программным управлением, сложных систем самолета и др.

Доля неквалифицированного труда на авиационных заводах уменьшается по мере внедрения новой техники: автоматов, автоматических, в том числе и гибких, линий, автоматических систем контроля самолета и др. Однако, несмотря на это, самыми распространенными на заводе остаются профессии слесаря и станочника. Русское слово „слесарь” произошло от немецкого слова „шлоссер”, так в далекие времена в Германии называли умельцев по изготовлению и ремонту замков. Поэтому любой слесарь должен уметь изготовить и отремонтировать любой замок. Слово „станочник” происходит от слова „станок”, на станках осуществляют любую обработку металла.

Формирование рабочих кадров – это большое государственное дело. В Министерстве авиационной промышленности имеется управление рабочих кадров. На заводах для этой цели существуют отделы кадров (ОК) и отделы подготовки кадров (ОПК), или, как сейчас их называют, отделы технического обучения (ОТО). Плановой подготовкой рабочих кадров в масштабе страны руководит Главное учебно-методическое управление профтехобразования Госкомитета по народному образованию СССР. Квалифицированных рабочих массовых профессий: станочников, слесарей и других готовят, как правило, профессионально-технические училища. Узких специалистов, особенно новых специальностей, завод готовит сам, при этом применяют групповое обучение на курсах и индивидуальное обучение. Так как рабочих профессий в авиационной промышленности очень много, а специальностей еще больше, то все они систематизированы, обобщены и записаны в специальном официальном документе, называемом „Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих”. В этом справочнике отражены все виды работ по различным профессиям самолетостроителя. Там записано, что он должен знать и уметь, и даже приводятся типовые примеры работ по каждой специальности. Знание этих требований и правил рабочему обязательно. В этом документе предусмотрено очень большое число специальностей, но и этот документ отстает от жизни. Рождаются новые профессии и новые специальности, и этот документ постоянно пополняется. Остановимся на некоторых профессиях, свойственных только авиационной промышленности, и предъявляемых к ним требованиях.

Слесарь – сборщик ЛА должен:

1-й разряд – знать технические требования, предъявляемые к

сборке и разборке деталей и узлов ЛА; назначение простого инструмента для сборки; иметь понятие об авиационных материалах, а также их защите от коррозии; знать основные виды соединений, слесарно-сборочных работ и способы их выполнения; уметь читать чертежи и знать основы обеспечения точности изготовления и обработки деталей и узлов; уметь пользоваться измерительным инструментом, приспособлениями и механизмами.

6-й разряд – знать все то же, что приведено выше, а также конструктивные особенности и изготовление особо сложных и экспериментальных изделий; технологию их сборки, систем, способы стыковки, доводки крепления сложных узлов и агрегатов изделия; принципы работы и взаимодействие агрегатов и систем; уметь пользоваться при сборке всеми необходимыми инструментами, приспособлениями, механизмами и аппаратурой; уметь выявить дефекты и устранить их; знать техническую документацию и уметь предъявить работу заказчику.

Требования для слесаря – сборщика ЛА 1-го и 6-го разрядов изложены одновременно, чтобы можно было сделать необходимое сравнение уровней сложности работ, проводимых специалистами этих категорий.

Примеры выполняемых работ.

1-й разряд:

- 1) выполнение болтовых соединений и их разборка;
- 2) установка внутренних обшивок, полов;
- 3) распаковка и расконсервация готовых изделий;
- 4) установка качалок, кранов, кронштейнов;
- 5) опиливание, подгонка, обрезка деталей обшивочной группы;
- 6) установка панелей, зализов, люков и других элементов на самолет;
- 7) установка хомутов крепления трубопроводов и другие работы;

6-й разряд:

- 1) сборка и установка особо сложных узлов, агрегатов и сборка самолета в целом;
- 2) испытания и доводка гидротопливных систем;
- 3) установка на самолет двигателя и его нивелировка;
- 4) регулировка системы управления, балансировка рулей;
- 5) доводка, регулировка высотного оборудования;
- 6) испытания шасси тяжелого самолета и другие работы.

Таким образом, специальность высококвалифицированного слесаря – сборщика ЛА выходит на одно из первых мест по значимости при окончательном изготовлении самолета.

Слесарь-монтажник приборного оборудования должен:

3-й разряд – знать правила и особенности монтажа и демонтажа приборного оборудования, электротехнику, механику в объеме выполняемых работ; читать несложные принципиальные, а также монтажные и полумонтажные схемы; знать конструкцию монтируемого оборудования; уметь проводить испытания с применением измерительных средств; знать особенности монтажа фото- и кино-

оборудования; совместно со слесарем-монтажником более высокого разряда проводить монтаж высотного и кислородного оборудования.

Этот перечень профессий можно продолжить, но в этом нет необходимости. Если он Вас заинтересует, с ним можно ознакомиться в УПО, училище и на предприятии. Конкретных профессий, связанных с производством и ремонтом ЛА, достаточно много, они исчисляются сотнями.

Забота о рабочей смене – важнейшая для любого предприятия. Там, где этому уделяется большое внимание, предприятие не беспокоится за свое будущее. Формы проведения такой работы предприятиями самые разные – это встречи со школьниками непосредственно в школах, через УПО, а также встречи с родителями будущих молодых рабочих. Организуются выставки (в том числе и на ВЛНХ СССР), на которых показываются достижения предприятий. Многие предприятия самостоятельно выпускают отдельные брошюры типа „Школьникам о рабочих профессиях”, служащие ориентиром в выборе профессии. В таких брошюрах приводятся описание профессий, перечень выполняемых операций и требований к специалисту. Описание профессий называется профессиограммой. Рассмотрим некоторые из них.

Токарь. Характеристика профессии обусловлена технологическими особенностями токарной обработки, при которой нужные размеры и форма придаются вращающейся заготовке посредством резания закрепленным в станке инструментом. Токарь производит наружную обточку заготовки, внутреннюю расточку, нарезание канавок, сверление отверстий и другие операции. При этом в соответствии с технологией токарь либо изготавливает деталь до конца, либо передает ее на другие операции.

Существуют различные виды токарных специальностей, отличающихся типом станков, на которых выполняются операции. Это токари-карусельщики, револьверщики, полуавтоматчики. Токарь-универсал – самая распространенная специальность. Им выполняются самые различные операции обработки детали.

Токарь – старейшая профессия. Токари работают во всех отраслях народного хозяйства, в том числе в авиастроении и ракетостроении.

Токарь – высококвалифицированный рабочий. Он должен знать устройство, принцип действия и технологические возможности станков, технологическую оснастку и режущий инструмент, уметь читать чертежи и технологические карты. Для достижения высокой производительности труда все операции рабочий должен спланировать самостоятельно, а это можно сделать только при хорошем знании оборудования, физики, геометрии и других дисциплин.

Необходимый для поступления в ПТУ общеобразовательный уровень – 9 классов. Для конкретных заводов рассматриваются условия труда и заработной платы, а также режим рабочего дня и отдыха.

Оператор станков с программным управлением. Эта профес-

сия сравнительно молодая. Современная техника предъявляет высокие требования к точности и скорости обработки деталей. На смену обычным приемам и методам обработки деталей на станках приходят программы управления процессами обработки, слежения за выполнением технологии и, наконец, контроля за работой станков. К оператору станков с ПУ предъявляются более высокие профессиональные требования. Он должен иметь высокий уровень развития, среднее или среднее специальное образование.

Представим себе, что Вы выбрали профессию по душе, хотите строить самолеты. Как это осуществить? В городе проще: висят объявления, у Вас есть знакомые, работающие на авиазаводе. А как быть сельским ребятам, желающим также строить самолеты? Надо написать письмо в отдел кадров любого авиазавода или в СПТУ, и Вам непременно ответят

Вот Вы получили профессию, работаете на заводе, работа Вам нравится. Вы хотите повышать свою квалификацию, это желание похвальное. Для этого на заводе есть все условия. От Вас требуется только трудолюбие, упорство и аккуратность в работе. Ваши старания будут замечены. Трудолюбивый человек всегда добьется своей цели, станет мастером „золотые руки“, всеми уважаемым человеком. Ваш мастер представит Вас на повышение разряда. При этом также необходимо повысить свой уровень теоретических знаний.

После прохождения успешной теоретической подготовки и выполнения пробной работы Ваше заявление рассматривает цеховая комиссия. При положительном заключении цеховой комиссии руководство цеха напишет ходатайство в центральную заводскую комиссию по присвоению разрядов. На заводской комиссии Вас попросят рассказать о своей работе, ответить на ряд вопросов, оценят Вашу пробную работу. В случае положительного решения комиссии Вам будет присвоен более высокий разряд.

Ценное начинание на многих заводах – конкурсы молодых рабочих. Рабочим, занявшим призовые места, сразу присваивается более высокий разряд.

Повышение квалификации рабочих – важное дело для всего завода. Это определяет уровень кадров; становится ясным, на кого в будущем сможет рассчитывать завод. Растет ли квалификация работающих или в этом направлении что-то нужно изменить, исправить, улучшить? Ведь современный самолет может быть создан только руками высококвалифицированных рабочих.

5.3. ПОДГОТОВКА РАБОЧИХ КАДРОВ НА ЗАВОДЕ

Одним из звеньев в системе профессионально-технического образования является обучение производственным специальностям непосредственно на заводе. Роль завода велика: ведь завод и заказчик, и потребитель рабочих кадров. Здесь, на заводе, молодой рабочий доводит свое профессиональное образование до совершенства. На заводах авиационной промышленности молодой рабочий имеет возможность стать мастером своего дела. В

масштабе отрасли имеется единая отраслевая система обучения кадров (ОСОК). В задачи этой системы входят: подготовка и переподготовка рабочих и служащих, повышение их квалификации.

Профессиональное обучение на заводе возглавляет главный инженер завода, а организует – отдел технического обучения (ОТО). Профобучением занимаются все руководители цехов, участков, мастерских, бригад, групп.

На авиационных заводах имеются производственно-технические курсы (ПТК) для подготовки новых рабочих, курсы повышения квалификации, курсы целевого назначения, школы по изучению передовых приемов и методов труда, курсы бригадиров. Профобучение осуществляется в три степени:

первая степень обучения (ПТК-1) – подготовка новых рабочих начального уровня квалификации (1, 2 разряды);

вторая степень обучения (ПТК-2) – повышение квалификации рабочих с начального до среднего уровня квалификации (3, 4 разряды);

третья степень обучения (ПТК-3) – повышение квалификации рабочих со среднего до высшего уровня квалификации (5, 6 разряды).

Обучение может быть как групповое (курсовое), так и индивидуальное. Индивидуальное обучение допускается тогда, когда по ряду причин нельзя создать групповое обучение. После завершения обучения (теоретического и практического) назначается квалификационный экзамен, который заключается в выполнении квалификационной работы (пробы), а также в проверке теоретических знаний. По результатам экзамена устанавливается необходимый разряд. Человеку, получившему профессию впервые, на руки выдается (только один раз!) удостоверение об этом. Полученная профессия и разряд заносятся в трудовую книжку. *Трудовая книжка* – основной документ, отражающий трудовую деятельность человека.

Существуют очная и заочная (как исключение) формы обучения; при заочной – теоретический курс проходит заочно, а практический – очно. Заводы (предприятия) готовят рабочих только по тем новым профессиям, которые не предусмотрены подготовкой в СПТУ. Набор рабочих кадров на завод для обучения производственному мастерству в основном осуществляется путем привлечения окончивших средние школы, демобилизованных воинов и других желающих. На работу принимают с 18 лет и, как исключение, с согласия профсоюза допускаются юноши и девушки, достигшие 15-летнего возраста, но только на работу, не связанную с профессиональной вредностью.

Теоретическое обучение проводится квалифицированными специалистами, как правило, в хорошо оборудованных заводских классах. Практические занятия проходят непосредственно на рабочих местах под руководством мастера, инструктора-наставника, работающего совместно с учеником.

На каждом заводе имеются программы подготовки, по кото-

рым и проводится обучение, оно происходит в рабочее время с учетом возрастных факторов. Сроки обучения в зависимости от сложности профессии и требований уровня квалификации могут быть различными, но не более шести месяцев.

Таким образом, завод (предприятие) кроме выполнения основного плана обязан выполнять и план подготовки молодых рабочих кадров. Завод сам растит себе достойную рабочую смену. Ведь на тех, кто сегодня впервые пришел на завод, завтра ляжет вся тяжесть забот по выпуску продукции этого завода.

5.4. ПЕРВЫЙ ДЕНЬ НА ЗАВОДЕ

Закончились годы учебы в школе, скоро Вы будете работать на заводе. Много о нем Вы уже знаете – о нем Вам говорили преподаватели, были Вы и сами на заводе на практике. Теперь Вы – рабочий человек, и наступает Ваш первый рабочий день! Как он сложится?

С чего начинается завод? Следуя расхожему выражению, наверное с проходной. Но Вы с ней уже знакомы, знакомы Вы и с тем цехом, в котором Вам предстоит работать и в который Вы идете с запиской отдела кадров в руках. Вас встречают, определяют Ваше рабочее место, знакомят с коллективом – в общем делают все, чтобы Вы чувствовали себя в цехе своим человеком. Первым делом мастер познакомит Вас с рабочим местом, оборудованием и безопасными приемами труда. Первое время у Вас будет наставник, который возьмет над Вами шефство по всем вопросам – наиболее эффективным приемам труда, технике безопасности, взаимоотношениям в коллективе и т. д.

Как правило, в первый день всех молодых рабочих администрация собирает в заводском клубе или музее истории и трудовой славы завода. Перед Вами выступят знатные рабочие, ветераны труда и специалисты, расскажут о традициях завода, о выпускаемой продукции, условиях профессионального роста и отдыха работников завода. Думаем, не утратят от Вас и тех проблем, которые стоят перед заводом и решать которые придется всем вместе, в том числе и Вам.

За первым рабочим днем будут и другие. Вы привыкнете к новым впечатлениям, к новому ритму жизни. После прохождения испытательного срока* Вы уже полноправный член коллектива самолетостроителей. Между Вами и администрацией завода заключается трудовой договор, выполнение „Грузового распорядка завода“ становится для Вас обязательным.

Каждый производственный коллектив имеет свои традиции. Традиции оказывают сильное влияние на человека. Добрые рабочие традиции – это и будни, и праздники. Праздники труда, прово-

* Кодексом законов о труде (КЗОТом) предусматривается при приеме на работу испытательный срок до трех месяцев, по окончании которого решается вопрос о предоставлении работнику постоянной работы на данном предприятии. Однако испытательный срок не устанавливается для молодежи до 18 лет и выпускников ПТУ – они сразу зачисляются на постоянную работу.

димые на авиационных заводах, используются для воспитания рабочей молодежи, ее приобщения к добрым делам коллектива. Участвуя в них, молодой рабочий невольно начинает гордиться своим заводом, чувствовать себя членом этого коллектива и вместе с тем проникается сознанием, что на его труд рассчитывают, и он должен оправдать надежды коллектива, не подвести, работать честно и самоотверженно, по чести и рабочей совести. Рабочая профессия – самая престижная, жизнеутверждающая профессия на земле.

6. ЭКСКУРСИЯ ПО АВИАЦИОННОМУ ЗАВОДУ

6.1. МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕХ

Представим, что мы с Вами впервые попали на авиационный завод. Идем по территории завода, на газонах работают люди, ухаживают за цветами. Интересуемся, кто они? Нам отвечают, что это рабочие „зеленого” цеха – цеха здоровья. Но вот мы видим ряд одноэтажных зданий. Если мы зайдем туда, то увидим много разного оборудования и людей, каждый из которых занят своим делом. Это различные цехи, из которых собственно и состоит авиационный завод. Каждый из них вносит свою лепту в создание сложнейшей авиационной техники. Работа каждого цеха четко спланирована и подчинена определенному ритму. Если этот ритм нарушается, то лихорадит не только цех, но и весь завод. Давайте познакомимся с цехами поближе и начнем наше знакомство с механообрабатывающего цеха.

В механообрабатывающем (механическом) цехе детали обрабатывают резанием. К резанию, как известно из гл. 4, относятся такие технологические операции, как точение, фрезерование, сверление, протягивание. Эти операции выполняют квалифицированные рабочие: токари, фрезеровщики, сверловщики и др. Современный механический цех авиационного завода – это цех, оснащенный высокопроизводительным оборудованием, в том числе с программным управлением, а на некоторых заводах и автоматизированными поточными и переналаживаемыми линиями. Механический цех авиационного завода отличается от механического цеха любой отрасли машиностроения только производимыми деталями, да требования, возможно, выше. Внедрение механизации и автоматизации в авиационной промышленности начиналось именно с этих цехов. Механический цех всегда был „узким” местом на заводе, ведь если этот цех не выполнит своего задания, то делать самолет будет просто не из чего. Поэтому именно здесь в первую очередь внедрялись достижения науки и техники.

Структура механического цеха может быть разной. Это связано с технологией изготовления, размещением оборудования и программой выпуска деталей. Если деталь „идет от станка к станку”, то принцип структурного построения цеха называется „по ходу технологического процесса”, причем по ходу движения детали устанавливается различное оборудование. Поясним это. Если

однотипные станки группируются в одном месте и детали „приходят” к ним, то такое размещение оборудования называется предметно-агрегатным или однотипно-групповым. Такое размещение оборудования обычно используют на опытных и мелкосерийных заводах: при этом улучшается загрузка оборудования.

Механические цехи – это крупные и важные подразделения завода, которые делают разнообразные детали для самолета. В авиационной промышленности существуют механические цехи, полностью состоящие из станков с программным управлением. В таких цехах делают крупногабаритные детали: цельнофрезерованные панели крыла, фюзеляж, а также лонжероны, нервюры, стенки и другие ответственные детали, изготавливаемые из толстостенных плит толщиной до 100...150 мм.

В механических цехах производят и сборку, тогда такой цех называется механосборочным. В этих цехах производят сборку из деталей, изготовленных здесь же. В механических цехах, как правило, очень много стружки. Эта стружка затрудняет работу, и ее необходимо регулярно убирать в специальные контейнеры. Собранная стружка идет в переплавку.

Так же как и заготовительно-штамповочный, механический цех имеет все вспомогательно-бытовые и административно-технологические службы. В настоящее время в таких цехах рабочих стало меньше – работают автоматические линии, станки с программным управлением, роботы. Управляет таким оборудованием специалист новой профессии – оператор. В его обязанности входят слежение и контроль за правильностью работы этого современного оборудования. Считают, что техника и технология XXI века будут развиваться именно в этом направлении, и в некоторых странах уже сейчас действуют безлюдные заводы.

В механосборочном цехе работают и токари, и фрезеровщики, и операторы, и слесари механосборочных работ, и рабочие многих других профессий, и каждый делает свое дело.

6.2. ЦЕХ ЭЛЕКТРО- И РАДИООБОРУДОВАНИЯ

Цехи электро- и радиооборудования существуют как на опытных, так и на серийных заводах. Создание такого цеха вызвано специфичностью технологии проведения электро- и радиомонтажных работ, необходимостью применения специальных инструментов и оборудования для проведения этих работ, а также необходимостью наличия специальных навыков у их исполнителей. На серийных заводах монтаж электро- и радиооборудования производится как в агрегатных цехах завода, так и в цехах общей сборки. Такое разделение оправдано, и о нем будет сказано ниже.

Главными здесь являются электромонтажники, слесари по монтажу приборного оборудования, радиомонтажники, паяльщики. В этом цехе существуют и соответствующие названным профессиям мастерские электро-, приборного и радиооборудования. Рабочие указанных профессий выполняют работы как непосредственно на самолете, так и в мастерских. Работы, выполняемые в

мастерских, называют верстачными или работами на верстаках (название это, конечно, условное). На борту самолета производятся монтаж и установка оборудования, прокладка жгутов, проверка и испытание различных систем самолета. В мастерских вяжут жгуты, изготавливают приборные доски, пульта и распределительные коробки, проводят в них монтаж, проверяют правильность монтажа на специальных стендах. В этом случае рабочие работают в удобной позе (стоя или сидя) в хорошо оборудованных и светлых помещениях. Производить такие же работы внутри самолета намного сложнее, так как приходится работать в стесненных условиях и в неудобных позах, отчего производительность труда резко снижается. Поэтому и стремятся как можно больше монтажных работ выполнить в цехе, „на верстаке”, с максимальным применением средств механизации и автоматизации. Тогда на борту останется сделать минимум работ: проложить или протянуть жгуты, установить пульта и коробки, все это закрепить, соединить и проверить. Такой монтаж оборудования намного ускоряет выпуск готового самолета.

Если Вы когда-нибудь видели пилотскую кабину самолета, то наверняка Вас поразило обилие в ней различных приборов и указателей. Конечно же, их удобнее монтировать вне самолета. Эта работа, требующая особой четкости и аккуратности, также выполняется слесарями-монтажниками. Для ее качественного выполнения необходимы знание конструкции приборов, владение специальными приемами монтажа, аккуратность при выполнении соединений (навыки качественной пайки) и умение проводить испытания с применением необходимой аппаратуры. Знание законов электротехники здесь просто необходимо. Все в этих цехах работают в белых халатах, в помещениях цеха поддерживается образцовая чистота.

Заглянем в электромонтажную мастерскую: здесь тоже чисто, на специальных длинных столах и стендах изготавливают жгуты, на электромонтажных верстаках монтируют различные коробки, пульта, щиты различных приборов и электроагрегатов. Бросается в глаза обилие проводов и приборов. Чтобы в них разобраться, существуют электрические схемы: принципиальные, полумонтажные, монтажные. Согласно этим схемам и производят подключение различных проводов. Все делается аккуратно, эта работа требует особой внимательности. Наиболее частой ошибкой является неправильное подключение или перепутывание полярности. Для выявления ошибок существуют стенды и специальная контрольная проверочная аппаратура (КПА).

На длинных столах лежат различной длины „змейки” – это жгуты. Жгут – это соединение вместе двух или более проводов. Провода соединяются вместе вязкой их специальными нитками, хомутами, скобками, лентами. Каждый провод маркируется. На жгут, если надо, надевают наружную оболочку из неметалла или металла (экранирующую оплетку). На концы проводов надевают наконечники, для их крепления производят пайку или обжатие. Паяльник здесь первейший инструмент. Оборудование (генерато-

ры и аккумуляторы, преобразователи, различного рода реле, приборы, в том числе и автопилоты, самолетные ЭВМ, кино- и фотоаппаратура), подготовленное для монтажа, предварительно проверяется при так называемой операции „входной контроль” и устанавливается по чертежам и схемам умелыми руками специалистов этого цеха.

Так как труд в таких цехах физически более легкий, но требует аккуратности, то здесь работают много женщин. Это современная высококвалифицированная работа, для овладения такой специальностью надо много учиться.

6.3. ЦЕХ СБОРКИ

Существуют два вида цехов сборки: цех агрегатной сборки и цех окончательной сборки. Такое разделение свойственно серийным заводам. На опытных заводах, как правило, цех сборки один. Их разделение на серийных заводах оправдано удобством быстрого перехода выпуска самолетов с малых серий на большие.

В свою очередь, агрегатно-сборочные цехи серийных заводов разделяются на цехи сборки крыла, фюзеляжа, оперения, лопастей вертолетов и др. Однако в таких специализированных цехах выделяются мастерские с еще более узкой специализацией. Например, в цехе сборки фюзеляжа его отсеки Ф-1, Ф-2 можно собирать в отдельных мастерских. Цех сборки крыла имеет мастерские по сборке панелей и других узлов крыла. При этом необходимо отметить, что собираемые здесь агрегаты в технологическом отношении представляют собой законченные сборочные единицы. В этих агрегатах смонтирована вся внутренняя „начинка” – оборудование, трубопроводы, жгуты, коробки, пульта и т. п. Таким

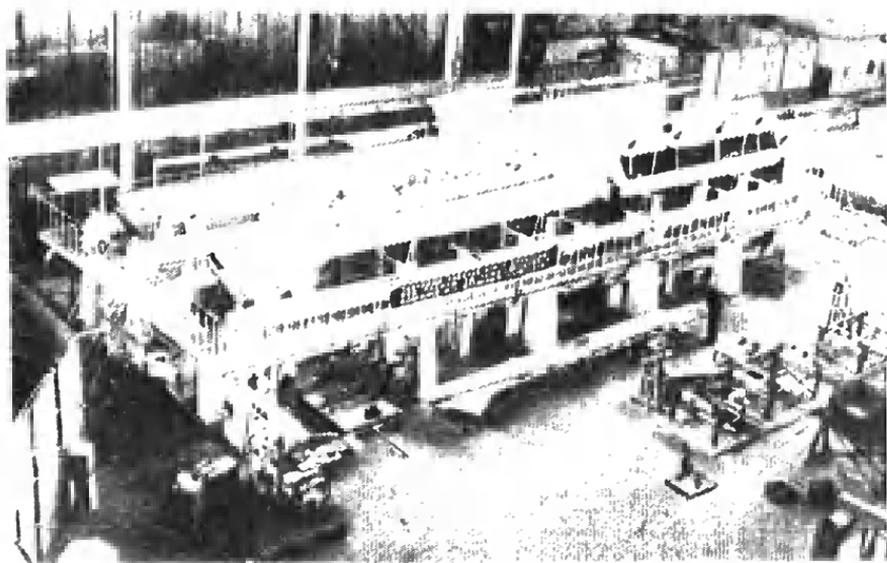


Рис. 6.1. Стапель сборки крыла

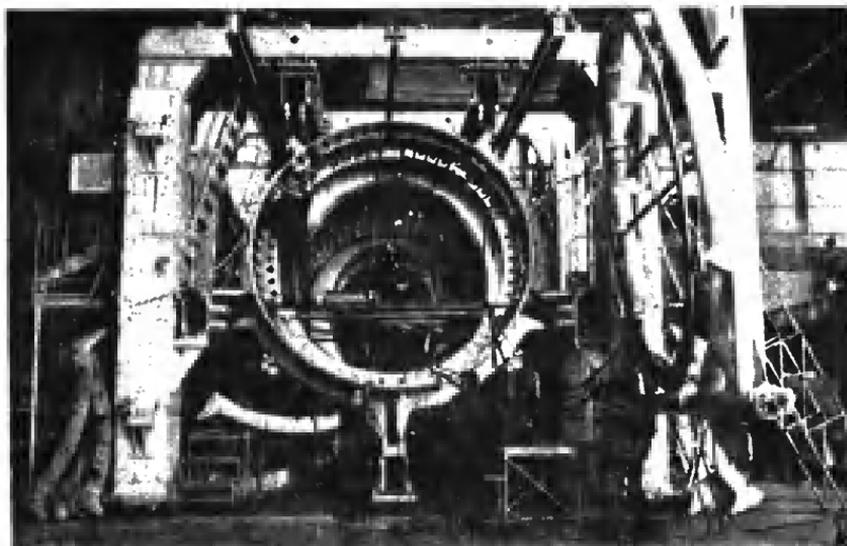


Рис. 6.2. Стапель сборки фюзеляжа

образом, при соединении (сборке) двух агрегатов, например крыла с фюзеляжем, останется только соединить их по местам разъемов и состыковать трубопроводы и электроразъемы жгутов. Становится понятным и смысл агрегатной сборки – возможность распараллелить процесс производства самолета, сводя к минимуму такие ситуации, когда бригада рабочих одной профессии простаивает у стапеля в ожидании окончания работ, выполняемых бригадой другой профессии.

Окончательная же сборка самолета проводится в другом цехе – цехе окончательной сборки. Здесь основная профессия – слесарь – сборщик ЛА, но есть и работники других профессий (монтажники, испытатели и др.).

Сборочные работы выполняются в специально оборудованных помещениях, называемых сборочными залами. Сборка агрегатов производится, как уже говорилось, в сборочных приспособлениях, называемых стапелями (рис. 6.1...6.3). Это название заимствовано из судостроения. Стапель с окружающей его рабочей зоной называется стендом сборки какого-либо агрегата. Одинаковые агрегаты при большой программе их выпуска могут собираться на нескольких стендах. Работа на таких стендах – это работа коллективная и, как правило, ограничена в пространстве (с учетом внутреннего объема агрегата). Одновременно все сразу смонтировать нельзя, не хватит места, чтобы всем разместиться внутри агрегата. Поэтому работы идут строго по графику. Вначале работает одна бригада, монтируя свои агрегаты согласно общему объему работ, затем ее сменяет другая бригада и так до тех пор, пока агрегат не будет окончательно собран.

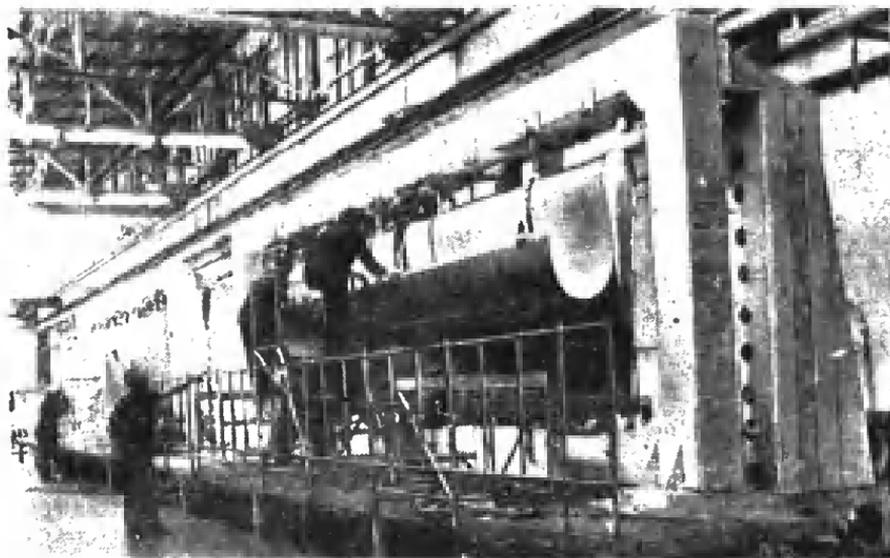


Рис. 6.3. Стпель сборки рулей

И вот, наконец, агрегат готов. Еще раз проверяются все смонтированные системы. Трубопроводы и разъемы заглушены, и все опломбировано. В таком виде агрегат передается на дальнейшую сборку в цех окончательной сборки (рис. 6.4.). При этом передается вся подписанная отделом технического контроля (ОТК) и заказчиком техническая документация, в том числе и паспорт на агрегат.

Готовые агрегаты в технологической последовательности поступают на поточную линию цеха окончательной сборки. Агрегатно-сборочные цехи обычно расположены рядом с цехом окончательной сборки: так делается, чтобы не было ненужных транспортных передвижений.

Цехи окончательной сборки для тяжелых самолетов бывают таких размеров, что их можно назвать „завод в заводе”. Цех окончательной сборки – это, в первую очередь, главный конвейер, в начале которого стоит только один агрегат (например, фюзеляж), а на выходе – уже готовый самолет. Зал сборки большой, светлый, чистый: все настроено на то, чтобы работать с большой производительностью труда, высоким качеством и культурой. Место на конвейере, на котором стоит какой-либо агрегат, тоже называется стендом. Работы на стенде также идут строго по графику: все операции необходимо выполнить за определенный промежуток времени или цикл.

Конвейер движется периодически или циклически – основной агрегат перемещается от стенда к стенду. Агрегаты могут стоять на тележках или на специальных устройствах, а также на воздуш-

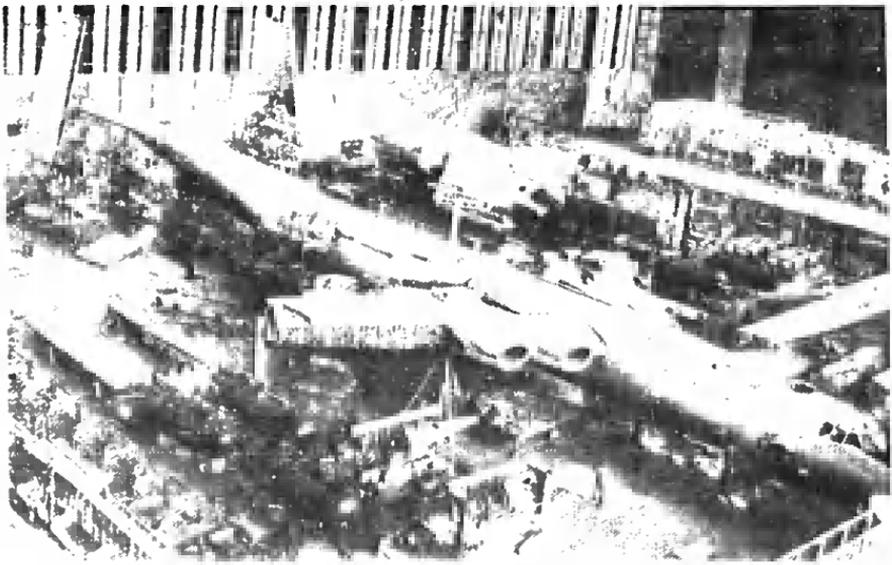


Рис. 6.4. Цех окончательной сборки опытного завода

ных подвешках. Движет конвейер электродвигатель с цепной или тросовой передачей.

Слесари-сборщики должны работать слаженно. От работы одного зависит работа и другого. Бригадные формы работы в сборочных цехах и бригадный подряд – это рычаги повышения производительности труда, качества готовой продукции. На каждом стенде работают сборщики, они меняют друг друга по мере передвижения агрегата на конвейере. Подошло время ставить шасси – приступили к работе слесари-сборщики-шассисты, гидравлики. Настало время ставить двигатели – начали свое дело слесари-сборщики-мотористы. Затем идут работы по установке радиостанций – выполняют свою работу радиомонтажники, и так все специалисты выполняют свои работы строго по графику. Если же при проверках обнаружится чей-либо дефект в работе, то виновник должен быстро устранить свой брак. Каждый должен дорожить своей рабочей честью и честью своего коллектива.

И вот готовый самолет стоит на колесах. Он проделал большой путь по цеху окончательной сборки. Для придания самолету товарного вида его везут в малярный корпус. Здесь трудятся люди другой профессии – маляры и маляры-художники. Из этого корпуса самолет выходит красивым, блестящим. Он – гордость всего завода, всего трудового коллектива. Генерь самолет надо испытать на земле и в воздухе, этим будут заниматься специалисты и службы так на именованного аэродромного цеха.

6.4. АЭРОДРОМНЫЙ ЦЕХ И ЕГО ЛЕТНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ (ЛИС)

Аэродромный цех для серийных заводов или летно-испытательная и доводочная база для ОКБ предназначены для проведения наземных и летных испытаний самолета. Здесь отработывают и доводят до рабочего состояния все бортовое оборудование, а затем проверяют в воздухе поведение самолета. Для этих целей имеются: служба наземной подготовки самолета к летным испытаниям; служба доводки и доработки самолета; служба отработки специального оборудования; ЛИС (летно-испытательная станция); КИС (контрольно-испытательная станция) и др.

Эти службы располагают всем необходимым для проведения сложных и ответственных работ, завершающих технологический процесс изготовления самолета. Аэродромный цех должен иметь: НИП (наладочно-испытательную площадку); ВПП (взлетно-посадочную полосу); РД (рулевые дорожки); КДП (командно-диспетчерский пункт) для руководства проведением полетов, а также различные складские помещения для хранения топлива, смазочных материалов и др.

Почти все системы самолета отработываются в процессе окончательной сборки. Однако в сборочном зале нельзя запускать двигатели, заправлять топливные баки горючим, а некоторые системы просто нецелесообразно отработывать в цехе, так как для них требуются аэродромные условия.

Все контрольно-доводочные операции выполняются по строгой технологии в определенной последовательности по программе, при этом может использоваться ЭВМ. На аэродроме самолет заправляют всем необходимым (топливом, маслом, сжатыми газами и т. п.).

При предполетной проверке осматривают, проверяют и отработывают:

- систему электрообеспечения (ее монтаж, сопротивление изоляции, правильность работы электрических цепей);

- у самолетов военного назначения – средства аварийного покидания самолета (парашюты, кресла, пиротехнику);

- системы кислородного питания, противопожарные, антиобледенительные, высотные, специальные системы (фото-, киновооружение);

- гидропневмосистемы (заправка, проверка работоспособности);

- средства связи;

- средства аэронавигации;

- двигатели и их системы (проверка работоспособности при различных режимах работы);

- органы управления (проверка на функционирование, замеры усилий, зазоров, углов отклонения штурвала, педалей, рулей поворота и рулей высоты, элеронов);

- работу шасси и др.

Все эти работы могут быть проведены либо поточным, либо другими методами, все зависит от конкретных условий. Наконец,

самолет прошел все проверки. Что же дальше? Дальше осталось совсем немного – списать девиацию для обеспечения средств навигации, т. е. удалить магнитные помехи на компасах от влияния металлической массы самого самолета. Затем надо дозаправить самолет, если при проверке двигателей топливо было частично израсходовано, предъявить самолет летному экипажу, подписать полетный лист, получить разрешение на взлет. И вот... полет, проверка работы всех систем самолета в воздухе, при посадке. Если все испытания прошли успешно, оформляется акт приемки самолета (в том случае, если приемка предполагалась прямо на заводе). На основании подписанного акта завод предъявляет платежный счет заказчику. Процесс производства самолета закончен – на расчетный счет завода в Госбанке перечисляются деньги за построенный самолет.

Однако кто же все это делает? Кто выполняет сложные ответственные заключительные работы? Кто подписывает полетный лист и тем самым подтверждает готовность самолета к вылету?

Все это делают специалисты аэродромной службы. Здесь работают люди самых разнообразных профессий и специальностей, работа их очень ответственная и требует высокой квалификации. Их называют авиамеханиками и авиатехниками и при этом тоже разделяют по специальностям: авиатехник или авиамеханик по планеру, двигателям, по электро- и радиооборудованию, по средствам спасения и др. Кроме того, имеются и рассмотренные ранее профессии: слесари-сборщики, монтажники.

При бригадном обслуживании самолета в бригаду входят представители всех необходимых профессий. Руководит такой бригадой механик самолета. Все работы помимо самого рабочего контролируются аппаратом контроля. При опытном производстве такие работы проводятся наземным экипажем на одном или нескольких самолетах.

Все перечисленные выше профессии – профессии людей, которые доводят, исправляют, регулируют и отправляют самолет в полет. Но самолет не полетит, если его не заправить топливом, смазывающими материалами, рабочими жидкостями. Это выполняют уже люди „сферы обслуживания”. К ней относятся водители-операторы спецмашин, различных заправщиков и другой спецтехники.

Производство самолета – это целый мир труда, увлекательного, почетного, творческого. И труд этот может быть успешным, если будут хорошо работать и вспомогательные и обслуживающие службы завода.

Так кто же важнее для завода? Все профессии важны, каждый должен работать четко на своем месте, отдавая все свои силы для общего дела – выпуска самолетов.

Приведем краткий перечень основных авиационных профессий:

- слесарь-сборщик ЛА;
- слесарь-монтажник приборного оборудования;
- слесарь-сборщик двигателей;

слесарь-испытатель;
слесарь-клепальщик;
электромонтажник по оборудованию ЛА;
слесарь-сборщик авиационных приборов;
радиомеханик;
авиамеханик, авиатехник по планеру, двигателям, приборам,
радио- и электрооборудованию.

Делать сложные машины, а самолет является сложной машиной, можно только тогда, когда рабочий коллектив состоит из людей разнообразных профессий, обладающих высокой квалификацией. Авиационные заводы располагают такими кадрами.

7. РАБОТА, ЗАРАБОТОК, ОХРАНА ТРУДА

7.1. ЭКОНОМИКА ЗАВОДА, ЦЕХА, УЧАСТКА

Термин „экономика” просходит от греческого слова „экономиа”, что означает управление хозяйством. Под экономикой понимается область хозяйственной жизни общества, т. е. общественная сторона процесса производства (отношения людей в процессе производства и распределение материальных благ).

Экономика авиационной промышленности изучает пути и методы решения хозяйственных задач, теорию и методы экономических расчетов, методы планирования производства, повышения его эффективности и рационального ведения хозяйства. Таким образом, экономика занимается планированием отрасли, завода, цеха, мастерской, распределением производственных фондов (средств производства – станков, машин, выраженных в стоимостной форме); расчетами, определяющими цены. Предприятие должно быть рентабельным и прибыльным. Для этого хозяйство надо вести так, чтобы затраты на производство самолета были ниже его продажной цены. Рассмотрим экономику завода. Для нормального функционирования заводу необходимы: сырьевые и денежные ресурсы; основные и оборотные фонды и кадры. Авиационный завод для осуществления производственной деятельности должен располагать определенными средствами производства, т. е. средствами труда (станками, машинами и другим оборудованием), а также иметь предметы труда (сырье, материалы, топливо и др.) Все это, выраженное в стоимостной форме, называется производственными фондами завода. Производственные фонды подразделяются на основные и оборотные. Основные производственные фонды – это здания, станки, машины, транспорт, инструмент, инвентарь (верстаки, столы и другое оборудование). Оборотные производственные фонды – это сырье, топливо, покупные изделия.

Рассмотрим взаимодействие этих экономических категорий при производстве самолета на авиационном заводе. Представим себе, что есть уже готовый завод, специально построенный для выпуска нового типа самолета. Есть здания, оборудование, сырье, материалы, кадры. Есть также в банке счет предприятия, но там пока одни затраты, связанные со строительством завода. Что надо

делать? Выпускать продукцию, реализовывать ее и деньги за реализацию переводить на расчетный счет в банк. Такова примерно схема существования любого предприятия, которую нужно осуществить всем работающим на заводе – от директора до подсобного рабочего.

Рассмотрим теперь такие понятия, как себестоимость, прибыль и цена продукции, с которыми приходится ежедневно сталкиваться всем работникам предприятия, в том числе и рабочим, а также текущие затраты предприятия, связанные с изготовлением и реализацией продукции.

Все затраты предприятия на производство продукции группируются по элементам затрат и статьям калькуляции. Калькуляция означает исчисление всех элементов себестоимости. Группирование затрат на производство по элементам затрат дает возможность определить общую потребность предприятия в материальных ресурсах, отчисления за использование основных фондов (так называемую амортизацию основных фондов), затраты на оплату труда и прочие денежные расходы предприятия.

Затраты группируются по следующим видам: основные материалы, вспомогательные материалы, топливо со стороны, энергия со стороны, амортизация основных фондов, заработная плата: основная и дополнительная, отчисления на социальное страхование и прочие расходы. Такое группирование затрат не учитывает отнесение их на отдельные виды продукции. Здесь учет затрат производится по статьям расхода, которые в сумме определяют, во что обходится предприятию производство и реализация продукции.

Основные статьи расхода: материалы, покупные полуфабрикаты; возвратные отходы (вычитаются); покупные комплектующие изделия; основная заработная плата производственным рабочим, дополнительная заработная плата производственным рабочим; отчисления на социальное страхование с заработной платы производственных рабочих; подготовка и освоение производства; содержание и эксплуатация оборудования и зданий; цеховые (общезаводские) расходы; расходы, связанные с браком продукции. Такое группирование статей расхода позволяет выявить себестоимость отдельных изделий и всей продукции.

Расходы, связанные с непосредственным изготовлением продукции, называются *прямыми*. Расходы, прямо не связанные с изготовлением продукции, например расходы на содержание зданий и оборудования, называются *косвенными*. Таким образом, себестоимость складывается из затрат на материалы, полуфабрикаты, покупные готовые изделия, заработную плату рабочим и косвенные расходы. Запишем это в виде формулы

$$C = Z_{\text{мат}} + Z_{\text{зар. пл}} + Z_{\text{косв}}, \text{ или } C = \sum Z,$$

где C – себестоимость; Z – затраты. Из этой формулы видно, что себестоимость включает все виды затрат, связанных с производством продукта. Для авиационного завода таким продуктом является самолет, для цеха – законченные детали, агрегаты, узлы. В себестоимость также вошли и отчисления на амортизацию

оборудования, зданий, сооружений. Таким образом, первоначальные затраты стали частично переходить на продукт, т. е. стали окупаться.

Важным показателем работы завода является *прибыль*, которая идет на развитие производства, материальные и другие виды поощрений. Основную часть прибыли предприятия получают за счет реализации продукции: прибыль определяется как разность между стоимостью реализуемой продукции и себестоимостью этой продукции. Чем ниже стоимость при неизменной продажной цене, тем выше прибыль предприятия, а если работа предприятия приносит прибыль, то значит это предприятие функционирует нормально.

Рассмотрим теперь понятие цены. *Цена* – это денежное выражение стоимости единицы товара. Существуют *оптовая цена*, которая включает плановую себестоимость продукции плюс заранее запланированную прибыль, и *розничная (продажная) цена*. *Розничная цена* – это оптовая цена плюс прибыль торговых предприятий.

Проследим полный экономический цикл создания продукта (самолета) на заводе по этой экономической модели. Итак, построили завод, наняли рабочих и инженерно-технических работников (ИТР), закупили материалы, комплектующие изделия и т. п., вложив во все это большие средства. Эти средства пущены в оборот (в производство), что позволило изготовить на этом заводе самолеты, продать их, получить за них деньги и перевести их на расчетный счет завода.

Всеми экономическими вопросами на заводе ведает дирекция, экономические службы и бухгалтерия. Если что-то на заводе не так, то главный бухгалтер сразу выясняет у директора причину. Такие же экономические категории действуют на уровнях цеха, мастерской, участка лишь с той разницей, что продуктом для них будет не самолет, а его детали, узлы, агрегаты. Экономика всего предприятия зависит от экономики цеха, участка, группы и каждого рабочего места, на котором производят готовый продукт. В настоящее время внедряются новые экономические методы ведения народного хозяйства. Это и переход предприятий на полный хозяйственный расчет и самофинансирование, переход на арендный подряд, образование предприятий на кооперативных началах и другие методы, от которых можно ожидать быстрого подъема экономики.

7.2. ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА РАБОЧЕГО ЧЕЛОВЕКА

Заработная плата – это выраженная в денежной форме часть общественного продукта, которая поступает в личное потребление рабочих и служащих.

В нашей стране до настоящего времени в основном еще действуют две системы оплаты труда: тарифная, по которой оплачивается труд рабочих, и система должностных окладов для инженеров и некоторых других категорий рабочих. Тарифная система регулирует заработную плату рабочих авиационной промышленности.

Тарифная система включает: тарифно-квалификационные справочники, тарифные ставки, тарифные сетки, доплаты к тарифному фонду и районные коэффициенты. Тарифно-квалификационный справочник предназначен для тарификации работ и определения квалификации рабочих. В авиационной промышленности применяется „Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих”. О нем говорилось раньше.

Тарифные ставки определяют размер оплаты труда за единицу времени (час). Эти тарифные ставки дифференцируются по квалификации (разрядам), условиям труда (нормальные, тяжелые и вредные, особо тяжелые и особо вредные), формам оплаты (сдельная и повременная). Для рабочих-станочников предусмотрены повышенные тарифные ставки.

Для определения соотношений в оплате труда рабочих по признаку их квалификации тарифные ставки разделяются по разрядам. Тарифный разряд определяет квалификацию рабочего и в зависимости от этого размер оплаты его труда. На некоторых предприятиях действуют надбавки к тарифным ставкам, так называемые тарифные коэффициенты. Они применяются при выполнении работ при совмещении профессий, при выполнении особо ответственных работ и т. п.

Районные коэффициенты — это добавка к заработной плате с учетом расположения предприятия, местных (в том числе и климатических) и других условий.

Основными формами оплаты труда для авиационной промышленности является сдельная (по результатам труда) и повременная (по отработанному рабочему времени), причем каждая из них имеет разновидности.

Сдельная оплата труда применяется при возможностях нормирования и учета работы и активного воздействия рабочего на увеличение объемов выпуска продукции.

На особо ответственных и точных работах, когда качество является главным, *повременная оплата*, как правило, является более эффективной по сравнению со сдельной оплатой труда. На многих предприятиях широко применяется повременная оплата.

На авиационных заводах применяются и некоторые разновидности сдельной оплаты труда: прямая сдельная, косвенная сдельная, сдельно-премиальная, аккордная. Прямая сдельная оплата может быть как индивидуальной, так и бригадной (коллективной). Косвенная сдельная оплата труда применяется для вспомогательных рабочих (наладчиков, гальваников, термистов и др.), от качества и темпов работы которых зависит выработка обслуживаемых ими основных рабочих.

При *сдельно-премиальной* системе рабочий получает за выработанную продукцию оплату по сдельной расценке и премии за выполнение и перевыполнение сменных или месячных заданий, за экономию ресурсов, за сдачу продукции с первого предъявления.

При аккордной системе заработной платы рабочему или группе рабочих выплачивается за весь объем качественно проведен-

ных работ. Эта очень важная форма оплаты труда часто применяется на срочных работах.

В настоящее время широко распространилась *бригадная* (коллективная) *сдельная* оплата труда. Заработная плата выплачивается членам бригады с учетом их вклада, квалификации и отработанного времени. При этом основным регулятором выступает коэффициент трудового участия (КТУ).

Повременная оплата труда применяется на работах, которые не подлежат нормированию, экономически нецелесообразно нормировать из-за большого объема нормировочных и учетных работ, а также при проведении экспериментальных работ.

Для заинтересованности рабочих в выполнении плана повременная оплата дополняется премией. Повременная часть заработной платы начисляется пропорционально фактически отработанному времени и включает оплату по тарифу, доплату за условия труда и доплату за профессиональное мастерство.

Для нормального существования предприятию необходимы фонды, в том числе и фонд заработной платы. Плановый фонд заработной платы определяется умножением расчетной численности работников на их среднюю заработную плату (без учета выплат из фонда материального поощрения). Основой расчета планового фонда является определение приростов производительности труда и заработной платы. Фонд заработной платы утверждается вышестоящей организацией.

Другим методом планирования фонда заработной платы является нормативный метод, при котором утверждаемым показателем является норматив заработной платы на рубль продукции. При таком методе планирования фонд заработной платы определяется умножением норматива заработной платы, приходящейся на рубль продукции, на планируемый объем продукции.

Одним из основных показателей деятельности предприятия (завода) является соблюдение правильного соотношения между ростом производительности труда и ростом средней заработной платы. Производительность труда должна опережать рост средней заработной платы. При таком развитии предприятие всегда будет рентабельным и иметь прибыль. При перерасходе фонда заработной платы виновных наказывают: за этим зорко следит банк.

Основные положения по вопросам заработной платы рассмотрены. Но как это происходит в жизни?

Как рабочий зарабатывает деньги? Как складывается его зарплата?

Рабочий, если он работает по сдельной оплате труда, получает наряд на производимую работу. В этом наряде указано все: и что нужно сделать, и сколько за эту работу будет заплачено. После завершения работы, указанной в наряде, и сдачи продукции контрольному аппарату рабочий этот наряд должен передать в цеховую бухгалтерию для оплаты. Затем рабочий получает наряд на следующую работу. Если для выполнения работы требуется больше месяца, то для начисления заработной платы за месяц такую работу процентируют, т. е. выставляют к оплате фактически

выполненный объем работы. Таким образом, сам рабочий регулирует свою зарплату, ведет необходимый учет и в конце месяца знает, сколько он получит. Чем выгодна для рабочего сделанная оплата? Такая система оплаты труда стимулирует рост производительности труда, и рабочий всегда знает, сколько он получит в конце месяца. При этом у рабочего есть стимул выполнять работу более высокого разряда, что очень важно для молодых рабочих, имеющих в начале трудовой деятельности более низкие разряды.

Знанию основ экономики сейчас придается большое значение. На некоторых предприятиях при присвоении очередных разрядов требования знания основ экономики ставятся наравне с профессиональными требованиями.

Приведем здесь некоторые вопросы и ответы на них, которые могут быть полезны.

Вопрос. Что такое производительность труда?

Ответ. Производительность труда – это эффективность затрат труда. Она выражается в количестве продукции, производимой работником за единицу времени. Более высокая производительность труда дает возможность при меньшей затрате рабочего времени производить больше продукции.

Вопрос. Что такое эффективность производства?

Ответ. Эффективность производства – экономический результат производственной деятельности. Повысить эффективность производства значит добиться наибольших экономических результатов при наименьших затратах.

Вопрос. Что такое основные производственные фонды?

Ответ. Основные производственные фонды – это средства труда, с помощью которых изготавливается продукция. К ним относятся: производственные здания, сооружения, машины, оборудование, транспорт, инвентарь, инструмент и др.

Вопрос. Что такое фондоотдача?

Ответ. Фондоотдача – один из наиболее важных показателей эффективности использования основных производственных фондов. Он показывает, какое количество продукции в денежном выражении выпущено за год в расчете на один рубль стоимости основных производственных фондов.

Вопрос. Что такое фондовооруженность труда?

Ответ. Фондовооруженность труда – показатель стоимости основных производственных фондов, приходящейся на одного работника. Увеличение фондовооруженности – один из важнейших факторов повышения производительности труда. Показателем роста фондовооруженности труда является уровень механизации и автоматизации производственных процессов, технологического переоснащения предприятия.

Вопрос. Что такое рентабельность предприятия?

Ответ. Рентабельность – один из показателей экономической эффективности работы предприятия за определенный промежуток времени. Исчисление уровня рентабельности поставлено в прямую зависимость от эффективности использования производственных фондов. Уровень рентабельности исчисляется в процен-

тах, как отношение прибыли предприятия к стоимости основных производственных фондов и оборотных средств.

Вопрос. Что такое оборотные средства?

Ответ. Оборотные средства – выраженные в денежной форме средства предприятия, вложенные в производственные запасы, незавершенное производство и готовую, но еще не реализованную продукцию. Часть оборотных средств находится также на счете предприятия в банке и в кассе предприятия.

Вопрос. Из чего состоят оборотные производственные фонды?

Ответ. Оборотные производственные фонды – предметы труда, из которых изготавливается продукт (сырье, материалы, топливо, тара, запчасти и др.). Они целиком потребляются в каждом производственном цикле, полностью переносят свою стоимость на готовый продукт в течение одного периода производства. С внедрением новых экономических методов изменяются и условия формирования заработной платы, которые все более отражают вклад работника в создание готового продукта, повышая заинтересованность в конечном результате его труда.

7.3. ТВОРЧЕСТВО В РАБОТЕ. ИЗОБРЕТАЙ И РАЦИОНАЛИЗИРУЙ!

Результатом творческого труда авиастроителей являются самолеты и другие ЛА, воплощающие достижения современного научно-технического прогресса. Их создание требует постоянного творчества, нешаблонного подхода к решению проблем, возникающих при создании современной авиационной техники. Под техническим творчеством мы понимаем постоянный поиск всего нового, познание законов природы и техники и умелое применение этих законов в своей профессиональной деятельности. Творчество в той или иной степени проявляется везде, где бы человек не работал, чем бы он не занимался. Творчество в работе зависит не только от способностей, но и от новаторского подхода к решению поставленной задачи. Для развития творческой личности в нашей стране созданы все необходимые условия. Это, в первую очередь, сеть научно-технических библиотек, научно-технические центры, выставки, конференции, школы новаторов производства и многое-многое другое. Очень много дает регулярное чтение научно-технических и научно-производственных журналов по избранной Вами специальности.

Творчество в авиационной промышленности поддерживается и поощряется, оно направлено на создание лучшего продукта (самолета) с наименьшими затратами. Техническое творчество поощряется государством как морально, так и материально.

Формы проявления технического творчества также различны, но наиболее широкое распространение они получили в изобретательстве и рационализации. В масштабе страны имеется Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий. Результатом технического творчества может стать изобретение или

рационализаторское предложение. Многие работники авиационных заводов являются изобретателями и рационализаторами.

Любой агрегат будет совершеннее, если он выполнен на уровне изобретения, т. е. с применением новых технических решений и открытий. Для этого нужны глубокие знания основ теории и практики. А кто лучше знает практику? Естественно, человек, который ею занимается, т. е. рабочий-профессионал, специалист своего дела.

Современные рабочие – это люди в основном со средним, а иногда и высшим образованием. Это способствует развитию творческих идей при проведении работ по созданию новой самолетной техники. Знания, умение, желание, поиск рождает новое решение, изобретение. Особенно много новых идей рождается при создании новой техники, которая еще недостаточно отработана; здесь рабочему творчеству, как говорится, широкое поле деятельности.

Оформление заявки на изобретение довольно трудное дело, требующее определенных навыков и знаний в этом вопросе. Например, чтобы показать или доказать, что Ваша идея действительно новая, необходимо провести библиографический поиск по известным уже источникам. Определить, нет ли аналогичного изобретения (патента) в других странах. Если Вы убедились, что нет, то смело можно подавать заявку на изобретение; значит, Вы – первый. Заявки принимают к оформлению соответствующие службы завода, которые помогут Вам оформить все положенные документы. Авторское свидетельство выдает Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий, он же в государственном масштабе защищает права авторов и само изобретение.

Заявка на изобретение (вначале оно называется „предполагаемое изобретение“) подается на предприятии, где работает автор изобретения. Если же автор не работает на авиационном предприятии, то он может подать заявку на предполагаемое изобретение самостоятельно прямо в Государственный комитет СССР по делам и изобретений и открытий.

Изобретения оплачиваются, что ведет к дополнительному экономическому стимулированию, расширению круга изобретателей и, главное, к развитию прогресса техники.

За особо важные изобретения присваивается звание „Изобретатель СССР“, за выдающиеся заслуги – „Заслуженный изобретатель РСФСР“, „Заслуженный изобретатель СССР“. Обладатели этих званий имеют большие преимущества, заключающиеся в предоставлении дополнительной жилой площади, установлении персональных пенсий и других льгот. Изобретения, сделанные на уровне раскрытия новых явлений или законов природы, считаются открытиями.

Изобретатель является движущей силой развития техники. Предметом изобретения может быть как самолет, так и отдельные его части, механизмы, узлы, устройства, а также технологические процессы, новые материалы и многое другое.

Более массовым видом творчества является рационализация.

Особенно много рационализаторов среди рабочих в цехах, на участках. Рационализатор всегда думает, как сделать работу лучше и быстрее, его мысли сосредоточиваются в этом направлении. Обладая опытом, производя работу своими руками, имея особое чутье, специалист всегда будет проводить ее собственными приемами, ускоряющими выполнение данной работы. В этом собственно и есть смысл рационализации.

Работа изобретателей и рационализаторов выгодна как государству, так и им самим. Так, за любое принятое рационализаторское предложение, дающее даже незначительную пользу, выплачивается поощрительное материальное вознаграждение.

Рассмотрим, как квалифицируются рационализаторские предложения и как они оформляются?

Рационализаторским предложением признается техническое решение, являющееся новым и полезным для предприятия, которому оно подано, и предусматривающее изменение конструкции изделия, технологии производства и применяемой техники или изменение состава материала.

Предложение не признается рационализаторским, если:
оно снижает надежность, долговечность, качество и другие показатели или ухудшает условия труда;
в предложении нет технического решения;
оно применялось на другом предприятии или опубликовано в печати без дополнительной проработки применительно к нуждам завода.

Рационализаторское предложение составляется по определенной форме самим автором. В предложении должны быть необходимые заключения специалистов завода. Предложение подается уполномоченному по рационализации цеха, участка. После принятия положительного решения по предложению автору выдается удостоверение установленного образца. По предложениям, дающим экономический эффект, вознаграждение автору насчитывается с учетом этого эффекта. Все споры по рационализаторским предложениям решаются в установленном порядке. Для защиты интересов рационализаторов и изобретателей создано Всесоюзное общество изобретателей и рационализаторов (ВОИР).

Рационализаторы и изобретатели вносят большой вклад в развитие и прогресс авиационной техники. Армия их огромна и все время увеличивается, что способствует созданию новых, более перспективных самолетов.

В настоящее время широко обсуждается проект закона об изобретательской деятельности в СССР, который еще более будет способствовать расцвету творческих сил изобретателей нашей страны.

7.4. БЕЗОПАСНОСТЬ ВАШЕГО ТРУДА ОХРАНЯЕТСЯ ЗАКОНОМ

Охрана труда в Советском Союзе гарантируется соответствующими законами о труде. Вопросы охраны труда отражены и в

производственных инструкциях, и правилах внутреннего распорядка.

Администрация обязана довести до каждого рабочего действующие правила и инструкции по охране труда и технике безопасности на соответствующем рабочем месте.

Знание безопасных приемов труда, неукоснительное их исполнение предупреждает травматизм и возникновение профессиональных заболеваний. При необходимости для выполнения определенных работ администрация обязана бесплатно предоставить специальную одежду и защитные средства.

В соответствии с действующим законодательством на предприятиях для трудящихся предоставляются различные виды отдыха: обеденный перерыв, межсменные перерывы, еженедельный отдых, особые нерабочие дни и ежегодные отпуска. Для большинства профессий работа в выходные дни запрещена. Однако при непрерывном технологическом цикле производства выходные дни переносятся на другие дни недели по согласованию с профсоюзным комитетом.

Труд женщин и несовершеннолетних на вредных и тяжелых работах запрещен. Лица, не достигшие 18 лет, могут быть допущены к работе после обязательного медицинского осмотра, который затем периодически повторяется. Такой медицинский контроль исключает отрицательное влияние данной работы на здоровье работающих. Несовершеннолетние не допускаются к работам в ночное время и к сверхурочным работам. Для подростков до 16 лет установлен четырехчасовой рабочий день, а в возрасте от 16 до 18 лет – шестичасовой.

Забота о человеке, о сохранении его здоровья и трудоспособности является одной из важнейших задач на любом предприятии авиационной промышленности. Основными причинами несчастных случаев являются недостатки и неисправности машин и оборудования, а также нарушения работающими правил техники безопасности. Причиной несчастных случаев и различных заболеваний могут стать нерациональный режим труда, большое физическое или психическое напряжение, чрезмерный шум, вибрации, производственная пыль и другие неблагоприятные факторы. Болезни, характерные для данного вида производства, называются профессиональными. Для их предупреждения принимаются различные меры.

Общее руководство вопросами охраны труда в настоящее время осуществляют министерство отрасли, ЦК профсоюзов работников авиационной промышленности, имеющие специальные инспекции охраны труда. На предприятиях руководство охраной труда возлагается на руководителя предприятия и его первого заместителя – главного инженера. Рабочим органом, ежедневно контролирующим условия труда, является отдел (бюро) техники безопасности или охраны труда. В его обязанности входят контроль за соблюдением соответствующих правил и инструкций и обеспечение мер по предотвращению несчастных случаев при производстве самолетов.

Если несчастный случай все-таки произошел, то пострадавший или свидетели обязаны немедленно сообщить об этом мастеру или руководителю работ.

Важнейшим условием исключения производственного травматизма является тщательное усвоение всеми работниками предприятия правил техники безопасности. Администрация предприятия обязана проинструктировать всех вновь поступающих на завод по правилам безопасности работы и безопасности поведения на участке, в цехе, на территории предприятия. Существуют два вида инструктажа:

вводный, проводимый, как правило, в кабинетах техники безопасности работниками отдела охраны труда в течение трех часов при оформлении нового сотрудника на работу;

производственный, проводимый на рабочем месте мастером или руководителем работ в течение первых шести смен работы. Без проведения вводного инструктажа рабочий не может быть допущен к работе.

При производственном инструктаже вновь поступающим на работу должны быть объяснены устройство оборудования, правила его пуска и остановки, назначение предохранительных устройств и правила их применения. В обязательном порядке должны быть показаны безопасные приемы работ и правильное применение защитных средств и спецодежды. При переходе на новое место работы необходимо пройти дополнительный инструктаж с учетом условий работы на новом рабочем месте.

О том, что инструктаж проведен, делается соответствующая запись в журнале инструктажа по технике безопасности, куда вносятся подписи прошедшего инструктаж и проводившего инструктаж, а также дата его проведения.

Список литературы

1. Арлазоров М. С. Винт и крыло. Несколько страниц истории авиации. М.: Знание, 1980. 176 с.
2. Арлазоров М. С. Фронт идет через КБ. М.: Знание, 1975. 224 с.
3. Брагин В. А., Брагина Р. П. Жизнь и небо. М.: Моск. рабочий, 1984. 143 с.
4. Гай Д. И. Вертолеты зовутся МИ. М.: Моск. рабочий, 1976. 160 с.
5. Гай Д. И. Небесное притяжение (Жизнь выдающегося конструктора самолетов В. М. Мясищева). М.: Моск. рабочий, 1984. 221 с.
6. Гай Д. И. Профиль крыла (Повесть о конструкторе самолетов В. М. Пятлякове). М.: Моск. рабочий, 1981, 192 с.
7. Григорьев А. Б. Альбатросы (Из истории гидроавиации). М.: Машиностроение, 1989. 272 с.
8. Дузь П. Д. История воздухоплавания и авиации в России. М.: Машиностроение, 1989. 336 с.
9. Кузьмина Л. М. Генеральный конструктор Павел Сухой. М.: Мол. гвардия, 1983. 239 с.
10. Кузьмина Л. М. Конструктор самолетов (Страницы жизни Н. И. Камова). М.: Мол. гвардия, 1988. 254 с.
11. Кузьмина Л. М. Огненное сердце. М.: Моск. рабочий, 1983. 223 с.
12. Лазарев Л. П. Коснувшись неба. М.: Профиздат, 1983. 225 с.
13. Негреба В. А., Маркин Л. В. Технология монтажа приборного оборудования летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1985. 312 с.
14. Пономарев А. Н. Авиация настоящего и будущего. М.: Воениздат, 1984. 256 с.
15. Пономарев А. Н. Советские авиационные конструкторы. М.: Воениздат, 1980. 247 с.
16. Рябчиков Е. И. Магид А. С. Становление. М.: Знание, 1978. 176 с.
17. Саркисян С. А., Старик Д. Э. Экономика авиационной промышленности. М.: Высш. шк., 1980. 364 с.
18. Стражева И. В. Полета вольное упорство (Страницы жизни авиаконструктора Поликарпова). М.: Моск. рабочий, 1986. 223 с.
19. Турьян В. А. Сборка летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1980. 174 с.
20. Чутко И. Э. Мост через время. М.: Политиздат, 1989. 335 с.
21. Шавров В. Б. История конструкций самолетов в СССР до 1938 г. М.: Машиностроение, 1985. 752 с.
22. Шавров В. Б. История конструкций самолетов в СССР 1938–1950 гг. М.: Машиностроение, 1988. 568 с.
23. Шахурин А. И. Крылья победы. М.: Политиздат, 1984. 240 с.
24. Яковлев А. С. Цель жизни (Записки авиаконструктора). М.: Политиздат, 1966. 543 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. АВИАЦИЯ, ЕЕ ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ	4
1.1. Зачем нужна авиация	4
1.2. Из истории авиации	6
1.3. Советская авиация	9
1.4. Самолеты и другие летательные аппараты сегодняшнего дня и ближайшего будущего.	19
1.5. Авиастроение и конверсия	24
2. САМОЛЕТ И ЕГО КОНСТРУКЦИЯ.	27
2.1. Как зарождается самолет	27
2.2. Некоторые общие критерии оценки самолета и его конструкции .	30
2.3. Основа самолета – его планер	34
2.4. Двигатель – „сердце” самолета	43
2.5. Системы самолета – артерии питания и обеспечения	46
2.6. Оборудование самолета	46
3. ГДЕ ДЕЛАЮТ САМОЛЕТ	48
3.1. Авиационная промышленность	48
3.2. Авиационные заводы страны	50
3.3. Структура авиационного завода и его особенности	52
3.4. Цех – основная производственная ячейка завода	54
4. КАК ДЕЛАЕТСЯ САМОЛЕТ	56
4.1. Технология и ее роль в производстве.	56
4.2. Материал – основа конструкции	59
4.3. Заготовительно-штамповочные работы – первый шаг в производ- стве самолета	62
4.4. Механическая обработка и оборудование	67
4.5. Сборка агрегатов и самолета	69
4.6. Автоматизация, автоматические линии и гибкие автоматизи- рованные производства	76
5. КАК И ГДЕ МОЖНО НАУЧИТЬСЯ ДЕЛАТЬ САМОЛЕТ.	80
5.1. Система обучения – твердый путь получения профессиональных знаний	80
5.2. Различные профессии в авиастроении	83
5.3. Подготовка рабочих кадров на заводе.	87
5.4. Первый день на заводе	89
6. ЭКСКУРСИЯ ПО АВИАЦИОННОМУ ЗАВОДУ	90
6.1. Механообрабатывающий цех	90
6.2. Цех электро- и радиооборудования	91
6.3. Цех сборки	93
6.4. Аэродромный цех и его летно-испытательная станция (ЛИС)	97
7. РАБОТА, ЗАРАБОТОК, ОХРАНА ТРУДА	99
7.1. Экономика завода, цеха, участка	99
7.2. Заработная плата рабочего человека	101
7.3. Творчество в работе. Изобретай и рационализируй!	105
7.4. Безопасность Вашего труда охраняется законом	107
Список литературы	110

Научно-популярное издание

Негреба Василий Александрович

Маркин Леонид Владимирович

САМОЛЕТ И ТВОЯ ПРОФЕССИЯ

Редактор *И. Н. Мырина*

Технический редактор *Р. Д. Гольдштейн*

Художественный редактор *В. В. Лебедев*

Корректор *Л. Я. Шабашова*

ИБ № 7007

Сдано в набор 11.11.90. Подписано в печать 18.03.91. Формат 60x90¹/₁₆. Бумага типографская.
№ 2. Гарнитура Тиде. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,75. Усл. кр.-отт. 7,70. Уч. изд. л. 8,30.

Тираж 40 000 экз. Заказ 3730. Цена 1 р.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство „Машиностроение“, 107076, Москва,
Стромынский пер., 4.

Барановичская укрупненная типография, 225320, г. Барановичи, Советская, 80.