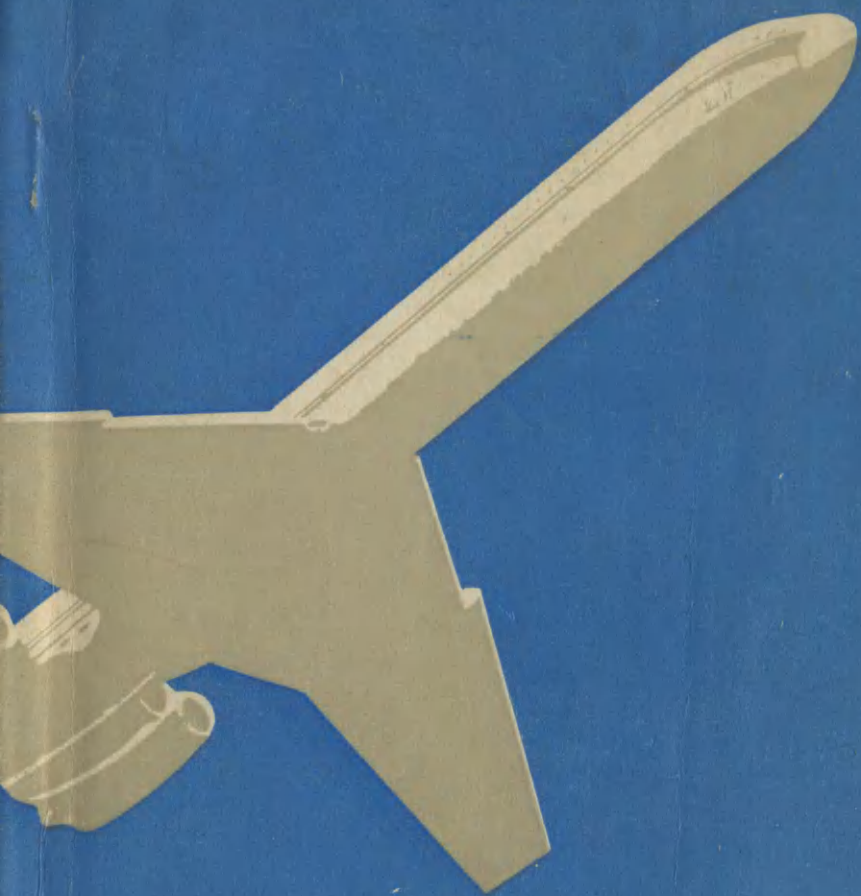




Е. В. СОФРОНОВ, И. Б. ЧУДАКОВ

В ВОЗДУХЕ САМОЛЕТЫ АЭРОФЛОТА

Е. В. СОФРОНОВ, И. Б. ЧУДАКОВ

В ВОЗДУХЕ САМОЛЕТЫ АЭРОФЛОТА

Издание 2-е,
переработанное
и дополненное



Москва
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»
1973

Софронов Е. В., Чудаков И. Б. В воздухе самолеты Аэрофлота. М., «Машиностроение». 1973, 144 с.

В книге популярно рассказано о гражданской авиации Советского Союза, ее замечательной технике. Прочитав книгу, читатель узнает, что представляют собой современный пассажирский самолет и вертолет, как авиация используется в народном хозяйстве, какие приборы обеспечивают безопасность и регулярность полетов.

При написании книги авторами использовались материалы открытой зарубежной и отечественной печати.

Ил. 58.

С $\frac{3186-195}{038(01)-73}$ 195-73

Со времен глубокой древности люди мечтали покорить воздушную стихию. Через даль веков дошли до нас сказания о дерзновенных попытках людей создать летательный аппарат. Разные народы складывали об этом сказания и мифы.

Широко известна древнегреческая легенда о Дедале и его сыне Икаре, которые бежали с острова Крит на искусственных крыльях.

История хранит сведения о попытках русских людей освоить воздушную стихию. В 906 году князь Олег, осадив Царьград, применил военную хитрость. Он приказал изготовить из позолоченной бумаги воздушные змеи, придав им вид всадников, и пустить их на осажденный город. Греки, увидев летящее по воздуху войско в золотых доспехах, в панике бежали, оставив город: «сотвориши кони и люди бумажны вооружены и позлащены и пусти на воздух на град; увидев же грецы и убояшася...» *.

В исторических летописях упоминается некий Никитка, живший во времена Ивана IV. Он построил машину с деревянными крыльями, наподобие птичьих. Никитка был обвинен в связи с нечистой силой, ему отрубили голову, тело бросили на съедение собакам, а машину сожгли.

С XVIII века до нас дошел рассказ о подъячем из Нерехты Крякутном, который в 1731 году в Рязани, за полвека до братьев Монгольфье в Париже, соорудил матерчатый воздушный шар, наполнил его горячим дымом и совершил полет, но был изгнан из Рязани властями и церковниками.

* А. А. Родных. Краткая история военного воздухоплавания на Руси со времен Олега по конец царствования Николая I. СПб, 1914, с. 3.

Приводятся и другие сведения о попытках людей подняться в воздух. Ни жертвы, ни преследования не могли заставить человека отказаться от своей мечты.

Впервые научно обоснованный проект летательного аппарата тяжелее воздуха разработал Леонардо да Винчи в 1475 году. Эскиз и описание воздушного винта, сделанные великим ученым, были обнаружены в Миланской библиотеке и опубликованы лишь в XIX веке.

В развитие воздухоплавания внес вклад Михаил Васильевич Ломоносов. Разработанные им при изучении воздушной среды проблемы впоследствии во многом помогли при становлении новой науки — аэродинамики. В 1754 году на заседании Российской Академии наук он продемонстрировал свою «аэродромическую машинку». Подъемная сила этого аппарата создавалась воздушным винтом, приводимым во вращение часовой пружиной.

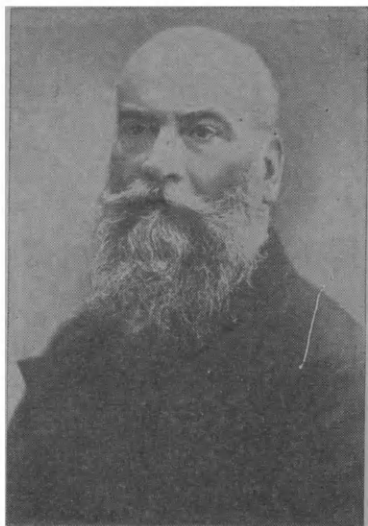
Научные исследования М. В. Ломоносова вдохновили многих русских ученых. В 1804 году академик Я. Д. Захаров успешно совершил полет на воздушном шаре и в высоких слоях атмосферы наблюдал за явлениями прохождения звука, магнетизма и электричества. На различных высотах он брал пробы воздуха, измерял его температуру, давление и изучал влияние высоты на организм человека, особенно на слух.

Наблюдая за полетами живых существ, человек пытался создавать летательные конструкции с машущими крыльями, приводимыми в движение с помощью мускульной силы человека.

Летательный аппарат тяжелее воздуха с машущими крыльями получил название орнитоптер, или птицекрыл. Работы по птицекрылам не вышли из стадии экспериментов, так как для приведения в движение крыльев с большой поверхностью мускульной силы человека было недостаточно, а крылья с малой поверхностью не могли оторвать его от земли.

Имя Дмитрия Ивановича Менделеева вошло в историю мировой науки не только как автора периодической системы элементов, но и как ученого, много сделавшего для развития воздухоплавания и изучения атмосферы. Его труды послужили руководством для многих изобретателей.

Д. И. Менделеев сам участвовал в полетах. 19 августа 1887 года он наблюдал солнечное затмение, подняв-



Н. Е. Жуковский

шись на воздушном шаре до высоты 3600 м. Русское техническое общество, организовавшее этот полет, предполагало, что на шаре поднимутся два человека. Однако дождь, ливший в течение нескольких суток, намочил оболочку аэростата и повредил веревочную сеть, связывавшую ее с гондолой, и подводящий шланг. Поэтому подъемная сила воздушного шара уменьшилась, и он смог поднять только одного человека и не 200 килограммов груза, как предполагалось, а только 35. В этих условиях Д. И. Менделеев принял смелое решение — лететь одному. Он пробыл в воздухе 3 часа 36 минут и сделал много ценных наблюдений.

Однако полеты на воздушном шаре не могли удовлетворить человека, так как ни направление, ни скорость нельзя было регулировать. Люди хотели свободно парить в бескрайних просторах, летать куда угодно и с большой скоростью.

Первая попытка создать самолет с паровым двигателем принадлежит русскому морскому офицеру Александру Федоровичу Можайскому. Наблюдая за полетом птиц и действием ветра на паруса морских судов, он задался целью построить летательный аппарат тяжелее воздуха. Он проводил аэродинамические опыты с пластинками и летающими моделями, поднимался на воздушном шаре.

В 1881 году А. Ф. Можайский получил патент на свое изобретение — летательный аппарат, названный им «воздухолетательным снарядом», а в 1885 году его аппарат — самолет был построен, но при взлете потерпел аварию.

Несмотря на недостатки, самолет А. Ф. Можайского был первым в мире самолетом, построенным в натуральную величину и отделившимся от Земли с человеком на борту. Он имел все основные части самолета: корпус, крыло, оперение, шасси, управление, силовую установку.

Позже попытки построить самолет с паровой машиной были предприняты в Англии и Франции. Но из-за несовершенства двигателей создать удачную конструкцию не удавалось.

С развитием двигателей внутреннего сгорания стало возможным построить летательный аппарат более легкой конструкции, каким был самолет американцев братьев У. и О. Райт, на котором в 1903 году они совершили успешный полет.

Вслед за ними многие конструкторы стали поднимать свои машины в воздух. Однако отсутствие научной базы при конструировании и постройке самолетов часто приводило к авариям и катастрофам.

После появления трудов русских ученых Николая Егоровича Жуковского и Сергея Алексеевича Чаплыгина стало возможным конструирование самолетов на научной основе.

Бурное развитие авиации в нашей стране началось после Великой Октябрьской социалистической революции.

НАД ОКЕАНАМИ И КОНТИНЕНТАМИ

9 февраля 1923 г. было издано постановление Совета Труда и Оборона «О возложении технического надзора за воздушными линиями на Главное управление воздушного флота и об организации Совета по гражданской авиации». Этот день является официальной датой образования Аэрофлота как самостоятельной отрасли народного хозяйства.

На Совет по гражданской авиации возлагалось открытие новых воздушных линий, наблюдение за экономической деятельностью гражданской авиации и осуществление административных функций. Был разработан план развития воздушных линий на ближайшие 3 года.

В 1923—1925 гг. для обеспечения пассажирских и грузовых перевозок были созданы три акционерных общества воздушного флота: «Добролет» (РСФСР), «Укрвоздухпуть» (УССР), «Закавиа» (ЗСФСР).

Для того чтобы судить о степени развития и состоянии гражданской авиации тех лет, напомним, что протяженность первой регулярной пассажирской авиалинии Москва — Нижний Новгород составляла 420 км, по которой в течение 1923 г. было перевезено 229 пассажиров и 1800 кг груза.

В те годы в Аэрофлоте было много иностранных машин, так как самолеты, которые выпускала наша не окрепшая еще авиационная промышленность, не могли удовлетворить потребности молодой Советской Республики. Скорости полетов были невысокими. Например, самолет Ш-2 с одним пассажиром развивал предельную скорость 120 км/ч, самолет ПР-5 при четырех пассажирах имел скорость 190 км/ч.

Несмотря на относительно отсталую технику, гражданская авиация крепла и развивалась, и уже в 1927 г. самолетами было перевезено 3000 человек и 64 000 т грузов.

Одновременно с расширением внутренних авиалиний прокладывались и международные воздушные трассы. В 1922 г. была открыта первая регулярная международная линия Москва—Кенигсберг протяженностью 1300 км. По ней совершали полеты машины советско-германского общества воздушных сообщений «Дерулюфт». В 1927 г. маршрут был удлинён до Берлина. С 1928 г. общество «Дерулюфт» начало выполнять полеты также по трассе Ленинград — Рига, Ленинград — Таллин.

Советские летчики уже в 1925 г. осуществили грандиозный перелет Москва — Пекин протяженностью около 7000 км. Полет проходил в тяжелых условиях, над высокими горными хребтами, под проливными дождями, сквозь туманы и дым лесных пожаров. Он длился 33 дня и был успешно завершен.

В 1926 г. экипаж под командой летчика М. М. Громова совершил триумфальный полет по семи государствам Европы, преодолев около 7150 км за 34 летных часа,— советский самолет АНТ-3 «Пролетарий», стартовав в Москве, побывав в Кенигсберге, Берлине, Париже, Риме, Вене, Праге и Варшаве, показав среднюю скорость 206 км/ч.

Дальний перелет из Москвы в Токио и обратно на самолете АНТ-3 «Наш ответ» в 1927 г. был совершен экипажем под командой летчика С. А. Шестакова. Расстояние в 22 000 км было пройдено за 153 летных часа в чрезвычайно трудных метеорологических условиях.

Осенью 1929 г. самолет АНТ-4 «Страна Советов», пилотируемый С. А. Шестаковым и Ф. Е. Болотовым, совершил перелет из Москвы в Нью-Йорк через Сибирь, Дальний Восток, Алеутские острова, Британскую Колумбию. За 142 летных часа самолет преодолел 21 242 км, из которых около 8000 км над Тихим океаном.

Особенно бурное развитие гражданского воздушного флота происходит в годы социалистической индустриализации. Совершенствуются авиационная техника и аэродромное оборудование. Быстро растет протяженность воздушных линий.

Высокие технические качества отечественных самолетов были продемонстрированы выдающимися полетами советских летчиков. Так, экипаж в составе М. М. Громова, А. И. Филина и И. Т. Спирина в 1934 г. на самолете АНТ-25 за 75 ч 2 мин пролетел по замкнутому маршруту 12 411 км. В 1936 г. на таком же самолете выпол-

нил полет по маршруту Москва — Северный Ледовитый океан — Петропавловск-на-Камчатке — Николаевск-на-Амуре—остров Удд экипаж в составе В. П. Чкалова, Г. Ф. Байдукова и А. В. Белякова. Самолет находился в воздухе 56 ч 20 мин и в сложных метеорологических условиях пролетел расстояние, равное 9374 км. Тот же экипаж В. П. Чкалова на самолете АНТ-25 в июне 1937 г. совершил перелет Москва — Северный полюс — Соединенные Штаты Америки, преодолев расстояние в 9130 км за 63 ч 16 мин.

Спустя 22 дня на самолете АНТ-25 экипаж в составе М. М. Громова, А. Б. Юмашева и С. А. Данилина совершил такой же перелет и установил мировой рекорд дальности, пролетев 10 200 км за 62 ч 57 мин.

С тех пор прошло почти сорок лет. За эти годы Аэрофлот стал одной из крупнейших воздушно-транспортных организаций мира. Воздушные магистрали СССР расходятся от столицы нашей Родины по всем направлениям и от столиц союзных и автономных республик к другим городам, пересекают горные хребты и возвышенности, моря и океаны, реки и озера. Это голубые дороги Аэрофлота. Густой сетью они покрывают необъятную территорию Советского Союза. Если эти дороги вытянуть в одну линию, то она более десяти раз обовьется вокруг нашей планеты.

Воздушные магистрали протянулись к самым отдаленным и глубинным уголкам СССР, к железорудным и нефтяным месторождениям Урала и Сибири, к курортным городам Кавказа и Крыма. Более чем в 60 государствах Европы, Азии, Америки и Африки летают сейчас самолеты Аэрофлота.

Рубежом не только для гражданского воздушного флота СССР, но и для всей мировой авиации был 1956 г. В Советском Союзе впервые в мире реактивный пассажирский самолет вышел на воздушную трассу. Это был 50-местный Ту-104, модернизированный впоследствии в два варианта: на 70 и 100 мест.

Тот факт, что Советский Союз стал пионером в создании многоместных пассажирских реактивных самолетов, явился новой демонстрацией преимуществ социалистического строя, создавшего благоприятные условия для быстрого развития научно-технической мысли и претворения в жизнь смелых и дерзновенных замыслов ученых.

Воздушный транспорт прочно вошел в быт советских людей. Этому содействует неуклонное снижение тарифов; на многих трассах стоимость пролета не превышает стоимости проезда по железной дороге. И авиатранспорт теперь считается обычным средством сообщения.

В настоящее время удельный вес пассажирских авиаперевозок в общем объеме пассажирооборота страны непрерывно возрастает. По некоторым направлениям он превышает объем перевозок железных дорог, особенно по таким направлениям как Москва—Хабаровск, Москва—Ашхабад, Москва—Алма-Ата и др.

Основное преимущество, отличающее авиатранспорт от других перевозочных средств, — это огромная экономия времени, важнейшего фактора развития производительных сил страны и создания материально-технической базы коммунизма. По сравнению с железнодорожным воздушный транспорт сокращает пребывание пассажиров и грузов в пути в 10—15 раз, а по сравнению с водным — в 30—40 раз. С выходом на воздушные трассы сверхзвукового самолета Ту-144 эта разница еще более увеличится.

Авиация находит все более широкое применение в различных отраслях народного хозяйства, особенно в сельском хозяйстве. Как известно, в июле 1970 г. Пленум ЦК КПСС наметил очередные задачи в области развития сельского хозяйства на основе дальнейшей интенсификации, т. е. химизации, мелиорации и комплексной механизации. В решении этих задач роль авиации очень большая. Работы, выполняемые в сельском хозяйстве с помощью самолетов и вертолетов, — самые разнообразные. Это внесение минеральных удобрений, защита растений от вредителей и болезней, перевозка скоропортящихся грузов и т. д. Высокая производительность авиации дает возможность с меньшими затратами труда по сравнению с наземной техникой обрабатывать большие площади в сжатые сроки. Авиация позволяет механизировать те работы в сельском хозяйстве, которые наземной техникой выполнить трудно или невозможно (например, борьба с вредителями и болезнями садов в сильно пересеченной местности, борьба с сорняками на рисовых полях, залитых водой и т. д.).

Все шире для перевозки пассажиров, грузов и в хозяйственных целях используются вертолеты. Они не нуждаются в специальных аэродромах, взлетно-посадочных

полосах, рулежных дорожках; могут летать с небольшой скоростью и даже «висеть» в воздухе на небольшой высоте. Вертолеты стали незаменимым средством сообщения в труднодоступных районах: в горах, тундре, болотистой местности и т. п. Большой эффект дает применение вертолетов на новостройках, где при отсутствии наземных дорог они экономят труд, время, механизмы.

До 1960 г. в стране было относительно мало вертолетных трасс. Перевозки пассажиров и грузов на вертолетах осуществлялись эпизодически, в исключительных случаях. Но в последние годы количество регулярных вертолетных линий и объем перевозок постоянно растут.

Из года в год Аэрофлот становится более мощным, оснащается передовой авиационной техникой. Да и сеть воздушных магистралей развивается быстрыми темпами. Если в 1940 г. протяженность воздушных трасс составляла 146 тыс. км, а в 1962 г. — более 400 тыс. км, то в 1972 г. она составляла уже около 800 тыс. км, из них международных — около 230 тыс. км. Или другой пример: в 1930 г. гражданская авиация перевезла 15 тыс. пассажиров, в 1940 г. — около 375 тыс., т. е. в 25 раз больше; в 1950 г. было перевезено 1,6 млн. пассажиров, а в 1960 г. — около 16 млн., т. е. в 10 раз больше, чем в 1950 г. В 1970 г. было перевезено уже 71,4 млн. пассажиров, а в 1972 г. — более 82 млн. пассажиров. Директивами XXIV съезда КПСС предусматривается на 1971—1975 гг. увеличение перевозок пассажиров воздушным транспортом в 1,7 раза. Намного возрастает и объем грузовых воздушных перевозок.

За последние годы значительно расширились международные связи Аэрофлота. На аэродромах Москвы, кроме советских Ил-62, Ту-114, Ту-134 и др., можно увидеть также самолеты авиакомпаний различных стран Европы, Америки, Азии, Африки. Международные аэропорты имеются также в Киеве, Ташкенте, Баку, Иркутске и других городах. В свою очередь, советские самолеты стали частыми гостями многих государств мира. Кроме того, Аэрофлот имеет соглашения со многими авиатранспортными предприятиями и компаниями о коммерческом сотрудничестве и взаимном признании проездных билетов и другой перевозочной документации. Это дает возможность Аэрофлоту обеспечить полет пассажиров в любую страну мира, даже если с ней и нет договора о прямом воздушном сообщении. Поэтому сейчас уже никого не



Интерьер городского аэровокзала в Москве

удивляет, что в советских самолетах слышится речь многих народов: английская, арабская, вьетнамская. Чехи, американцы, французы, поляки — кого только не встретишь в советском самолете!

Самолеты Аэрофлота снискали себе большую популярность у иностранных авиакомпаний. Столь высокий престиж советских машин объясняется их отличными летно-техническими качествами. Поэтому, естественно, что авиационные компании многих государств закупают в Советском Союзе и охотно применяют на международных и внутренних авиалиниях наши самолеты и вертолеты. В настоящее время тысячи советских машин эксплуатируются во многих странах мира.

За период своего развития Аэрофлот прошел славный путь от поршневых самолетов со скоростями полетов 100—150 км/ч до реактивных лайнеров, имеющих скорости полета 650—1000—2500 км/ч. И сейчас мы с гордостью говорим о советской гражданской авиации, самолеты которой обладают большой скоростью и дальностью полетов, высокой экономичностью.

9 февраля 1973 г. исполнилось 50 лет со дня образования гражданской авиации СССР. Эту славную годовщину Аэрофлот встретил дальнейшим ростом объема перевозок пассажиров и грузов, широким внедрением во



Аэровокзал в аэропорту Внуково

всех службах научной организации труда и управления. За это время наш гражданский воздушный флот вырос в самую большую авиакомпанию мира.

Высокую оценку роли гражданской авиации дал Л. И. Брежнев в Отчетном докладе ЦК КПСС XXIV съезду партии: «Учитывая размеры нашей страны, все большее значение приобретает дальнейшее развитие воздушного транспорта. Будут введены в эксплуатацию высокоэкономичные, комфортабельные самолеты новых типов, улучшена аэродромная служба. Аэрофлот, который уже сегодня стал крупнейшей авиакомпанией мира, перевезет в новой пятилетке почти 500 миллионов пассажиров и 11 миллионов тонн груза. Растет значение и таких видов деятельности нашей гражданской авиации, как помощь сельскому хозяйству и медицине, охрана лесных богатств, участие в геологоразведочных работах».

В наши дни летные подразделения гражданской авиации постоянно получают новую авиационную технику. Ожидается поступление модифицированных самолетов Ил-62, Ту-134, Як-40 и вертолетов. Внедрение в эксплуатацию самолетов-аэробусов Ил-86, рассчитанных на 300—350 человек, даст возможность не только увеличить объем транспортировки людей и грузов, но и улучшить условия перевозки пассажиров. Совершенствуется



Аэровокзал в Петропавловске-на-Камчатке

и наземное хозяйство Аэрофлота. Создаются благоустроенные новые и реконструируются старые аэропорты. Они оснащаются современными средствами управления воздушным движением. На основных магистральных направлениях Москва — Ленинград, Москва — Хабаровск, Москва — Киев и других внедрены системы автоматического управления заходом на посадку, что значительно повышает безопасность и регулярность полетов.

В текущей пятилетке войдут в строй также аэровокзальные комплексы в Ленинграде, Риге, Сочи, Донецке, Челябинске, Алма-Ате и многих других городах.

Постоянно внедряются прогрессивные методы обслуживания пассажиров. В Главном агентстве воздушных сообщений (Москва) действует электронная вычислительная машина, дающая возможность быстро выполнять операции по бронированию мест в самолетах. Там же монтируется электронная вычислительная машина, позволяющая полностью автоматизировать бронирование мест и продажу билетов. С помощью комплекса ЭВМ кассир, находящийся в любом аэропорту страны или агентстве Аэрофлота, сможет в несколько секунд получить данные о наличии свободных мест на самолетах любого рейса.

САМОЛЕТЫ И ВЕРТОЛЕТЫ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ И ИХ ТВОРЦЫ

Советское самолетостроение достигло больших успехов. Это в корне изменило облик летательных аппаратов гражданской авиации, эксплуатируемых как на внутри-союзных трассах малой, средней и большой протяженности, так и на международных воздушных линиях.

В СССР в настоящее время основной самолетный парк состоит из машин с реактивными двигателями; на этих самолетах перевозится большинство пассажиров и грузов.

Самолеты гражданской авиации надежны в эксплуатации и оснащены современным радионавигационным оборудованием, позволяющим выполнять полет и посадку днем и ночью в сложных метеорологических условиях.

Пассажиры размещаются в хорошо оборудованных герметизированных салонах, где установлены кресла с отклоняющейся спинкой. Нажатием кнопки на подлокотнике кресла пассажир может по своему желанию отклонить спинку назад и принять удобное для него положение. В карманах кресел — съемные столики, журналы, газеты, проспекты и т. п. Каждое кресло снабжено привязными ремнями. Над каждым креслом имеются щитки с кнопками вызова стюардессы, лампочки индивидуального освещения и выводы индивидуальной вентиляции.

Для детей ясельного возраста устроены подвесные люльки. Небольшие личные вещи пассажиры могут положить на багажные полки, укрепленные вдоль обоих бортов салона.

В салонах с помощью системы кондиционирования поддерживаются постоянное давление, влажность и температура воздуха, который совершенно чист и не имеет вредных примесей.

В ночное время в пассажирских салонах включается только дежурное освещение, дающее слабый рассеянный свет. Пассажиры, не желающие спать, могут пользоваться лампочками индивидуального освещения, свет которых не мешает окружающим.

Отделка салона и перегородки изготовлены из пластика. Проложенная под обшивкой теплозвукоизоляция заглушает шум от работающих двигателей.

Буфеты-кухни оборудованы всем необходимым для обеспечения пассажиров питанием во время полета. Здесь имеются термосы для чая или соков, кофеварки, кипяtilьники, электродуховые шкафы, контейнеры с посудой и др.

Познакомимся с творчеством ведущих советских конструкторов кораблей гражданской авиации и кратким описанием созданных ими самолетов.

А. Н. ТУПОЛЕВ

Самолеты с эмблемой «Ту» известны далеко за пределами нашей страны. Они были первооткрывателями самых трудных воздушных дорог, на них выполнялись дальние перелеты из СССР в другие страны, они первыми совершили посадку на Северном полюсе.

Создателем блестящего «созвездия» этих машин является конструкторское бюро, которым долгие годы руководил Генеральный конструктор по авиационной технике, трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий, заслуженный дея-



Генеральный
конструктор А. Н. Туполев



Шахматная партия в самолете

тель науки и техники, академик Андрей Николаевич Туполев.

Под его руководством было создано более 120 различных типов самолетов, из которых многие строились крупными сериями.

А. Н. Туполев (1888—1972 гг.), еще будучи студентом Московского высшего технического училища (ныне МВТУ имени Н. Э. Баумана), куда он поступил в 1909 г., становится одним из ближайших учеников Н. Е. Жуковского. В эти годы Андрей Николаевич принимает активное участие в работе аэродинамической лаборатории, проектировании первых аэродинамических труб, предназначенных для испытания самолетов. Занимаясь в воздухоплавательном кружке при училище, он проектирует и строит учебные планеры, причем на одном из них сам летает.

Творческая биография А. Н. Туполева как ученого и авиаконструктора началась в 1918 г., когда он по окончании МВТУ совместно с Н. Е. Жуковским принимает участие в организации Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ), заместителем начальника которого он был до 1935 г.

В 1922 г. при ЦАГИ создается конструкторское бюро

под руководством А. Н. Туполева, которое начало свою работу с проектирования и постройки одноместного самолета АНТ-1, выполненного в основном из дерева. Последующие годы ознаменовались поисками новых путей в самолетостроении, работой над созданием и освоением нового в те годы сплава — дуралюмина, оригинальным решением сложных технических проблем.

Сейчас мы знаем, что самолеты создаются из металла, привыкли к выражению «серебристая птица». Однако в 1923 г. молодому ученому нелегко было доказать преимущества цельнометаллического самолета. В горячих дискуссиях пришлось отстаивать правоту своих взглядов. Только после этого он сумел построить из металла двухместный самолет АНТ-2, глиссер, аэросани с воздушным винтом. На построенных металлических машинах были подтверждены конструктивные и эксплуатационные преимущества дуралюмина.

А. Н. Туполев стал основоположником использования металла в самолетостроении СССР. Переход на металл, обеспечивший возможность массового изготовления машин, потребовал коренного изменения приемов конструирования и технологии постройки самолетов.

В 1925 г. создается самолет АНТ-3. На нем экипаж М. М. Громова в сентябре 1926 г. совершил триумфальный полет по странам Европы. Год спустя на АНТ-3 экипаж во главе с С. А. Шестаковым пролетел от Москвы до Токио и обратно.

Большую роль в истории советской авиации сыграл самолет АНТ-4 (полетный вес 6600 кг), на котором экипаж под командой С. А. Шестакова и Ф. Е. Болотова в 1929 г. совершил выдающийся перелет из Москвы в США. В те годы самолет АНТ-4 был основной машиной, эксплуатировавшейся на трассах Сибири, Заполярья и Дальнего Востока.

В 1929 г. был построен девятиместный пассажирский самолет АНТ-9. Он имел сравнительно большую скорость — 208 км/ч и дальность полета 1800 км.

Большую роль в истории авиации сыграл 76-местный самолет «Максим Горький» (1934 г.). В те годы он был самым большим самолетом в мире.

Один за другим создаются все новые самолеты различных типов и назначений: АНТ-6, АНТ-25, АНТ-35 и др. Их высокие летно-технические качества были подтверждены историческими перелетами В. П. Чкалова и

М. М. Громова на самолетах АНТ-25 из Москвы в США через Северный полюс, а также высокой оценкой, полученной самолетом АНТ-35 (1936 г.) на Международной авиационной выставке в Париже.

После Великой Отечественной войны в творчестве конструкторского бюро, руководимого А. Н. Туполевым, начался новый этап. 3 июля 1955 г. на авиационном празднике в Москве был впервые продемонстрирован турбореактивный пассажирский самолет Ту-104. А с 15 сентября 1956 г. этот воздушный лайнер начал регулярные полеты по трассе Москва — Иркутск.

Затем был создан крупнейший по тому времени турбовинтовой самолет Ту-114, а впоследствии — реактивные самолеты Ту-124, Ту-134, Ту-154. 31 декабря 1968 г. впервые поднялся в воздух сверхзвуковой самолет Ту-144.

Познакомимся кратко с конструкцией этих самолетов и их основными летно-техническими данными.

Самолет Ту-104 начал эксплуатироваться в Аэрофлоте с 1956 года и за короткий срок завоевал всеобщее признание благодаря своим высоким летным качествам, скорости и грузоподъемности. В 1958 г. на Всемирной авиационной выставке в Брюсселе конструктору самолета присуждена Золотая медаль.

Самолет Ту-104 эксплуатируется как на относительно коротких трассах, например Москва — Ленинград, где полет длится всего 55 мин, так и на линиях средней и большой протяженности. Благодаря высокой скорости (около 900 км/ч) самолет преодолевает расстояния в 10—15 раз быстрее поезда.

На воздушных линиях в настоящее время летают самолеты следующих модификаций: 70-местный Ту-104А и 100-местный Ту-104Б. Самолеты оснащены двумя турбореактивными двигателями РД-3М-500. В случае выхода из строя одного из двигателей самолет может продолжать полет только на одном двигателе. Многочисленные автоматические и навигационные приборы позволяют совершать полеты как в дневное, так и в ночное время в сложных метеорологических условиях.

Самолет Ту-104 представляет собой моноплан с низко расположенным стреловидным крылом.

Пассажиры, экипаж и грузы размещаются в герметической части фюзеляжа.



Самолет Ту-104

Груз и багаж пассажиров подаются в самолет через специальный люк снизу.

В состав экипажа самолета входят два пилота, борт-механик, штурман и радист.

Самолет Ту-114 был создан в 1957 г. и предназначен для перевозки большого количества пассажиров на дальние расстояния. По тому времени он являлся крупнейшим пассажирским самолетом. На Всемирной авиационной выставке в Брюсселе в 1958 г. этот самолет заслужил высшую награду — «Гран-При».

С 1962 г. самолет Ту-114 курсирует по маршруту Москва — Хабаровск. На этом самолете в 1964 г. была проложена самая протяженная беспосадочная линия Аэрофлота СССР—Куба с продолжительностью полета 14 ч 30 мин.

Скорость самолета Ту-114 составляет 770—890 км/ч, высота полета — до 10 000 м, дальность полета — 9000 км.

Самолет Ту-114 в зависимости от назначения имеет несколько компоновочных вариантов. Например, для дальних трансконтинентальных перелетов самолет комплектуется на 120 пассажирских мест; для перевозки пассажиров на внутренних воздушных линиях самолет имеет 170 пассажирских мест; при необходимости может быть выполнена компоновка и на 220 мест.

Самолет Ту-114 представляет собой моноплан с низко расположенным крылом. Фюзеляж самолета двух-

этажный: в верхнем находятся пассажиры, в нижнем — багажные помещения, кухня и комната отдыха экипажа. Поскольку полет проходит на больших высотах, пассажиры и экипаж размещаются в герметических помещениях, разделенных герметической перегородкой.

Пассажиры располагаются в трех салонах и купе. Между вторым салоном и купе помещается буфет.

Самолет оснащен четырьмя турбовинтовыми двигателями, что обеспечивает высокую безопасность полета.

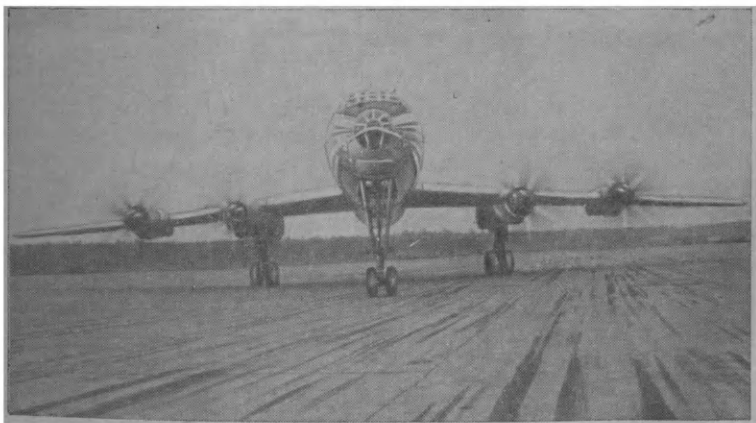
Экипаж самолета состоит из двух пилотов, бортинженера, штурмана, радиста.

Турбореактивный самолет Ту-124 создан в 1960 г. Его часто называют «младшим братом» Ту-104. И, действительно, внешне эти самолеты очень похожи и различаются в основном размерами.

Самолет Ту-124 предназначен для пассажирских и грузовых перевозок на малые и средние расстояния. Он совершает полеты как на внутренних, так и на международных линиях.

Пассажирская кабина самолета состоит из трех купе и рассчитана в зависимости от вариантов на 36, 44 или 55 человек.

На самолете установлены два двухконтурных турбовентиляторных двигателя. Скорость самолета 800—870 км/ч, высота полета до 11 500 м, дальность полета 2100 км.



Самолет Ту-114



Самолет Ту-124

Экипаж самолета состоит из двух пилотов и бортмеханика. Если необходимо, то могут быть введены штурман и бортрадист.

Все лучшие черты своих предшественников воплотил в себе самолет Ту-134, созданный в 1963 г. Он имеет своеобразное расположение двигателей, отнесенных к хвостовой части фюзеляжа. Вследствие этого значительно уменьшен шум в кабине. Конструктивно самолет Ту-134 совершеннее своих предшественников и оснащен новейшим пилотажным и радионавигационным оборудованием. Скорость самолета—до 900 км/ч, высота полета—до 12 000 м, дальность полета—3270 км.

Самолет Ту-134 оснащен двумя турбовентиляторными двигателями. Полет может выполняться и на одном двигателе в случае выхода другого из строя.

Как и на всех самолетах, летающих на больших высотах, в пассажирской кабине (64—72 человека — в зависимости от компоновки) поддерживаются необходимые для хорошего самочувствия пассажиров значения температуры, давления и влажности воздуха.

Важно отметить, что в экипаж этого самолета не входят ни бортмеханик, ни радист. Благодаря наличию более совершенного радионавигационного и контрольного оборудования их обязанности выполняются летчиками и штурманом.

В 1966 г. конструкторский коллектив А. Н. Туполева создает новую машину с отнесенными к хвостовой части тремя двигателями — это самолет Ту-154, причем два двигателя расположены по бокам фюзеляжа, а третий вмонтирован внутрь хвостовой части. Самолет Ту-154 представляет собой свободнонесущий моноплан с низко-расположенным стреловидным крылом. Эта машина призвана заменить летающие ныне на воздушных магистралях самолеты Ту-104 и Ил-18. Самолет Ту-154 имеет все положительные качества заменяемых машин: скорость самолета Ту-104, дальность самолета Ил-18 и достаточно хорошие взлетно-посадочные характеристики.

Полет самолета Ту-154 проходит на высоте 11—12 км и не занимает высоты (так называемые «эшелоны») 9—10 км, на которых летают самолеты Ту-104 и Ил-18. Благодаря этому повышается безопасность движения.

Скорость самолета Ту-154 — 900 км/ч, дальность полета 2800—5000 км. Самолет рассчитан на 150 человек.

Новой выдающейся работой коллектива под руководством А. Н. Туполева явилась разработка в 1965 г. 120-местного пассажирского сверхзвукового самолета Ту-144, рассчитанного на авиатрассы большой протя-



Самолет Ту-134



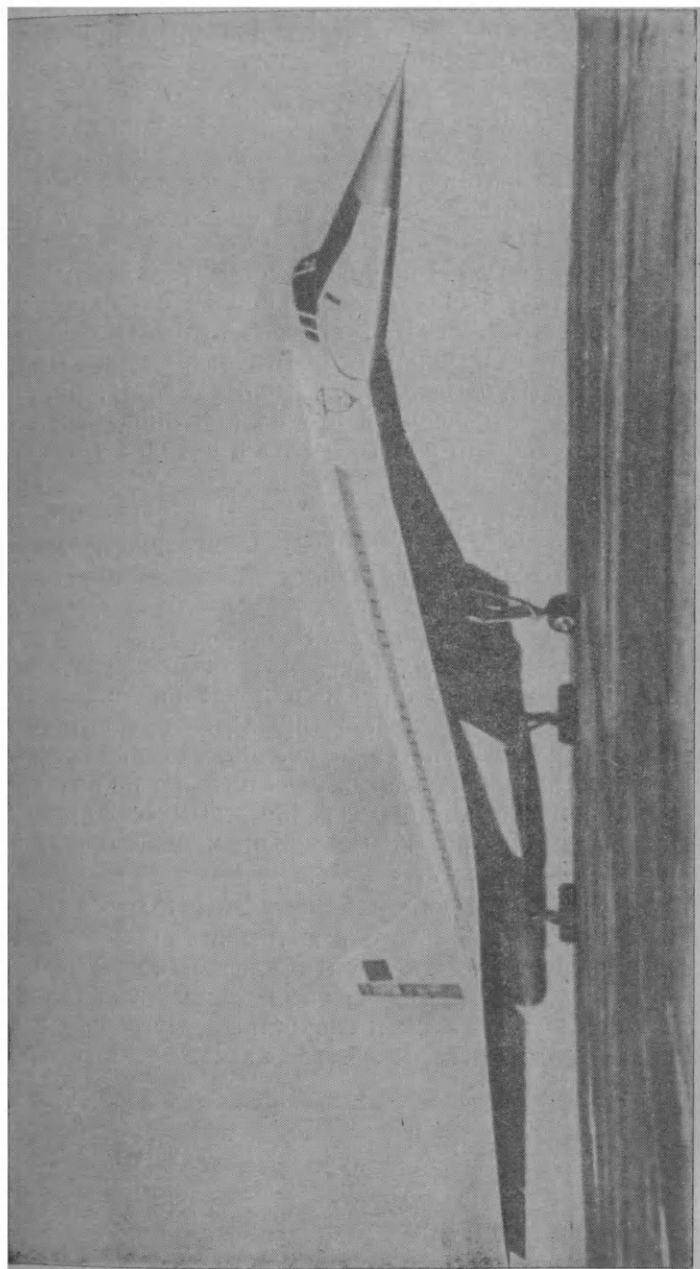
Самолет Ту-154

женности. Скорость его полета — до 2500 км/ч или втрое больше, чем у самолета Ту-114. Высота полета Ту-144 — до 20 000 м, дальность полета — 6500 км.

При создании этого самолета пришлось решить ряд важных проблем, связанных с преодолением звукового барьера: добиться минимально возможного лобового сопротивления и веса самолета, высокой надежности конструкции в условиях, когда наружная обшивка самолета в полете нагревается до 150° С.

Носовая часть самолета Ту-144 для уменьшения сопротивления воздуха выполнена в виде острого конуса и отклоняется вниз при взлете и посадке, открывая обзор летчикам через лобовые стекла пилотской кабины.

Фюзеляж самолета имеет обтекаемую форму, без каких-либо выступающих частей, способных создавать излишнее лобовое сопротивление. В поперечном разрезе он представляет собой эллипс, что дает возможность разместить в нем по пять пассажирских мест в ряд. В передней части фюзеляжа размещается кабина экипажа, состоящего из трех человек: двух пилотов и бортинженера.



Самолет Ту-144

Пассажирские салоны оборудованы аварийными люками и надувными резиновыми трапами, а при полете над морем каждый пассажир снабжается спасательным жилетом.

Сложная задача была решена при создании для этого самолета системы кондиционирования воздуха. Трудность состояла в том, что если на самолетах с дозвуковыми скоростями полета воздух надо подогревать, то на самолете Ту-144 его нужно охлаждать.

На самолете Ту-144 широко используется автоматика. Усовершенствованная радиолокационная аппаратура и бортовая электронная вычислительная машина обеспечивают автоматическую навигацию с непрерывной выдачей экипажу данных о местонахождении самолета, расстоянии до места назначения и других сведений, необходимых для безопасного полета. Взлет и посадка также автоматизированы.

Следует отметить, что стоимость электронного оборудования на самолете Ту-144 составляет примерно половину стоимости всего самолета.

Автоматика создает также необходимый комфорт для пассажиров. Она плавно регулирует параметры воздуха в пассажирских салонах (давление, температуру, влажность). Плавное регулирование давления в салонах при подъеме и спуске предупреждает неприятное закладывание ушей у пассажиров, иногда наблюдаемое при полетах на более старых самолетах. В полете самолет «идет» мягко, почти бесшумно для пассажиров, что достигается, в частности, размещением двигателей в хвостовой части самолета.

Введение в эксплуатацию сверхзвуковых самолетов не означает, конечно, что они вытеснят машины с дозвуковыми скоростями. Будет оптимальное сочетание самолетов всех типов, исходя из обеспечения главной цели Аэрофлота — стать самым скоростным, массовым и экономичным видом современного пассажирского транспорта.



Генеральный конструктор С. В. Ильюшин

С. В. ИЛЬЮШИН

Самолеты с эмблемой «Ил» проектируются конструкторским бюро, которым долгие годы руководил Генеральный конструктор по авиационной технике, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий, академик Сергей Владимирович Ильюшин. Он родился в 1894 г. в бедной крестьянской семье. Впервые познакомился с самолетом в 1910 г., когда служил на Комендантском аэродроме под Петербургом.

В начале империалистической войны С. В. Ильюшин был призван в армию. И судьба вторично привела его на тот же аэродром, где он сначала стал работать авиамотористом, а затем овладел профессией авиамеханика. Здесь Сергей Владимирович не упускал случая полетать над аэродромом. Постепенно он овладел техникой пилотирования и в 1917 г. сдал экзамены на звание летчика.

В 1919 г. С. В. Ильюшин вступил в Красную Армию, а по окончании гражданской войны его направили для изучения авиации в Московский институт инженеров



Самолет Ил-14

Красного воздушного флота, впоследствии преобразованный в Военно-воздушную инженерную академию имени Н. Е. Жуковского.

Как и многие наши авиаконструкторы, Сергей Владимирович, еще будучи студентом, увлекся планеризмом. Занимаясь в воздухоплавательном кружке, он самостоятельно проектировал и строил учебные планеры, названные им «Мастяжарт», «Рабфаковец» и планер-паритель «Москва».

Окончил академию С. В. Ильюшин в 1926 г. и с 1931 г. находился на ответственной конструкторской работе. Творческие способности его особенно ярко проявились в 1936 г., когда он создал самолет ЦКБ-30 с двумя двигателями, на котором известный летчик-испытатель В. К. Коккинаки установил несколько рекордов высоты с различными грузами. На самолете ЦКБ-30 были также совершены дальние перелеты по маршрутам Москва — район Владивостока и Москва — остров Мискоу (Северная Америка).

Еще в период Великой Отечественной войны Сергей Владимирович начал проектировать пассажирский самолет для гражданской авиации. В 1946 г. работа увенчалась успехом. Самолет Ил-12 на долгие годы стал одной из основных машин Аэрофлота. Этот самолет, а также созданный позднее самолет Ил-14 до сих пор летают по воздушным трассам нашей страны и используются

воздушно-транспортными организациями некоторых государств.

В недалеком прошлом на самолете Ил-14 перевозилась основная масса пассажиров и грузов независимо от протяженности трассы. В настоящее время эта машина используется на относительно коротких воздушных линиях. В связи с этим компоновка самолета несколько изменена: количество пассажирских мест за счет буфета и багажных помещений увеличено с 24 до 32 на самолете Ил-14П и до 36 на самолете Ил-14М. Самолет используется также для полетов в Арктике и Антарктике.

Самолет Ил-14 представляет собой моноплан с низко расположенным крылом и двумя поршневыми двигателями, каждый из которых развивает мощность 1900 л. с. Запас мощности двигателей позволяет продолжать полет без снижения при отказе одного из двигателей. Машина оснащена необходимым пилотажно-навигационным оборудованием, обеспечивающим полеты в любое время суток и в сложных метеорологических условиях.

Скорость самолета — 350 км/ч, высота полета — до 4000 м, дальность полета — 2000 км.

Самолет Ил-14 оборудован всем необходимым для обеспечения удобства пассажиров. Пассажирская кабина обогревается теплым воздухом, поступающим по специальным каналам, скрытым в бортах. Благодаря надежно действующей системе отопления и наличию принудительной вентиляции в кабину постоянно поступает свежий воздух и поддерживается нормальная температура. Над креслами расположены выводы индивидуальной вентиляции и кнопки вызова стюардессы.

В хвостовой части фюзеляжа размещены осветительные ракеты, которые могут сбрасываться на парашютах для освещения места посадки.

С наступлением эры реактивной авиации конструкторское бюро, руководимое С. В. Ильюшиным, приступило к проектированию турбовинтового самолета. Работа была закончена в 1958 г. созданием самолета Ил-18, который широко используется и сейчас как на внутренних, так и на международных воздушных линиях. С самого начала он зарекомендовал себя с самой лучшей стороны. Уже в 1964 г. половина общего количества пассажиров, перевезенных самолетами с газотурбинными двигателями, при-



Самолет Ил-18

ходила на самолеты Ил-18. Сейчас трудно найти на земле такие районы, где бы не побывал этот лайнер. Он летал в Антарктиду, Афганистан, Монголию, Бирму, Индонезию, Алжир, Гану, Сирию и многие другие страны.

В 1958 г. на Всемирной выставке в Брюсселе самолет Ил-18 был удостоен Золотой медали.

Самолет Ил-18 оснащен четырьмя турбовинтовыми двигателями общей мощностью 16 тыс. л. с. Скорость полета — 650 км/ч, высота полета — до 8000 м, дальность полета — 6500 км.

Самолет Ил-18 имел несколько компоновочных вариантов. Хотя количество кресел увеличивалось, конструкция самолета в основном не изменялась. Первые машины были рассчитаны на 73 пассажира. Однако в поисках условий для снижения стоимости пассажирских билетов конструкторы создали вариант на 122 места.

Самолет Ил-18 имеет герметизированные пассажирскую и пилотскую кабины. Под обшивкой проложена теплозвукоизоляция, заглушающая шум от работающих двигателей. Относительно невысокий уровень шума позволяет разговаривать в пассажирской кабине без напряжения.

Экипаж состоит из пяти человек: двух пилотов, бортмеханика, штурмана и радиста.

Крупнейшим достижением коллектива конструкторского бюро, руководимого С. В. Ильюшиным, явилось создание в 1962 г. трансконтинентального воздушного лайнера Ил-62. Самолет имеет несколько компоновочных вариантов: люкс — на 85 мест, первый класс — на 115 мест, туристический — на 168 мест и вариант на 186 мест.

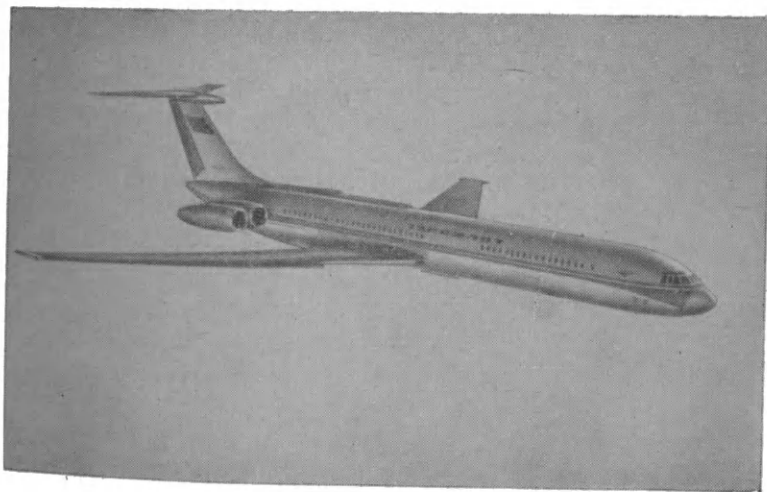
Уже с первого взгляда этот корабль поражает совершенством аэродинамической формы и гармоничностью линий.

Самолет Ил-62 оснащен четырьмя турбореактивными двигателями, расположенными в хвостовой части фюзеляжа. Такое расположение создает наилучшие условия для полета, в пассажирской кабине почти не слышно работы двигателей.

Каждый из двигателей развивает тягу в 10 500 кгс, что дает возможность продолжать нормальный полет даже в случае отказа двух двигателей.

Скорость полета самолета — 850—900 км/ч, высота полета — до 13 000 м, дальность полета — 9200 км.

По конструкции самолет Ил-62 представляет собой моноплан с низко расположенным крылом и Т-образным оперением. Особенностью конструкции является размещение всего важнейшего оборудования в герметической части фюзеляжа, что исключает возможность образова-



Самолет Ил-62

ния в агрегатах льда и коррозии. Стекла — двойные, каждое из которых выдерживает полное давление. Фюзеляж имеет теплозвукоизоляцию.

Самолет имеет три багажно-грузовых отделения общим объемом 48 м³. Загрузка осуществляется контейнерами механизированным путем. Внутри помещений грузы перемещаются средствами бортовой механизации. Всего на погрузку уходит 10—15 мин, вследствие чего значительно ускоряется оборачиваемость самолета и повышается его рентабельность.

Экипаж состоит из пяти человек: двух пилотов, бортинженера, штурмана и радиста.

При проектировании самолета Ил-62 заново пересмотрены места расположения всех приборов и элементов управления машиной, поскольку безопасность полета во многом зависит от условий работы экипажа. Такой же подход был и к определению формы и наклона кресел.

Самолетовождение осуществляется с помощью автоматической комплексной системы.

Не за горами то время, когда на воздушных линиях Аэрофлота появится новый пассажирский самолет средней дальности Ил-86. На его борту смогут разместиться 350 пассажиров. Скорость самолета 950 км/ч. Дальность полета 2350—4600 км. Он имеет несколько непривычно широкий фюзеляж: его диаметр — 6 м. На низкорасположенном стреловидном крыле с помощью пилонов крепятся четыре турбовентиляторных двигателя. Самолет имеет две палубы: верхнюю и нижнюю. Вверху располагаются три пассажирских салона. На нижней палубе — багажные отделения.

В отличие от других самолетов здесь каждый пассажир сам ставит и забирает свои чемоданы. Благодаря уменьшению времени на размещение пассажиров и багажные операции повысится оборачиваемость самолета и снизится себестоимость перевозок.

О. К. АНТОНОВ

Имя Генерального конструктора по авиационной технике лауреата Ленинской и Государственных премий, академика Академии наук Украинской ССР, Героя Социалистического Труда Олега Константиновича Антоно-

Генеральный
конструктор О. К. Антонов



ва известно сейчас далеко за пределами нашей страны. Он родился в 1906 г. Путь его в авиацию начался с увлечения планеризмом. Еще семнадцатилетним юношей он самостоятельно проектирует и строит свой первый планер «Голубь». А через два года, будучи студентом, создает в Саратове планер «Ока-2».

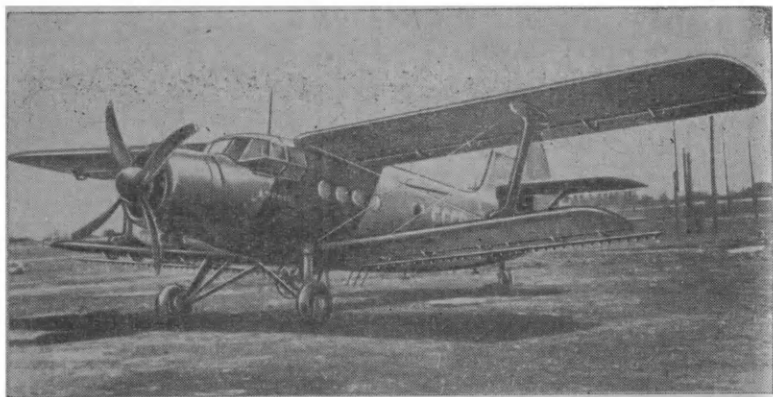
По окончании института в 1930 г. его направляют в Москву с ответственным заданием организовать Центральное конструкторское бюро по планерам. И молодой инженер становится главным конструктором планерного завода.

В 1946 г. О. К. Антонов назначается главным конструктором вновь образованного особого конструкторского бюро. И уже через два года молодой коллектив выпускает в небо замечательный самолет-биплан Ан-2, верно служащий народному хозяйству и по сей день.

Через 10 лет под руководством О. К. Антонова создается турбовинтовой лайнер Ан-10, а затем на его базе — грузовой вариант Ан-12. Для эксплуатации на воздушных линиях средней протяженности в 1959 г. строится самолет Ан-24 для замены самолетов Ли-2, Ил-12, Ил-14.

Спроектированный О. К. Антоновым небольшой самолет Ан-14 «Пчелка» рассчитан для полетов между пунктами, где отсутствуют оборудованные посадочные площадки.

Выдающейся работой конструкторского коллектива является создание в 1965 г. гигантского самолета Ан-22 «Антей». Демонстрация этого самолета на XXVI Международном салоне авионавтики и космоса в Париже про-



Самолет Ан-2

извела сильное впечатление и умножила славу СССР как великой авиационной державы.

Отличительные особенности всех самолетов О. К. Антонова: способность взлетать с грунтовых аэродромов, низкая посадка корпуса фюзеляжа, высокое расположение крыльев и двигателей.

Основное назначение самолета Ан-2 — перевозка пассажиров (12 мест), грузов, аэросъемочные и геофизические работы, охрана лесов, тушение пожаров. На долю самолета Ан-2 приходится большая часть авиационных работ в сельском хозяйстве.

Скорость самолета Ан-2—до 215 км/ч, высота полета — до 4500 м; дальность полета — 835 км. Экипаж состоит из двух пилотов.

Создание в 1956 г. турбовинтового самолета Ан-10 принесло О. К. Антонову заслуженную известность и признание. На Брюссельской выставке 1958 г. самолет удостоен Золотой медали.

Эта машина значительно отличается от других самолетов гражданской авиации. У нее большая высота фюзеляжа, высокое расположение крыла, малое расстояние от нижней поверхности фюзеляжа до земли. Шасси Ан-10 оказывает малое давление на грунт, вследствие чего этот самолет может эксплуатироваться без бетонированных взлетно-посадочных полос и совершать посадку на неспециализированном аэродроме.

Скорость самолета — 650 км/ч, высота полета — до 8000 м, дальность полета — 3000 км.

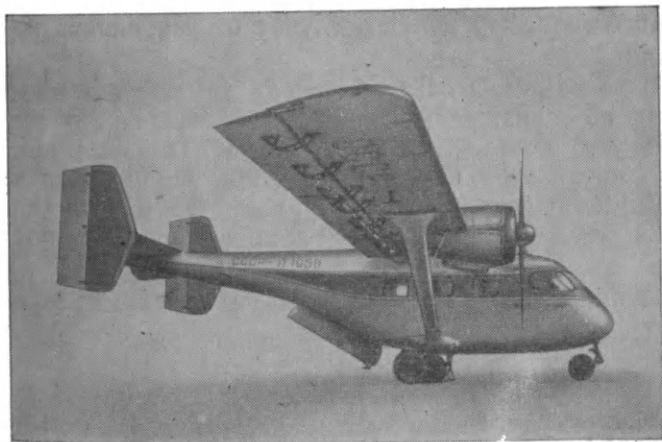
В основном самолеты Ан-10 используются для внутренних перевозок. Имеются два компоновочных варианта самолета. Ан-10 на 85 мест и Ан-10А на 100 мест. Грузовой вариант этой машины — самолет Ан-12 — используется для транспортировки грузов, в том числе и крупногабаритных.

Самолет Ан-10 оснащен четырьмя турбовинтовыми двигателями общей мощностью 16 тыс. л. с. Благодаря большой энерговооруженности, высоким аэродинамическим качествам, большому запасу устойчивости и хорошей управляемости на этом самолете обеспечивается возможность полета даже при двух отказавших двигателях.

В нижней части фюзеляжа под полом имеются два герметических грузовых помещения, где размещаются 4000 кг груза и 350 кг багажа пассажиров.

Экипаж состоит из двух пилотов, бортмеханика, штурмана и радиста.

Для полетов на воздушных линиях протяженностью до 1500 км под руководством О. К. Антонова в 1959 г. создается турбовинтовой самолет Ан-24. Он рассчитан на 50 пассажиров или 5 т груза. В настоящее время он



Самолет Ан-14 «Пчелка»



Самолет Ан-22 «Антей»

обслуживает многие авиалинии и экспортируется в другие государства.

Скорость самолета Ан-24 450—500 км/ч, высота полета — до 8400 м, дальность полета — до 2000 км.

Машина по внешнему облику очень похожа на самолет Ан-10, но имеет меньшие размеры. Самолет Ан-24 также представляет собой моноплан с высоко расположенным крылом, на котором крепятся два турбовинтовых двигателя. Запас мощности каждого двигателя обеспечивает безопасный полет в случае отказа одного из двигателей.

При создании самолета Ан-24 решены важные проблемы по сокращению количества составляющих его конструкцию деталей. Это достигнуто благодаря применению крупногабаритных монолитных панелей, а также контактной сварки. Все эти новшества улучшили аэродинамические качества самолета и повысили прочность всей конструкции.

Экипаж самолета: два пилота и бортмеханик.

Самолет Ан-22, названный за его необычные размеры по имени героя греческой мифологии «Антей», создан в 1965 г. В том же году в Париже состоялся Международный салон авиации и космоса, на котором демонстрировались самолеты Ил-62, Ту-134 и модель Ту-144. И когда пришло время закрывать выставку, над париж-

ским аэродромом появился самолет «Антей», вызвавший сенсацию.

В настоящее время разработан грузовой вариант машины. Для того чтобы представить размеры этого самолета, достаточно указать, что он одновременно может вместить до 12 экскаваторов «Беларусь». Для погрузочно-разгрузочных работ самолет оснащен специальным оборудованием. Самолет рассчитан на перевозку самых необычных крупногабаритных грузов: станков, тракторов, небольших речных судов (например, известной всем «Ракеты» на подводных крыльях), строительных и землеройных машин, мостовых ферм, буровых механизмов и т. д.

Важно отметить такое ценное качество самолета «Антей»: при необычно больших размерах его взлетно-посадочные характеристики (разбег по взлетно-посадочной небетонированной полосе — 1100—1300 м, пробег при посадке — 800 м) таковы, что этот воздушный корабль может эксплуатироваться на аэродромах без бетонных взлетно-посадочных полос.

Самолет оснащен четырьмя двигателями, каждый мощностью по 15 тыс. л. с. Иными словами, мощность одного такого двигателя почти равна мощности всех четырех двигателей, установленных на самолете Ан-10.

Скорость самолета Ан-22 «Антей» — 650 км/ч, дальность полета—5000—11 000 км в зависимости от загрузки.

Экипаж: два пилота, бортинженер, штурман и радист.

А. С. ЯКОВЛЕВ

Генеральный конструктор по авиационной технике, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий, член-корреспондент Академии наук СССР Александр Сергеевич Яковлев родился 1 апреля 1906 г. Он прошел путь от авиамоториста до выдающегося конструктора самолетов и более сорока лет отдал служению советской авиационной науке и технике, создав за эти годы летательные аппараты самого различного назначения.

Первый самолет, сконструированный А. С. Яковлевым, поднялся в воздух в 1927 г. В 1932 г. он создает самолет Я-6, превосходивший по скорости (185 км/ч), грузоподъемности (150 кг) и дальности полета (850 км) все



Генеральный конструктор А. С. Яковлев

отечественные машины того времени. Затем был разработан двухместный самолет Я-7, явившийся «первой ласточкой» советских скоростных машин. В конце 1932 г. на этом самолете летчик-испытатель Ю. И. Пионтковский развил скорость 332 км/ч.

В 1935 г. конструкторский коллектив под руководством А. С. Яковлева создает учебно-тренировочный самолет УТ-2. Его высокие летно-технические качества были подтверждены в перелете, организованном газетой «Правда» и Осоавиахимом (старт 2 сентября 1935 г.). На маршруте протяженностью 5000 км победителем стал самолет УТ-2.

Вслед за самолетом УТ-2 создается учебно-тренировочный самолет УТ-1. В соревнованиях по трассе Москва — Севастополь — Москва (2815 км), в которых участвовало 19 самолетов различных конструкций, первые два призовых места заняли самолеты УТ-1, а третье место — самолет УТ-2. После этого было налажено серийное производство самолетов УТ-1.

В послевоенные годы на базе самолета УТ-2 был спроектирован самолет Як-18. На этом самолете, продолжающем служить и сегодня, установлено около двадцати всесоюзных и мировых рекордов. Одновременно

появляется учебно-тренировочная машина Як-11, имевшая скорость до 450 км/ч.

В 1958 г. создается самолет Як-12, летающий и сейчас как в СССР, так и за рубежом. Затем выпускается «воздушный акробат» Як-18П, кабина которого приспособлена к перевернутым полетам. На этой машине были установлены всесоюзный и мировой рекорды скорости для аппаратов данного класса — 275 км/ч на базе 15—25 км.

В 1965 г. на III чемпионате мира по высшему пилотажу в Испании советские летчики, выступавшие на самолетах Як-18П, добились командного первенства и завоевали Кубок Нестерова. В дальнейшем машина Як-18П была улучшена, и в 1966 г. на чемпионате мира в Москве советские спортсмены на самолетах Як-18ПМ добились триумфальной победы: заняли первые места в соревновании мужчин и женщин, а также в командном зачете.

Последний вариант из «семейства Як-18», созданный в 1966 г., получил название Як-18Т. Сфера его применения весьма обширна. Вот основные варианты: учебно-тренировочный (три курсанта с инструктором), пилотажно-тренировочный (курсант и инструктор), пассажирский (пилот и три пассажира с багажом), санитарный (больной на носилках и медработник), связной (почта и груз весом до 250 кг):

Скорость самолета Як-18Т — 265 км/ч, высота полета — до 5000 м, дальность полета — 1000 км.



Самолет Як-12



Самолет Як-18

Як-18Т—это моноплан с низким расположением крыла. Самолет оснащен одним поршневым двигателем мощностью 300 л. с. Фюзеляж цельнометаллический с дуралюминовой обшивкой. Большие окна и лобовое стекло кабины обеспечивают хороший обзор в полете.

Кабина оборудована системой обогрева и вентиляции. Подушки сидений можно снимать и на их место укладывать парашют. В последние годы конструкторское бюро под руководством А. С. Яковлева создало реактивный пассажирский 24-местный самолет Як-40. Основное его назначение — связать воздушным сообщением областные и районные пункты. Самолет может эксплуатироваться на аэродромах, не имеющих бетонированных взлетно-посадочных полос.

Отличительной особенностью новой машины является совмещение простоты и неприхотливости в эксплуатации самолетов типа Ли-2 и Ил-14 с летно-техническими данными самолетов, имеющих газотурбинные двигатели.

Самолет представляет собой цельнометаллический моноплан с прямым крылом и Т-образным оперением. В хвостовой части фюзеляжа размещены три двухконтурных двигателя: два по бокам, а третий внутри хвостовой части фюзеляжа. При выходе из строя одного или даже двух двигателей полет может быть продолжен.

Самолет Як-40 является первым отечественным самолетом местных воздушных линий, имеющим такие высокие летно-технические данные.

Пассажирский салон самолета Як-40 расположен в средней части фюзеляжа и вместе с кабиной экипажа образует герметический отсек. Система кондиционирования воздуха автоматически поддерживает в кабине температуру воздуха 15—25° С. Предусмотрена также индивидуальная вентиляция. Окна имеют сдвоенное остекление с осушением воздуха. Самолет оснащен навигационным и радиооборудованием, расположенным в основном в герметическом отсеке. Это создает хорошие условия для надежности работы аппаратуры.

Установленные на самолете радиотехнические устройства позволяют осуществлять самолетовождение с использованием ширококвотательных станций и радиомаяков, а также выполнять автоматический заход на посадку при высоте облачности 30 м и видимости 400 м как в дневное, так и в ночное время.

Особенно важно отметить то, что впервые на самолете местных воздушных линий установлен радиолокатор. Тем самым облегчается навигация в сложных метеорологических условиях и при грозовой обстановке.

Скорость самолета Як-40 — 600 км/ч, высота полета — до 10 000 м, дальность полета 600—1600 км.

Экипаж: два пилота.



Самолет Як-40



Генеральный конструктор
М. Л. Миль

М. Л. МИЛЬ

Имя Михаила Леонтьевича Миль (1909—1970 гг.) — Генерального конструктора по авиационной технике, Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской и Государственных премий, доктора технических наук неразрывно связано с развитием вертолетостроения в СССР. Он известен как организатор и руководитель конструкторского коллектива, создавшего большую серию широко известных в СССР и за границей одновинтовых вертолетов.

Еще во время учебы в Новочеркасском авиационном институте М. Л. Миль проявляет большой интерес к винтокрылым аппаратам. Он принимает активное участие в испытаниях первого советского автожира КАСКР-1* конструкции Н. И. Камова и Н. К. Скржинского.

По окончании института в 1931 г. Михаил Леонтьевич направляется на работу в ЦАГИ, где под руководством проф. А. М. Черемухина изучает теорию и технику автожиров, работает над проблемами аэродинамики вертолетов.

* Как известно, у автожиров подъемная сила создается на свободно вращающемся без участия двигателя несущем винте. Поступательное движение автожир получает от обычного для самолета воздушного винта.



Вертолет Ми-1

М. Л. Миль принимал участие в проектировании автожира А-12, построенного в 1936 г. К этому времени он опубликовал уже более 50 научных работ по аэродинамике и управляемости винтокрылых машин. Особенно важной работой была «Теория несущего винта в криволинейном движении», позволившая выяснить причины тенденции вертолетов к перевороту. Эта работа издавалась в ряде стран.

В годы Великой Отечественной войны М. Л. Миль был инженером первой корректировочной авиационной эскадрильи автожиров, которая на Западном фронте в районе Смоленска вела корректировку огня тяжелой артиллерии и совершала ночные полеты в тыл противника.

В 1947 г. М. Л. Миль назначается Главным конструктором опытно-конструкторского бюро. А уже через год в воздух поднимается вертолет Ми-1, принятый к серийному производству. На протяжении почти десятилетия вертолет Ми-1 был одним из самых распространенных вертолетов в СССР, широко применявшимся в народном хозяйстве. Запуск его в серию и большой спрос на него со стороны хозяйственных организаций обусловили создание многих его модификаций.

На вертолете Ми-1 было установлено более 15 мировых рекордов.

Вертолет Ми-1 выполнен по одновинтовой схеме, т. е.



Вертолет Ми-4

имеет один несущий и один хвостовой винт, являющийся также рулевым. На нем установлен поршневой двигатель. Кабина рассчитана на одного летчика и двух пассажиров, сидящих сзади него.

В зависимости от назначения вертолет Ми-1 развивает скорость 80—170 км/ч на высоте до 3000 м.

Вертолет Ми-1 используется на авиационно-химических работах в сельском хозяйстве, для перевозки больных, спасания людей и т. д. Для полетов над водной поверхностью можно использовать поплавковое шасси.

В октябре 1951 г. конструкторское бюро, руководимое М. Л. Милем, получило задание на разработку нового, более мощного, чем Ми-1, вертолета. А уже в апреле 1952 г. первый опытный экземпляр вертолета Ми-4 поднялся в воздух. По признанию многих авторитетных специалистов вертолет Ми-4 по тому времени был самым надежным вертолетом в мире. Летом 1952 г. начался серийный выпуск этих вертолетов.

Вертолет Ми-4 вдвое превосходит по полетному весу, мощности двигателя и полезной нагрузке американский вертолет S-55 конструкции И. И. Сикорского, являвшийся лучшим зарубежным вертолетом того времени.

Высокие летные данные вертолета Ми-4 подтверждаются мировыми и всесоюзными рекордами грузоподъем-

ности и скорости полета, установленными на нём в период 1956—1962 гг. Вертолет Ми-4 успешно применяется также в Арктике и Антарктике. В 1955 г. два вертолета Ми-4 совершили перелет из Москвы на станцию «Северный полюс-5». После года работы в Арктике они возвратились тем же маршрутом.

В 1958 г. на Всемирной выставке в Брюсселе вертолет Ми-4 был отмечен дипломом и Золотой медалью.

Как и Ми-1, вертолет Ми-4 имеет несколько назначений. В транспортном варианте он используется для перевозки тяжелых грузов: в его кабине можно разместить грузовой автомобиль весом до 1650 кг. При оборудовании вертолета наружной подвеской он используется как летающий кран. В таком виде он применялся для установки стальных мачт весом 1800 кг и длиной 22 м. В пассажирском варианте он перевозит 10 человек и груз весом 200 кг на расстояние до 500 км. Скорость полета — 140 км/ч. Вертолет Ми-4 используется также в санитарном и сельскохозяйственном вариантах.

В 1958 г. во время воздушного парада на Тушинском аэродроме в небе появился газотурбинный вертолет Ми-6, по своим размерам, мощности двигателей и грузоподъемности не имевший себе равных в мире. В 1961 г. этот вертолет вторично принял участие в праздновании Дня



Вертолет Ми-6



Вертолет Ми-2
(с внешней подвеской)

воздушного флота, продемонстрировав возможности этого аппарата. В период с 1957 г. по 1962 г. на вертолете Ми-6 было установлено несколько мировых рекордов, в том числе рекорд 1962 г., когда на высоту более 2000 м был поднят груз в 20 117 кг. Вертолет Ми-6 — выдающееся достижение советского вертолетостроения.

В 1961 г. Американское вертолетное общество присудило за установление вертолетом Ми-6 абсолютного рекорда скорости — 320 км/ч — международный приз имени И. И. Сикорского. Этот приз был установлен Объединенной авиационной корпорацией США за выдающиеся работы в области вертолетостроения.

Вертолет Ми-6 имеет два газотурбинных двигателя и предназначен для перевозки различной техники и грузов как в кабине (до 12 т), так и на внешней подвеске (до 8 т). Оба двигателя работают независимо друг от друга, что дает возможность в случае необходимости выполнять полет с одним двигателем.

Вертолет Ми-6 имеет 11 мягких топливных баков емкостью 8090 л. Кроме того, при необходимости снаружи могут быть установлены еще два подвесных бака общей емкостью 4450 л.

Экипаж вертолета — пять человек: два пилота, штурман, бортмеханик и радист.

Дальнейшими, более совершенными вертолетами класса Ми-1 — Ми-4 являются вертолеты Ми-2 и Ми-8. На них установлены небольшие газотурбинные двигатели, более легкие, но более мощные, чем стоявшие на вертолетах Ми-1 и Ми-4 поршневые двигатели. Это дало возможность значительно повысить полезную грузоподъемность и летно-эксплуатационные данные машин.

Вертолет Ми-2 является многоцелевым. Он предназначен для перевозки 4—6 человек на расстояние до 280 км, а также грузов весом до 800 кг как внутри фюзеляжа, так и на внешней подвеске.

Вертолет Ми-2 может быть использован для спасательных работ. В этом случае на нем устанавливается стрела с лебедкой. Кроме того, возможны санитарный и сельскохозяйственные варианты вертолета.

Экипаж состоит из одного пилота. Скорость вертолета на высоте 1000 м составляет 200 км/ч.

Вертолет Ми-8 имеет пассажирский (28 мест) и грузовой варианты. В санитарном варианте в кабине рас-



Вертолет Ми-8



Вертолет Ми-10

полагаются 12 больных на носилках. Переоборудование вертолета из пассажирского варианта в транспортный или санитарный выполняется легко в аэродромных условиях.

Крупногабаритные грузы (весом до 3 т) транспортируются на внешней подвеске на расстояние 150 км. Максимальная скорость — 230 км/ч.

На базе машины Ми-6 был создан одновинтовой вертолет Ми-10 с двумя газотурбинными двигателями. Он предназначен для транспортировки различной техники, стройматериалов и разных крупногабаритных грузов.

Основные агрегаты—несущий и рулевой винты, двигатели, система управления и хвостовая часть фюзеляжа—по своей конструкции практически не отличаются от таких же агрегатов вертолета Ми-6.

Экипаж вертолета Ми-10 состоит из двух пилотов и бортмеханика. При полетах с грузом на внешней подвеске, а также при выполнении строительно-монтажных работ в экипаж дополнительно включается оператор.

Высокое четырехстоечное шасси и специальные гидрозакхваты обеспечивают перевозку грузов весом до 12 т. Система гидрозакхватов очень легко присоединяется к специальной платформе с грузом, и в таком висячем по-

ложении вертолет транспортирует его к месту доставки. Для пассажиров или лиц, сопровождающих груз, имеется салон на 28 мест. Для перевозки 100—120 человек могут быть использованы контейнеры, крепящиеся также гидрозахватами между стойками шасси.

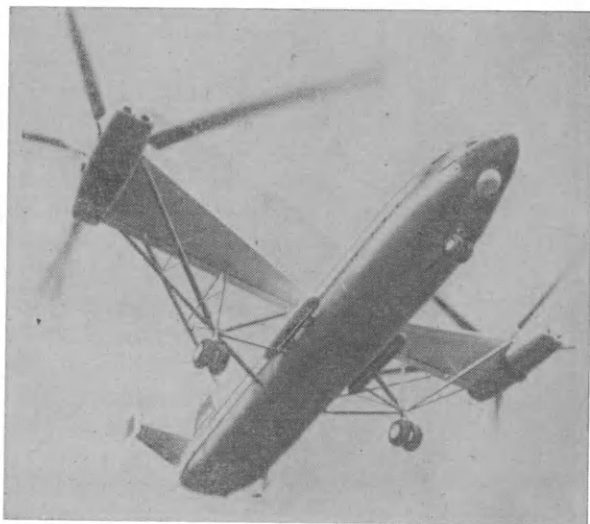
Модифицированный вертолет Ми-10К («коротконогий») предназначен для строительно-монтажных работ и перевозки крупногабаритных грузов на внешней подвеске.

Вертолет Ми-10К имеет низкое четырехстоечное шасси. За счет снижения веса шасси он может поднимать на 2 т больше груза, чем вертолет Ми-10.

На вертолете Ми-10К в носовой части фюзеляжа установлена дополнительная кабина для пилота-оператора с управлением. Это обеспечивает возможность видеть груз, подвешенный к вертолету, и место установки груза.

Вес груза на внешней подвеске может достигать 11 т.

В 1969 г. вертолетам Ми-6 и Ми-10 пришлось уступить звание «чемпионов по поднятию тяжестей» новой машине, созданной под руководством М. Л. Миля, — вертолету В-12. Новый вертолёт поднял груз весом более 30 т на высоту 3000 м. Тем самым было установлено сразу пять мировых рекордов. Это был качественный



Вертолет В-12

скачок в развитии отечественного вертолетостроения. В августе того же года вертолет В-12 поднял груз весом 40 т на 2250 м. Подобного груза не поднимал в то время ни один вертолет в мире.

Н. И. КАМОВ

Один из пионеров советского вертолетостроения. Главный конструктор вертолетов, Герой Социалистического Труда, доктор технических наук Николай Ильич Камов (1902—1973 гг.) родился в Иркутске. Техническое образование получил в Томском технологическом институте.

Решив посвятить свою жизнь авиации, Н. И. Камов, имея диплом инженера, поступил рабочим на самолетостроительный завод. Самостоятельно изучив конструкции и аэродинамику летательных аппаратов, он поступает инженером в конструкторское бюро, руководимое авиаконструктором Д. П. Григоровичем.

Н. И. Камов совместно с Н. К. Скржинским разработал проект и построил первый советский автожир



Главный конструктор
Н. И. Камов

КАСКР-1 «Красный инженер». В сентябре 1929 г. автожир впервые поднялся в воздух на высоту 450 м и летал в течение 28 мин.

В 1934 г. под руководством Н. И. Камова проводятся работы по автожирам.

После Великой Отечественной войны конструкторское бюро, возглавляемое Н. И. Камовым, начало работать над созданием двухвинтовых соосных вертолетов. В 1946 г. был создан соосный вертолет Ка-8 «Иркутянин» в честь родины его конструктора. На вертолете использован мотоциклетный мотор; рассчитан вертолет на одного человека. Качества этой машины были оценены по достоинству после того, как на воздушном параде в 1948 г. вертолет Ка-8 совершил взлет и посадку с платформы автомобиля.

На базе вертолета Ка-8 в последующие годы были сконструированы надежные в эксплуатации, способные решать разнообразные задачи соосные вертолеты Ка-10, Ка-15 и Ка-18.

Вертолет Ка-10 был рассчитан на одного человека и мог взлетать с палубы идущего морского катера и садиться на нее.

Затем были созданы вертолеты Ка-15 и Ка-18, оснащенные в пять раз более мощными двигателями, чем вертолет Ка-10. Наибольшее распространение из них получил вертолет Ка-15М, успешно применяющийся для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур, а также в санитарном варианте.

Н. И. Камов за создание вертолета Ка-15М награжден в 1947 г. Большой золотой медалью ВДНХ, а в 1958 г. за создание вертолета Ка-18 — Золотой медалью Всемирной авиационной выставки.

Четырехместный вертолет Ка-18 является многоцелевым и используется в почтово-пассажирском и санитарном вариантах.

Все перечисленные вертолеты не проектировались специально для авиационных работ, а приспособлялись для этой цели после некоторого переоборудования. Это заставило Н. И. Камова приступить к созданию машины, специально предназначенной для сельскохозяйственной авиации. Так появился вертолет Ка-26, оснащенный двумя поршневыми двигателями. Машина развивает ско-



Вертолет Ка-15



Вертолет Ка-18



Вертолет Ка-26

рость 175 км/ч при шести пассажирах и вмещает в баки до 900 кг ядохимикатов.

Вертолет Ка-26 также имеет два соосных винта. Предусмотрена возможность быстрого (в течение 3—4 ч) переоборудования сельскохозяйственного варианта вертолета в другие варианты, что дает возможность эксплуатировать его круглый год.

В 1961 г. над Москвой появился летательный аппарат оригинальной конструкции, сочетающий в себе качества самолета и вертолета. Это был винтокрыл Ка-22. Он представляет собой вертикально взлетающий аппарат с комбинированной несущей системой, состоящей из несущих и тянущих винтов, крыла и установленных на нем двигателей. Таким образом, винтокрыл способен висеть в воздухе над земной поверхностью и двигаться с относительно большой скоростью в горизонтальном направлении.

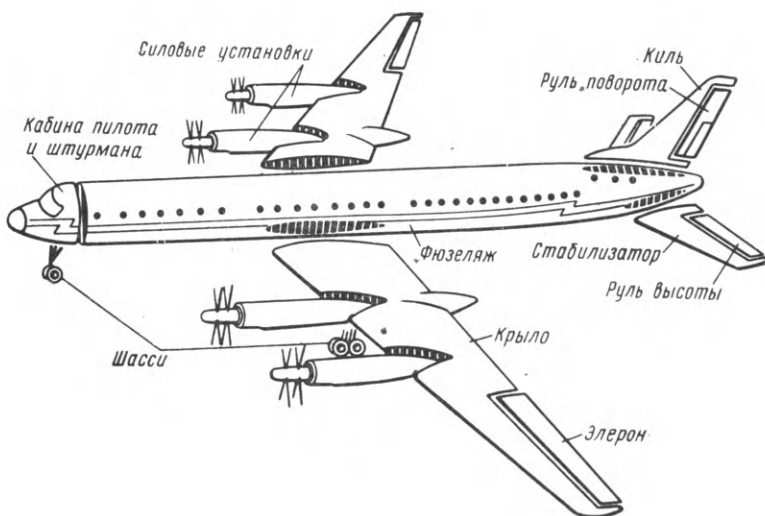
Создание летательных аппаратов, подобных указанному винтокрылу, открывает новые возможности в развитии «безаэродромной авиации», что особенно важно для глубинных районов нашей страны.

КАК УСТРОЕН САМОЛЕТ?

Современная авиация располагает большим разнообразием типов и марок самолетов. Каждый новый тип самолета, созданный даже в одном и том же конструкторском бюро, отличается от своего предшественника. Все зависит от назначения самолета и требований, предъявляемых к его конструкции и летным качествам, а также от уровня развития науки и техники. Однако сохраняются в основном неизменными общие принципы их конструирования, позволяющие выделить основные элементы, являющиеся обязательной принадлежностью любого самолета.

Основными частями самолета являются: силовая установка, крылья, фюзеляж, оперение, шасси и системы управления.

Фюзеляж. Основное назначение фюзеляжа — размещение экипажа, пассажиров, оборудования и груза. В некоторых случаях в фюзеляже располагаются двигатели и топливные баки.



Основные части самолета (схема)

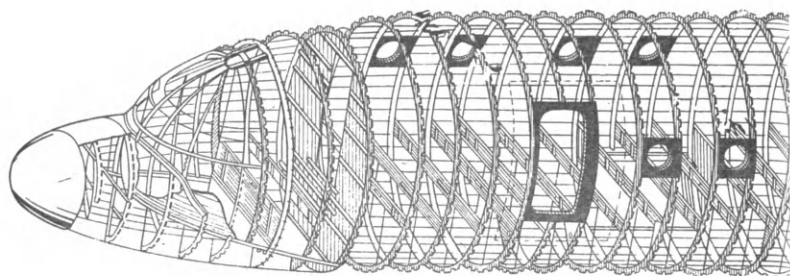
В конструктивном отношении фюзеляж служит для соединения в одно целое других основных частей самолета. С точки зрения аэродинамики фюзеляж для самолета вреден, так как, не создавая почти никакой подъемной силы, он оказывает относительно большое сопротивление полету. Поэтому конструкторы стремятся сделать его возможно меньших размеров, определяемых лишь необходимым объемом для размещения целевого груза, а форму выбирают с таким расчетом, чтобы она обеспечивала минимальное сопротивление потоку воздуха.

Фюзеляж является одним из наиболее нагруженных элементов конструкции самолета. На него действуют значительные нагрузки от собственного веса, от соединенных с ним других частей самолета, веса грузов, расположенных внутри него, и поверхностные аэродинамические силы, особенно заметные при больших скоростях полета. Все это вызывает повышенные требования к выбору формы и обеспечению прочности его конструкции.

Форма и размеры поперечного сечения выбираются в зависимости от габаритов грузов, для перевозки которых предназначен данный самолет. Примерные средние размеры грузовых помещений обычно таковы: высота 2—2,5 м, ширина 2,5—3 м. Для пассажирских самолетов высота фюзеляжа определяется минимальной высотой помещения для пассажиров по проходу, которая для самолетов местных авиалиний примерно равна 1,75 м, а для самолетов магистральных линий составляет около 1,9 м.

С аэродинамической точки зрения, т. е. с точки зрения обеспечения наилучших летных качеств при небольшом весе и достаточной прочности герметического фюзеляжа, наиболее рациональной является круглая форма его поперечного сечения. Однако имеются самолеты с фюзеляжами овальной и даже прямоугольной формы в поперечном сечении. Такая форма позволяет более рационально использовать внутренний объем машины.

Выбор формы фюзеляжа в значительной степени определяется скоростью полета, на которую рассчитан самолет. Так, например, для дозвуковых скоростей полета наиболее рациональной считается форма с тупой закругленной носовой частью и заостренной кормой. Фюзеляжи сверхзвуковых самолетов имеют заостренную голов-



ную часть, а хвостовую часть — в виде усеченного конуса.

Конструктивно фюзеляжи самолетов выполняются в виде каркаса с обшивкой. Каркас образуется из элементов продольного и поперечного набора. Продольные элементы (лонжероны и стрингеры) воспринимают осевые нагрузки, возникающие от действия изгибающих моментов фюзеляжа. Поперечные элементы (шпангоуты) обеспечивают необходимую жесткость конструкции, служат опорами для стрингеров и обшивки и воспринимают местную аэродинамическую нагрузку. Они же придают фюзеляжу нужную форму поперечного сечения. Расстояние между шпангоутами обычно принимается в пределах 200—650 мм. К шпангоутам иногда могут крепиться перегородки, разделяющие фюзеляж на отсеки и кабины.

Обшивка фюзеляжа служит для придания ему обтекаемой формы, восприятия воздушных нагрузок, а также частично — нагрузок, возникающих при изгибе и кручении. Фюзеляжи крупных самолетов для упрощения производства и удобства эксплуатации расчленяют на несколько частей. Так, например, фюзеляж самолета Ан-10 состоит из пяти частей, каждая из которых в свою очередь образована панелями, представляющими собой участки обшивки с элементами продольного набора.

Обычно фюзеляжи имеют большое количество различных вырезов для доступа к оборудованию и грузам, а также для окон, дверей, кабины, шасси и т. п.

В целях обеспечения нормальных жизненных условий для экипажа и пассажиров при полете на больших высотах кабина экипажа и пассажирские салоны герметизи-

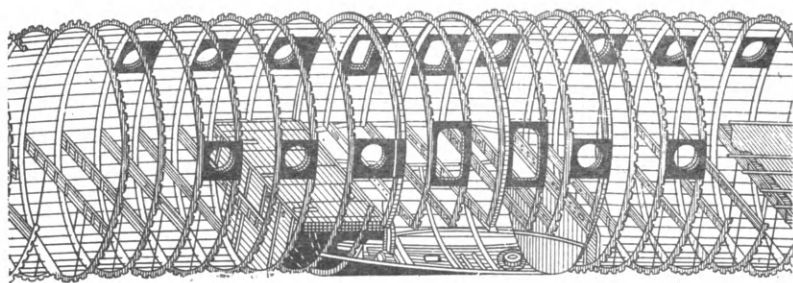


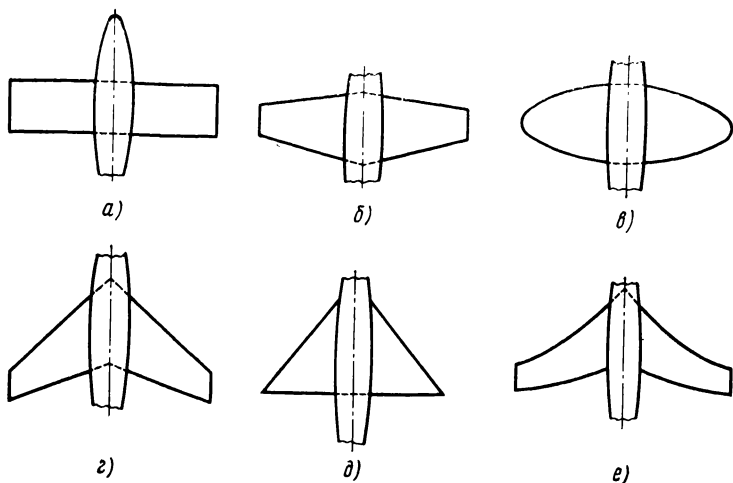
Схема каркаса
фюзеляжа самолета Ил-18

ругуются и в них создается повышенное давление воздуха. Использование эффективных термоизоляционных материалов, а также терморегулирующей (обогревательной и охлаждающей) аппаратуры позволяет поддерживать в герметизированных отсеках нормальную температуру воздуха. Для предотвращения запотевания и замерзания стекол в окнах кабин и пассажирских помещений во время полета при низких температурах воздуха (на больших высотах температура воздуха доходит до -56°C) применяется двойное остекление с прослойкой осушаемого воздуха. Иногда для этой цели применяют также электрический или воздушный обогрев окон.

В передней части фюзеляжа расположена кабина экипажа. Ее форма и размеры выбираются из условий обеспечения наилучшего обзора, наименьшего сопротивления при полете, удобного и компактного размещения оборудования.

Крыло предназначается для создания необходимой при полете подъемной силы и обеспечения поперечной устойчивости, оно несет на себе также органы поперечного управления (элероны). Кроме того, крыло часто используется для размещения силовой установки, топливных баков, шасси, а также различного оборудования. На его долю приходится около 12—16% веса самолета. Оно создает почти половину общего сопротивления движению самолета при полете.

Оптимальная конструкция крыла должна обеспечивать получение возможно большей подъемной силы при возможно меньшем сопротивлении движению. Оба эти



Очертания крыльев самолета в плане:

а — прямоугольное; б — прямое трапецевидное; в — эллиптическое; з — стреловидное; д — треугольное; е — серповидное

показателя в значительной степени зависят от формы крыла. В самолетостроении используются разные формы крыльев.

Прямоугольные крылья просты в производстве. Однако они имеют большой вес. Кроме того, при такой форме крыльев значительно возрастает сопротивление полету при увеличении скоростей, что делает невозможным их применение при высоких скоростях полета. Такие крылья имеют лишь тихоходные самолеты типа Ан-2 и Як-12.

Трапецевидные крылья по сравнению с прямоугольными имеют меньший вес и более выгодную аэродинамическую характеристику и практически не уступают им в простоте изготовления. Такая форма крыльев у самолетов Ан-12, Ан-24 и Ил-18.

Эллиптические крылья создают еще меньшее сопротивление полету при почти тех же взлетных качествах, что и прямоугольные и трапецевидные. Однако они не получили широкого распространения на современных самолетах вследствие значительных конструктивных и технологических трудностей их изготовления.

Большие преимущества с точки зрения аэродинамики при больших скоростях полета имеют стреловидные крылья. Стреловидные крылья находят наибольшее распространение на самолетах, летающих с околозвуковой скоростью, при числах M от 0,8 до 1,5 (M —отношение скорости полета к скорости звука в данной среде. Скорость звука зависит от температуры среды: при $t=15^\circ\text{C}$ скорость звука $a=341$ м/с, при $t=-56^\circ$ $a=295$ м/с).

На сверхзвуковых самолетах в последние годы широкое применение получили треугольные крылья и крылья сложной формы, образуемой двумя треугольниками, или так называемой оживальной формы. Примером такой формы являются крылья самолета Ту-144.

С целью более полного использования преимуществ различных форм крыла в практике современного самолетостроения применяются конструкции с изменяемой в полете геометрией крыла.

Конструктивно крыло состоит из каркаса и обшивки. Каркас образуется элементами продольного и поперечного набора, к которым крепится обшивка. Продольные элементы крыла составляют лонжероны и стрингеры. Лонжероны — это балки с верхним и нижним поясами, связанными между собой с помощью раскосов или стенок. Они проходят через всю длину крыла, и по их количеству крылья могут быть одно-, двух- и многолонжеронными.

Стрингерами называются продольные элементы, прикрепляемые к верхней и нижней обшивке крыла. Они служат для связывания поперечных элементов, называемых нервюрами, подкрепления обшивки и восприятия осевых нагрузок.

Нервюры образуют аэродинамическую форму поперечных сечений крыла, от которой сильно зависит создаваемая крылом подъемная сила. Нервюры служат также для крепления обшивки (непосредственно или через стрингеры) и восприятия воздушной нагрузки.

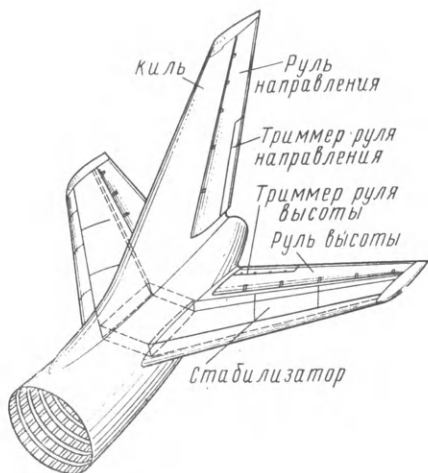
В конструкциях крыльев современных сверхзвуковых самолетов с целью более рационального использования материалов (а следовательно, и снижения веса крыла) лонжероны с мощными поясами иногда не ставятся. Вместо них считается более целесообразным установка продольных стенок и стрингеров с большими сечениями или применение панельных конструкций с монолитными или слоеными панелями.

На крыльях самолетов монтируются устройства для облегчения взлета и посадки — подкрылки и закрылки или щитки, а также устройства для балансировки самолета относительно продольной оси и управления им в полете относительно этой оси — элероны или рули крена. Необходимость установки подобных устройств диктуется следующим. Перед посадкой самолета надо снизить его скорость, так как посадка на большой скорости опасна и, кроме того, для ее совершения потребуется очень большая взлетно-посадочная полоса. Наряду с этим на большой скорости шасси самолета будет испытывать чрезмерно большие нагрузки, что потребует увеличения его веса, а также вызовет повышенный износ. В то же время снижение скорости полета приводит к уменьшению подъемной силы крыла, и может наступить момент, когда самолет начнет как бы проваливаться. Для предотвращения этого перед посадкой выпускаются подкрылки и закрылки или щитки. Щитки увеличивают кривизну крыла, а закрылки, кроме того, увеличивают и площадь крыла. Увеличение подъемной силы позволяет осуществлять посадку при меньшей скорости самолета, а увеличение сопротивления обеспечивает более быстрое торможение. При взлете самолета закрылки также используются для сокращения длины разбега. Однако в этом случае они выпускаются на меньшую величину, потому что при малых углах отклонения они все же заметно увеличивают подъемную силу (что при взлете нужно в неменьшей мере, чем при посадке), но мало влияют на сопротивление (которое при взлете в отличие от посадки вредно).

Оперение самолета (расположенные в хвостовой части аэродинамические поверхности) обеспечивает устойчивость и управляемость.

Различают оперение горизонтальное и вертикальное, каждое из которых включает в себя подвижные и неподвижные элементы. Горизонтальное оперение на дозвуковых самолетах состоит из неподвижного стабилизатора и шарнирно закрепленного на нем подвижного руля высоты. Неподвижной частью вертикального оперения является киль, к которому на шарнирах крепится подвижно руль направления. Горизонтальное оперение обеспечивает устойчивость самолета и его управление в вертикальной плоскости; вертикальное оперение выполняет те же функции, но в горизонтальной плоскости.

Общий вид
хвостового оперения
самолета



Необходимость установки оперения диктуется тем обстоятельством, что при полете равнодействующая сил давления воздуха на элементы самолета в общем случае не проходит через его центр масс, вследствие чего возникает момент аэродинамических сил относительно центра масс. Величина этого момента изменяется при изменении скорости полета и других параметров (скорости и направления ветра, угла атаки и т. д.). Для того чтобы обеспечить прямолинейность полета в этих условиях, необходимо приложить к самолету уравновешивающий момент, равный по величине и противоположный по направлению. Если же требуется совершить поворот самолета относительно вертикальной или поперечной оси, то в плоскости поворота необходимо создать, кроме уравновешивающего, еще дополнительный управляющий момент, величина которого будет определять интенсивность поворота.

В настоящее время существуют конструкции самолетов, не имеющих горизонтального оперения. Его функции на таких самолетах выполняются элеронами, которые делаются больших размеров и называются в этом случае элевонами. В отличие от элеронов элевоны могут отклоняться на правом и левом крыльях не только в противоположные стороны, но и одновременно вверх или вниз.

Управление самолета включает в себя устройства и системы, с помощью которых летчик воздействует на

органы управления для изменения положения самолета в воздухе. К управлению самолета относятся: штурвал (ручка), с помощью которого осуществляется управление рулем высоты и элеронами, педали управления рулем направления, рукоятки для управления агрегатами и системами самолета и система проводок, через которые воздействие летчика передается на органы управления.

Как же летчик управляет самолетом в полете?

Предположим, что необходимо снизить высоту полета. В этом случае пилот отклоняет от себя штурвал. При этом опустится руль высоты и на него будут действовать дополнительные силы давления воздуха. Равнодействующая этих сил создает момент относительно поперечной оси самолета, который направлен таким образом, что самолет под его действием наклоняется вперед и начинает снижаться до тех пор, пока руль высоты не займет исходного положения, т. е. пока летчик не возвратит штурвал в исходное положение. При движении штурвала на себя руль высоты поднимется вверх и самолет будет набирать высоту.

Поворотом штурвала (перемещением ручки) вправо или влево летчик осуществляет управление элеронами. Например, при повороте штурвала вправо левый элерон опускается вниз, а правый поднимается вверх. При этом появляются дополнительные неуравновешенные силы, равные по величине и противоположные по направлению (на левом крыле эта сила направлена вверх, на правом — вниз). В результате действия этих сил самолет будет поворачиваться вокруг продольной оси в сторону правого полукрыла, т. е. будет осуществляться крен самолета. Аналогично, но в сторону левого полукрыла, происходит крен самолета при повороте штурвала влево. Накренение самолета используется для совершения разворотов, т. е. поворота самолета в сторону накренения относительно вертикальной оси.

Поворот самолета относительно вертикальной оси летчик может осуществить и воздействием на педали. Если необходимо повернуть самолет влево, летчик нажимает на левую педаль. При этом отклонится влево руль направления и на него начнут действовать дополнительные аэродинамические силы, под влиянием которых самолет будет поворачиваться влево. Для осуществления поворота самолета вправо летчик нажимает на

правую педаль, при этом руль направления отклоняется вправо, вызывая поворот самолета в ту же сторону.

С увеличением скоростей полета самолетов увеличивались и аэродинамические силы, действующие на органы управления. Физической силы человека оказалось недостаточно для необходимого воздействия на органы управления. Поэтому на некоторых современных самолетах в системах управления применяются специальные гидравлические усилители—бустеры. Летчик при перемещении ручек и педалей управления не воздействует непосредственно на рули, а перемещает только распределительные золотники бустеров, управляющие подачей специальной жидкости под большим давлением из гидросистемы самолета в силовые цилиндры. Жидкость, воздействуя на поршни, штоки которых связаны с соответствующим рулем; перемещает их, изменяя тем самым положение рулей. Благодаря бустерам летчик управляет самолетом с небольшой затратой физических сил.

Шасси самолета предназначено для осуществления разбега при взлете, для смягчения удара при посадке и пробеге, для «гашения» скорости самолета после посадки, а также для маневрирования на земле.

На современных самолетах наибольшее распространение получило трехопорное шасси с носовой опорой. Основными частями каждой опоры (ноги) шасси являются колеса (лыжи), стойка, амортизатор, замки, запирающие ногу в убранном или выпущенном положениях, и подъемник, обеспечивающий выпуск или уборку опоры.

Опоры, расположенные ближе к центру тяжести самолета, воспринимают до 85% его веса и называются главными. Главные опоры располагаются симметрично относительно продольной оси самолета сзади центра тяжести, а вспомогательная опора впереди. При таком расположении опор обеспечиваются высокая путевая устойчивость при движении по земле и отсутствие «тенденции к прыжкам» при пробеге.

Наряду с описанными выше трехопорными шасси имеются конструкции самолетов с шасси, две главные опоры которых располагаются по продольной оси примерно на равном расстоянии от центра тяжести, а на

концах крыльев ставятся дополнительные вспомогательные опоры.

В полете шасси убирается внутрь фюзеляжа или крыльев для уменьшения сопротивления воздуха.

Глава четвертая

ПОЧЕМУ ЛЕТАЕТ САМОЛЕТ?

Наблюдая за парением орла в небе, нельзя не поразиться той легкости, с которой он рассекает воздух, плавно набирая высоту или снижаясь. Какая же сила держит птицу в воздухе и поднимает ее вверх? Дело в том, что крыло птицы имеет такую форму, которая создает в полете подъемную силу. Для того чтобы птица могла лететь, величина подъемной силы крыла должна превышать вес птицы или, в крайнем случае, быть равной этому весу, иначе полет будет невозможен. Подъемная сила птицы образуется при взмахе крыльев. Таким образом, птицы летают потому, что машут крыльями. Но самолет, хотя и имеет крылья, не машет ими во время полета. Так почему же он летает? Почему после разбега по взлетно-посадочной полосе он отрывается от земли и начинает набирать высоту?

Чтобы понять законы полета летательных аппаратов, познакомимся с основными положениями аэродинамики — науки, изучающей законы движения воздуха и воздействие воздушной среды на движущиеся в ней тела. Слово «аэродинамика» происходит от греческих слов «аэро» (воздух) и «динами» (сила).

Каждый специалист, связанный с эксплуатацией или созданием самолетов, знает законы аэродинамики. Например, авиационный конструктор использует законы аэродинамики для расчета летно-технических характеристик самолета, а также выбирает такие его размеры и форму, чтобы подъемная сила была наибольшей, а сопротивление воздуха — наименьшим.

Это один из важнейших факторов, учитываемых при создании самолета. Ведь с увеличением подъемной силы

и уменьшением силы сопротивления повышаются аэродинамические качества самолета.

А имеет ли это какое-нибудь значение? Очень большое, ответят вам аэродинамики. При уменьшении сопротивления и увеличении подъемной силы необходимая для полета величина силы тяги будет меньше, что ведет к уменьшению потребной мощности двигателя. Для питания двигателя меньшей мощности нужно меньше топлива. А вместо сэкономленного топлива можно взять дополнительный полезный груз.

Зная законы аэродинамики, инженеры и техники, связанные с технической эксплуатацией самолетов, правильно обслуживают, эксплуатируют и ремонтируют машины, не нарушая их аэродинамических качеств. А летчики, используя законы аэродинамики, грамотно и осознанно управляют самолетом, совершая в воздухе различные эволюции и добиваясь полного использования технических возможностей самолета.

Различные отрасли науки никогда не развивались обособленно. Так же было и в авиации. Не сразу ученые пришли к открытию законов, объясняющих возможность полета.

В восемнадцатом веке был открыт важнейший закон аэрогидродинамики. Даниил Бернулли, член Петербургской Академии наук, установил важную зависимость между скоростью движения жидкости и ее давлением: с увеличением скорости потока уменьшается давление и наоборот. Бернулли установил также, что между скоростью движения газа и его давлением существует та же зависимость. Эту закономерность ученые решили использовать в авиации.

И действительно, все последующие работы русских и зарубежных авиаторов подтвердили правильность выводов Бернулли. Да и вы, читатель, при помощи нехитрого опыта можете проверить этот закон. Для этого не нужно совершенно никаких аппаратов и измерительных приборов; проделав этот опыт, вы сами поймете, почему летает самолет.

Если лист бумаги (не картона) поднести ко рту и дунуть поверх него, то вопреки всяким ожиданиям опущенная сторона листа поднимется. И чем сильнее дуть, тем выше поднимается лист — до горизонтального положения и выше. Вот вы и проверили основной закон аэродинамики.

Что же произошло? Попробуем разобраться в этом, пользуясь выводами Бернулли. Воздух, находящийся над листом, неподвижен. Дунув поверх листа, вы создали воздушный поток, имеющий определенную скорость. Согласно закону Бернулли давление воздуха над листом уменьшилось, а под ним осталось прежним, т. е. большим, вследствие чего воздух давит снизу и поднимает край листа.

Вы, очевидно, читали о неприятных случаях на море, когда два корабля, идущие параллельным курсом, «притягиваются» один к другому. Почему это происходит? Да по той же причине, что и в первом опыте. Вода, находящаяся между кораблями, увлекается ими вследствие их движения и получает большую скорость, чем остальная масса воды. А следовательно, и давление здесь меньше, чем с наружных бортов. Таким образом, под действием избытка давления извне корабли сближаются.

КАК ОБРАЗУЕТСЯ ПОДЪЕМНАЯ СИЛА САМОЛЕТА?

Под влиянием каких сил самолет не падает и летит вперед? Схематично все обстоит очень просто. Авиационный двигатель создает силу тяги. Тяга сообщает самолету поступательное движение, в результате которого воздух, набегая на крыло, создает подъемную силу.

Как образуется эта сила? Воздух, обтекая крыло сверху и снизу, смыкается за крылом в единую струю. Но как происходит, что струйки воздуха, раздвигающиеся перед крылом, соединяются за ним одновременно? **Ведь верхняя часть профиля делается более выпуклой, а профили крыла установлены не строго вдоль потока, а с некоторым углом атаки.** Значит для огибания верхней поверхности крыла частицам воздуха нужно пройти большее расстояние, чем нижним. Несмотря на это, струйки воздуха огибают верхнюю и нижнюю части профиля в одно и то же время и позади профиля безвоздушных пустот (разрывов струй) не образуется. В каком случае это может произойти? Только в том случае, если скорости верхних и нижних струек будут разные, а именно: сверху они должны обтекать профиль быстрее, снизу медленнее.

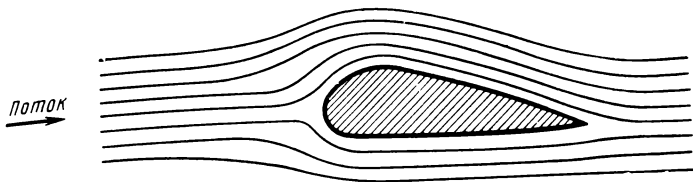


Схема обтекания профиля крыла потоком воздуха

Но по закону Бернулли при увеличении скорости потока воздуха падает давление. Поскольку над крылом скорость потока воздуха больше, то там и создается разреженное пространство, т. е. меньшее давление. В то же время под крылом давление больше, так как под ним скорость воздушного потока меньше. Вот эта разница в величинах давлений под крылом и над крылом и создает подъемную силу крыла, увлекающую самолет ввысь.

Если увеличить толщину профиля крыла и соответственно выпуклость верхней поверхности крыла, то скорость потока воздуха сверху будет еще больше, чем снизу, что создаст большую подъемную силу. Однако это можно делать только до определенного предела, так как с увеличением толщины крыла увеличивается и другая, в данном случае уже вредная сила — лобовое сопротивление.

Величина подъемной силы зависит также от скорости движения крыла: чем больше скорость, тем больше подъемная сила. Кроме того, на нее влияет плотность воздуха: с увеличением высоты полета воздух становится более разреженным и плотность его уменьшается, а чем меньше плотность воздуха, тем меньше и подъемная сила крыла.

Подъемная сила зависит также от угла атаки. Углом атаки называют угол, образуемый хордой профиля крыла, т. е. линией, которая соединяет крайние точки носка и хвостика профиля крыла, и линией направления набегающего воздушного потока. Понятно, что направление потока, набегающего на крыло в полете, противоположно направлению полета. С увеличением угла атаки возрастает и подъемная сила. Однако неограниченно увеличивать угол атаки тоже нельзя: воздух перестанет плавно

обтекать крыло, на верхней поверхности и у задней его кромки начнут образовываться завихрения, а затем произойдет срыв потока. При этом подъемная сила резко упадет, а лобовое сопротивление увеличится. Угол, при котором наступает срыв потока, называется критическим углом атаки. Его величина у нестреловидного крыла составляет примерно $14\text{--}16^\circ$, а на стреловидных крыльях — $25\text{--}30^\circ$.

Дальнейшее увеличение угла атаки приводит к резкому уменьшению подъемной силы, а при приближении к углу 90° — к полному ее исчезновению.

В горизонтальном полете угол атаки крыла должен быть таким, чтобы создавалась необходимая подъемная сила, уравнивающая вес летательного аппарата.

Чем больше скорость полета, тем меньший угол атаки необходим для полета, а при снижении скорости полета угол атаки надо увеличивать, чтобы поддерживать необходимую величину подъемной силы. Вот почему на взлете и посадке, когда скорость невелика, самолеты высоко поднимают «носы», как бы «вздыбливаются».

Кроме подъемной силы, на крыло в полете действует лобовое сопротивление воздуха, которое конструкторы всячески стараются уменьшить. Лобовое сопротивление зависит от формы профилей и формы крыла в плане (при виде сверху или снизу), его площади, плотности воздуха, скорости полета и угла атаки. С увеличением скорости и ростом угла атаки увеличивается и лобовое сопротивление, с уменьшением плотности воздуха, при той же скорости полета, лобовое сопротивление уменьшается.

У вертолета подъемную силу создает несущий винт. Лопасти винта в поперечном сечении имеют форму крыльевых профилей и, кроме того, устанавливаются с определенными углами атаки. Вследствие этого при движении лопасти в воздухе образуется подъемная сила. Этот же винт за счет небольшого наклона вперед плоскости его вращения создает и силу тяги для движения вперед.

В воздухе вертолет висит на несущем винте, а вес некоторых вертолетов достигает десятков тонн. Поэтому на каждую лопасть несущего винта приходится очень большая нагрузка.

Теория несущего винта вертолета базируется на аэродинамике крыла самолета и воздушного винта. Полет

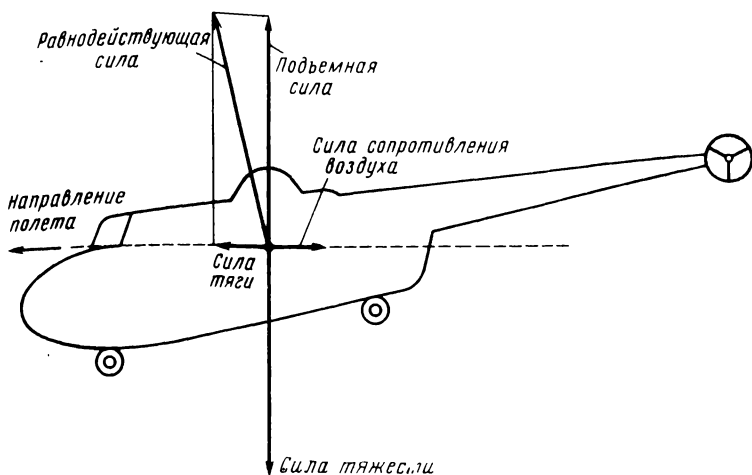


Схема сил, действующих на вертолет

вертолета может походить на полет самолета, но может и коренным образом отличаться от него. Это происходит потому, что принцип создания подъемной силы у самолета и вертолета базируется на одном и том же физическом законе — теореме Бернулли, но конструктивная реализация этого принципа у самолета и вертолета весьма различна. Самолет имеет неподвижно закрепленный орган создания подъемной силы — крыло, а у вертолета он вращается относительно вертикальной оси. Поэтому самолет может подняться в воздух лишь при наличии поступательной скорости, благодаря которой частицы воздуха набегают на крыло, и при этом создается подъемная сила. Для подъема и поддержания в воздухе вертолета этого не требуется, так как подъемная сила несущего винта создается при его вращении от двигателя.

САМОЛЕТ НА ЭКЗАМЕНЕ

Современный пассажирский самолет состоит из десятков тысяч деталей, различных по своей форме и назначению. Сложен и нелегок путь создания нового самолета. Он требует участия многочисленного коллектива

ученых, инженеров, механиков и рабочих разных профессий — сборщиков, клепальщиков, токарей, фрезеровщиков, слесарей, сварщиков и т. д. Таким образом, каждый новый самолет является результатом коллективного творчества и труда специалистов многих отраслей науки и техники. Все их усилия направлены на обеспечение основных качеств самолета — высокой скорости, прочности, экономичности и достаточно высокой степени безопасности полета. Только при соблюдении этих условий самолет может быть принят к эксплуатации на пассажирских линиях.

В процессе проектирования нового самолета для выбора лучшего сочетания основных его параметров (размеров и формы крыла, оперения, фюзеляжа, а также их взаимного расположения) изготавливаются и продуваются в аэродинамических трубах модели различных вариантов будущего самолета. По результатам продувок выбирается лучший вариант, который и кладут в основу разработки проекта.

После уточнения формы и размеров будущего самолета изготавливают новые модели для продувки в аэродинамических трубах и получают аэродинамические и другие характеристики.

Что же представляет собой аэродинамическая труба? Это установка, позволяющая создавать искусственный поток воздуха и исследовать поведение находящейся в ней модели самолета. По существу в аэродинамической трубе начинает свою жизнь вновь создаваемый самолет. Здесь он как бы совершает первый полет. Однако это особый полет. Он примечателен тем, что модель стоит на месте, а на нее с большой скоростью направляется поток воздуха.

Исследованиями ученых давно установлено, что явления, возникающие во время движения тела в воздухе, можно изучать или двигая само тело, или же, наоборот, направляя на него воздушный поток. В этом случае характер обтекания тела воздухом, силовое взаимодействие между ними, а также другие возникающие при этом явления будут одинаковыми. Нужно лишь, чтобы самолет и воздух двигались относительно друг друга.

Аналогичные явления мы иногда наблюдаем и в жизни. Бумажный змей, запущенный в безветренную погоду, будет держаться в воздухе только при условии, если вы бежите. Это — картина движения тела в неподвижном

воздухе. Однако в ветреную погоду змей сам поднимается в воздух. В этом случае мы наблюдаем движение воздуха относительно неподвижного тела.

Аэродинамическая труба — это лаборатория «искусственных потоков», которая помогает предвидеть поведение «воздуха-врага» и «воздуха-друга» в будущем полете.

Схема аэродинамической трубы относительно проста. Мощный вентилятор засасывает воздух в трубу (тоннель). Когда вентилятор вращается, в трубе создается воздушный поток. Обтекая модель самолета, он порождает аэродинамические силы. Эти силы измеряют специальными приборами.

В первые годы развития авиации аэродинамические трубы давали возможность испытывать только небольшие модели. В аэродинамических трубах, построенных за последние годы, испытываются некоторые самолеты, а также их элементы в натуральную величину.

При конструировании самолета все его системы и силовые элементы рассчитываются на повышенные нагрузки, имеют необходимый запас прочности. На случай поломки или отказа отдельных агрегатов наиболее жизненно важных систем они дублируются так, чтобы оставшиеся исправными агрегаты могли обеспечить безопасное продолжение полета.

Однако достигнуть этого нелегко. Ведь самолет является таким сооружением, в котором прочность и вес противостоят друг другу, т. е. с увеличением прочности повышается и вес самолета. Но увеличение веса может привести к ухудшению летных качеств самолета и умень-

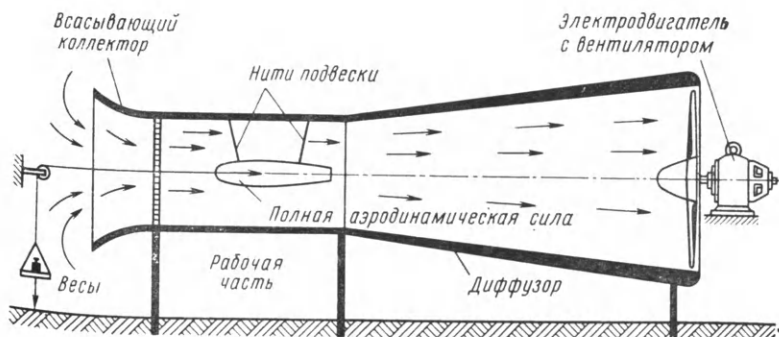


Схема аэродинамической трубы

шению его грузоподъемности. Поэтому конструктор должен так рассчитать элементы конструкции, чтобы при безусловном сохранении необходимой прочности их вес (а следовательно, вес самолета) был минимальным.

Для того чтобы можно было провести необходимые испытания, новый самолет изготавливается в двух-трех экземплярах. Один из них подвергается испытаниям на прочность до разрушения в специальном стенде. Если результаты окажутся положительными, а предварительные расчеты правильными, то другой самолет готовят к летным испытаниям.

Во время испытания самолета на прочность дается нагрузка, значительно превышающая ту, которая может встретиться в обычном полете.

Если нужно определить прочность крыла, то нагрузку на него сначала доводят до расчетной, а затем увеличивают. В это время при помощи специальных приборов наблюдают за поведением крыла под нагрузкой и его деформацию. Когда крыло разрушается, отмечают величины действовавших при этом нагрузок (так называемых разрушающих) и вычисляют, каким параметрам полета эти нагрузки соответствуют.

Допустимые в эксплуатации аэродинамические нагрузки устанавливаются обязательно намного меньше разрушающих и строго ограничиваются инструкциями, в которых приводятся допустимые параметры полета (скорость, перегрузки и др.).

Такому же строгому испытанию подвергаются все части самолета, получающие нагрузку в полете и на посадке: фюзеляж, хвостовое оперение, шасси, системы управления и т. д.

Но каждый самолет имеет свои, присущие ему особенности, которые проявляются только в полете. Это — его надежность, скорость, управляемость, герметичность, прочность, работа двигателей, приборов и другие качества. Поэтому каждую новую машину испытывают не только на земле, но и в полете.

Экзаменаторами экспериментальных и серийных машин являются летчики-испытатели, которые строго и беспристрастно проверяют самолет в различных режимах полета, выявляют все дефекты и дают ему исчерпывающую характеристику.

Испытание новых самолетов требует от летчика высокого мастерства, четкости в работе и большого хлад-

нокровия. Ведь каждая машина, несмотря на то, что проверена в наземных условиях, может преподнести «сюрпризы» во время полета. В воздухе могут произойти непредвиденные случаи, создающие угрозу как летчику, так и самолету.

Поэтому, чтобы поближе познакомиться с зарождающейся машиной, летчик-испытатель присутствует в конструкторском бюро, когда самолет существует только в чертежах, посещает заводские цехи, где происходит сборка агрегатов и узлов, участвует при испытаниях его в аэродинамической трубе и т. п.

Перед полетами летчик-испытатель также внимательно осматривает машину.

Испытания новой машины, как правило, начинают с наземных пробежек со скоростью автомобиля. Затем летчик прибавляет газ, машина бежит быстрее и достигает скорости взлета. При этом летчик не дает ей оторваться от земли, уменьшая тягу, как только почувствует, что машина может взлететь.

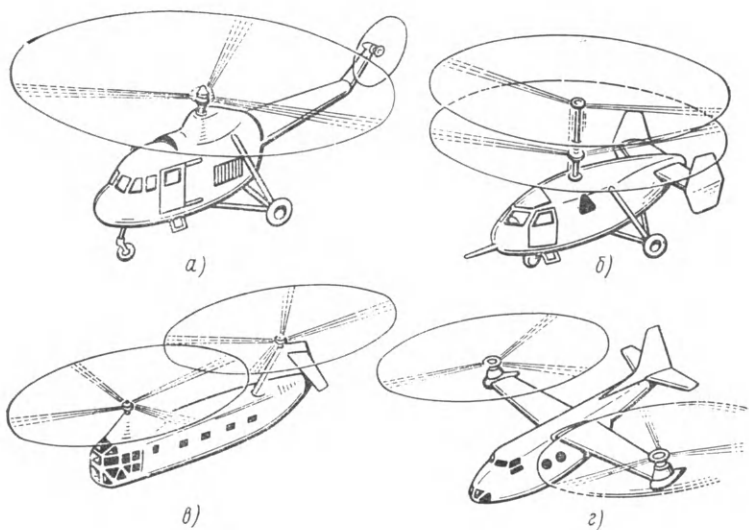
Если наземные пробежки прошли благополучно, начинаются так называемые подлеты. Машина разгоняется с большой скоростью, отделяется от земли и несколько секунд летит на высоте в 2—3 метра. И только после этого наступает самая ответственная часть испытаний, когда машина проверяется в полете на разных режимах и высотах. Здесь-то и начинается «чтение» только что раскрытой «книги», предугадать «содержание» которой во всех подробностях на земле заранее невозможно.

Именно поэтому история испытаний новых самолетов полна героизма, а иногда и драматических страниц, а имена лучших летчиков-испытателей известны не только всей стране, но и за ее пределами.

Глава пятая

НЕМНОГО О ВЕРТОЛЕТАХ

Наряду с самолетами в авиации все более широкое применение находят вертолеты — летательные аппараты, у которых подъемная сила и тяга для движения создаются воздушными винтами, приводимыми во вращение порш-



Схемы вертолетов:

а — одновинтовая с рулевым хвостовым винтом; *б* — двухвинтовая соосная; *в* — двухвинтовая продольная; *г* — двухвинтовая поперечная

невыми или реактивными двигателями. Исторически идея создания вертолета родилась задолго до появления первых самолетов.

В настоящее время существуют различные конструктивные схемы вертолетов, которые можно разделить на следующие основные группы: одновинтовые с рулевым хвостовым винтом, двухвинтовые продольной, соосной и поперечной схем, многовинтовые, вертолеты с реактивными двигателями, установленными на лопастях винта.

По одновинтовой схеме с рулевым винтом выполнены вертолеты Ми-1, Ми-4, Ми-6, Ми-2, Ми-8 и Ми-10. Соосную схему имеют вертолеты Ка-10, Ка-15, Ка-18 и Ка-26, двухвинтовую поперечную — вертолеты В-12, а двухвинтовую продольную — Як-24.

При всем многообразии существующих конструкций вертолетов в них можно выделить следующие основные элементы: несущий винт, автомат перекося, рулевой хвостовой винт (в одновинтовых машинах), фюзеляж, шасси и трансмиссию.

Несущий винт служит для создания подъемной силы, силы тяги и для управления вертолетом. Винт обеспечивает вертолету вертикальный взлет без разбега, способность «висеть» в воздухе, а также изменять направление движения. Выход из строя двигателя во время полета вертолета при исправном винте не представляет опасности для экипажа и пассажиров, так как в этом случае благодаря самовращению несущего винта вертолет совершит плавный спуск.

Несущий винт вертолета имеет от 2 до 5 лопастей, обычно трапециевидной формы. Лопасти изготавливаются из металла или дерева. Иногда применяются и смешанные конструкции, в которых лонжерон лопасти выполняется из стали, а стрингеры и нервюры — из дерева.

При поступательном движении вертолета лопасти несущего винта находятся в различных аэродинамических условиях: лопасть, идущая вперед по направлению полета, относительно воздуха получает дополнительную скорость, равную скорости полета, а у лопасти, движущейся назад, относительная скорость на такую же величину уменьшается. Это вызывает нежелательные изменения сил и моментов, действующих на несущий винт.

Обеспечение равномерного аэродинамического нагружения вращающихся лопастей осуществляется автоматом перекоса, который автоматически изменяет угол установки лопастей («угол атаки») несущего винта в течение одного его оборота; у лопасти, двигающейся вперед, угол атаки уменьшается, а у лопасти, движущейся назад, — увеличивается. Автомат перекоса, связанный конструктивно с системой управления вертолетом, обеспечивает также возможность выполнения сложных маневров при полете.

На одновинтовых вертолетах устанавливается рулевой хвостовой винт, который служит для гашения реактивного момента, возникающего при вращении несущего винта двигателем. Когда вертолет находится на земле, реактивный момент, приложенный к его фюзеляжу (корпусу), уравнивается реакцией грунта, приложенной к колесам шасси. В воздухе же этот момент стремится поворачивать вертолет в противоположную вращению несущего винта сторону. Сила тяги, создаваемая при вращении рулевого винта, который с помощью специальной трансмиссии конструктивно связан с двигателем, вращающим несущий винт, образует момент, направ-

ление которого противоположно направлению реактивного момента от несущего винта. Летчик имеет возможность изменять величину этого момента при неизменном моменте несущего винта. Этим обеспечивается возможность поворота вертолета в нужную сторону.

Гашение реактивного момента может осуществляться и другим способом — применением соосных или расположенных на одной оси друг за другом несущих винтов, вращающихся в разные стороны. Противоположные направления вращения винтов создают различные по направлению реактивные моменты, гасящие друг друга полностью или частично (при осуществлении поворота). Хвостовой винт обычно имеет от 2 до 4 лопастей. Конструкция их аналогична конструкции лопастей несущих винтов.

Как и в самолете, фюзеляж вертолета служит для размещения экипажа, пассажиров, оборудования и грузов. К фюзеляжу крепятся все агрегаты вертолета. Форма фюзеляжа зависит от назначения и принятой общей конструктивной схемы вертолета. Так, фюзеляж вертолета одновинтовой схемы имеет хвостовую балку круглого или овального сечения, на конце которой установлен рулевой винт. Фюзеляж вертолета двухвинтовой продольной схемы в большинстве случаев имеет сигарообразную форму с сужающейся в плане задней частью, которая служит килевой поверхностью. Конструкция фюзеляжа может быть ферменной, балочной и смешанной. Ферменная конструкция представляет собой пространственную ферму, обычно сваренную из труб, соединенных ненагруженной обшивкой. Каркас балочного фюзеляжа образуется из шпангоутов и стрингеров. Обшивка в этом случае является нагруженной, т. е. воспринимающей усилия, передающиеся на фюзеляж, и выполняется из дюралюмина. По смешанной схеме выполнен, например, фюзеляж вертолета Ми-1, в котором в одной части конструкции использована ферменная, а в другой — балочная схема.

Кабина экипажа у вертолетов имеет значительно большее остекление, чем на самолетах. Это объясняется тем, что пилот вертолета должен иметь обзор не только вперед и в стороны, но и вниз, при вертикальном снижении и посадке. Хвостовая часть фюзеляжа часто используется для установки вертикального и горизонтального оперения.

В верхней части фюзеляжа устанавливается обтекатель, в котором размещаются механизм управления и опоры вала несущего винта. В обшивке фюзеляжа имеются отверстия для входа и выхода воздуха, охлаждающего двигатель. Шасси вертолета имеет то же назначение, что и самолетное, но конструктивно несколько отличается от последнего. Оно меньше по размерам, выполняется с тремя или четырьмя колесами.

Для передачи крутящего момента от двигателя к несущим винтам, а также для изменения его величины служит трансмиссия. Она включает в себя редукторы, валы, муфты включения, муфты свободного хода и тормоза несущих винтов. С помощью редукторов изменяются числа оборотов несущего винта и числа оборотов и направление вращения рулевого винта. Муфты включения обеспечивают возможность отключения винта при работающем двигателе. Муфта свободного хода автоматически отключает трансмиссию и несущий винт от двигателя в случае его отказа. Этим обеспечивается возможность легкой раскрутки винта набегающим потоком воздуха при снижении. Благодаря раскрутке (авторотации) винт создает некоторую подъемную силу и вертолет не падает, а достаточно медленно спускается.

Управление вертолетом осуществляется с помощью специальной системы управления несущими винтами и управления двигателем. В кабине экипажа имеется ручка управления и рычаг «Шаг — газ». Отклонение ручки управления от нейтрального положения вперед вызывает движение вертолета вперед. При наклоне ручки управления назад вертолет движется назад. Поворот ручки вправо или влево вызывает движение вертолета в соответствующую сторону.

При наборе высоты летчик должен поднять вверх рычаг «Шаг — газ», что приведет к увеличению мощности и числа оборотов двигателя и к соответствующему изменению шага винта, вследствие чего подъемная сила винта возрастет и вертолет будет подниматься. При движении рычага вниз подъемная сила несущего винта уменьшается и вертолет идет на снижение. Управление рулевым винтом осуществляется при помощи педалей. Отклонением педали в разные стороны летчик меняет величину силы тяги этого винта.

Вертолеты имеют сравнительно невысокие скорости полета (максимальная — немного более 300 км/ч). От-

носительно широкое распространение вертолетов в последние годы связано с возможностью полета и посадки в условиях, совершенно непригодных для самолетов (в горах, тайге и других труднодоступных местах).

Глава шестая

АВИАЦИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ — СЕРДЦЕ САМОЛЕТА

Перемещение любого тела на земле и в околоземном пространстве неизбежно сопровождается затратами энергии. Пешеход, бегун и велосипедист расходуют на свое движение мускульную энергию, снаряд и пуля вылетают из канала ствола за счет энергии пороховых газов, кинетическая энергия потока воздуха заставляет вращаться вал ветряного двигателя, а энергия падающей воды приводит в движение вал турбины гидроэлектростанции.

Для того чтобы поднять на большую высоту современный самолет, вес которого достигает нескольких десятков, а то и сотен тонн, и разогнать этот самолет до большой скорости, необходимо затратить огромное количество энергии. Откуда же эта энергия берется?

Ответ на этот вопрос мы получим, ознакомившись с общим устройством и работой авиационных двигателей, которые совсем не случайно называют сердцем самолета.

В общем случае двигателем называется машина, предназначенная для преобразования какого-либо вида энергии (электрической, тепловой, химической, атомной и т. п.) в энергию механическую.

У самолета двигатель является основной частью силовой установки, которая в зависимости от типа двигателя включает в себя, кроме него, всасывающие отверстия (воздухозаборники) и выхлопные сопла или воздушные винты, системы питания двигателя маслом и топливом, систему охлаждения, устройства для подвески и крепления двигателя, устройства для забора воздуха и выпуска отработавших газов, а также другие вспомогательные устройства и системы для управления различными агрегатами и контроля за их работой.

На самолетах гражданской авиации в настоящее вре-

мя применяются двигатели внутреннего сгорания, которые могут быть поршневыми, газотурбинными и комбинированными.

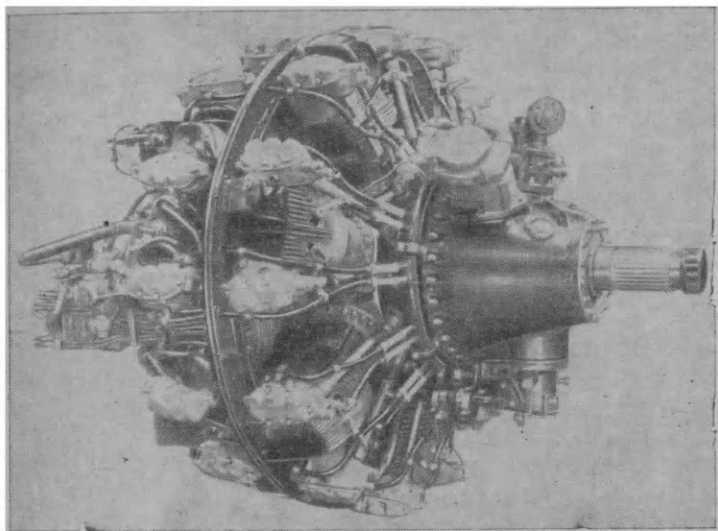
С начала зарождения авиации и до 50-х годов нашего столетия на самолетах практически повсеместно применялись поршневые двигатели, которые принципиально ничем не отличаются от подобных двигателей, устанавливаемых в наземных транспортных средствах, например в автомобилях.

Чаще всего на самолетах используется четырехтактный двигатель с принудительным электрическим зажиганием рабочей смеси. Его рабочий цикл осуществляется следующим образом. При движении поршня вниз объем над поршнем через открытые впускные клапаны заполняется смесью воздуха с топливом (такт впуска или всасывания). Затем поршень движется вверх при закрытых клапанах, сжимая находящуюся в цилиндре рабочую смесь (такт сжатия). Когда поршень доходит до своего верхнего положения (а точнее несколько раньше), смесь воспламеняется при помощи специального запала (свечи) и очень быстро сгорает. Образовавшиеся продукты сгорания давят на поршень, заставляя его двигаться вниз. Сила давления газов через поршень и шатун передается на коленчатый вал двигателя, создавая на нем крутящий момент, который используется для совершения механической работы.

Движение поршня под действием газовых сил называется рабочим ходом. После него следует такт выпуска. Он осуществляется движением поршня вверх при открытых выпускных клапанах, в результате чего цилиндры очищаются от продуктов сгорания, и двигатель готовится к повторению рабочего цикла.

Первые самолеты с поршневыми двигателями появились в начале нынешнего столетия. Двигатели имели от 3 до 8 цилиндров и развивали мощность от 20 до 80 л.с. Для сравнения заметим, что двигатель легкового автомобиля «Москвич-412» имеет мощность около 75 л.с., а грузового автомобиля ЗИЛ-131 — 150 л.с.

Мощностью двигателя при прочих равных условиях определяется скорость полета самолета, поэтому естественно, что развитие авиационного двигателестроения шло по пути увеличения мощности. При этом для авиационного двигателя важно не просто увеличение мощности, а увеличение его так называемой удельной мощно-



Авиационный поршневой двигатель АШ-82Т

сти, т. е. мощности, приходящейся на единицу веса двигателя. Поэтому конструкторская мысль была направлена на создание все более мощных двигателей при одновременном снижении их веса. Статистика показывает, что увеличение веса двигателя на 1 кг приводит к увеличению веса самолета на 3—5 кг. А это значит, что снижение веса двигателя позволяет увеличить полезную нагрузку на самолет (количество пассажиров, вес перевозимых грузов и т. п.).

Говоря о необходимости повышения мощности авиационных двигателей, следует указать еще и на специфические условия их работы. Дело в том, что при работе двигателя для сгорания топлива требуется определенное количество кислорода, который поступает в цилиндры из атмосферы. С увеличением высоты плотность воздуха снижается и кислорода становится недостаточно для обеспечения полного сгорания той же порции топлива, которая поступала в цилиндры двигателя при его работе на земле. Уменьшение же подачи топлива, как и его неполное сгорание, приводит к потере мощности, которая становится весьма ощутимой на больших высотах. Так,

на высоте 3000 м исходная мощность снижается на 30 %, на высоте 5000 м — на 50 %, а затем снижение идет еще более интенсивно.

В связи с этим поршневые двигатели изготавливаются таким образом, что максимальная подача топлива у них обеспечивается автоматически на расчетной высоте, определяемой в зависимости от назначения самолета. На земле эти двигатели развивают несколько меньшую мощность. Такой принцип способствует более равномерному использованию мощности на различных высотах полета и обеспечивает более экономичную работу двигателя.

Значительный прогресс в развитии поршневых авиационных двигателей связан с применением наддува, т. е. подачи в цилиндры предварительно сжатого воздуха. Этот метод был впервые введен в 1930 г. как средство для увеличения мощности двигателей на большой высоте и позволил существенно улучшить летные данные самолетов. В настоящее время наддув является одним из самых эффективных методов форсирования (т. е. увеличения мощности при тех же габаритах) двигателей не только в авиации, но и на любых наземных транспортных средствах.

Наддув осуществляется с помощью специального агрегата, называемого нагнетателем. В компрессоре нагнетателя во время полета самолета встречный поток воздуха затормаживается и сжимается, а потом уже подается в цилиндры двигателя.

В результате сжатия воздуха его количество, а следовательно, и количество кислорода в том же объеме цилиндра увеличивается. Это обеспечивает полное сгорание большего количества топлива и, следовательно, получение большего количества энергии.

Вал нагнетателя приводится во вращение либо от коленчатого вала двигателя (приводной нагнетатель), либо от турбины (турбонаддув). Вторая схема в авиации имеет преимущественное распространение. Она позволяет повысить мощность двигателя в 1,5—2 раза и является более экономичной.

Конструктивно турбины и нагнетатель выполняются в едином агрегате, называемом турбонагнетателем. Рабочие лопатки турбины и нагнетателя расположены на одном валу. Вращение турбины осуществляется за счет использования энергии отработавших газов, которые вы-

ходят из двигателя, имея высокую температуру (до 900°C) и избыточное давление, зависящее от давления наддува.

Увеличение давления газов на входе в турбину может привести к тому, что развиваемая ею мощность окажется выше, чем это необходимо для привода нагнетателя. В таком случае избыточная мощность турбины может передаваться на вал поршневого двигателя и использоваться в дальнейшем для вращения винта. Так получается новый тип двигателя — турбовинтовой, который нашел широкое применение в авиации, явившись как бы переходной ступенью от поршневых к газотурбинным двигателям.

Применение наддува и совершенствование конструкции поршневых авиационных двигателей привели к тому, что скорости и высоты полетов самолетов значительно возросли. Однако уже перед второй мировой войной рекордными самолетами по существу были достигнуты пределы по всем основным показателям: скорости (около 755 км/ч), высоты (около $17\,000\text{ м}$) и дальности полета.

Поршневые двигатели уже не могли обеспечить дальнейшее увеличение скорости и высоты полета самолетов и им на смену должны были прийти двигатели новых типов. Такими двигателями явились газотурбинные, ставшие основными двигателями современной гражданской авиации. Объясняется это прежде всего тем, что газотурбинные двигатели имеют очень высокую «габаритную мощность», т. е. мощность, приходящуюся на единицу объема, который измеряется как объем прямой призмы, касающейся своими гранями наиболее выступающих частей двигателя. Если у лучших образцов поршневых двигателей габаритная мощность достигала $300\text{—}800\text{ л. с./м}^3$, то у газотурбинных этот показатель равен 5000 л. с./м^3 и более.

Уменьшение габаритов двигателя дало возможность значительно сократить его вес и лобовую поверхность, а следовательно, и лобовое сопротивление, что особенно важно при больших скоростях полета, а также позволило установить на самолете большее количество двигателей, т. е. увеличить их суммарную мощность. Вот почему переход к газотурбинным двигателям позволил в короткий срок повысить скорость самолетов в $2\text{—}3$ раза.

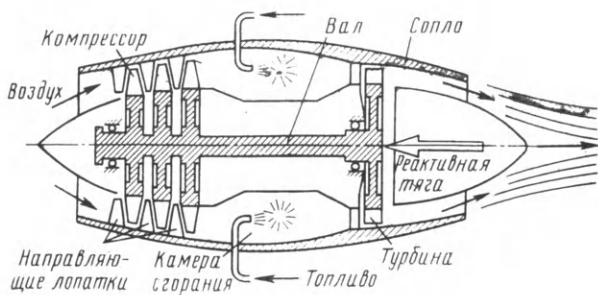


Схема турбореактивного двигателя

По способу создания тяги газотурбинные двигатели делятся на турбореактивные (ТРД), турбовинтовые (ТВД) и двухконтурные (ДТРД).

Турбореактивный двигатель состоит из входного устройства, компрессора, камеры сгорания, газовой турбины и выхлопной трубы с реактивным соплом.

Входное устройство предназначено для торможения набегающего потока воздуха и подвода его к компрессору с наименьшими потерями давления, поэтому внутренние поверхности входного канала выполняются гладкими с плавными переходами.

При работе двигателя в полете входящий в него поток воздуха предварительно сжимается во входном устройстве под действием скоростного напора, а затем поступает в компрессор. Компрессор обеспечивает дальнейшее сжатие воздуха, подаваемого в камеру сгорания.

На современных авиационных двигателях могут устанавливаться центробежные, осевые и комбинированные компрессоры. В центробежном компрессоре сжатие воздуха происходит под действием центробежных сил, возникающих при вращении рабочего диска компрессора, лопатки которого раскручивают воздушный поток и отбрасывают его от оси к внешнему контуру. Такой компрессор обеспечивает повышение давления в 4—5 раз.

В осевом компрессоре воздух сжимается постепенно при переходе от одной к другой ступени вентиляторов со специально спрофилированными лопатками, при обтекании которых создаются значительные аэродинамические силы, сжимающие поток.

Обычно осевые компрессоры имеют от 6 до 17 и более ступеней. При этом достигается в несколько раз более высокая степень сжатия воздуха, чем в центробежном компрессоре. Осевой компрессор обеспечивает, кроме того, и лучшую экономичность двигателя благодаря более высокому КПД (0,88—0,9 вместо 0,7—0,8 у центробежного).

Комбинированные компрессоры обычно имеют одну центробежную ступень и несколько осевых, занимая по своим показателям промежуточное положение.

Из компрессора воздух поступает в камеру сгорания, куда через форсунки постоянно впрыскивается топливо. Первоначальное его воспламенение осуществляется от электрической искры. Количество воздуха, подаваемого в камеру сгорания, всегда значительно больше (примерно в 3—5 раз), чем требуется для полного сгорания топлива. Этим обеспечивается эффективное охлаждение камеры сгорания и снижение температуры газов, поступающих затем на лопатки турбины, работающей в очень напряженных температурных условиях.

Турбина служит для превращения кинетической энергии газов в механическую, которая расходуется на осуществление вращения рабочих органов компрессора и вспомогательных агрегатов, обслуживающих двигатель (топливные и масляные насосы и т. п.). В турбине газы расходуют не всю свою энергию. Они на выходе сохраняют еще значительное избыточное давление, обладают высокой скоростью и имеют высокую температуру. Поэтому поток газов направляется далее через выхлопную трубу в реактивное сопло, где его скорость еще более увеличивается, а давление снижается до атмосферного. При истечении газов через сопло возникает реактивная сила тяги, толкающая самолет по направлению движения. Эта сила тем больше, чем большее количество газа проходит через двигатель и чем больше разность между скоростью полета и скоростью выходящих из сопла газов.

Из отечественных самолетов гражданской авиации турбореактивные двигатели установлены, например, на всем известном самолете Ту-104.

Главное отличие турбовинтовых двигателей от турбореактивных состоит в том, что непосредственно в силу реактивной тяги у них превращается лишь небольшая доля энергии газов (до 10%). Основная же часть этой энергии преобразуется в работу в турбине, мощность ко-

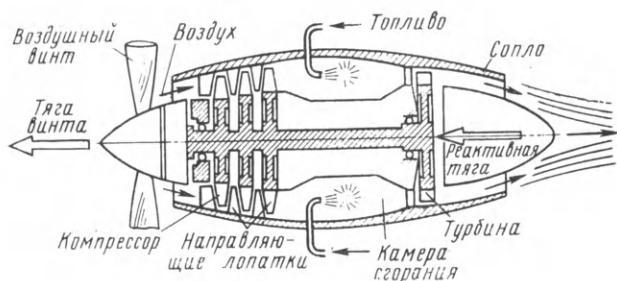


Схема турбовинтового двигателя

торой значительно больше, чем необходимо для привода компрессора и вспомогательных агрегатов. Избыток мощности турбины расходуется на вращение воздушного винта, создающего основную силу тяги, заставляющую летательный аппарат передвигаться в воздушной среде.

Турбина в ТВД, развивающая очень высокую мощность (10 000 л. с. и более), для более полного использования энергии продуктов сгорания выполняется многоступенчатой (обычно 3—6 ступеней). Обязательным элементом в приводе от ТВД к воздушному винту является редуктор, который примерно в 10 раз снижает число оборотов винта по сравнению с числом оборотов вала турбины. Это необходимо для обеспечения наивыгоднейших условий работы воздушного винта.

Турбовинтовые двигатели имеют лучшие тяговые и экономические характеристики по сравнению с турбореактивными при малых скоростях полета (до 700—800 км/ч), поэтому и область их применения распространяется именно до указанных скоростей. Такие двигатели имеют самолеты Ан-12, Ил-18, Ту-114 и Ан-22.

В последние годы особенно широкое распространение получают двухконтурные воздушно-реактивные двигатели (турбовентиляторные). Они занимают промежуточное положение между ТВД и ТРД. В отличие от турбовинтовых двигателей в них избыток мощности турбины передается не на воздушный винт, а на вентилятор, который сжимает воздух и ускоряет его поток в так называемом внешнем контуре. Внутренний (основной) контур такого двигателя ничем не отличается от обычного ТРД; вследствие истечения через сопло воздуха из внешнего контура создается дополнительная сила тяги. Расход

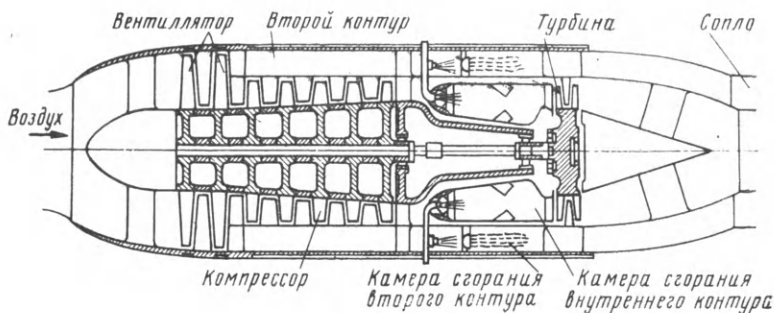


Схема турбовентиляторного двигателя

воздуха через внешний контур обычно в 1,5—2 раза больше, чем через основной. Во внешний контур может также впрыскиваться топливо. В этом случае создаваемая им тяга увеличивается за счет увеличения скорости истечения потока газов.

Двухконтурные двигатели по сравнению с обычными ТРД могут обеспечить повышение тяги на 40—50%. Однако при этом за счет второго контура возрастает лобовая поверхность двигателя, а следовательно, и лобовое сопротивление при полете.

Основное преимущество таких двигателей заключается в их высокой экономичности при полете самолета на скоростях, близких к скорости звука (900—1100 км/ч).

Из современных отечественных самолетов гражданской авиации турбовентиляторные двигатели имеют самолеты Ил-62, Ту-124, Ту-134, Ту-154 и Як-40.

Необходимость дальнейшего увеличения скоростей самолетов гражданской авиации может потребовать установки на них и других типов двигателей. В частности, при скорости выше 3000 км/ч весьма перспективными могут оказаться силовые установки с прямоточными воздушно-реактивными двигателями (ПВРД). Эти двигатели в отличие от турбореактивных не имеют ни компрессора, ни турбины, а сжатие воздуха, поступающего в камеру сгорания, осуществляется только под действием скоростного напора. Такой двигатель по сравнению с ТРД имеет почти в два раза меньший «удельный вес», меньшую лобовую поверхность, проще по конструкции. Однако при полете на дозвуковых скоростях он значительно уступает ТРД по экономичности, требует для

своего запуска предварительного разгона летательного аппарата с помощью какого-либо другого двигателя до скорости 700—800 км/ч. Сложным оказывается также регулирование тяги такого двигателя.

Вполне вероятно, что силовые установки самолетов гражданской авиации будущего включат в себя двигатели различных типов с тем, чтобы каждый из них работал в наиболее выгодных для него условиях полета.

Очень важным с точки зрения создания рациональной конструкции самолета является место расположения на нем двигателей. На современных самолетах двигатели размещаются в фюзеляже или по его бокам, на крыле или под крылом, в хвостовой части фюзеляжа. Очень часто размещение двигателей диктуется их типом и количеством. Так, например, в передней части фюзеляжа считается целесообразным размещение одного поршневого двигателя. Два или четыре таких же двигателя обычно ставят в передней части крыла.

Один реактивный двигатель чаще всего размещается в хвостовой части фюзеляжа. При этом появляется возможность вынести вперед кабину экипажа, улучшая обзор. Недостаток такого размещения — увеличение длины каналов, подводящих воздух в двигатель, — приводит к заметной потере тяги. Кроме того, при этом несколько усложняется центровка самолета вследствие удаления двигателя от центра тяжести.

Если самолет имеет два, четыре и более реактивных двигателя, то они обычно ставятся на крыле или на фюзеляже снаружи. Чем ближе к фюзеляжу стоят в этом случае двигатели, тем меньшим оказывается общее сопротивление воздуха в полете и проще осуществляется полет при отказе одного из двигателей.

С точки зрения аэродинамики крыла наиболее выгодным оказывается расположение двигателей под крылом на пилонах (стойках, закрытых обтекателями). Однако при этом увеличивается вес и происходит более быстрый износ двигателя при его работе на земле вследствие попадания механических частиц с воздухом через низко расположенные воздухозаборники.

Аэродинамические качества крыла мало ухудшаются при установке двигателей на его концах, но в этом случае невозможен полет с одним двигателем вследствие большого разворачивающего момента.

В последнее время широкое распространение нашло расположение двух или четырех двигателей в специальных гондолах по бортам хвостовой части фюзеляжа. При этом резко возрастает пожарная безопасность, значительно уменьшается шум в кабинах пассажиров и экипажа и улучшается аэродинамика крыла. Подобное размещение двигателей применено, в частности, на самолетах Ил-62, Ту-134 и Ту-154.

Таким образом, при размещении двигателей на самолете учитываются очень многие факторы, среди которых немаловажная роль принадлежит вопросам безопасности полета и удобства пассажиров. В этой связи следует отметить также и тот факт, что к авиационным двигателям предъявляются повышенные требования по надежности, а их приборное оборудование, о котором будет идти речь ниже, предусматривает целый ряд сигнальных и других устройств, позволяющих экипажу контролировать работу двигателя и его систем.

Глава седьмая

САМОЛЕТ ГОТОВИТСЯ К ПОЛЕТУ

Современный самолет представляет собой сложное инженерное сооружение. В зависимости от назначения и условий эксплуатации к самолету предъявляются следующие основные требования: безопасность полетов, наибольшая коммерческая загрузка при наименьшем собственном весе, высокая скорость полета.

Все самолеты допускаются к эксплуатации лишь после того, как будет установлено, что они удовлетворяют соответствующим летно-техническим требованиям.

В последние годы все чаще поступают в Аэрофлот быстроходные лайнеры новых конструкций. Они допускаются к эксплуатации после того, как покажут положительные качества на государственных и эксплуатационных испытаниях. Только тогда выдаются удостоверения о годности их к полетам. Эти удостоверения действуют не более трех лет, а затем подлежат продлению.

Все самолеты обязательно регистрируются в Государственном реестре гражданских воздушных судов СССР.

При этом самолету присваивается государственный регистрационный опознавательный знак, который наносится на борт.

Требование обеспечения безопасности полета является основным и необходимым условием, и только при полном его соблюдении самолет может быть принят к эксплуатации на пассажирских линиях.

Невозможно коротко перечислить весь комплекс мероприятий, выполняемых для обеспечения безопасности полета: их чрезвычайно много и в каждом типе самолета они находят свои оригинальные решения.

Прежде всего на самолете устанавливается несколько двигателей с запасом мощности, обеспечивающим продолжение полета при остановке одного или двух (на четырехмоторных самолетах) двигателей.

Системы самолета, от которых зависит безопасность полета, выполнены с таким расчетом, что в случае поломки или отказа отдельных агрегатов включаются в работу запасные аварийные агрегаты, которые обеспечивают нормальную работу этих систем.

Силовые элементы самолета, воспринимающие большие нагрузки в полете, имеют достаточно большой запас прочности.

Одним из элементов, обеспечивающих безопасность полета, является установление для каждого типа самолета максимально допустимого взлетного веса. Сюда входит вес самого самолета, вес экипажа, пассажиров, топлива и грузов.

Для обеспечения безопасности полета необходимо гарантировать безотказную работу всех механизмов, приборов и агрегатов, установленных на самолете. С этой целью каждый самолет после посадки и перед вылетом в рейс проходит техническое обслуживание.

Еще когда первые самолеты новой конструкции только выходят с завода и начинают проходить летные испытания без груза и пассажиров, многочисленная группа специалистов придирчиво и внимательно изучает работу каждого агрегата и износ мельчайших деталей. При этом исследуются причины возникновения самых, казалось бы, незначительных дефектов.

В процессе летных испытаний совершенствуются различные элементы конструкции и накапливается опыт, необходимый для эксплуатации нового самолета.

Однако любые детали или механизмы, какими бы прочными они ни были, со временем изнашиваются и требуют ремонта или замены. В подвижных соединениях изнашивается смазка и может появиться недопустимая выработка. Кроме того, может ослабеть затяжка болтов, шпилек и других крепежных элементов. Все эти дефекты необходимо своевременно обнаружить и устранить, не допуская того, чтобы они сказались на безопасности полета. Для этой цели при эксплуатационных испытаниях самолета специалисты определяют характер и закономерности износа деталей и агрегатов в зависимости от времени их работы. Это относится ко всему оборудованию самолета.

После того как получены исчерпывающие данные о работе всех механизмов самолета, составляется регламент технического обслуживания отдельно для каждого типа самолета или вертолета, с учетом его назначения, особенностей конструкции, условий эксплуатации. В регламенте технического обслуживания точно указано, какие работы необходимо проводить в зависимости от количества часов работы самолета, и устанавливается ресурс каждому агрегату, т. е. определяется время, которое данный агрегат может работать без ремонта (или специальной проверки).

В полет выпускаются только исправные самолеты, отвечающие техническим условиям, а также прошедшие соответствующую подготовку и проверку.

Самолетное хозяйство очень велико, и одному человеку не разобраться во всех его тонкостях. Поэтому техническим обслуживанием самолета заняты люди многих специальностей. Одни обслуживают двигатели, другие — шасси, управление, радиооборудование, электрооборудование и т. д.

Работы по техническому обслуживанию требуют от исполнителей очень большой внимательности и четкости. Поэтому каждый самолет после окончания обслуживания принимается инженерами разных специальностей. Самолет считается готовым к выполнению рейса лишь в том случае, если на нем выполнены предусмотренные регламентом работы и устранены все обнаруженные дефекты.

Перед вылетом самолета в рейс производится предполетное техническое обслуживание, которое начинается задолго до времени вылета. Инженер запускает двига-

тели и окончательно убеждается в их безотказной работе. Техники и механики снова осматривают самолет, заправляют его топливом, маслом, водой, проверяют зарядку гидравлических систем и т. д.

Бригады бытового обслуживания доставляют на самолет чистые полотенца, посуду, пищу и все необходимое, что может потребоваться пассажиру в полете.

После этого летный экипаж принимает у инженерной службы самолет, снова его осматривает и подает на перрон для посадки пассажиров.

В то время, когда инженеры и техники проверяют исправность самолета и его оборудования, летчик и штурман прокладывают на карте маршрут, определяют курс, скорость и высоту предстоящего полета.

Прокладка маршрута заключается в проведении на карте прямых линий между основными (опорными) точками.

Исходный пункт маршрута (ИПМ) обычно выбирают на расстоянии нескольких десятков километров от аэродрома. В качестве ИПМ может быть не только хороший (естественный) ориентир, но и пункт земного обеспечения самолетовождения (ЗОС) с радиотехническими или пиротехническими средствами. В качестве поворотных пунктов маршрута обычно выбираются хорошо видимые или хорошо различимые на экране радиолокатора естественные или искусственные ориентиры (радио- и светомаяки). Контрольными ориентирами служат обычно населенные пункты, изгибы рек, озера, точки пересечения шоссе и железных дорог.

Между контрольными ориентирами указывают расстояние и штилевое (без учета ветра) время полета. Направление ветра с указанием его скорости условно показывают на карте красной стрелкой, обращенной в ту сторону, куда он дует.

Проложив маршрут, экипаж приступает к расчету полета. Предварительно определяются протяженность участков полета, общая протяженность маршрута, запас топлива, время наступления темноты, рассвета и другие параметры.

Непосредственно перед вылетом проводится окончательный расчет полета с учетом ветра. Определяются магнитный курс, путевая скорость, угол сноса, время по-

лета на каждом этапе маршрута, точное время вылета и пролета исходного пункта маршрута. Все расстояния измеряют по карте, а время полета по участкам рассчитывают на основании данных об истинной или путевой скоростях.

Общую продолжительность полета определяют, суммируя время полета на отдельных участках маршрута. Кроме того, общую сумму времени увеличивают на 5—10% на случай возможных отклонений от маршрута. Расчету времени полета придается большое значение, так как оно связано с требуемым запасом топлива на самолете.

Полученные при окончательном расчете полета данные заносятся в бортжурнал штурмана и в таблицу полета летчика.

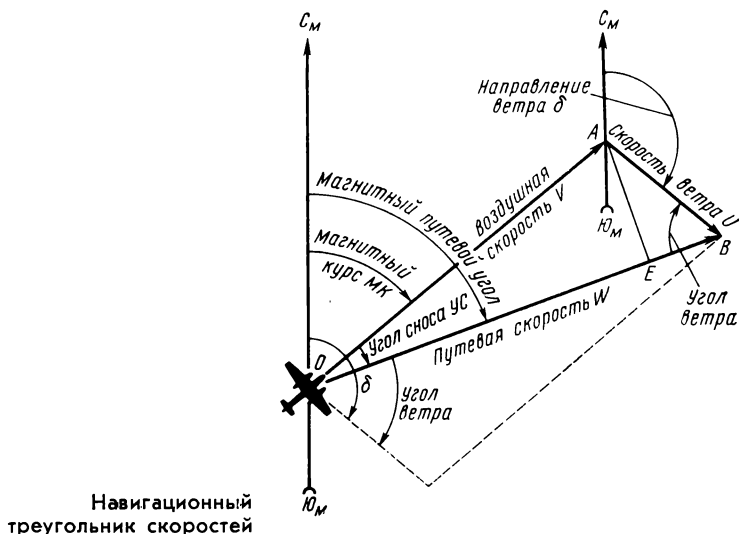
Рассмотренная выше схема подготовки полета осуществляется всегда при прокладывании нового маршрута. Что же касается рейсовых самолетов Аэрофлота, летающих по постоянным маршрутам, то в этом случае объем подготовительных работ будет значительно меньшим. В основном это будут расчеты, связанные с учетом меняющихся факторов (скорости и направления ветра, состояние погоды на маршруте и т. п.).

Глава восьмая

В ПОЛЕТЕ

Самолет взлетел, лег на заданный курс и полетел по маршруту. Однако траектория его движения не всегда совпадает с той условной линией на земной поверхности, по которой его хотел направить летчик. Дело в том, что воздушная среда, окружающая самолет, находится в непрерывном движении. Воздушные массы перемещаются в вертикальном и горизонтальном направлениях. Самолет, двигаясь относительно воздушной среды, одновременно перемещается вместе с ней.

Вертикальное движение воздуха не сказывается на направлении полета, хотя и заставляет летчика (или автопилот) для выдерживания заданной высоты непрерыв-



но переводить самолет то в набор высоты, то на снижение.

Направление движения самолета изменяется при перемещении воздушных масс в горизонтальной плоскости (при ветре). Это можно уяснить с помощью так называемого навигационного треугольника скоростей (см. рисунок). Он показывает зависимость между навигационными элементами полета самолета. Из рисунка видно, что в результате сложения вектора воздушной скорости самолета V и вектора скорости ветра U образуется результирующий вектор, который характеризует путевую скорость самолета W , т. е. скорость и направление его перемещения относительно земной поверхности.

Вектор путевой скорости определяет направление перемещения самолета — линию пути. Для различных построений и отсчетов в авиации используется понятие путевого угла. Его образует северное направление меридиана и линия пути самолета.

Влияние ветра на элементы движения самолета зависит от его скорости U и направления δ , которые определяют угол сноса и угол ветра. Угол сноса отсчитывается от продольной оси самолета. Когда ветер дует в левый борт, то самолет сносит вправо, угол сноса считается положительным и обозначается знаком «+».

Если ветер дует в правый борт, то угол сноса отрицательный и имеет знак «—». Угол ветра отсчитывается от вектора путевой скорости по часовой стрелке от 0 до 360°.

Данные о ветре экипажу обычно сообщают на земле. Однако при полете самолета по маршруту из одного пункта в другой направление и скорость ветра могут измениться. Это вызовет изменение навигационных элементов полета, и в результате самолет может отклониться от заданного маршрута. Поэтому приходится контролировать ветер в полете.

Рассматривая навигационный треугольник скоростей, можно сделать вывод, что с увеличением воздушной скорости величина угла сноса (при одной и той же скорости ветра) уменьшается. Это справедливо, если скорость ветра относительно невелика. Однако скоростные самолеты летают на больших высотах, где скорость ветра может достигать 100—200 км/ч. При этом углы сноса имеют такую величину, которую следует обязательно предусматривать при навигационных расчетах.

Основной целью контроля пути, проводимого на протяжении всего полета, является определение отклонений самолета от заданного маршрута с целью их уменьшения и точного выхода на очередной пункт.

Экипажи современных самолетов, имеющих большие скорости, высоты и дальности полета, для навигационных целей используют самые разнообразные технические средства. Их подразделяют на геотехнические, радиотехнические и астрономические средства самолетовождения.

Магнитные и гироскопические компасы, указатели скорости, высотомеры, визеры, часы и другие пилотажно-навигационные приборы и системы относятся к геотехническим средствам самолетовождения. Они просты, автономны и надежны, но, за исключением часов, имеют сравнительно невысокую точность.

К радиотехническим средствам относятся радиокompасы, радиовысотомеры, радиолокационные станции и самолетное радиодальномерное оборудование.

Эти средства самолетовождения позволяют выполнять полет в сложных метеорологических условиях и ночью, имеют высокую точность, но на них оказывают сильное влияние искусственные помехи (посторонние радиосигналы).

Для астрономических измерений используются авиа-

ционные астрокомпасы, астроориентаторы и другие устройства.

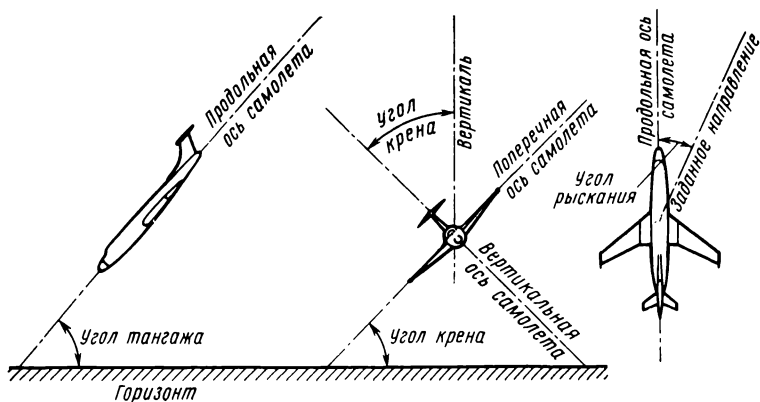
Основным достоинством астрономических средств является то, что ими можно пользоваться над безориентированной местностью, над морем и океаном. Кроме того, они автономны, а их точность не зависит от дальности полета.

Важным навигационным элементом полета является время. Основой для измерения времени служит суточное вращение Земли вокруг своей оси. Время на меридиане данного места называют местным временем. Использование местного времени создает неудобства и усложняет взаимоотношения между людьми, живущими в разных населенных пунктах. Поэтому было введено поясное время.

Поясным называют время на центральном меридиане данного пояса. Земной шар разделен на 24 часовых пояса. Каждый пояс от последующего отличается на один час. Нумерация поясов принята от 0 до 23 с запада на восток. Границы часовых поясов проводятся с учетом границ государства. На территории СССР имеется 11 поясов. Москва относится ко второму поясу, в котором время должно считаться на два часа больше всемирного, соответствующего начальному (Гринвичскому) меридиану. Однако по экономическим соображениям в 1930 г. в СССР введено так называемое декретное время на один час вперед поясного. Таким образом, московское время, по которому составлено расписание движения самолетов, на три часа опережает всемирное.

Применение технических средств навигации стало особенно необходимым в связи с ростом скоростей и высоты полета современных самолетов. Из-за больших скоростей резко сократилось время, отводимое летчику для принятия решения, и ему стало труднее выполнять необходимые операции и своевременно реагировать на показания множества приборов, регистрирующих положение самолета, работу агрегатов и систем. В связи с этим возникла необходимость автоматизации процесса пилотирования и навигации, широкого внедрения в бортовое оборудование вычислительной техники, позволяющей объединить различные приборы в единую аэронавигационную систему.

Однако главным звеном системы управления самолетом все же остается человек, ибо только он может кор-



Углы, характеризующие положения самолета

ректировать программу, оценивать качественно новые явления, с которыми можно встретиться в полете.

Управляя самолетом, летчик следит за тем, чтобы выполнялся заданный режим полета. Этот режим определяется положением машины в пространстве, скоростью, высотой, курсом и другими параметрами.

Положение самолета в пространстве принято оценивать его координатами (широта и долгота) и высотой полета, а также тремя углами, образуемыми его условными осями с вертикалью, линией горизонта и дополнительной линией (например, меридианом или направлением на точку назначенного маршрута). Условные оси проходят через центр тяжести самолета: первая, продольная ось, — вдоль фюзеляжа в плоскости симметрии; вторая, поперечная, — перпендикулярна продольной, направлена по размаху крыла; третья, вертикальная, — перпендикулярна плоскости, проходящей через две первые оси.

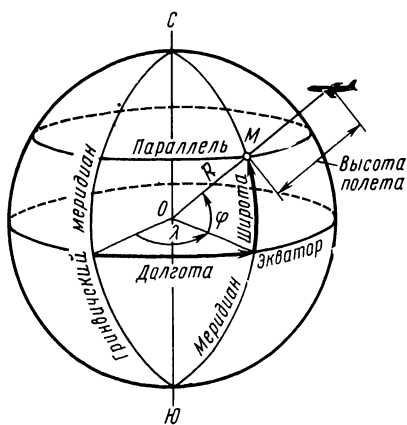
Если самолет поворачивается вокруг продольной оси, то изменяется угол между его вертикальной осью и вертикалью; этот угол называется углом крена. Угол между горизонтальной плоскостью и продольной осью (вращение вокруг поперечной оси) называется углом тангажа. При вращении самолета вокруг вертикальной оси изменяется угол рыскания — угол между продольной осью и выбранным на поверхности Земли направлением (например, меридианом или заданной линией пути).

Полет самолета обычно рассматривается как движение тела, которое перемещается в пространстве по определенной траектории. Касательная к ней, проведенная в той или иной точке, укажет направление истинной скорости движения тела. Если величину этой скорости измеряют относительно неподвижной воздушной среды, то ее называют истинной воздушной скоростью. Если измеряют скорость перемещения самолета по заданному направлению (маршруту), то ее называют **путевой скоростью**.

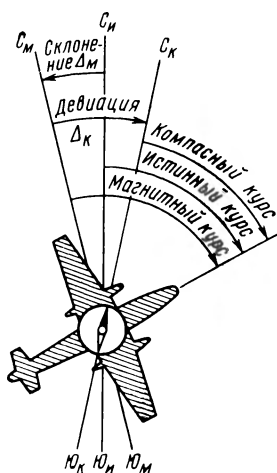
Высота полета — расстояние по вертикали от самолета до уровня, который принят за начало отсчета. За этот уровень обычно принимают уровень моря (тогда высоту называют абсолютной), уровень аэродрома взлета (относительная высота) или уровень поверхности земли под самолетом (истинная высота).

Курсом называют угол между северным направлением меридиана и продольной осью самолета. Курс, измеренный по карте относительно географического меридиана, называется истинным.

Не в каждой точке земной поверхности истинный курс совпадает с компасным, т. е. с тем, который покажет магнитный компас. Они будут различаться вследствие магнитного склонения и девиации. Магнитное склонение возникает из-за того, что магнитные силовые линии



Координаты точек
земной поверхности



Курсы самолета

поля Земли не всегда совпадают с направлением меридианов, так как географические и магнитные полюсы Земли не совпадают. Магнитное склонение имеет приблизительно постоянное значение для данного места и известно для всех районов земной поверхности. Оно не зависит от направления полета самолета. Девиация магнитного компаса, т. е. отклонение его стрелки от направления магнитного меридиана, вызывается действием местных магнитных полей, создаваемых ферромагнитными материалами (железо и его сплавы) самолета.

В хорошую погоду определить положение самолета в пространстве летчику нетрудно. Непрерывно просматривая линию горизонта, он легко замечает, что самолет накренился или начал снижаться. Визуально наблюдая местность, опытный летчик может также примерно определить скорость, высоту и направление полета. Гораздо труднее это сделать при плохой видимости и вообще невозможно при полете в облаках, при тумане и ночью. Только специальные пилотажно-навигационные приборы смогут обеспечить полет самолета по заданному маршруту в сложных условиях.

Глава девятая

ПРИБОРЫ НА САМОЛЕТЕ

Познакомимся с некоторыми приборами и автоматами, помогающими экипажу современного самолета ориентироваться в воздушном пространстве и совершать полеты днем и ночью в самых разнообразных метеорологических условиях.

Уже упоминалось о том, что при полете самолета летчик должен постоянно знать величину истинной воздушной скорости. Принцип измерения воздушной скорости основан на изменении скоростного напора набегающего на самолет в полете потока воздуха, величина которого при постоянной плотности воздуха зависит только от скорости перемещения самолета относительно воздушной среды.

Рассмотрим принцип работы указателя воздушной скорости. Параллельно продольной оси самолета уста-

новлен приемник воздушного давления (ПВД), представляющий собой трубку, разделенную на два канала. Один канал имеет отверстие в носовом торце трубки, и в него во время полета поступает полное давление набегающего потока, складывающееся из атмосферного давления и скоростного напора набегающего потока. Второй канал сообщается с атмосферой через отверстия в боковой стенке трубки. Так как эта стенка параллельна набегающему потоку, то в этом канале устанавливается статическое атмосферное давление. Первый канал (полного давления) сообщается с внутренней полостью манометрического датчика — чувствительного элемента указателя скорости. В полости же корпуса измерителя, где находится чувствительный элемент, давление равно атмосферному. Вследствие разности давлений чувствительный элемент деформируется и эта деформация передается на стрелку указателя, шкала которого отградуирована в единицах измерения скорости (км/ч).

Измеренная таким способом скорость называется приборной скоростью, которая почти всегда отличается от истинной воздушной скорости самолета, так как она зависит, кроме скорости потока, еще и от плотности воздуха, которая, в свою очередь, меняется с изменением высоты полета. Знание приборной скорости очень важно при пилотировании, так как эта скорость определяет аэродинамические нагрузки на самолет и связана с режимом полета самолета. В то же время пилот должен в каждый момент времени знать истинную воздушную скорость, по которой определяется путевая скорость самолета (если известны скорость и направление ветра). В связи с этим на самолетах нашли распространение

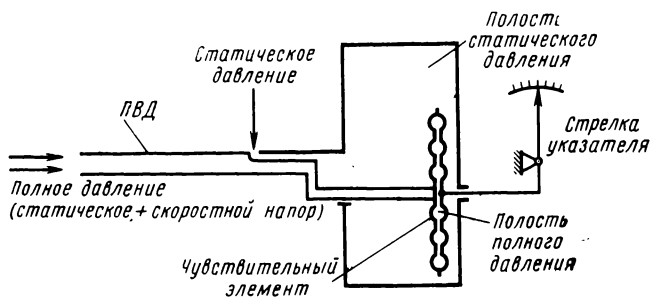
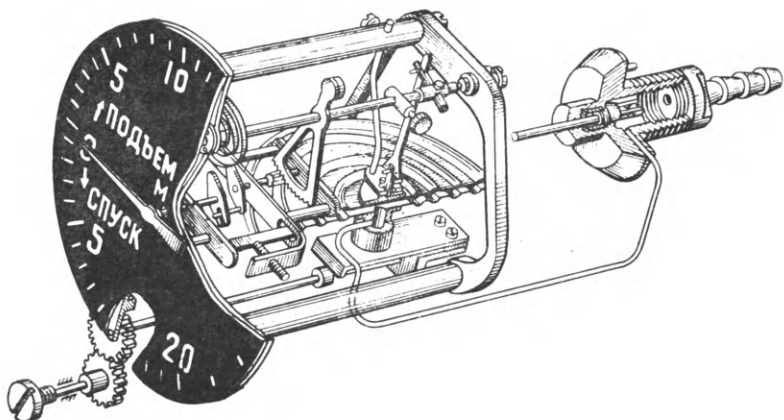


Схема указателя воздушной скорости



Вариометр

комбинированные указатели скорости (КУС), имеющие на одной и той же шкале две стрелки, одна из которых показывает истинную воздушную скорость, а другая — приборную скорость. В таком приборе приборная скорость определяется так же, как описано выше, а для получения значений истинной воздушной скорости вводится корректирующее устройство, учитывающее влияние температуры и давления воздуха на его плотность.

Измерение скоростей полета производится также с помощью радиотехнических приборов, принцип действия которых основан на использовании эффекта Доплера. Сущность его состоит в том, что частота любых колебаний, исходящих от движущегося источника, изменяется по сравнению с частотой тех же колебаний, исходящих от неподвижного источника. Причем это изменение оказывается пропорциональным скорости и зависит от направления движения. Аналогичный эффект наблюдается, если на движущемся предмете принимаются сигналы от неподвижного источника колебаний. Таким образом, если, например, сравнивать частоты радиосигналов, посылаемых с самолета на землю и отраженных от нее, то можно определить скорость полета самолета относительно земли (истинную скорость полета).

Мы уже говорили о том, что в полете летчику необходимо контролировать также вертикальную скорость самолета, т. е. скорость подъема и снижения. Для этой

цели на самолетах устанавливаются специальные приборы, называемые вариометрами.

Принцип действия прибора основан на измерении перепада между атмосферным давлением и давлением внутри сосуда, сообщающегося с атмосферой через капиллярную трубку.

Чувствительным элементом вариометра является тонкостенная манометрическая коробка, внутренний объем которой сообщается с атмосферой через трубку большого диаметра. Герметичный корпус прибора, в котором помещен чувствительный элемент, связан с атмосферой через капилляр. При наборе самолетом высоты давление внутри коробки падает вместе с атмосферным, а падение давления внутри корпуса прибора происходит медленнее вследствие наличия капилляра. В результате происходит деформация (сжатие) упругого чувствительного элемента, а связанная с ним стрелка прибора отклоняется на угол, пропорциональный величине перепада давления, которая, в свою очередь, определяется скоростью подъема самолета.

Высота полета на самолетах измеряется с помощью барометрических и радиотехнических высотомеров. Барометрические высотомеры применяются при измерении абсолютной и относительной высоты полета. Действие приборов основано на измерении атмосферного давления, которое уменьшается с увеличением высоты.

Для измерения истинной высоты на самолетах применяются радиотехнические средства. Они используются в основном при посадке в сложных метеорологических условиях, так как позволяют определять высоту с очень большой точностью. Такие высотомеры для повышения безопасности полета иногда снабжаются приставками сигнализации, которые при снижении ниже некоторой заданной высоты включают сигнальные лампы или сирену в кабине экипажа.

Одним из важнейших требований, предъявляемых к полету любого самолета, является выдерживание заданного курса. Вот почему среди нескольких приборов, которые можно было увидеть в кабине первых самолетов, был компас — прибор, помогающий летчику правильно ориентироваться в воздухе.

Простейшим из авиационных компасов является магнитный. Действие его основано на использовании явления земного магнетизма. Основной частью магнитного

компаса является подвижная система, состоящая из системы постоянных магнитов и поплавка с лимбом и шкалой в градусах. Против лимба находится тонкая проволока — курсовая черта, по которой и производится отсчет курса. Устанавливается компас таким образом, чтобы курсовая черта совпадала с направлением продольной оси самолета. По делениям шкалы против курсовой черты определяется компасный курс самолета.

Основным достоинством магнитных компасов является простота устройства, вследствие чего они находят применение на всех самолетах. Главный их недостаток — большая зависимость показаний от влияния посторонних магнитных полей и, в частности, от действия собственного магнитного поля самолета, возникающего при работе электро- и радиооборудования и вследствие наличия в конструкции самолета ферромагнитных материалов.

Для определения истинного курса с помощью магнитных компасов экипажу самолета приходится производить математические вычисления, связанные, как уже указывалось, с учетом магнитного склонения и девиации. Это обстоятельство потребовало применения компасов другого типа — в частности астрономических.

Астрономические компасы — это полуавтоматические системы, в которые вручную или автоматически вводятся параметры, характеризующие положение самолета относительно земли и небесных светил (географические координаты — широта и долгота, координаты светила — склонение и часовой угол и направление на светило, определяемое специальной системой поиска и слежения за светилом). Вводимые параметры обрабатываются автоматически, и указатель также автоматически выдает значение истинного курса самолета.

Недостаток астрономических компасов состоит в том, что они могут использоваться только в условиях видимости светил и при отсутствии световых помех. Поэтому астрономические компасы обязательно дублируются компасами других типов.

В качестве указателя курса в настоящее время в авиации находят широкое применение дистанционные гиromагнитные и гироскопические индукционные компасы. Они лишены недостатков, присущих магнитным компасам, а выдаваемая ими информация о курсе характеризуется достаточно высокой точностью независимо от режима полета самолета.

Большое распространение получили в гражданской авиации радиотехнические средства самолетовождения, действие которых основано на использовании сигналов, излучаемых передающими устройствами, находящимися на борту самолета или на земле.

Радиотехнические средства могут работать практически в любых метеорологических условиях и в любое время суток, обеспечивая достаточно высокую точность измерений. Однако они подвержены влиянию естественных и искусственных помех и имеют ограниченную дальность действия (особенно на малых высотах).

Широкое распространение в гражданской авиации получили угломерные системы, к которым, например, относятся автоматический радиокompас в комплексе с приводной или широкопередаточной радиостанцией.

Для обеспечения полетов и посадки в простых и сложных метеорологических условиях в гражданской авиации используется угломерно-дальномерная система ближней навигации. Дальние полеты, как правило, выполняются по дальномерным и разностно-дальномерным (гиперболическим) системам.

С помощью радиотехнических средств самолетовождения можно измерить направление (пеленг), дальность или разность расстояний, построить линию положения самолета и определить его место.

Пользуясь показаниями радиокompаса (радиопеленга), экипаж может вывести самолет на наземную радиостанцию аэродрома посадки или определить направление полета относительно наземной радиостанции.

Длительный полет вызывает у экипажа большое физическое и умственное напряжение. Пилотам становится практически невозможно реагировать на множество сигналов и безошибочно координировать свои действия. В связи с этим появилась необходимость автоматизировать управление самолетом. Устройства для автоматизации управления получили название автопилотов. Автопилоты без вмешательства летчика управляют угловыми движениями самолета, а именно, регулируют углы тангажа, крена и курса.

В простейшем виде автопилот можно представить состоящим из трех автоматических регуляторов, воздействующих на соответствующие рулевые органы: руль высоты, руль направления, элероны.

Для обеспечения безопасности полетов ночью или при

сложных метеорологических условиях самолеты гражданской авиации оснащаются панорамными радиолокационными станциями, которые дают возможность осуществлять обзор местности, обнаруживать грозовой фронт, по наблюдаемой на экране индикатора картине местности и характерным ориентирам определять данные, необходимые для повышения точности самолетовождения (путевую скорость и угол сноса) и, наконец, дают возможность обнаруживать другие самолеты на пересекающихся или встречных курсах.

Для облегчения самолетовождения в настоящее время широкое распространение получили комплексные навигационные системы. Создание комплексной навигационной системы с центральной цифровой вычислительной машиной обеспечивает решение навигационных и других задач пилотирования. При этом возможно по сигналам системы либо непосредственное воздействие на рули самолета (в режиме автоматического пилотирования), либо выдача необходимых данных на соответствующие навигационные приборы, использование которых позволяет летчикам осуществлять пилотирование без трудоемких (и не застрахованных от ошибок) вычислений.

Такие системы позволяют отказаться от введения в экипаж самолетов штурмана на маршрутах с достаточным наземным радионавигационным оборудованием.

Первыми представителями комплексных приборов на самолетах явились навигационные автоматы. Но с увеличением дальности полета, ростом скорости самолета стала ощущаться потребность в создании более совершенных комплексных систем, которые могли бы обеспечить не только частичную, но и полную автоматизацию самолетовождения. Такая задача под силу лишь вычислительным устройствам и бортовым математическим машинам.

В автоматической навигационной системе информация о параметрах полета от первичных датчиков поступает в специальное вычислительное устройство, которое решает задачи самолетовождения. Полученные результаты поступают на индикаторы и в систему управления самолетом. Таким образом, вычислительное устройство выполняет функции «электронного мозга».

Навигационные индикаторы, помогающие определять координаты места самолета в любой момент времени, называются навигационными автоматами счисления пути.

Перед вылетом в автомат вводят координаты места вылета. В полете автомат непрерывно измеряет составляющие навигационного треугольника скоростей — векторы истинной воздушной скорости и скорости ветра. Истинная воздушная скорость и истинный курс самолета непрерывно измеряются датчиками скорости и курса в течение всего времени полета, а скорость ветра и его направление определяются периодически на основе какого-либо метода навигации, например с помощью доплеровской навигационной системы.

Системы навигации, для обеспечения работы которых необходимо соответствующее наземное радиотехническое оборудование, называют неавтономными. Они относительно просты и надежны в работе. Однако они не могут применяться при полетах над необорудованной в радиотехническом отношении местностью.

В последнем случае для получения различной информации о полете применяют автономные (не взаимодействующие с наземными техническими средствами самолетовождения) навигационные системы. В настоящее время широкое распространение в мировой авиации для обеспечения полета над местностями, не имеющими радиотехнического оборудования, получили, в частности, так называемые инерциальные автономные системы, осуществляющие счисление пути самолета, пройденного под действием негравитационных сил, и не учитывающие расстояние, проходимое под действием сил земного тяготения.

Инерциальная система навигации состоит из акселерометров и вычислительного устройства. Акселерометры измеряют ускорение, возникающее при неравномерном или криволинейном движении самолета только в горизонтальной плоскости, т. е. в плоскости, перпендикулярной силовым линиям поля земного тяготения. Это достигается тем, что с помощью стабилизатора, например гиростабилизированной платформы, они ориентируются перпендикулярно силовым линиям поля тяготения. В этом случае ускорение, вызываемое силой тяготения, акселерометры не измеряют. Вычислительное устройство производит вычисление пройденного пути по сигналам изменения ускорений, определяя сначала скорость, а затем и путь. После этого пройденные при различных значениях ускорений отрезки пути суммируются, и по ним определяются координаты (местоположение) самолета.

В состав инерциальных систем могут входить указатели выходных параметров (например, координат), датчики исходных величин и начальных значений контролируемых параметров, органы управления, источники энергии и другие устройства.

Инерциальные системы имеют тот недостаток, что в них из-за несовершенства элементов конструкции с течением времени накапливаются погрешности. Чтобы повысить точность систем, их делают комбинированными. Например, к инерциальной системе добавляют радиолокатор, использующий эффект Доплера. Радиолокатор применяют для измерения путевой скорости, которую затем сравнивают со скоростью, полученной с помощью инерциальной системы. В случае разных показаний специальное устройство выполняет корректирование. Комбинированная система может работать по определенной программе. Если возможны помехи при работе радиолокатора, он может включаться только периодически.

Местоположение самолета во время полета летчик определяет по индикатору, расположенному на приборной доске в кабине. Известна конструкция индикатора, в которой местоположение самолета указывается световым пятном на прозрачном диске, прикрывающем перематывающуюся в планшете карту.

Рассказ о приборном оборудовании самолетов будет неполным, если не сказать о приборах, контролирующих работу силовых установок. Их основное назначение — контроль параметров, характеризующих режимы работы двигателей и их систем.

Известно, что надежная работа силовой установки в значительной степени определяет безопасность полета. Ведь отказ в работе авиадвигателя на одномоторном самолете может привести к вынужденной посадке, аварии и даже к катастрофе. Лучше обстоит дело на многомоторных самолетах, но и здесь нарушение нормальной работы хотя бы одного двигателя может вызвать нежелательные последствия. Вот почему работа двигателей самым тщательным образом проверяется перед вылетом самолета и постоянно контролируется в полете.

Величина развиваемой двигателем мощности (тяги) определяется степенью совершенства протекающих в нем рабочих процессов, которые характеризуются температурным режимом, расходом топлива, а для газотурбинных двигателей еще и давлением топлива перед форсун-

кой. Для поршневых двигателей с наддувом одним из важных показателей является также давление воздуха после нагнетателя.

Долговечность двигателя во многом зависит от нормального функционирования его системы смазки. В авиационных двигателях смазка трущихся поверхностей ответственных сопряжений осуществляется под давлением, которое необходимо поддерживать в определенных пределах, т. е. постоянно контролировать. Проверять необходимо также температуру масла, так как от нее зависит вязкость, а следовательно, и смазывающая способность масла. Таким образом, для контроля работы двигателя необходимо иметь приборы для измерения температуры (термометры), давления (манометры), расхода топлива (расходомеры) и угловой скорости выходного вала (тахометры).

Все приборы, используемые для проверки работы двигателя, являются дистанционными. Это значит, что они состоят из двух частей — датчика и указателя, соединенных в одну общую электрическую схему. При этом датчик устанавливается непосредственно в месте, где надо измерить контролируемый параметр, а указатель прибора может быть вынесен в любую точку так, чтобы экипажу было удобно вести наблюдения за его показаниями.

Важнейшими требованиями, предъявляемыми к термометрам, используемым для контроля теплового состояния авиационных двигателей, являются малая инерционность, т. е. высокая чувствительность при замере быстро меняющихся температур, и повышенная точность измерения во всем рабочем диапазоне. В связи с этим на самолетах нашли распространение два типа термометров: термометры, принцип действия которых основан на свойстве проводников изменять свое электрическое сопротивление при изменении их температуры, и термометры, принцип действия которых основан на измерении электродвижущей силы, возникающей при нагреве спая двух разнородных металлов.

Термометры сопротивления применяются для измерения температур газов и жидкостей в интервале от -50 до $+150^{\circ}\text{C}$, поэтому они используются в системе смазки, а также для измерения температур воздуха внутри самолета и за бортом. В таких термометрах в качестве чувствительного элемента датчика используется никеле-

вая проволока, размещенная в герметическом корпусе и включенная в электрическую схему неуравновешенного моста, остальные элементы которого находятся в указателе прибора. Пределы измерения прибора регулируются подбором постоянных сопротивлений, составляющих вместе с датчиком мостовую схему.

Термоэлектрические приборы используются при измерении высоких температур, которые возникают в головках цилиндров поршневых двигателей и потоке газов на выходе из турбины реактивных двигателей. В термометрах, измеряющих температуру выходящих газов, чувствительным элементом датчика является термопара, состоящая из никель-кобальтового сплава и алюминия. Величина возникающей при нагреве спая этих материалов термоэлектродвижущей силы пропорциональна разности температур нагреваемого («горячего») спая и второго («холодного») спая, находящегося в указателе прибора. Указатель показывает усредненную температуру газового потока.

Давление масла и топлива измеряется при помощи дистанционных унифицированных манометров. Принцип действия таких манометров основан на изменении величины магнитных потоков, пронизывающих катушки индуктивности, при изменении воздушных зазоров на пути силовых линий магнитных полей этих катушек. Датчик манометра состоит из манометрической коробки, изменяющей свои геометрические размеры при изменении измеряемого давления, и двух катушек индуктивности, связанных по мостовой схеме с указателем прибора. При изменении давления перемещается подвижный сердечник, связанный с манометрической коробкой. При этом воздушный зазор между подвижным сердечником и сердечником одной из катушек уменьшается, а другой — увеличивается, что приводит к соответствующему перераспределению магнитных потоков и полных сопротивлений в катушках индуктивности. В результате нарушается равновесие мостовой схемы и изменяется направление результирующего магнитного потока в указателе прибора, что приводит к перемещению стрелки указателя на угол, пропорциональный измеряемому давлению.

Применяются также манометры, в которых деформация чувствительного элемента преобразуется в электрический сигнал в виде меняющегося омического сопротив-

ления, которое преобразуется в перемещение стрелки указателя в соответствии с измеряемым давлением.

Угловая скорость вращения вала авиационного двигателя измеряется с помощью дистанционного тахометра.

В полете летчику необходимо знать, каким запасом топлива он располагает и на какую продолжительность полета хватит топлива, имеющегося в баках. Для этого на самолетах устанавливают расходомеры и топливометры. Расходомеры замеряют расход топлива в единицу времени. По их показателям можно судить об экономичности работы двигателя. Топливометры измеряют количество топлива, находящегося в баках.

Глава десятая

САМОЛЕТ ИДЕТ НА ПОСАДКУ

Одним из наиболее сложных элементов самолетовождения является посадка, особенно если она осуществляется при неблагоприятных метеорологических условиях. Низкая облачность, недостаточная дальность видимости в аэропорту назначения в большинстве случаев являются причинами нарушений расписаний полетов.

Для того чтобы облегчить работу экипажа и, главное, сделать посадку безопасной, разработаны и используются на практике различные системы посадки, включающие в себя радиотехнические, светотехнические, акустические и другие устройства.

Наиболее простая из них — система ОСП (оборудование для «слепой» посадки) — состоит из радиотехнического и светотехнического оборудования, средств связи и вспомогательных устройств. Радиотехническое оборудование системы включает приводные радиостанции, ультракоротковолновый автоматический радиопеленгатор, маркерный радиомаяк и средства связи. Приводные радиостанции и маркерные радиомаяки образуют дальний и ближний приводные радиомаркерные пункты.

Дальний радиомаркерный пункт находится на расстоянии 4000 м от начала взлетно-посадочной полосы и служит для привода самолетов, оборудованных автоматическими радиокompасами, в район аэродрома. Если на самолете, совершающем посадку, откажет автоматиче-

ский радиокompас, то его с успехом может заменить автоматический радиопеленгатор, который сможет самостоятельно вывести самолет в район аэродрома и облегчить летчику выход в плоскость посадочного курса.

Ближний приводной радиомаркерный пункт обычно расположен от начала взлетно-посадочной полосы на расстоянии 1000 м. Он обеспечивает выдерживание посадочного курса самолета с помощью автоматического радиокompаса (АРК).

В последние годы для посадки самолетов гражданской авиации на крупных аэродромах наибольшее распространение находят радиомаячные системы.

Наземное оборудование такой системы включает в себя курсовой радиомаяк, задающий плоскость посадочного курса, и глиссадный радиомаяк, задающий плоскость снижения самолета. Линия пересечения этих плоскостей является траекторией захода на посадку и называется глиссадой снижения.

Заход на посадку считается точным, если угловое отклонение самолета от плоскости посадочного курса не превышает 10—15 угловых минут, а от плоскости снижения — 15—20 угловых минут. Летчик при этом ориентируется по показаниям трех приборов — указателя курса — глиссады, компаса и авиагоризонта.

В целях повышения безопасности процесс управления самолетом при посадке автоматизируется. Для этого на современных самолетах имеются так называемые командные пилотажные системы, состоящие из счетно-решающего устройства (вычислитель) и директорного (командного) прибора.

В вычислитель поступают сигналы от курсового и глиссадного радиоприемников, принимающих излучение от соответствующих наземных радиомаяков, а также сигналы от различных датчиков положения самолета в пространстве (гировертикаль, компас, авиагоризонт). Вычислитель анализирует сигналы и подает необходимые «команды» в директорный прибор, имеющий две стрелки — вертикальную и горизонтальную. Задача пилота состоит в том, чтобы удерживать обе стрелки прибора в заданном положении, воздействуя при этом на органы управления самолетом.

Описанная система является полуавтоматической, так как летчик осуществляет управление самолетом по командам вручную.

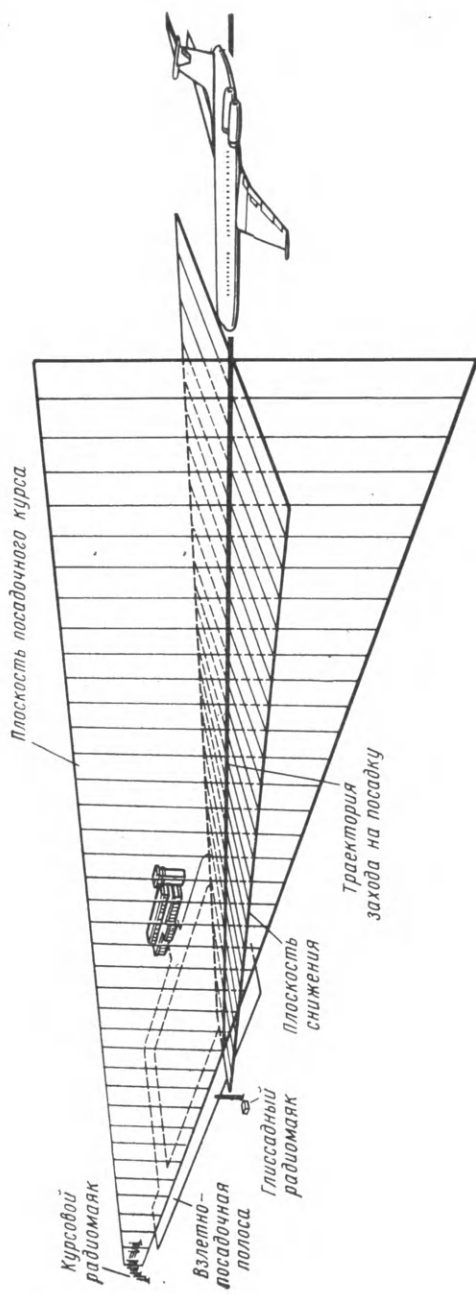
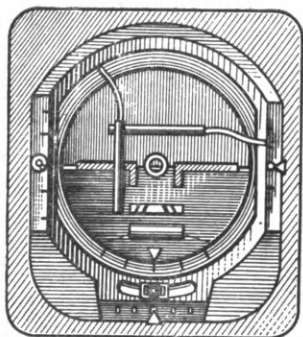


Схема радиомаячной системы посадки самолета



Директорный
(командный) прибор

Еще более эффективным является управление заходом на посадку с помощью автопилота, получающего сигналы от того же вычислительного устройства.

Сейчас на большинстве самолетов (Ил-62, Ту-144 и др.) устанавливаются бортовые системы автоматического управления, состоящие из одного или нескольких автопилотов и вычислителей. Они могут работать параллельно, а при отказах дублировать друг друга. Все это обеспечивает высокую точность и безопасность посадки в сложных метеорологических условиях.

Широкое распространение в гражданской авиации получили радиолокационные системы посадки самолетов. Основными агрегатами таких систем являются диспетчерский и посадочный радиолокаторы. Принцип работы радиолокационной системы посадки состоит в следующем. С помощью диспетчерского радиолокатора производится обнаружение самолета. Отметки от самолетов отображаются на экране радиолокатора. По положению этих отметок относительно масштабных меток дальности и азимута определяют координаты самолетов. Помимо обнаружения самолета, происходит и его опознавание путем использования ответных кодированных сигналов самолетного ответчика.

По мере приближения самолета к аэродрому оператор диспетчерского радиолокатора подает команду летчику для выхода в зону действия посадочного радиолокатора с курсом в направлении оси взлетно-посадочной полосы.

Затем управление заходом на посадку самолетов полностью осуществляет оператор посадочного радио-

локатора, непрерывно наблюдающий за положением самолета относительно оси ВПП и глиссады планирования. Он периодически подает летчику по радио соответствующие команды на изменение курса и угла планирования, а также информирует летчика о расстоянии до начала ВПП.

С высоты 60 м летчик, визуально наблюдая землю или посадочные огни, сажает самолет на взлетно-посадочную полосу.

Помимо перечисленных выше систем посадки самолета, известны и другие, например система слепой посадки с электроннолучевой трубкой, установленной на приборной доске. На ней летчик видит контуры ВПП, что значительно облегчает пилотирование самолета.

Наземное оборудование этой системы состоит из маломощных радиолокационных передатчиков, находящихся по обе стороны ВПП (по шести с каждой). Расположены они примерно так же, как и обычные огни посадочной полосы, а питаются от батарей.

Самолетное оборудование состоит из двух пар рупорных антенн сантиметрового диапазона волн (одна пара расположена вертикально, а другая — горизонтально), четырехканального приемника и электроннолучевой трубки. Антенны монтируют в носовой части самолета строго параллельно его оси. Рупоры антенн устанавливают либо на задней части антенны погодного локатора, либо по периферии носового антенного обтекателя.

Эта система хороша и тем, что ее можно использовать для обеспечения безопасности полетов. Если на самолете установить небольшой радиолокационный передатчик, подобный наземному маяку, но с ненаправленной антенной, то он будет виден на экране электроннолучевой трубки другого самолета.

Глава одиннадцатая

ЗВУК И САМОЛЕТ

Характерной чертой развития авиационной техники является постоянный рост скоростей полета самолетов. Теперь уже нас не удивляют скорости, в несколько раз превышающие скорость звука. Все это достигнуто

за относительно короткое время, но вместе с тем потребовало больших усилий ученых, конструкторов и летчиков-испытателей.

Особенно большие трудности встали на пути конструкторов при достижении скоростей, близких к скорости звука. При скоростях 800—900 км/ч самолет по необъяснимым в то время причинам терял устойчивость и затягивался в пикирование, из которого пилот не всегда мог его вывести. Появилось мнение о достижении авиацией «предела увеличения скорости», который получил название «звуковой барьер». Однако очень скоро ученым удалось установить причины такого «странного» поведения самолетов, обосновать возможность и указать пути преодоления «звукового барьера».

Исследования ученых показали, что при достижении скорости звука меняются свойства движущегося потока воздуха. Если при движении с дозвуковыми скоростями увеличение поперечного сечения потока (например, в расширяющейся трубе) приводит к снижению его скорости и увеличению давления, то при сверхзвуковых скоростях наблюдается противоположная картина — с увеличением поперечного сечения потока скорость его возрастает. При этом уменьшаются плотность воздуха и статическое давление в потоке. Такое резкое изменение физических свойств движущегося с околосвуковой и сверхзвуковой скоростью потока воздуха приводит к резкому возрастанию сопротивления движению тела (в нашем случае самолета) в воздухе, а также к перераспределению давлений по поверхности этого движущегося тела. В результате нарушается равновесие сил и моментов, действующих на самолет.

Это и явилось причиной первых трудностей, вставших на пути дальнейшего увеличения скоростей полета. И не случайно, что неприятные «сюрпризы» ожидали конструкторов сначала при скоростях, меньших скорости звука, но очень близких к ней. (Напомним, что здесь под скоростью звука понимается скорость распространения звука в данной среде — в рассматриваемом конкретном случае — в воздухе.)

При полете с небольшой дозвуковой скоростью обтекания потоком воздуха различных частей самолета во всех точках потока меньше скорости звука. Но выше (см. гл. IV) мы уже упоминали, что при обтекании, например, крыла самолета некоторые струйки воз-

духа должны иметь большую скорость по сравнению с другими. Поэтому при дальнейшем увеличении скорости полета где-то в одной точке обтекающего потока (как правило, на верхней поверхности крыла) достигается скорость, равная местной скорости звука, а во всех остальных точках сохраняется дозвуковая скорость.

Область скоростей полета, больших той, при которой в какой-либо точке обтекающего потока достигается местная скорость звука, но меньших той, при которой все течение становится сверхзвуковым, называется околозвуковой.

Сверхзвуковой называется такая скорость, при которой самолет движется быстрее скорости распространения звука в воздухе и во всех точках обтекающего его потока скорость становится выше скорости звука.

Если скорость полета превышает скорость звука в 4—5 раз, то говорят о гиперзвуковой скорости.

Мы остановились на определениях этих скоростей потому, что каждая из них характеризуется своими особенностями процесса обтекания самолета потоком воздуха.

При полете самолета с дозвуковой скоростью перед ним не создается уплотненный слой воздуха, так как возмущения от летящего самолета уходят сразу же вперед со скоростью звука и самолет их не догоняет.

Если самолет летит со скоростью звука, то волна не может обогнать летящий самолет и, постепенно уплотняясь, движется вместе с ним, образуя, так называемый, прямой скачок уплотнения (скачок давления), фронт распространения которого перпендикулярен направлению полета. На пути самолета образуется как бы стена уплотненного воздуха.

Когда же скорость полета становится больше скорости звука, то самолет проходит через порожденные им волны и обгоняет их. При этом образуются косые скачки давления и за самолетом невидимым шлейфом тянется гигантский конус, отделяя возмущенный поток воздуха (внутри конуса) от невозмущенного. Угол при вершине этого конуса определяется числом M (равным, как уже указывалось выше, отношению скорости полета к скорости звука).

Мы уже говорили о том, что местная скорость звука достигается вначале в одной точке обтекающего потока при околозвуковой скорости полета самолета. Эта точка

всегда находится на верхней поверхности крыла, так как скорость потока на ней выше, чем на нижней поверхности.

При дальнейшем повышении скорости точка со сверхзвуковым обтеканием расширяется в некоторую область со сверхзвуковым потоком и пониженным давлением (зона разрежения), вследствие чего заметно возрастает подъемная сила. Обратный переход от сверхзвуковой скорости обтекания к дозвуковой в хвостовой части профиля совершается не плавно, а «скачком» с образованием ударной волны. Вследствие этого растет лобовое сопротивление. Когда же зона сверхзвуковых скоростей образуется и на нижней поверхности крыла, то сначала рост подъемной силы замедляется, а затем она уменьшается. В то же время сопротивление дополнительно увеличивается.

Дополнительное лобовое сопротивление, вызванное образованием волны сжатия перед летящим телом, называется волновым сопротивлением. Для преодоления этого дополнительного сопротивления, появляющегося при переходе к околозвуковым и сверхзвуковым скоростям полета, необходимо или увеличивать тягу двигателей или добиваться улучшения аэродинамических форм самолета, обеспечивающих образование менее интенсивных волн сжатия.

Особенно благоприятным в этом отношении является уменьшение толщины и кривизны профиля, а также выбор стреловидной формы крыла в плане (а при больших сверхзвуковых скоростях и треугольной).

В результате исследований были разработаны рекомендации для получения наилучших аэродинамических форм крыла околозвукового самолета:

1) увеличение угла стреловидности передней кромки до $30\text{--}45^\circ$ для транзвуковых и до 60° для сверхзвуковых самолетов;

2) применение крыльев малого удлинения, в том числе и крыльев треугольной формы в плане;

3) использование профилей малой толщины со смещением максимума толщины профиля до $40\text{--}50\%$ его хорды от передней кромки;

4) применение профилей с острым носком, тонкой концевой частью и малой (даже нулевой) кривизной средней линии.

Переход к сверхзвуковым скоростям поставил перед

конструкторами достаточно трудную задачу по выбору типа силовой установки. При решении этой задачи необходимо учитывать, что для достижения высокой скорости и получения приемлемых взлетных характеристик (обеспечивающих возможность взлета с существующих аэродромов) необходимо иметь высокую стартовую тягу. Наряду с этим приходится учитывать и то обстоятельство, что полет сверхзвукового самолета осуществляется в широком диапазоне скоростей и высот.

Таким образом, силовая установка сверхзвукового самолета должна эффективно работать не только на большой высоте и при большой скорости, но и при дозвуковом полете на малых и средних высотах.

При полете над населенными пунктами переход к сверхзвуковой скорости должен осуществляться на высоте, при которой обеспечивается безопасность от воздействия ударной волны на людей и сооружения на поверхности земли. В настоящее время считается, что переход к сверхзвуковому полету должен осуществляться на высоте не ниже 11—12 км. Однако с увеличением высоты полета тяга, создаваемая двигателем, существенно снижается. Поэтому для получения на указанной высоте требуемой тяги необходимо либо увеличивать так называемую стартовую тягу двигателей, а значит, и увеличивать габариты и вес силовой установки, либо применять форсажные режимы с помощью дополнительных форсажных камер, что приводит к увеличению удельного расхода топлива в 1,5—2 раза.

Для самолетов, скорость которых характеризуется числом $M=2\div 3$, наиболее пригодным считается турбореактивный двигатель с форсажной камерой (ТРДФ), а при скоростях при M выше 3,5 — более эффективным становится прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД), который дает выигрыш в весе до 30% по сравнению с эквивалентным по тяге ТРДФ.

Исходя из преимуществ обоих типов двигателей на различных скоростях сверхзвукового полета, выгодной оказывается комбинированная установка, называемая иногда турбопрямоточным двигателем. На высоте, при наборе высоты и на «умеренной» скорости используют ТРДФ, а на крейсерских скоростях при M больше 3,5 — ПВРД.

Так решается проблема создания силовой установки для сверхзвукового самолета.

Достижение высокой скорости поставило перед конструкторами самолетов еще целый ряд трудностей, связанных, например, с чрезмерным нагревом всех элементов конструкции («тепловой барьер»), с обеспечением жизнедеятельности экипажа и пассажиров. Научная мысль усиленно работает над всеми этими проблемами, раздвигая все дальше и дальше границы использования авиации, успешно преодолевая встречающиеся препятствия.

Глава двенадцатая

ВОЗДУШНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Превращение авиационного транспорта в массовое средство пассажирских и грузовых перевозок, переоснащение Аэрофлота скоростной реактивной техникой привело к значительному повышению интенсивности и плотности воздушного движения, что потребовало введения специальных правил полетов летательных аппаратов.

Насыщенность небесного пространства сейчас столь высока, что на многих аэродромах в течение часа садятся и взлетают десятки самолетов. Особенно это относится к крупным аэропортам, где сходятся нити многих магистральных авиатрасс. Если нечетко будет организовано управление воздушным движением, то обеспечить нужную пропускную способность аэропортов будет весьма затруднительно.

Функции организации и управления движением самолетов возложены на службу движения, указания которой являются обязательными для всех экипажей воздушных кораблей.

Самолеты подразделяются по дальности полета так: магистральные дальние — с дальностью полета более 5000 км; магистральные средние — с дальностью полета до 5000 км; магистральные ближние — с дальностью полета 2500 км.

Все самолеты выполняют рейсы по центральному и местному расписаниям, на основании заданий по применению авиации в народном хозяйстве, а также заявок на выполнение спецрейсов и тренировочных полетов.

В целях обеспечения безопасности полетов все суточные планы полетов составляются в подразделениях

Аэрофлота с учетом норм налета, рабочего времени и отдыха экипажей. Основным документом, дающим право экипажу на выполнение полета, является задание на полет.

Все члены экипажа проходят предварительную и предполетную подготовку к полету.

Предварительная подготовка к полету проводится накануне дня вылета в полном составе экипажа с участием необходимых специалистов. При этом уясняются задачи полета, подбирается необходимая документация, изучаются особенности трассы и аэродромов и т. д.

Предполетную подготовку экипажа проводит командир корабля перед каждым полетом, не позже чем за один час до намеченного времени вылета.

В процессе предполетной подготовки члены экипажа принимают самолет после технического обслуживания или от другого экипажа, изучают информацию о готовности аэродромов по маршруту полета, состоянии аэронавигационного оборудования по трассе, получают метеорологическую информацию и диспетчерское разрешение на вылет и т. д.

После каждого полета командир корабля проводит с экипажем послеполетный разбор.

Для упорядочения воздушного движения летательных аппаратов и обеспечения безопасности их полета установлены эшелоны полетов, т. е. высоты, выделенные для полетов и разделенные определенными интервалами. Эшелонирование существует трех видов: вертикальное, продольное и боковое.

Вертикальное эшелонирование заключается в том, что самолетам, движущимся навстречу друг другу по одной трассе или по пересекающимся трассам, высоты полетов назначаются так, что практически исключается возможность их столкновения. При этом, кроме высоты полета, самолетам указывают также безопасное расстояние по вертикали. Например, при полетах в одном направлении самолетам назначают нечетные эшелоны с расстояниями по вертикали через 600 м: 900, 1500, 2100, 2700, 3300, 3900, 4500, 5100, 5700 м. На большей высоте расстояние между самолетами по вертикали увеличивается: 6600, 7800, 9000, 11 000 м.

При полетах по той же трассе в обратном направлении самолетам назначают четные эшелоны с расстояниями по вертикали также 600 м: 600, 1200, 1800, 2400,

3000, 3600, 4200, 4800, 5400, 6000 м. Выше этих эшелонов полеты совершаются уже на высотах 7200, 8400, 10 000, 12 000 м.

Продольное эшелонирование предназначено для исключения столкновения самолетов в случае их движения на одной высоте или на пересекающихся курсах. В этом случае, в зависимости от наличия радиолокационного контроля и вида полета (по приборам или визуально), самолетам устанавливаются минимальные расстояния один от другого — от 2 до 30 км. Для этого при продольном эшелонировании применяют интервал времени, т. е. самолетам разрешают взлет через определенные интервалы времени, обеспечивающие безопасное расстояние между ними. Таким образом исключается обгон одного самолета другим, если они идут одним маршрутом или курсы их пересекаются.

Боковое эшелонирование введено для обеспечения безопасности полетов при обгоне впереди летящего самолета на той же высоте. В визуальном полете интервал между самолетами должен составлять не менее 500 м. При полете с непрерывным радиолокационным контролем между самолетами должно быть не менее 20 км.

Экипажи воздушных кораблей строго выдерживают заданные для них эшелоны полета. Изменения этих эшелонов допускаются только с разрешения диспетчера службы движения.

Для осуществления возможности управления движением самолетов все воздушное пространство СССР разделено на районы диспетчерской службы (РДС). В эти районы входят воздушные трассы, районы аэродромов и зоны местных воздушных линий. В отдельных случаях в РДС включается воздушное пространство над нейтральными водами, примыкающими к государственной границе СССР.

Осуществляя управление воздушным движением, диспетчеры контролируют ход подготовки экипажей к вылету, выводят самолеты на посадку при помощи посадочного радиолокатора, обеспечивают установленные интервалы эшелонирования, информируют экипажи о воздушной и метеорологической обстановке. Кроме того, они сообщают экипажам о наличии опасных метеорологических явлений в контролируемом районе и дают рекомендации по их обходу, изменяют маршруты полета и т. д.

В Аэрофлоте имеется Центральная диспетчерская служба (ЦДС), которая контролирует и координирует движение самолетов других ведомств и иностранных авиакомпаний. ЦДС регулирует общий порядок полетов на воздушных трассах СССР.

При контроле воздушного движения диспетчеры пользуются радиотехническими средствами: радиолокаторами, ультракоротковолновыми пеленгаторами и т. д. При помощи радиолокатора диспетчер службы движения имеет возможность определить местонахождение самолета, направление его полета, взаимное расположение нескольких самолетов в пространстве, обнаруживать гроззовые очаги, предупреждать опасные сближения на встречных, попутных и пересекающихся курсах, контролировать интервалы между самолетами и т. д.

Для связи с диспетчерами смежных диспетчерских пунктов и с самолетами рабочее место диспетчера, имеющего радиолокатор, оборудовано специальными средствами связи: ультракоротковолновыми радиостанциями и громкоговорящей связью.

Для уточнения местонахождения самолета, находящегося в районе диспетчерской службы, используются радиопеленгаторы.

С помощью радиолокационной станции обзора летного поля диспетчер наблюдает днем и ночью за самолетами, автомобилями и другими транспортными средствами, передвигающимися по территории аэродрома. В поле зрения этой станции находятся перрон, взлетно-посадочная полоса, стоянки самолетов.

В последние годы в связи с быстрым ростом скоростей самолетов системы управления воздушным движением все больше оснащаются автоматическим оборудованием.

Глава тринадцатая

АЭРОДРОМНАЯ СЛУЖБА

Для того чтобы обеспечить безопасность и регулярность полетов, потребовалось строго регламентировать деятельность всех служб Аэрофлота, в том числе и аэродромной. Эта служба должна организовать работу всех аэродро-

мов таким образом, чтобы они постоянно были в состоянии эксплуатационной готовности, полностью обеспечивающей безопасность и регулярность полетов гражданских воздушных кораблей.

Многим аэродром представляется в виде большого поля, залитого асфальтом. А между тем, аэродром — это не только поле, но и сложный комплекс различных сооружений, обеспечивающих взлет и посадку самолетов и вертолетов, заправку их горюче-смазочными материалами, их техническое обслуживание, противопожарную безопасность и т. д.

Вся площадь аэродрома и примыкающая к нему территория разделены на летное поле и участки служебно-технических застроек. Каждая из этих частей предназначена для выполнения определенных функций.

Как говорит само название, летное поле — это та часть аэродрома, на которой расположены летные полосы, рулежные дорожки, места стоянок, площадки специального назначения. Частью летной полосы является взлетно-посадочная полоса. Она, как правило, имеет искусственное покрытие и световое оборудование, обеспечивающее круглосуточную посадку и взлет самолетов. На случаи преждевременного приземления самолетов при посадке, выкатывания за пределы рабочей площади и прерванного взлета летные полосы имеют концевые и боковые участки безопасности.

Важную роль играют площадки специального назначения. Например, предангарные площадки предназначены для временной стоянки самолетов перед вводом их в ангар, а также для технического обслуживания самолетов. На случай большой загруженности предангарных площадок на аэродромах сооружаются оперативные площадки, используемые для несложных видов технического обслуживания.

В непосредственной близости от взлетно-посадочной полосы оборудуются предстартовые площадки, предназначенные для стоянки и опробования двигателей самолетов перед взлетом, а также для подсоединения тягачей при буксировке самолетов.

В зависимости от размеров и расположения аэродромов на них могут сооружаться и другие площадки: для радиодевиационных работ, стоянки спецмашин, хранения передвижного оборудования, используемого при обслуживании самолетов и т. д.

Для того чтобы обеспечить возможность выполнения посадки при любой видимости все аэродромы гражданской авиации, предназначенные для круглосуточного приема и выпуска самолетов, оборудуются радиосветотехническими средствами. Это дает возможность самолетам взлетать и садиться на аэродромы не только днем, но и в ночное время.

Существуют различные виды систем освещения посадочных полос. Наиболее распространенными являются системы с прожекторными и неоновыми огнями. В последние годы стали внедряться системы с огнями высокой интенсивности. Кроме того, аэродромы оборудуются радиолокационными средствами и курсоглиссадными радиомаяками.

Применяемые в системах посадки светотехнические средства имеют различное назначение. Например, белые импульсные огни располагаются на продолжении оси взлетно-посадочной полосы и облегчают пилоту переход от управления самолетом по приборам к ориентировке по светосигнальным средствам.

Красные огни ночных ориентиров устанавливаются через 200 м и облегчают летчику пилотирование самолета перед ближней приводной радиостанцией.

От ближней приводной радиостанции до взлетно-посадочной полосы располагаются оранжевые огни световых горизонтов. Они создают искусственный горизонт для оказания помощи летчику в определении крена самолета.

Кроме того, применяются зеленые входные и красные ограничительные огни, указывающие начало и конец взлетно-посадочной полосы, а также другие огни, оказывающие летчику помощь при посадке самолета и при рулении его на взлетно-посадочных полосах и рулежных дорожках.

Светотехнические средства посадки могут быть, как стационарными, так и передвижными, в зависимости от класса аэродрома и условий, при которых происходят полеты. Однако есть определенный минимум средств светового оборудования, необходимый для ночных полетов в нормальных метеорологических условиях. Это, например, посадочная прожекторная станция и огни подсвета взлетно-посадочной полосы. Как средства световой сигнализации используются также цветные ракеты и фонари белого, зеленого и красного цветов. В качестве ос-

нового стационарного средства для посадки самолетов ночью при благоприятной погоде применяют так называемый двухлинейный ночной старт.

В целях повышения безопасности полетов при посадке реактивных самолетов в ночное время концевые полосы взлетно-посадочной полосы должны подсвечиваться стационарными и передвижными световыми средствами. При посадке, например, самолетов Ту-104 световой пучок прожектора должен быть направлен так, чтобы освещался торец взлетно-посадочной полосы и ее поверхность на расстоянии 150—200 м.

Что касается переносных светосигнальных средств, то они используются для передачи сигналов ночью самолетам, находящимся в воздухе и на аэродроме (при рулении, на старте и т. д.). Состоят переносные средства обычно из ракетниц с ракетами белого, красного и зеленого цветов или электрических (или керосиновых) фонарей тех же цветов.

Важное место в хозяйстве современного аэропорта занимает служба обеспечения всех звеньев электроэнергией. Легко представить себе, что перерыв в подаче электроэнергии даже на короткое время может сорвать работу аэропорта и нарушить регулярность приема и выпуска самолетов. Поэтому четкой работе электрохозяйства придается особое значение.

Прежде всего следует отметить, что электроснабжение каждого аэропорта осуществляется от двух независимых источников электроэнергии по двум самостоятельным линиям электропитания с устройством автоматического включения резерва. Однако бывают случаи, когда из-за отдаленности от промышленных центров аэропорт может быть обеспечен электроснабжением только от одного источника электроэнергии. Как же тут быть? Ведь тогда регулярность работы аэропорта будет зависеть от различных случайностей. Но этого не произойдет. Дело в том, что при проектировании аэропортов, имеющих только один внешний источник электроэнергии, предусматривается установка на территории аэропорта или отдельных объектов собственных аварийных электростанций. При этом мощность их рассчитывается таким образом, чтобы они обеспечивали работу в аварийном режиме главных звеньев аэродрома, способных поддерживать нормальную эксплуатацию самолетов до восстановления работы стационарной электростанции. В пер-

вую очередь, аварийные электростанции обеспечивают работу радиосветосигнальных средств посадки, радиолокационных установок, метеорологических станций, магистраль водоснабжения.

Каждый аэропорт должен обеспечить самолеты и вертолеты горюче-смазочными материалами (ГСМ). Для этого создаются склады ГСМ, осуществляющие своевременное обеспечение всеми необходимыми горюче-смазочными материалами. Эти склады оборудованы сложным комплексом устройств, с помощью которых самолеты и вертолеты бесперебойно снабжаются горюче-смазочными материалами.

На складах специальные автомашины («заправщики») заправляются топливом и маслом. Затем эти машины заправляют самолеты и вертолеты. Существуют также и стационарные заправочные устройства, от которых самолеты заправляются непосредственно на стоянках. Кроме этих основных функций, на складах ГСМ проводятся контрольно-лабораторные анализы, подогрев масел и т. п. Склады располагаются обычно поблизости от мест стоянок самолетов и вертолетов так, чтобы не мешать подходу к аэродрому.

Для хозяйственных, производственных и противопожарных нужд аэропорты и аэродромы имеют магистраль водоснабжения. Вода подается от водопроводов ближайших населенных пунктов и предприятий. Если же такой возможности нет, то создаются самостоятельные источники водоснабжения. Однако в этом случае вода проходит через специальные установки, где она очищается и хлорируется.

Вот, например, нормы воды, по которым планируется строительство магистралей водоснабжения: на мытье самолета Ил-14 предусматривается 200—300 л воды в сутки; на мытье самолета Ту-104 или Ил-18 от 600 до 800 л и т. д. Водой заправляются и санузлы самолета (100—300 л на рейс в зависимости от типа самолета).

Нередки случаи, когда аэродромы располагаются в безводных районах. Но и здесь вся авиатехника обеспечивается необходимым количеством воды. Привозная вода (для поддержания ее качества) хранится в специальных теплоизолированных резервуарах. Для непрерывной подачи воды на аэродромных водопроводных станциях имеются насосы, питающиеся от двух самостоятельных источников электроэнергии.

Для того чтобы обеспечить безопасность полетов и регулярность воздушного движения, летное поле аэродрома должно быть в состоянии эксплуатационной готовности. Для ремонта аэродромов предусмотрены специальные механизированные средства—аэродромно-эксплуатационные машины, предназначенные для зимнего, летнего и текущего содержания аэродромов.

Например, для зимнего содержания аэродромов применяются роторные снегоочистители—специальные автомобили с устройством для отбрасывания снега влево или вправо по ходу движения. Роторные очистители убирают снег с взлетно-посадочных полос, рулежных дорожек, мест стоянок самолетов и т. д.

В зимнее время для тех же целей применяются комбинированные поливо-моечные и снегоочистительные машины. Кроме того, в летнее время эти машины могут удалять пыль, песок, грязь, а также поливать и мыть бетонное покрытие аэродрома.

Для устранения обледенения бетонных покрытий используются тепловые машины. Они расплавляют лед, а образовавшуюся воду сдувают в сторону струей газового потока.

Для зимнего содержания аэродромов применяются также автомобильные одноотвальные снегоочистители, снеготаски, тракторные угольники, гладилки и т. д.

Имеются и другие механизированные средства для содержания аэродромов, например самоходный бульдозер, используемый для срезания и перемещения грунта, устройства грунтовых обвалований, засыпки ям, канав и т. д. Бульдозеры используются и в зимнее время для очистки аэродрома от снега, перемещения его и разравнивания.

Другими самоходными механизмами являются автогрейдеры, предназначенные в летнее время для выравнивания грунтовой части аэродрома и дорог, засыпки ям и канав, а в зимнее время — для разравнивания и перемещения снега и т. д.

Для текущего ремонта покрытий летного поля имеется свое оборудование. Например, заливщики швов применяются для заливки бетоном очищенных от грязи и мусора швов и трещин. Для механизированного уплотнения бетона при ремонте и изготовлении бетонных плит с последующей укладкой в покрытие используются поверхностные электровибраторы.

При ремонте покрытий летного поля приходится разрушать непригодные к эксплуатации бетонные плиты, разбирать разрушенные аэродромные сооружения. Для этой цели имеются пневматические бетоноломы, работающие от компрессорной станции.

Глава четырнадцатая

АВИАЦИЯ И ПОГОДА

Пассажирские самолеты могут летать в любое время дня и ночи, в простых и сложных метеорологических условиях. Однако с целью обеспечения безопасности полетов необходимо планирование каждого рейса. В Аэрофлоте перед каждым рейсом учитываются возможные колебания погодных условий, изучаются метеорологические условия по трассе полета. Это совершенно необходимо, так как природа иногда ставит человека перед такими «сюрпризами», с которыми пока нельзя не считаться, несмотря на оснащение самолетов высокосоввершенным радиотехническим оборудованием и системами посадки.

Дело в том, что каждая авиатрасса имеет свои климатические особенности. Одни из них проходят через вечную мерзлоту тундры, другие — через знойные пески пустынь и тропики Африки. Да и в пределах одной трассы возможны различные климатические зоны, не говоря уже о капризах погоды. Самолету в пути может встретиться грозовая облачность и различные воздушные течения, могущие осложнить полет. Что же делать в этих случаях? Ожидать хорошей погоды по всей трассе? Это бессмысленно. Да и расписание движения самолетов нельзя срывать.

Для того чтобы экипаж самолета мог учесть возможные колебания погоды по трассе и наиболее правильно спланировать полет, а также учесть отдельные элементы, могущие повлиять на безопасность полета, предусмотрено метеорологическое обслуживание полетов в гражданской авиации. Оно осуществляется Главным управлением гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР (ГУГМС).

ГУГМС тесно взаимодействует с Министерством гражданской авиации по организационным и производственным вопросам, связанным с метеорологическим обеспечением авиации, а имеющиеся на местах управления гидрометслужбы осуществляют непосредственный контакт с управлениями гражданской авиации.

Общее руководство метеообеспечением полетов возложено в Аэрофлоте на главного метеоролога, указания которого обязательны для инженеров-инспекторов по метеообеспечению полетов, имеющих в каждом управлении гражданской авиации.

В аэропортах организованы авиационно-метеорологические центры (АМЦ), станции и посты, осуществляющие метеослужбу непосредственно на местах. На тех аэродромах и посадочных площадках, где нет органов гидрометслужбы, к наблюдениям за погодой привлекаются работники Аэрофлота.

Авиационно-метеорологические центры и станции обеспечивают командный, летный и диспетчерский состав информацией о фактическом состоянии погоды и прогнозами погоды, предупреждениями об опасных метеорологических явлениях, могущих встретиться на пути и другими аэроклиматическими сведениями. Сюда входят сведения о температуре и влажности воздуха, атмосферном давлении, скорости и направлении ветра, состоянии облачности, горизонтальной видимости и т. д.

В аэропортах, оборудованных системами посадки, метеорологические наблюдения ведутся непосредственно на старте самолетов. А на небольших аэродромах, где нет систем посадки, наблюдения проводятся вблизи командно-диспетчерского пункта.

Для того чтобы иметь более точные данные о погоде, метеорологические наблюдения ведутся через каждые 30 мин. И даже в том случае, если аэропорт не работает, наблюдения не прекращаются, только проводятся они реже — через каждый час. Кроме того, по запросу диспетчера метеонаблюдения могут быть сделаны в любое время.

Метеорологическая информация, полученная в результате наблюдений и измерений, передается на диспетчерские пункты службы движения аэропорта. Для экипажей самолетов, находящихся в полете или заходящих на посадку, сведения о погоде — фактическая погода нескольких аэродромов и фактическая погода данного

аэродрома передаются по каналам вещания метеоинформации.

Какие же сведения передаются на борт самолета? Количество и форма облаков, вертикальная видимость, дальность видимости на взлетно-посадочной полосе, направление и скорость ветра у земли, температура и атмосферное давление на аэродроме, прогноз погоды на ближайший час.

Метеорологическую информацию экипаж самолета получает также в период предполетной подготовки. Сюда входят сведения о фактической погоде, прогнозы, предупреждения об опасных явлениях погоды по трассе, в аэропортах вылета и посадки, данные радиолокационных наблюдений, спутниковая информация.

Если полет продолжается более двух часов, то экипажу перед вылетом вручают авиационную прогностическую карту особых явлений погоды и прогноз ветра по высотам.

При полетах продолжительностью менее двух часов метеорологическая документация экипажам перед вылетом не вручается. В этом случае после инструктажа экипажа синоптик в задании на полет ставит штамп, удостоверяющий проведение метеорологической подготовки экипажа.

Получив материалы о метеорологических условиях по трассе и на аэродромах посадки, экипаж перед полетом тщательно изучает их. Если в метеорологических документах указаны предполагаемые участки с опасными явлениями, где возможны грозы или другие сильные возмущения атмосферы, экипаж заранее намечает, где следует изменить маршрут или высоту полета для обхода опасных зон.

Важное значение для метеорологического обеспечения полетов имеет информация о погоде, получаемая экипажем самолета с борта летящего навстречу самолета, экипаж которого по запросу диспетчера, а при встрече с опасными явлениями природы — и без запроса срочно сообщает о погоде того района, где пролетал самолет. Кроме того, и сам экипаж имеет возможность определять грозовые районы с помощью установленного на борту радиолокатора.

Все это дает возможность обеспечить безопасность полетов и исключить неожиданную встречу самолетов с зонами опасных метеорологических явлений.

НА СЛУЖБЕ НАРОДНОМУ ХОЗЯЙСТВУ

В наши дни авиация прочно вошла в жизнь и быт советских людей. Мы уже настолько привыкли к тем многочисленным удобствам, которые получаем, пользуясь, например, рейсовыми самолетами Аэрофлота, что порой даже не представляем, как люди могли без этого обходиться раньше. Однако перевозкой пассажиров не ограничивается сфера деятельности самолетов и вертолетов гражданской авиации.

Еще в годы первой пятилетки началось использование авиации в народном хозяйстве и с тех пор она все шире и шире проникает в самые различные его области. Много новых возможностей для использования авиации открылось с появлением вертолетов, которым оказалось по плечу выполнение целого ряда задач, непосильных обычным самолетам.

В настоящее время для нужд народного хозяйства находят широкое применение самолеты Ан-2 и Як-12 и вертолеты Ми-1, Ми-2, Ми-4, Ми-6, Ка-18 и Ка-26.

С большим эффектом используется авиация в сельском хозяйстве, особенно для посева и защиты урожая от вредителей и болезней, для подкормки сельскохозяйственных культур минеральными удобрениями и очистки посевов от сорняков. В Казахстане, например, около трети всех посевных площадей, садов и виноградников обрабатывается с помощью самолетов и вертолетов. В первом году девятой пятилетки в нашей стране свыше 85 млн. гектаров земли подвергалось авиационной обработке, а к концу пятилетки эта цифра достигнет 100 млн. гектаров.

Такое широкое использование авиации для проведения сельскохозяйственных работ не случайно. Известно, например, что подкормку посевов минеральными удобрениями лучше всего производить, пока почва еще не высохла и хорошо впитывает в себя удобрения. Но в это время, в период весенней распутицы, практически ни одно из наземных транспортных средств не может передвигаться по полям. Самолеты же, пролетая над полями на высоте от 5 до 20 м со скоростью 100—150 км/ч, рассеивают необходимые для подкормки удобрения.

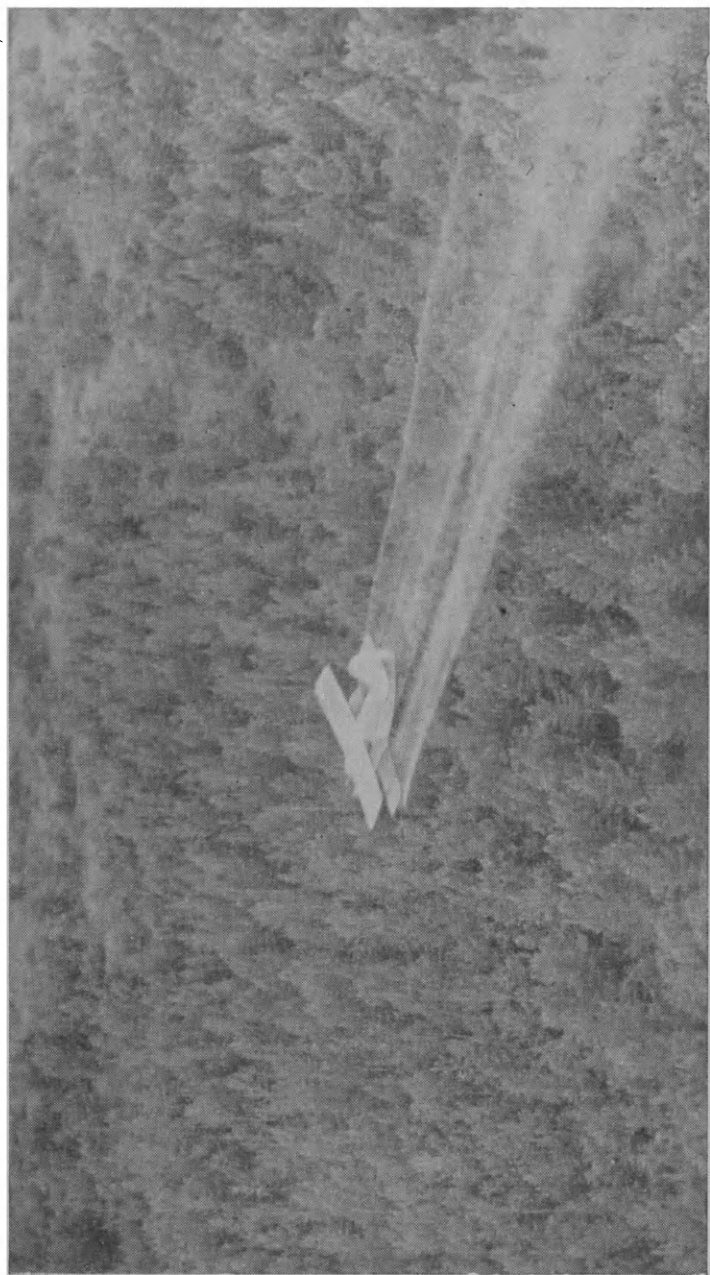
Еще более перспективными оказываются в этих условиях вертолеты, для работы которых достаточно обеспечить посадочную площадку из нескольких листов металла или бетонных плит. С большим успехом применяются вертолеты на высокогорных пастбищах для подсева трав, уничтожения сорняков и кустарников, а также для тщательной разведки районов выпаса скота. Здесь, в горных условиях, особенно сказываются такие достоинства вертолетов, как высокая маневренность, возможность летать с малой скоростью и висеть в воздухе. Самолеты и вертолеты сельскохозяйственной авиации широко используются также на работах по посеву кормовых трав на лугах и пророщенного риса на затопленных полях, чтобы всходы риса опередили появление сорняков.

В борьбе с сорняками один самолет в течение дня способен обработать площадь до 100 гектаров. Обычным способом для этого потребовалось бы затратить сотни человеко-дней.

С каждым днем расширяются работы по очистке посевов злаковых культур от сорняков при помощи гербицидов, в больших масштабах ведется прополка хлопчатника, льна, подсолнечника, сахарной свеклы. По самым скромным подсчетам, авиационная прополка зерновых культур может обеспечить годовой прирост урожая в 5—8 млн. тонн зерна.

Очень эффективным оказывается применение авиации для борьбы с вредителями сельского хозяйства — грызунами и саранчой — путем разбрасывания отравленных приманок. Если учесть, что урон, причиняемый вредителями сельского хозяйства, ежегодно достигает нескольких миллиардов рублей, то станет понятным, какую пользу приносит использование авиации для охраны урожая. Подсчитано, например, что каждый рубль, затраченный на защиту растений, окупается на зерновых культурах 3—10 раз, на хлопчатнике — 10—15 раз и в садоводстве — 15—20 раз.

В 1971 г. с помощью авиации были уничтожены сорняки и вредители сельского хозяйства на площади более 43 млн. гектаров. Пять часов работы вертолета Ми-1 заменяет труд 176 человек на опыливании и 300 человек на опрыскивании виноградников ядохимикатами. Еще более производительными являются вертолеты Ми-2 и Ка-26, которые поднимают в воздух от 600 до 1000 кг ядохимикатов. При этом себестоимость обработки одно-



Самолет Ан-2 на авиационных работах



Вертолет Ми-1 на опылении садов

го гектара снижается примерно в 1,5 раза, а производительность возрастает в 2—2,5 раза. Вертолеты обеспечивают более высокую эффективность обработки растений по сравнению с самолетами еще и потому, что ядохимикаты отбрасываются вниз потоком воздуха от несущего винта. Этот же нисходящий поток воздуха используется при применении вертолетов для опыления плодовых растений.

Учитывая существенные выгоды, которые сулит широкое применение вертолетов в сельском хозяйстве, можно с уверенностью сказать, что в будущем их удельный вес в сельскохозяйственной авиации будет постоянно возрастать.

На службе здоровья. Ни в одной стране в мире нет такой широко развитой сети бесплатного медицинского обслуживания населения, как в Советском Союзе. Практически невозможно найти такой точки на необъятных просторах нашей Родины, где бы люди не имели медицинской помощи. И в этом не последняя роль принадлежит авиации. Около двухсот санитарно-авиационных

станций экстренной медицинской помощи, расположенных в различных городах страны, находятся в ведении министерств здравоохранения союзных республик. Штат этих станций насчитывает более 20 000 высококвалифицированных специалистов-медиков. Крылатые санитары ежегодно совершают свыше 100 000 вылетов, оказывая за год медицинскую помощь более чем 200 000 больным. Большую помощь этим станциям оказывают самолеты и вертолеты, обеспечивая их в кратчайшие сроки необходимыми медикаментами, а также консервированными препаратами (кровь, кожа, сосуды и т. п.). Ни перед какими затратами не останавливается наше государство, когда речь идет о спасении жизни человека. Выдающийся советский ученый академик В. П. Филатов говорил, что сотни сложнейших операций, проведенных им и его сотрудниками, закончились успешно и людям было возвращено зрение только потому, что вовремя был доставлен необходимый материал — живая роговица глаза.

Но сколько трудностей приходится подчас преодолевать, чтобы помощь пришла к человеку своевременно! Нередко санитарным самолетам и вертолетам приходится совершать полеты в самых сложных метеорологических условиях, в любое время года и суток, без надлежащего радиотехнического и светотехнического обеспечения. Посадочные площадки зачастую приходится выбирать с воздуха во время полета. Все это, конечно, невозможно без высокого мастерства летного состава, без уверенности пилота в том, что он выполняет очень нужное и благородное дело. «Крыльями жизни» называют жители отдаленных районов страны самолеты и вертолеты санитарной авиации. И это название вполне оправдано и заслужено. Тысячи человеческих жизней были спасены благодаря своевременному оказанию медицинской помощи, подоспевшей на самолете или вертолете.

Санитарные самолеты и вертолеты специально оборудуются для транспортировки тяжело больных, а некоторые из них приспособлены даже для проведения операций. Операции, если в этом возникает неотложная необходимость, проводятся даже в воздухе. Таких случаев с благоприятным исходом известно очень много.

Все более широкое распространение получают в санитарной авиации медицинское обследование населения, лечебно-профилактические мероприятия в отдаленных от центров районах, особенно на Крайнем Севере и в гор-

ных районах Средней Азии. Только в одной Магаданской области с помощью санитарной авиации ежегодно обследуются от 12 до 17 тысяч оленеводов. Поскольку эти работы проводятся обычно в труднодоступных районах, то в основном при этом используются вертолеты повышенной грузоподъемности, в частности Ми-4, оборудованные как летающие поликлиники. В Красноярском крае и Киргизской ССР эксплуатируются опытные образцы вертолетов Ми-4 — летающие операционные — и, по свидетельству специалистов, они вполне оправдывают свое назначение.

Санитарная авиация оказывает неоценимую помощь при проведении различного рода противоэпидемических работ. В районы эпидемий самолеты и вертолеты доставляют медицинский персонал, медикаменты, оборудование и инструменты. При эпидемиях тяжелых инфекционных заболеваний только с помощью авиации возможно поддержание постоянной связи с районами, в которых устанавливается карантин.

Большую помощь оказывает авиация в борьбе с распространителями инфекционных заболеваний и в первую очередь с личинками малярийного комара, которые живут в водоемах. Самолеты или вертолеты, пролетая на небольшой высоте над такими водоемами разбрызгивают или распыливают соответствующие ядохимикаты, обрабатывая за один час до 250—300 гектаров заболоченной площади, совершенно недоступной другим транспортным средствам, не говоря уже о пешеходах.

В результате широкого размаха противомаларийных авиационно-химических работ основные очаги распространения малярии на территории СССР полностью уничтожены. Сейчас в этом направлении проводятся главным образом профилактические работы. А заболевания малярией, которые в течение многих веков были бичом населения некоторых районов, за последние годы почти совершенно исчезли.

Успешно ведется борьба и с другими переносчиками инфекционных заболеваний, такими как различного рода грызуны и клещи.

Очень многое сделано и делается работниками санитарной авиации сегодня. Но еще больше предстоит сделать в будущем. И можно не сомневаться, что сотни и тысячи людей, избавившихся от тяжелых недугов благодаря своевременно подоспевшей помощи, вместе с

благодарностью врачам, будут благодарить летчиков, доставивших им эту помощь, а также ученых, конструкторов и инженеров, создавших первоклассные машины, поднимающиеся в воздух при первом тревожном сигнале о помощи.

Аварийно-спасательные работы. Эти работы тесно связаны с оказанием медицинской помощи, поэтому в них очень часто принимают участие самолеты и вертолеты санитарной авиации. Как правило, спасательные работы производятся при стихийных бедствиях, когда необходимо в кратчайшие сроки ликвидировать их последствия, например при кораблекрушениях, наводнениях, снежных обвалах в горах, землетрясениях, пожарах и т. д. При этом летчики подчас показывают чудеса храбрости и героизма, преодолевая все трудности на пути для спасения человеческих жизней и ценного оборудования. Ведь не случайным является тот факт, что первыми звания Героя Советского Союза были удостоены замечательные советские летчики, вызволившие из беды экипаж раздавленного во льдах научного судна «Челюскин». В настоящее время в большинстве случаев к аварийно-спасательным работам привлекаются вертолеты. Вот несколько примеров.

В 1960 г. сильное наводнение поставило в бедственное положение жителей г. Канска Красноярского края. Быстрое течение не позволяло использовать катера и лодки для оказания помощи попавшим в беду людям. И вот за два дня вертолеты Ми-4, совершив 97 рейсов, вывезли из опасной зоны 900 человек.

В одном из заливов Балтийского моря в 1966 г. неожиданно поднявшийся сильный ветер оторвал от берега и унес в открытое море льдины, на которых находились рыбаки-любители. 67 человек были сняты с льдин вертолетами, прибывшими на помощь.

Теплые дожди, шедшие несколько дней в июле в Саянах, подняли на 3,5 м уровень воды в левых притоках Ангары. Под угрозой затопления оказались расположенные вдоль этих рек пионерские лагеря. С помощью вертолетов из всех опасных зон было вывезено 270 ребят.

Подобных примеров можно привести еще очень много. Везде, где нужно действовать быстро, где бывает дорога каждая минута, приходит к людям помощь «с неба», приходит в таких условиях, когда никакие другие средства оказать помощь не в состоянии. И не имеет

значения, попал ли в беду один человек или группа людей — все равно помощь придет незамедлительно. Известно много случаев, когда с помощью самолетов и вертолетов удавалось разыскивать людей в тайге и пустыне, спасать рыбаков в открытом море и научные экспедиции в горах и ледовых просторах Арктики.

Авиация используется в наши дни и для борьбы с заторами, образующимися при ледоходе на реках. Ледяные заторы достигают на реках Сибири очень больших размеров, они мешают сплаву леса, могут привести к большим наводнениям. На реке Чулыме, например, пробка, образованная из огромных льдин, достигла 1500 м в длину, а высота торосов над водой была более метра. Грозившее наводнение могло бы нанести большой материальный ущерб. С помощью вертолетов за четыре часа путь для льда был полностью расчищен. Для этой цели вертолеты доставили на лед группы подрывников, которые провели взрывные работы и были затем эвакуированы. В отдельных случаях, если высадка подрывников невозможна или очень опасна, подрыв может осуществляться с вертолета.

Спасательные работы чаще всего проводятся на вертолетах повышенной грузоподъемности типа Ми-4, могущих взять за один рейс 10—13 человек.

При проведении спасательных работ на воде специально оборудованные вертолеты могут осуществлять посадку и руление со скоростью 5—7 км/ч по поверхности воды.

Охрана лесов. Лес является национальным богатством нашей страны. Он дает строительные материалы, сырье для химической промышленности, топливо, а также используется для многих других целей. Третья часть всех лесных массивов земного шара приходится на территорию СССР. Однако лесные массивы у нас еще недостаточно хорошо изучены, особенно в таежных районах Сибири. Эффективное использование лесных богатств невозможно без полного изучения лесного фонда, охраны его от пожаров и вредных насекомых, обеспечения восстанавливаемости, планирования работ по заготовке, вывозу и сплаву древесины. И здесь снова неограничиваемую услугу народному хозяйству оказывает авиация.

Прежде всего самолеты и вертолеты используются для изучения лесных массивов методом аэровизуального (воздушно-глазомерного) обследования. Сущность этого

метода состоит в том, что с самолета (вертолета), летящего над лесом на небольшой высоте с минимально допустимой скоростью, тщательно просматриваются лесные площади и сравниваются с находящимися на борту крупномасштабными топографическими картами, на которых отмечаются необходимые данные о состоянии изучаемой территории.

Для самолетов обычно прокладывается несколько параллельных маршрутов на подлежащей обследованию территории. На основе данных аэровизуального обследования составляется карта лесов, раскрашенная различными цветами и тонами, которая характеризует размещение леса, величину и конфигурацию лесных площадей. Высота и скорость полета самолета дают возможность достаточно быстро составить общее представление о состоянии леса. При необходимости детализации отдельных его участков очень эффективным оказывается использование вертолетов.

Аэровизуальный метод обследования леса характеризуется очень высокой производительностью. Если, например, для наземного обследования 1 млн. гектаров леса требуется 35 постоянно работающих специалистов различной квалификации с общей затратой 20 000 человеко-дней, то аэровизуальное обследование той же площади может быть выполнено одним экипажем в течение 1,5—2 месяцев.

Широкое применение находит также авиация при аэрофотосъемке лесных площадей и аэротаксации лесов (аэротаксация — аэровизуальное обследование с использованием вместо карт крупномасштабных фотоснимков). Аэрофотосъемка полностью не устраняет необходимости проведения наземных работ, но при этом их объем сокращается примерно в четыре раза. Аэротаксация полностью исключает потребность в наземных работах, особенно если она проводится с вертолетов, высота полета которых обеспечивает очень хороший просмотр леса. Для аэротаксации леса в настоящее время применяются вертолеты Ми-1 и Ка-18. Стоимость работ примерно на 13% ниже, чем при наземном обследовании, а производительность в 10—12 раз выше.

Большая роль отводится авиации при изыскании путей транспортировки леса. В основном транспортировка леса, особенно в Сибири, производится водным путем (лесосплав). Задачей авиации является нахождение но-

вых рек, пригодных для сплава, определение их сплавной способности для организации новых лесозаготовительных предприятий. При этом широко применяется аэрофотосъемка. Аэрофотосъемка используется также для наблюдения за прохождением лесосплава на уже освоенных реках.

Авиация используется и для борьбы с заболеваниями леса и лесными вредителями. При этом применяются авиационно-химические методы, о которых мы уже упоминали, когда вели речь о сельском хозяйстве.

Но особенно большой эффект дает применение авиации для охраны лесов от пожаров.

Лесные пожары — это стихийное бедствие, которое наносит государству огромный ущерб. Они не только уничтожают ценнейшие породы древесины, но и ухудшают почву, уничтожают пастбища и охотничьи угодья, на их тушение затрачивается много средств и рабочего времени.

Для быстрой ликвидации пожара очень важно его своевременное обнаружение, так как при сильном ветре в сухую погоду скорость распространения огня достигает 25 км/ч и в короткие сроки он может охватить большую площадь. Своевременное обнаружение очагов пожара обеспечивается постоянным патрулированием самолетов над охраняемой лесной территорией. Об эффективности патрулирования свидетельствуют данные статистики: за сезон летчик-наблюдатель обнаруживает в среднем 40—45 лесных пожаров, в то время как на долю лесника приходится около одной десятой части всех обнаруженных пожаров. Для патрулирования используются главным образом самолеты, так как они обладают большой дальностью и скоростью полета.

При обнаружении пожара к месту его возникновения вызываются вертолеты с противопожарным оборудованием и десантниками-пожарниками. Для тушения пожаров в основном используются вертолеты Ми-4, а для руководства работами непосредственно на месте применяются вертолеты Ми-1, с которых ведется наблюдение над местом пожара и по радио подаются команды на землю.

Все работы по охране лесов производятся специализированными организациями — авиационными базами лесоохраны. Об эффективности этих работ можно судить хотя бы по тому, что ежегодно в отдаленных районах

страны воздушными пожарными командами ликвидируется более 70% лесных пожаров.

Большую роль играет авиация в посадке лесов. Для отдельных территорий нашей страны аэросев является наиболее эффективным способом. Особо важное значение имеет этот метод для рассева семян ценных пород деревьев на обширных просторах в отдаленных районах СССР, в частности на огромных территориях пустынь и полупустынь, отличающихся трудными условиями лесонасаждения и невозможностью или трудностью применения для этой цели наземных способов. Примером может служить аэросев саксаула в песчаных районах Средней Азии, где пески, постоянно перемещаясь под воздействием ветра, ежегодно наносят большой ущерб культурным землям, ирригационным сооружениям, дорогам и даже населенным пунктам. Поэтому закрепление песков и полезное использование занятой ими территории является задачей государственной важности. Лучшим средством для ее решения является культивирование на песчаных землях травяной и древесно-кустарниковой растительности. Среди немногочисленных видов растительности пустынь наибольшую эффективность для хозяйственного освоения районов сыпучих песков дает саксаул. Однако рассев саксаула сеялками из-за большой неровности рельефа и неустойчивости сыпучих песков практически невозможен. Ручной же рассев очень трудоемок, поэтому и здесь наиболее эффективным оказывается использование авиации.

Обслуживание рыболовных промыслов. У нас впервые самолет был применен для поисков тюленя в Белом море в 1926 г., и сразу же стали очевидными значительные преимущества, которые для этих целей может обеспечить воздушная разведка. В настоящее время авиация используется для поиска китов, разведки косяков рыб, аэротаксации нерестилищ ценных пород рыб, разведки льдов и сопровождения рыболовных судов в арктических условиях.

Все китобойные флотилии, как правило, имеют в своем составе несколько вертолетов, базирующихся на плавучих китобазах. Когда флотилия выходит в район промысла, вертолеты совершают разведывательные полеты и, обнаружив скопления китов, по радио наводят на них китобойцев. Вертолеты Ми-1 удаляются от базы на расстояния 120—130 км и могут находиться в воздухе до 2 ч

15 мин, а вертолеты Ка-26, используемые на рыболовных траулерах в Атлантике, удаляются от базы на 250 км, находясь в воздухе до пяти часов. Поиск китов осуществляется при высоте полета 100—250 м.

Широко используются самолеты и вертолеты для разведки морского зверя (тюленей, котиков, моржей и др.), которая ведется как с берега, так и с кораблей и позволяет быстро находить скопление зверя. Хорошие результаты дало применение вертолетов Ми-4 для охоты на тюленей в Белом и Каспийском морях. Опыт показал, что промысел тюленя с судов нерентабелен вследствие больших потерь времени, снижения качества продукции при хранении и больших затрат на содержание зверобойных шхун и ледоколов. С помощью вертолетов промысловики доставлялись в районы промысла обеспечивались необходимым снаряжением и оборудованием (палатки, печки, продукты питания, пресная вода и т. п.), а забитый зверь в короткие сроки вывозился для переработки на основные базы.

Поиски косяков рыб и наводка на них рыболовецких судов широко практикуется у нас на Дальнем Востоке. При этом для дальней разведки используются самолеты Ли-2, вылетающие с прибрежных аэродромов, а ближняя разведка выполняется вертолетами, которые могут базироваться как на аэродромах, так и на кораблях. Высота полета при поиске морского зверя и косяков рыб обычно бывает 300—500 м. С этой высоты хорошо видны косяки рыб на глубине до 30 м под водой.

Очень важной является работа по аэротаксации нерестилищ ценных пород рыб, которая проводится на Дальнем Востоке, на Камчатке, в Магаданской области, хотя эта работа пока еще не получила должного размаха. Аэротаксация позволяет выявить места нереста и произвести приближенную количественную и качественную оценку рыбы, идущей на нерест. Несомненно, что в будущем объем этих работ будет постоянно увеличиваться.

Строительные и строительно-монтажные работы. Использование авиации в этих целях началось с появлением и распространением вертолетов. У нас впервые вертолет Як-24 был применен для целей строительства при замене крыши дворца в г. Пушкине.

Высокие темпы строительства промышленных и энергетических сооружений были бы невозможны, если бы на помощь строителям не пришли вертолеты. При стро-

ительстве линий электропередач приходится устанавливать большое количество опор на местности, где привычные транспортные средства использовать невозможно. Так, например, при строительстве линии электропередачи Симферополь — Алушта, где впервые использовались вертолеты Ми-4, работы велись в гористой местности, покрытой лесом с деревьями высотой до 15 м при крутизне скатов до 60° и высоте 770 м над уровнем моря. Опоры перевозились вертолетом секциями весом до 1000 кг, собирались на месте установки и за одну минуту поднимались в вертикальное положение.

Подобные же работы с помощью вертолетов производились затем на Кольском полуострове, в Иркутской области и Красноярском крае, и во многих других районах страны.

Очень часто встречаются труднопроходимые участки на строительстве газопроводов и нефтепроводов. С помощью вертолетов в этих случаях производится не только транспортировка труб и необходимого оборудования, но и укладка труб в траншеи. Транспортировка груза осуществляется обычно на высоте не менее 200 м над местностью, а для отцепки груза вертолет заводится на высоте около 2 м и плавно опускает груз на место установки.

Успешным оказалось использование вертолетов на монтажных работах в качестве кранов. В марте 1963 г. в аэропорту Шереметьево на крышу строящегося ангара надо было уложить кровельные плиты. Расчеты показали, что обычными средствами для выполнения этой работы потребовалось бы 67 дней. С помощью вертолета Ми-4 70 плит весом 770—950 кг каждая были уложены на крышу на высоте 32 м за пять рабочих дней с затратой восьми часов летного времени.

На Ярославском шинном заводе вертолет Ми-6 выполнил уникальную работу по установке 17 вулканизаторов весом 5600 кг и размером 2×2 м каждый на верхний этаж здания через проем в крыше. Прежде для выполнения подобных работ вулканизаторы пришлось бы разбирать, делать монтажные проемы в корпусе зданий, израсходовать огромное количество рабочего времени и при этом была бы необходима остановка производства.

Вертолеты сейчас успешно применяются при установке буровых и геодезических вышек, опор электрифицируемых железных дорог, при сооружении мостов и на многих других работах.

Авиация находит применение еще во многих других областях деятельности человека. Впервые в 1937 г. советские самолеты доставили на Северный полюс советских исследователей во главе с И. Д. Папаниным, и сейчас ни одна экспедиция в Арктике и Антарктике не обходится без авиации.

Вертолеты оказывают неоценимые услуги геологам и геофизикам, географам и гидрологам, археологам и представителям других отраслей науки. Они обеспечивают многочисленные экспедиции необходимым оборудованием, продуктами питания и максимально облегчают условия их труда и быта. Вертолеты помогают организации альпинистских восхождений, доставляя на промежуточные высокогорные базы оборудование, продукты и топливо.

Авиация находит применение в охотничьих хозяйствах для аэровизуального учета численности многих видов животных, а также для истребления хищников. Охота на волков, например, ведется с вертолетов в Якутии, Мурманской области и других местах. За день охоты с одного вертолета Ми-1 можно уничтожить 10—12 хищников, а по подсчетам якутских охотников, один волк за год приносит ущерб в 2000 рублей.

Самолеты и вертолеты гражданской авиации широко используются для доставки почты. Во все концы страны почтовые самолеты развозят матрицы центральных газет из столицы нашей Родины, и в тот же день жители многих городов, удаленных на тысячи километров от Москвы, имеют возможность узнавать новости, публикуемые в центральной печати.

Самолеты и вертолеты гражданской авиации являются надежными машинами, в конструкции которых нашли свое отражение новейшие достижения науки и техники. Но мы знаем, что это не предел.

Пройдут годы и будут созданы новые конструкции, более совершенные, превосходящие сегодняшние по всем показателям. Они принесут нам много новых удобств и с еще большей эффективностью будут использоваться в народном хозяйстве нашей страны.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
<i>Глава первая.</i> Над океанами и континентами	7
<i>Глава вторая.</i> Самолеты и вертолеты гражданской авиации и их творцы	15
<i>Глава третья.</i> Как устроен самолет?	54
<i>Глава четвертая.</i> Почему летает самолет?	64
<i>Глава пятая.</i> Немного о вертолетах	73
<i>Глава шестая.</i> Авиационный двигатель — сердце самолета	78
<i>Глава седьмая.</i> Самолет готовится к полету	88
<i>Глава восьмая.</i> В полете	92
<i>Глава девятая.</i> Приборы на самолете	98
<i>Глава десятая.</i> Самолет идет на посадку	109
<i>Глава одиннадцатая.</i> Звук и самолет	113
<i>Глава двенадцатая.</i> Воздушное движение	118
<i>Глава тринадцатая.</i> Аэродромная служба	121
<i>Глава четырнадцатая.</i> Авиация и погода	127
<i>Глава пятнадцатая.</i> На службе народному хозяйству	130

Евгений Валерианович Софронов,
Игорь Борисович Чудakov

В ВОЗДУХЕ САМОЛЕТЫ АЭРОФЛОТА

Редактор Л. В. Северьянов
Технический редактор Т. И. Андреева, Т. С. Старых
Обложка художника Е. Н. Волкова
Корректор Л. Е. Хохлова

Сдано в набор 20/VI 1973 г. Подписано к печати 26/XI 1973 г. Г-32214
Формат 84×108¹/₃₂, Бумага № 2 Усл. печ. л. 7,56 Уч.-изд. л. 7,7
Тираж 25000 экз. Изд. зак. 3910 Цена 24 коп.

Издательство «Машиностроение», 107885 Москва, Б-78, 1-й Басманный пер., 3

Московская типография № 8 «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, Хохловский пер., 7. Тип зак. 3355

Цена 24 коп

