**8.1. НЕСУЩИЙ ВИНТ**

8.1.1. Общие положения

Несущий винт предназначен для создания подъемной  и пропульсивной  сил на всех режимах полета, а также для обеспечения продольной и поперечной устойчивости и управляемости вертолета (рис. 8.1). НВ определяет не только летно-технические и маневренные характеристики, но и уровень надежности всего летательного аппарата. Это связано со спецификой его работы и нагружения.

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 8.1. Схема сил, приложенных к одновинтовому вертолету в вертикальной плоскости:  – пропульсивная сила несущего винта;  – подъемная сила несущего винта;  – вес;  – лобовое сопротивление;   – результирующая аэродинамических сил; НП – направление полета;  ц.т – центр тяжести |

Несущий винт современных вертолетов состоит из втулки и лопастей. Лопасти, представляющие собой вращающийся аналог крыла, крепят ко втулке. Они обеспечивают создание подъемной силы. Втулка является кинематическим механизмом, обеспечивающим передачу крутящего момента с вала НВ на лопасти, угловые перемещения лопасти в плоскости вращения и плоскости взмаха, а также изменения углов атаки сечений лопасти.

Специфичность требований, предъявляемых к разрабатываемому или модифицируемому вертолету (особенности назначения, эксплуатации и т.д.), является причиной разнообразия винтов и их конструкций. Основные особенности могут быть учтены с помощью ряда критериев, закладываемых на начальном этапе проектирования ЛА:

1. ***Критерий назначения*** – это критерий общего проектирования, разрабатываемый на основании технического задания на вертолет, который должен обеспечить возможность выполнения заданных характеристик ЛА (дальность полета, скорость, полезную нагрузку, условия взлета-посадки) и некоторых специфических требований (например, максимальную удельную нагрузку).

2. ***Критерий летно-технических характеристик (ЛТХ).*** ЛТХ входят как непременный пункт в техническом задании на проектируемый вертолет. Одним из наиболее важных этапов проектирования является определение предельных режимов полета. При этом должны быть рассмотрены:

* характеристики на режиме висения для различных высот;
* максимальные и минимальные скорости горизонтального полета и максимальная скороподъемность на всех высотах;
* переход на планирующий полет и посадка на авторотации с любого режима полета;
* улучшение маневренности с высокими перегрузками во всем диапазоне скоростей, требующее постановки дополнительных крыльев и (или) вспомогательных тяговых устройств.

3. ***Критерий управляемости.*** Современные вертолеты определяются не только ЛТХ, но также и характеристиками управляемости и устойчивости. Согласно рекомендациям необходимо обеспечить уровень этих показателей не ниже минимально допустимых на всех режимах полета.

4. ***Критерий уровня шума и вибрации****.* Шум, создаваемый вертолетом, определяют как внутри, так и снаружи ЛА. Уровень шума внутри ограничивают, исходя из эмпирических стандартов, учитывающих комфорт, возможность речевого общения и физиологические факторы. Внешний уровень шума регламентируется нормативными документами, что объясняется использованием вертолетов в качестве транспортного средства в густонаселенных регионах (например, воздушное такси в городах-мегаполисах).

Более важной, чем шум, является проблема вибрации, так как она приводит не только к снижению комфорта пассажиров, но и к значительному снижению уровня эксплуатационной надежности вертолета. Решение этой проблемы достаточно сложное и требует комплексного подхода, поэтому в настоящее время можно говорить лишь о попытках снижения уровня вибраций.

Проектирование НВ осуществляется с учетом данных критериев на основании сведений об общей конфигурации ЛА, учитывающих число и расположение НВ, тип винта и тип системы привода (механический, компрессорный и т.д.). Помимо этого, в распоряжении разработчика должны находиться основные массовые и летно-технические характеристики вертолета.

Создание НВ и его элементов предусматривает следующие основные этапы:

1) предварительное проектирование НВ – выбор удельной нагрузки , диаметра , количества лопастей , коэффициента заполнения  и окружной скорости вращения ;

2) аэродинамическое проектирование лопасти – разработка внешнего облика лопасти и теоретического контура: выбор формы лопасти в плане, набора профилей, законов распределения относительных толщин  и крутки лопасти  по размаху;

3) определение предельных углов отклонения в плоскостях вращения и взмаха, углов закручивания лопастей при управлении вертолетом на всех режимах полета;

4) конструирование лопасти:

* выбор материала для основных элементов лопасти, формы лонжерона с учетом действующих ограничений (конструкторских, технологических, эксплуатационных, экономических и т.д.);
* формирование упругомассовых характеристик лопасти и разработка сечения лонжерона по хорде и по радиусу лопасти на основании статического расчета на прочность;
* корректировка массово-жесткостных характеристик лопасти по хорде и по размаху для отстройки от резонанса в рабочем диапазоне оборотов несущего винта и обеспечения достаточных запасов по аэроупругой устойчивости (расчетные виды флаттера, дивергенции, земной резонанс);

5) конструирование втулки НВ:

* разработка концепции втулки на основании технического задания или предварительного расчета;
* выбор кинематической схемы втулки (типа и расположения шарниров или их эквивалентов) с учетом конструктивных и эксплуатационных ограничений;
* выбор материалов для основных элементов втулки;
* конструкторская и технологическая проработка элементов втулки (определение геометрических размеров и технологии изготовления);
* оценка жесткости в плоскости вращения и выбор типа и параметров демпфера вертикального шарнира;

6) изготовление экспериментальных образцов элементов НВ, проведение прочностных и ресурсных испытаний на натурных стендах с последующей доработкой конструкции и документации по результатам испытаний;

7) изготовление прототипа винта, проведение наземных, летных и усталостных испытаний;

8) подготовка к серийному производству лопастей и втулок НВ, заводские испытания и сертификация.