

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС СИЛОВЫХ ТРАНСМИССИЙ ПРИВОДОВ ВЕРТОЛЕТОВ

Михайлов Н.В., Лахин А.М. (ФБГОУ ВО ДонНТУ, каф. ТМ, г. Донецк)

Тел: +7(949)382 23 85

Аннотация: В статье исследуется конструкция узлов трансмиссии вертолета, главного редуктора, приведены технологические методы повышения надежности и долговечности зубчатых колес главного редуктора привода винтов.

Ключевые слова: редуктор, трансмиссия, зубчатая передача, контактные напряжения, долговечность.

На территории Российской Федерации воздушный транспорт, будучи универсальным, используется преимущественно для перевозки пассажиров на средние и дальние расстояния и отдельных видов грузов. Значимая роль воздушного транспорта для РФ связана с большими размерами территории нашей страны и недостаточной обеспеченностью отдельных регионов другими видами транспорта. В тоже время низкие показатели ресурсов элементов трансмиссии вертолетов отечественного производства, по сравнению с зарубежными аналогами - одна из проблем отечественного вертолетостроения.

Целью данной работы является исследование конструкций приводов несущего и рулевого винтов. Разработать технологические методы повышения надежности и долговечности зубчатых колес главного редуктора привода винтов.

Трансмиссия (рис.1) – одно из самых сложных устройств вертолета, которое обеспечивает передачу крутящего момента от двигателя к несущим, рулевым винтам и вспомогательным агрегатам [1].

В трансмиссию входят следующие основные элементы:

- главный редуктор;
- редукторы двигателей;
- промежуточные редукторы;
- хвостовой редуктор;
- муфты включения сцепления и свободного хода;
- тормозы несущих винтов; -валы;
- соединения валов (карданы, шлицевые и эластичные муфты);
- опоры валов с амортизаторами; -системы крепления редукторов.

Промежуточный редуктор предназначен для изменения направления привода. Такое изменение обеспечивается парой конических зубчатых колес, передаточное отношение которых обычно близко к единице.

Хвостовой редуктор предназначен для вращения хвостового винта с нужным числом оборотов. Вращение осуществляется парой конических зубчатых колес.

Тормоз несущего винта (НВ). В большинстве вертолетов в систему трансмиссии введен тормоз, с целью более быстрой остановки несущего винта и предотвращения раскрутки его на стоянке. Управление тормозом осуществляется из кабины летчика.

Трансмиссионные валы. Валы, соединяющие двигатель с редукторами несущих винтов или редуктор несущего винта с хвостовым редуктором, имеют большую частоту вращения (обычно 1-3 тысячи оборотов в минуту).

Главный редуктор (рис.3) предназначен для суммирования мощности двух газотурбинных двигателей, передачи ее на валы несущего и рулевого винтов при соответ-

ствующих скоростях вращения и обеспечения привода вспомогательных агрегатов, расположенных на редукторе. Главные редукторы обычно имеют большое передаточное отношение, обусловленное малой частотой вращения несущего винта и большой частотой вращения свободной турбины двигателя. Он состоит из: муфт свободного хода, входного редуктора, левой коробки приводов, правой коробки приводов, передних и задних конических редукторов, маслоагрегата, блока фильтров, подкосов, шпилек крепления редуктора и центрального редуктора.

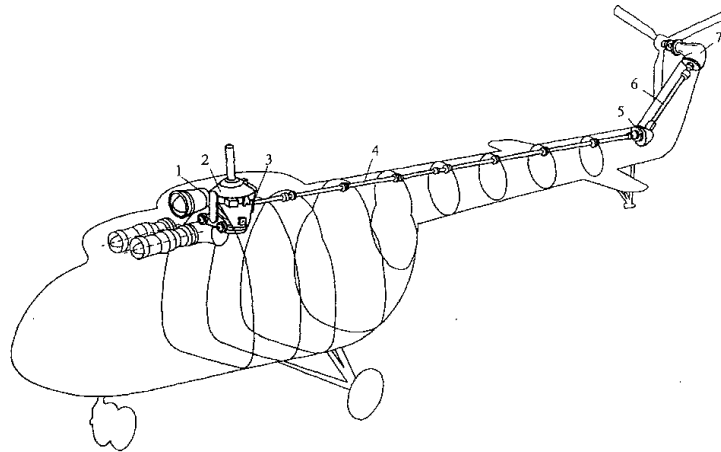


Рис. 1. Компоновка трансмиссии вертолета: 1 промежуточные редукторы 2 главный редуктор, 3 тормоз несущих винтов, 4 вал рулевого винта, 5 промежуточный редуктор, 6 промежуточный вал, 7 редуктор рулевого винта.

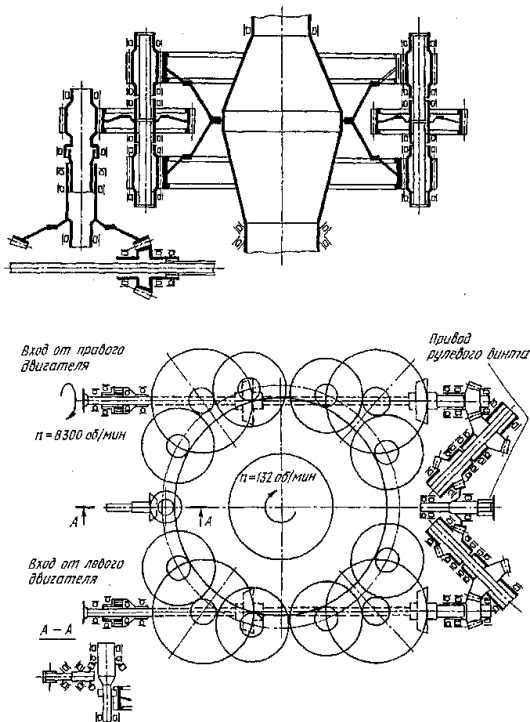


Рис. 2. Кинематическая схема главного редуктора

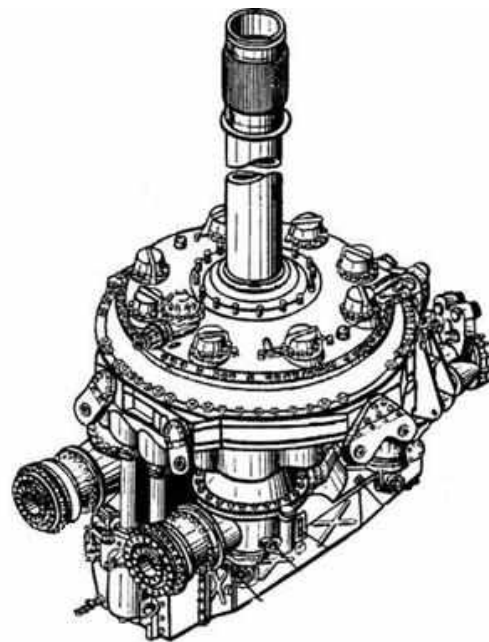


Рис. 3. Общий вид главного редуктора

В процессе работы главного редуктора, получается разновидность шевронной зубчатой передачи (рис 2), у которой каждая половина ведущего колеса смонтирована в своих подшипниках. Возможность свободного осевого перемещения групп зубчатых колес, состоящих из двух ведущих колес последней ступени и ведомого колеса второй ступени, позволяет осуществить равномерное деление мощности между верхним и нижним ведущими колесами последней ступени. Вал НВ в своей нижней части выполнен тонкостенным бочкообразным, что позволяет придать ему необходимую прочность и жесткость при минимальной массе.

Требуемая равномерность распределения нагрузки с учетом боковых зазоров в зубчатых передачах и шлицевых соединениях, зазоров в подшипниках обеспечивается в процессе сборки редуктора за счет использования ряда конструктивных и технологических приемов.

Химико-термическая обработка существенно повышает сопротивление материалов зубчатой передачи возникновения пластической деформации и уменьшает возможность сцепления металла взаимодействующих металлических поверхностей.

При проектировании авиационных зубчатых передач и поиску методов повышения долговечности постановка задачи сведена к расчету уровня вибраций зубчатой передачи, выбору рациональной геометрии зубьев, оптимальной модификации зубьев и уменьшению износа профиля зубьев в процессе эксплуатации авиационных редукторов.

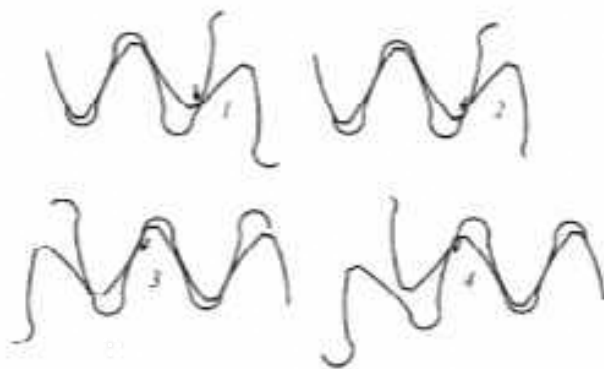


Рис. 4. Движение зубьев при зацеплении

На рис.4 представлены схемы движения зубьев при входе и выходе в зацепление. Наиболее опасным для работы зубчатого венца является кромочный контакт на входе 1,2 и выходе 3,4 из зацепления. Результаты эксплуатации зубчатых передач показывают, что на входе или на выходе имеют место пики контактных напряжений [3].

К возможным вариантам модификации боковой поверхности зубьев колес относят:

- по профилю (позволяет достигнуть плавности входа и выхода из зацепления зубьев);
- по длине (позволяет перераспределить контактные нагрузки);
- комбинированная по профилю и длине (обеспечивает плавность входа и выхода из зацепления зубьев, перераспределяет контактные нагрузки по профилю и длине зуба);
- топологическая (обеспечивает специальные требования к эксплуатации зубчатых колес)

Требуемую модификацию боковой поверхности зубчатого зацепления необходимо соотносить с возможностями зуборезного инструмента, имеющегося на предприятии. Так, данный подход позволяет анализировать зацепление для принятого исходного производящего контура.

Таким образом в работе исследованы особенности конструкции трансмиссии привода винтов вертолетов и назначение его основных элементов. Предложены технологические методы, направленные на исключение кромочного контакта в зацеплении и снижения концентрации контактных напряжений для повышения надежности и долговечности зубчатых колес.

Список использованной литературы: 1. Дудник В.В. Конструкция вертолетов. – Ростов н/Д: Издательский дом ИУИ АП, 2005. – 158 с. 2. Григорьев, В. А. Вертолетные газотурбинные двигатели. / В. А. Григорьев, В. А. Зрелов, Ю. М. Игнаткин и [др.]. – М.: Машиностроение, 2007. – 491 с. 3. Дорофеев В.Л. Голованов В.В., Гукасян С.Г. Модификация авиационных зубчатых передач с целью уменьшения износа контактной поверхности / Современное машиностроение. Наука и образование. – 2014. – №4.