# Вертолеты

**Характеристика вертолетов**

Вертолет, летательный аппарат тяжелее воздуха с вертикальными взлетом и посадкой, подъемная сила в котором создается одним или несколькими (чаще двумя) несущими винтами.

Слово "вертолет" введено вместо иностранного "геликоптер". Вертолет взлетает вертикально вверх без разбега и совершает вертикальную посадку без пробега, неподвижно висит над одним местом, допуская поворот вокруг вертикальной оси в любую сторону, производит полет в любом направлении со скоростями от нуля до максимальной. При вынужденной остановке двигателей в полете вертолет может совершить планирующий спуск и посадку, используя самовращение (авторотацию) несущих винтов. Во избежание срыва потока с лопастей и для увеличения скорости полета некоторые вертолеты имеют небольшое крыло, разгружающее несущие винты.

В зависимости от способа уравновешивания реактивного момента несущего винта различают вертолеты: одновинтовые (с хвостовым винтом или с реактивным приводом несущего винта), двухвинтовые (соосные; продольной схемы; с перекрещивающимися осями несущих винтов; с поперечным расположением несущих винтов, или поперечной схемой) и многовинтовые. Из них получили распространение вертолеты: одновинтовые с хвостовым винтом (без крыла и с крылом); двухвинтовые соосные и вертолеты продольной схемы.

Вертолеты любой схемы состоят из планера аналогичного самолетному (фюзеляж, шасси, органы управления, электро-, радио- и навигационное оборудование и т.д.), винтовой несущей системы (несущих винтов), двигательной (силовой) установки, трансмиссии (привода). Одновинтовые вертолеты с механическим приводом, кроме того, имеют хвостовой винт и систему управления им.

Подавляющее большинство конструкций несущих винтов вертолетов выполнено с шарнирной подвеской лопастей. Такая подвеска дает возможность лопастям совершать маховое движение, обеспечивающее балансировку вертолета во всем диапазоне скоростей полета. В то же время маховое движение лопастей ставит предел увеличению скорости полета вертолета свыше 350-370 км/час из-за срыва потока на них. В 1965 году появились вертолеты американской фирмы "Локхид" с безшарнирными полужесткими винтами, у которых маховое движение концов лопастей осуществляется вследствие упругого изгиба лопастей. А в 60-е годы ХХ века начались разработки конструкций жестких винтов, у которых практически устранено маховое движение.

Такие винты могут быть применены только в двухвинтовой соосной системе, обеспечивающей балансировку и управление вертолета. Жесткие соосные винты не имея срыва потока позволят довести скорость полета до 500-600 км/час. Основные три типа конструктивного выполнения лопастей - смешанная конструкция со стальным трубчатым лонжероном; цельнометаллическая конструкция с прессованным из алюминиевого сплава лонжероном; цельностеклопластиковая лопасть. Аэродинамическая компановка лопастей зависит от назначения вертолета и определяется условиями взлета, значением максимальной скорости конца лопасти при максимальной скорости полета.

Управление несущими винтами состоит из двух систем: циклического управления шагом лопастей и управления общим шагом лопастей. Циклическое управление шагом лопастей выполняется автоматом перекоса, изобретенным Б.Н.Юрьевым в 1911 году.

Автомат перекоса расположен на оси винта и состоит из двух колец, подвешенных на кардане к неподвижной опоре. Внутреннее кольцо соединено с тягами продольного и поперечного управления; внешнее кольцо - с тягами управляющими лопастями.

Под действием тяг управления внутреннее кольцо автомата перекоса наклоняется, вызывая синусоидальное изменение углов установки лопастей в осевом шарнире и появлением горизонтально составляющей тяги несущего винта, которая вызывает поступательное движение вертолета и наклоняет его в сторону движения. Управление общим шагом лопастей осуществляется одновременным поворотом их в осевом шарнире относительно продольной оси лопасти посредством рычагов и тяг и служат для изменения вертикального режима полета: при одновременном увеличении угла установки всех лопастей вертолет поднимается; при одновременном уменьшении углов - опускается. Продольное и поперечное управление вертолетом осуществляется через автоматы перекоса; путевое управление - изменением шага лопастей хвостового винта (на одновинтовых вертолетах) или одновременным изменением общего шага лопастей в противоположных направлениях (на соосных вертолетах). При переходе на режим безмоторного планирования (режим самовращения несущих винтов) опусканием рычага общего шага уменьшают угол установки лопастей до 3-5 градусов.

Наибольшего развития вертолетостроение достигло в России (научно-конструкторские коллективы под руководством М.Л.Миля и Н.И.Камова), в США (фирмы "Сикорский", "Боинг", "Белль", "Каман"). Франции ("Сюд-авиасьен"), Англии ("Уэстленд") и Италии ("Агуста"). Вертолеты широко применяются в народном хозяйстве, на работах по борьбе с сельскохозяйственными вредителями и болезнями садов, виноградников и ценных технических культур, а также по подкормке посевов; для транспортных и пассажирских перевозок, при проведении геологоразведочных работ, для гравеметрической съемки, для разведки ледовой обстановки, для патрулирования линий высокого напряжения, газо- и нефтепроводов, для перевозки и монтажа крупногабаритного обородувания, установки мачт и других монтажных работ, для санитарных и спасательных работ и т.д.

**Вертолеты "Ми"**

Опытно-конструкторское бюро им. М.Л.Миля было создано в 1947 году. К этому времени коллектив ОКБ завершил работу над проектом одновинтового летательного аппарата. Первый полет вертолета был выполнен в 1948 году. Он успешно выдержал летные и государственные испытания: машина хорошо зависала, продемонстрировала высокую маневременность и удовлетворительную устойчивость. В 1950 году началось серийное производство первого в стране вертолета, который получил название МИ-1. И уже в следующем году на воздушном параде, проходившем на Московском аэродроме в Тушино, участвовала группа этих машин.

Представляет определенный интерес заявление,сделанное в то время английским пилотом Дж.Фрикером, который сравнивал МИ-1 с аналогичными западными вертолетами S-51 и "Сикамор": "МИ-1 по сравнению с "Сикамором" располагает полезным избытком мощности, обеспечивающим хорошие летные показатели в тропических условиях и на больших высотах полета. "Сикамор" всегда считался одним из лучших вертолетов из-за небольших вибрация6 но пожалуй, МИ-1 даже лучше его и не имеет ни одной из обычно наблюдающихся форм вибраций малых амплитуд...

МИ-1 также приятен относительно небольшим уровнем шума: неслышно скрежета трансмииссий и, в отличие от многих вертолетов, его двигатель работает мягче. Второй полет на вертолете подтвердил эти первоначальные впечатления о грамотном инженерном решении конструкции и о разумном его выполнении. В своей категории МИ-1 не уступает ни одной из западных машин по летным характеристикам". ("Airplane", 1956, N 2346). Вертолет МИ-1 сразу нашел широкое применение в народном хозяйстве: для сельскохозяйственных авиахимических работ, разведки с палуб ледокольных и китобойных судов, подсчета запасов леса, обслуживания геологических партий, спасения рыбаков и т.д.

Зарубежным заказчикам было поставлено несколько сот машин этого типа. С 1957 года их начали строить по советской лицензии в Польской народной республике.

ФАИ официально утверждено 23 мировых рекорда установленных на МИ-1 советскими и польскими вертолетчиками.

В 1951 году ОКБ получило задание создать вертолет, который по своим данным, в частности по грузоподъенмности и потолку, превосходил бы лучшие аналоги того времени. В самые сжатые сроки коллектив ОКБ разработал новый вертолет и в конце 1952 года началась подготовка его к серийному производству. Это был получивший широкую известность транспортный вертолет МИ-4, оснащенный поршневым двигателем АШ-82В - вертолетным вариантом известного двигателя конструкции А.Д.Швецова. После успешного завершения государственных испытаний МИ-4 был принят в эксплуатацию.

МИ-4 был первым вертолетом с задним погрузочным люком и трапом для погрузки в фюзеляж различной колесной техники. В настоящее время такое компановочное решение, впервые тогда предложенное в ОКБ, стало общепринятым для транспортных машин.

В процесе разработки МИ-4 был сделан значительный шаг вперед в развитии конструкции основных агрегатов. Впервые в систему управления вертолетом были включены гидробустеры. В частности, это был первый летательный аппарат с полностью необратимым бустерным управлением.

Наиболее трудной проблемой было создание надежных лопастей несущего винта. После проработки множества вариантов ресурс лопастей был доведен со 150 до 2000-2500 часов с одновременным повышением их надежности. Проводились также исследования по повышению ресурса других основных жизненно важных агрегатов машины. МИ-4 стал одним из самых надежных вертолетов в мире.

В ходе доводки и при эксплуатации МИ-4 пришлось столкнуться с явлениями флаттера и земного резонанса. Под руководством и при личном участии М.Л.Миля эти проблемы были решены. Широкую известность получили теоретические работы по этим вопросам его учеников А.В.Некрасова и Л.Н.Гротко. Разработка теории флаттера и земного резонанса помогла исключить возможность их возникновения в последующих конструкциях вертолетов.

Кроме основного транспортного, появились пассажирский, санитарный и сельскохозяйственный варианты. Одна из модификаций вертолета оборудована поплавковым шасси. Со специальной наружней подвеской МИ-4 использовался в качестве летающего крана.

На вертолетах МИ-4 было установлено 7 мировых рекордов. В 1958 году на Всемирной выставке в Брюсселе творческий труд создателей вертолета был отмечен Золотой Медалью.

В 1953 году ОКБ приступило к разработке транспортного вертолета для перевозки 6 тонн груза на расстояние до 600 км. Первый полет нового вертолета одновинтовой схемы МИ-6 с двумя турбовинтовыми двигателями состоялся в 1957 году. В том же году во время испытательного полета был установлен первый мировой рекорд - поднят груз 12 тонн. В 1962 году - груз весом 20,1 тонны. С 1959 по 1964 г.г. на МИ-6 серийного производства установлено еще 12 мировых рекордов.

Применение автопилота, дополнительного навигационного оборудования, электротепловой, антиобледенительной системы, введение в состав экипажа штурмана позволили использовать МИ-6 практически в любое время дня и ночи и в любую погоду.

По сути дела он стал первым всепогодным вертолетом и с 1964 года успешно эксплуатируется в народном хозяйстве нашей страны.

В 1965 году МИ-6 вместе с вертолетом-краном МИ-10 впервые демонстрировался на авиационной выставке в Париже. Зарубежная пресса оценивая успех советского вертолетостроения, констатировало, что при создании МИ-6 (и МИ-10) "были решены такие инженерные проблемы, к которым до сих пор не осмеливаются приблизиться конструкторы западных фирм" ("Interavia", 1965 год, N 8). Напомним, что это писалось спустя 8 лет после первого полета МИ-6. Значение этой машины не исчерпывается ее большой грузоподъемностью и размерами.

МИ-6 - первый в мире вертолет перешагнувший рубеж скорости 320 км/час, который, как считалось одно время, никогда не будет достигнут аппаратами этого типа.

МИ-6 - первый в мире вертолет серийного производства, оснащенный двумя турбовинтовыми двигателями со свободной турбиной. Его компановочная схема признана классической.

В июне 1960 года МИ-10 совершил первый полет. В процессе испытаний было установлено, что вертолет может транспортировать грузы длиной до 20 метров, высотой до 3,5 метров, шириной до 5 метров (при крестообразной форме груза - до 10 метров), весом 12 тонн на расстояние до 250 км и весом 15 тонн - на более короткие расстояния.

В 1965 году на специально подготовленном вертолете МИ-10 с шасси от МИ-6 установлено два мировых рекорда: груз 25,1 тонны поднят на высоту 2840 метров, а груз 5 тонн - на 7150 метров.

В последующие годы в ОКБ проводились плодотворные работы по созданию средних и легких вертолетов с турбинными двигателями. В 1960 году началась работа над пасажирским вертолетом с турбинной силовой установкой (на базе МИ-4). Первый вариант вертолета имел один двигатель со свободной турбиной конструкции ОКБ А.Г.Ивченко. В 1961 году эта машина уже участвовала в показе новой авиационной техники в Тушино.

В дальнейшем было решено применить двухдвигательную силовую установку, обеспечивающую нормальное продолжение полета при выходе из строя одного из двигателей. Первый такой вертолет - МИ-8 с двумя турбовинтовыми двигателями конструкции ОКБ С.П.Изотова в 1965 году поступил в серийное производство.

В 1960 году ОКБ начало проектировать легкий вертолет на базе МИ-1 с двумя двигателями конструкции С.П.Изотова. Создание такого вертолета - МИ-2, было шагом вперед в развитии машин такого класса. Двухтурбинная схема для легких вертолетов, впервые примененная для МИ-2, получила в настоящее время общее признание. Он обладает значительными преимуществами перед МИ-1 как по грузоподъемности, так и по скорости.

Эта машина как бы перешла по своим данным в класс МИ-4, оставаясь по размерам и взлетному весу в классе МИ-1. В 1967 году в воздух поднялся самый большой из когда-либо существовавших вертолетов В-12. В одном из испытательных полетов он поднял груз весом более 40 тонн. Вертолет был построен по поперечной схеме с крылом обратного сужения. По оценкам специалистов появление такого экспериментального вертолета подтвердило возможность перехода к созданию винтокрылых аппаратов с взлетным весом 100 тонн.

В дальнейшем были созданы: многоцелевой вертолет МИ-17, с успехом использующийся в народном хозяйстве нашей страны, и вертолет МИ-26 - самый грузоподъемный серийный вертолет создававшийся для выполнения уникальных монтажных работ.

**Вертолеты "КА"**

1948 год. Воздушный парад на Тушинском аэродроме, посвященный Дню Воздушного Флота. Внимание зрителей привлекает автомобиль, на грузовой платформе которого размещается вертолет. Он взлетает, делает круг над аэродромом и снова садится на платформу. Создатель "летающего мотоцикла" (как его назвали журналисты) - Николай Ильич Камов, в течение многих лет конструировавший автожиры. Одноместный вертолет с мотоциклетным двигателем, с двумя соосными несущими винтами, вращающимися в противоположных направлениях, - новая его конструкция.

После успешной демонстрации вертолета создается опытно-конструкторское бюро во главе с главным конструктором Н.И.Камовым, которому поручается разработка одноместного корабельного вертолета для разведки, связи и наблюдения. Новый вертолет КА-10 имел ту же принципиальную схему, что и "летающий мотоцикл", но более мощный авиационный поршневой двигатель воздушного охлаждения АИ-4Г с взлетной мощностью 55 л.с., разработанный в ОКБ А.Г.Ивченко.

Испытания КА-10 в 1949-1951 г.г. продемонстрировали свойственную вертолетам соосной схемы исключительную маневренность и хорошую управляемость. На вертолете КА-10, а затем и на его модифицированном варианте КА-10А были отработаны такие принципиальные конструктивные решения, как система управления соосными несущими винтами и двухкилевое оперение, которые в дальнейшем легли в основу всех разработанных ОКБ вертолетов.

С этого времени создание двухвинтовых соосных вертолетов самого разнообразного назначения и различных весовых категорий становится главным направлением творческой деятельности ОКБ Н.И.Камова.

Следующий этап работы ОКБ - создание семейства 2-3-х местных близких по характеристикам соосных вертолетов КА-15, КА-15М, КА-18. Эти многоцелевые вертолеты, имея общую несущую систему, редуктор и двигатель, отличались друг от друга назначением и конструкцией фюзеляжа. Для них было спроектировано различное съемное оборудование: аппаратура для опыления, опрыскивания, генерации аэрозолей, подвесные контейнеры для грузов и почты, гондолы для перевозки больных, поплавковое шасси, второе управление в учебном варианте.

В результате поиска новых более эффективных компановочных и конструктивных решений в 1964 и 1965 годах был создан многоцелевой вертолет КА-26. На основе схемы "летающего шасси" была достигнута высокая весовая отдача вертолета с двумя поршневыми двигателями. Комплект быстросъемного навесного оборудования: пассажирская кабина, грузовая платформа, аппаратура для опрыскивания и внесения минеральных удобрений, присбособление для транспортировки грузов на внешней подвеске - позволяет бригаде из 3 человек за 1,5-2,0 часа переоборудовать вертолет из одного варианта в другой.

К конструктивным особенностям вертолета, кроме схемы "летающего шасси", двухдвигательной силовой установки и системы создания избыточного давления в кабине пилота для защиты от химикатов на сельхозработах следует отнести и широкое применение стеклопластика. Из него на вертолете изготовлены не только различные обтекатели, капоты, пол кабины, бункер для химикатов, но и такие важнейшие элементы конструкции, как лопасти несущего винта. По сравнению с дюралевыми такие лопасти практически не имеют ограничения ресурса по условиям усталостной прочности, исключается необходимость применения сложной дорогостоящей оснастки и обработки на станках.

Совместно с различными исследовательскими институтами в течение нескольких лет проводились эксперименты по подбору материала, клея, режимов прессования по отработке конструкции лопастей, по испытанию отсеков и натурных лопастей. В результате была разработана конструкция и технология серийного изготовления стеклопластиковых лопастей, несущих винтов вертолета КА-15 (диаметром 10 метров) и вертолета КА-26 (диаметром 13 метров) и впервые в мировой практике вертолетостроения стеклопластиковые лопасти были внедрены в широкую эксплуатацию.

Зарубежная пресса отмечала, что все специфические проблемы вертолетостроения в конструкции вертолета КА-26, который выполняет виражи с большим креном, трудноосуществимым на других винтокрылых машинах, решены на высоком уровне. Пилоты при управлении этой машины выявили редкие для вертолета устойчивость и легкость управления.

Опыт эксплуатации показывает, что использование вертолетов КА-26 наиболее эффективно на агрохимических работах.

Здесь в наибольшей степени подтверждается преимущество соосной схемы. С одной стороны - исключительная маневременность соосного вертолета позволяет совершать полеты в непосредственной близости от обрабатываемых сельскохозяйственных угодий сложного рельефа. С другой стороны - кольцеобразные вихри, индуцируемые соосной несущей системой, способствуют проникновению химикатов в густую крону растений по всей их высоте. Благодаря этому КА-26 успешно используется на виноградных плантациях, на полях пшеницы и хлопчатника, сахарной свеклы и риса, на горных пастбищах и в садах. По заключениям зарубежных специалистов, применение вертолета КА-26 для защиты растений обходится значительно дешевле, чем использование любых наземных средств.