

УДК 62-82

Г.В. Біловол¹, Н.М. Отрешко², В.І. Рубльов¹, М.Б. Чубикало¹¹ Український державний університет залізничного транспорту, Харків² Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРИВОДУ ОБЕРТАННЯ ГВИНТА ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА

Основна функція гідроприводу, як і механічної передачі, – перетворення механічної характеристики приводного двигуна відповідно до вимог навантаження (перетворення виду руху вихідної ланки двигуна, його параметрів, а також регулювання, захист від перевантажень і ін.). Інша функція гідроприводу – це передача потужності від приводного двигуна до робочих органів літального апарата.

Ключові слова: трансмісія, ресурс, редуктор, вертоліт, літальний апарат, гідропривід, гідродвигун.

Вступ

Сучасні схеми вертольотів характеризуються великим числом, розташуванням аеродинамічних засобів, які служать для балансування, управління вертольотом, а також характерних режимах польоту, а також способами їх управління [1–3]. До несучого

гвинта від двигунів через трансмісію передається крутний момент.

Можна виділити наступні групи вертольотів:

- одногвинтової схеми з рульовим гвинтом, рис. 1;
- двогвинтової поздовжньої схеми, рис. 2;



Рис. 1. Вертоліт одногвинтової схеми з рульовим гвинтом



Рис. 2. Вертоліт двогвинтової поздовжньої схеми

- двогвинтової поперечної схеми, рис. 3;
- двогвинтової соосної схеми, рис. 4;
- з перехресними несучими гвинтами, рис. 5;

- вертольоти з крилом, рис. 6;
 - гвинтокрили, рис. 7;
- а також реактивні та багатогвинтові [2–4].

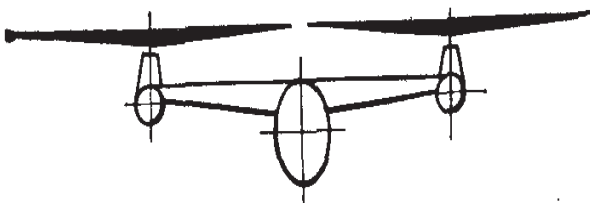


Рис. 3. Вертоліт двогвинтової поперечної схеми

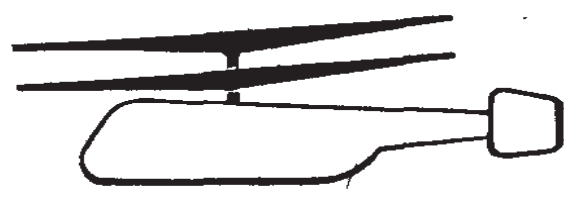


Рис. 4. Вертоліт двогвинтової поперечної схеми

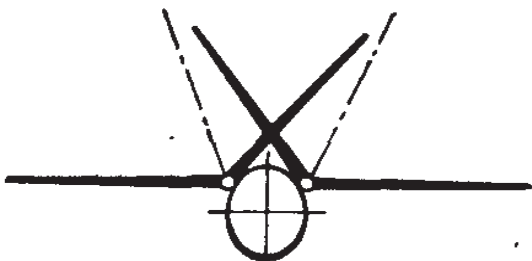


Рис. 5. Вертоліт з перехресними несучими гвинтами

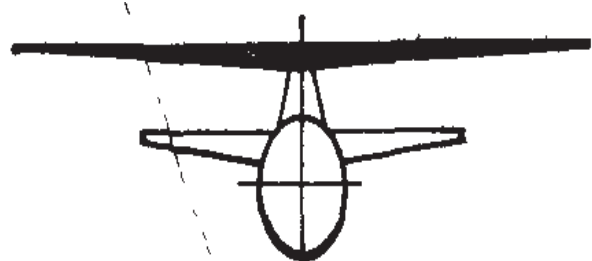


Рис. 6. Вертоліт з крилом

Метою роботи є дослідження можливостей зміни трансмісії у літальних апаратах на гідропривід.

Основний матеріал

Загальне, що об'єднує групи вертольотів, для передачі потужності від двигунів до несучого і рульового гвинтів і допоміжним агрегатів, це трансмісія. Трансмісія включає в себе головний, проміжний і хвостовий редукторів, вали і їх опори, з'єднувальні муфти, гальма несучого гвинта. Схема трансмісії визначається схемою вертольоту, числом і розташуванням двигунів.



Рис. 7. Вертоліт гвинтокрил

Трансмісія разом з її системами і встановленими на ній агрегатами повинна бути спроектована і виготовлена так, щоб в очікуваних умовах експлуатації протягом ресурсу, термінів служби її критичні відмови (що призводять до катастрофічної ситуації) на годину польоту оцінювалися відповідно з вимогами.

При відмові одного або більшої кількості двигунів (для вертольоту з числом двигунів більше одного) потужність від працюючих двигунів повинна передаватися на гвинти та інші пристрої, що забезпечують продовження польоту та управління вертольотом. При відмові всіх двигунів має підтримуватися нормальне функціонування гвинтів на режимі авторотації і робота інших пристроїв, необхідних для управління при зниженні і посадці вертольоту. Трансмісія забезпечується пристроями для автоматичного відключення від неї будь-якого двигуна в разі його виключення або відмови.

Компонування трансмісії повинна забезпечувати можливість її обслуговування і заміни деталей відповідно до посібників з технічної експлуатації та обслуговування.

Конструкція трансмісії повинна протягом певного часу експлуатації (призначеного ресурсу) витримувати вплив повторюваних в експлуатації навантажень без критичних відмов трансмісії.

Низькі показники ресурсів елементів трансмісії вертольотів вітчизняного виробництва, в порівнянні з зарубіжними аналогами – одна з проблем вітчизняного вертольотобудування. Дані для порівняння: призначений ресурс хвостового валу вертольоту Мі-2 становить 4500 годин, міжремонтний – 1500 годин.

Міжремонтний ресурс хвостового валу аналогічного по класу вертольоту Bell 429–3200 годин, аналогічного по класу вертольоту Eurocopter AS350 – 3000 годин, більш легкого вертольоту Robinson R44 – 4400 годин.

Вертоліт в польоті схильний до знакозмінних навантажень, тому його агрегати повинні мати високий опір втоми і заданий ресурс необхідну жорсткість конструкції і не допускати залишкових деформацій.

Ресурси комплектуючих виробів (наприклад, підшипників кочення) встановлюються на підставі їх випробувань в системі агрегатів (вузлів) трансмісії.

Велика увага при проектуванні вертольотів приділяється до зменшення ваги і габаритів конструкції. Маса трансмісії може становити до 15 % маси вертольоту, а редуктора до 80 % маси трансмісії.

Деталі трансмісії працюють досить в складних умовах і тому до них висуваються жорсткі вимоги, одне з яких – працездатність. Матеріалами для виготовлення трансмісії вертольоту (вали, редуктори, муфти, деталі зчленувань) служать спеціальні сталі, що володіють високою міцністю, особливо втомною міцністю. Так само, як і основні металеві деталі несучого гвинта, деталі трансмісії піддаються спеціальній термообробці. Поверхні зубів шестерень редукторів мають шар цементації і дуже ретельно обробляються.

У даній статті пропонується можливість замінити у вертольотах (особливо малорозмірних і безпілотних) редуктор і трансмісію гнучким гідроприводом – гідравлічною передачею. Двигун в такій установці працює на насос високого тиску, який, прокачуючи масло через гідродвигун передачі, в кінцевому рахунку приводить в обертання гвинт літального апарата.

Переваги гідропередачі очевидні. Оскільки жорстка лінія валів від двигуна до гвинта замінена гнучкими трубами, сам двигун з насосом можна встановлювати в будь-якому місці літального апарата; набагато спрощується монтаж механічної установки. Крім певних експлуатаційних переваг, це дозволяє також значно знизити рівень шуму від роботи [5–6].

Хоча гідроприводу притаманні недоліки, які обмежують його застосування. Основні з них: зміна в'язкості застосовуваних рідин від температури, що призводить до зміни робочих характеристик гідроприводу і створює додаткові труднощі при експлуатації гідроприводів (особливо при негативних температурах); витоку рідини з гідросистем, які знижують ККД приводу, викликають нерівномірність руху вихідної ланки гідропередачі, ускладнюють досягнення стійкої швидкості руху робочого органу при малих швидкостях; необхідність виготовлення багатьох елементів гідроприводу по високому класу точності для досягнення малих зазорів між рухомими і нерухомими деталями, що ускладнює конструкцію і підвищує вартість їх виготовлення; неможли-

вість передачі енергії на великі відстані через великі втрати на подолання гідравлічних опорів і різке зниження при цьому ККД гідросистеми. З багатьма з цих недоліків можна боротися.

Широке поширення гідроприводу пояснюється тим, що цей привід має низку переваг перед іншими видами приводів машин. Основні з них: безступінчасте регулювання швидкості руху вихідної ланки гідропередачі; невеликі габарити і маса; велику швидкодію і найбільша механічна і швидкісна жорсткість; автоматичний захист гідросистем від шкідливого впливу перевантажень завдяки наявності запобіжних клапанів; хороші умови змащування деталей і елементів гідроапаратів, що забезпечує їх надійність і довговічність; простота перетворення обертального руху в зворотно-поступальний і зворотно-поворотні без застосування будь-яких механічних передач, схильних до зносу. Говорячи про переваги гідроприводу, слід зазначити простоту автоматизації роботи механізмів, можливість автоматичної зміни їх режимів роботи за заданою програмою.

Висновки

Подальше дослідження зазначеної проблеми потребує детальних розрахунків, які залежать від: типу літального апарата; двигуна, встановленого на ньому; їх маси; частоти обертання ротора двигуна та гвинта; типу гідравлічного насоса та гідравлічного мотору. Проведені розрахунки дозволять зробити раціональний вибір типу приводу для обертання гвинта літального апарата.

Надійшла до редколегії 12.05.2017

Список літератури

1. Михеев В.Р. Принципиальная схема вертолета и необходимый критерий ее выбора при проектировании / В.Р. Михеев // Анализ применения и особенности проектирования вертолетов для народного хозяйства. – М.: МАИ, 1984. – С. 35-39.
2. Богданов Ю.С. Конструкция вертолетов: учебн. для авиационных техникумов / Ю.С. Богданов, Р.А. Михеев, Д.Д. Скутков. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.
3. Кривцов В.С. Проектирование вертолетов / В.С. Кривцов, Я.С. Карпов, Л.И. Лосев. – Х.: ХАИ, 2003. – 344 с.
4. Вертолет Ми-2. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию конструкции вертолета. – 1977. – 362 с.
5. Гроховский Д.В. Основы гидравлики и гидропривод / Д.В. Гроховский. – Политехника, 2013. – 236 с.
6. Долгачев Ф.М. Основы гидравлики и гидропривод. 2-е изд., перераб. и доп. / Ф.М. Долгачев. – М.: Стройиздат, 1981. – 183 с.

Рецензент: д-р техн. наук проф. А.П. Фалендиш, Український державний університет залізничного транспорту, Харків.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРИВОДА ВРАЩЕНИЯ ВИНТА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Г.В. Беловол, Н.Н. Отрешко, В.И. Рублев, М.Б. Чубыкало

Основная функция гидропривода, как и механической передачи, – превращение механической характеристики приводного двигателя в соответствии с требованиями нагрузки (превращение вида движения исходного звена двигателя, его параметров, а также регуляция, защита от перегрузок и др.). Другая функция гидропривода – это передача мощности от приводного двигателя к рабочим органам летательного аппарата.

Ключевые слова: трансмиссия, ресурс, редуктор, вертолет, летательный аппарат, гидропривод, гидродвигатель.

GROUND OF CHOICE OF OCCASION OF ROTATION OF SCREW OF AIRCRAFT

G. Belovol, N. Otreshko, V. Rublev, M. Chubykalo

The basic function of hydraulic, as well as mechanical transmission, – transformation of mechanical description of drive engine in accordance with the requirements of loading (transformation of type of motion of initial link of engine, his parameters, and also adjusting, protecting from overloads and other). Other function of гидропривода is passing to power from a drive engine to the working organs of aircraft.

Keywords: transmission, resource, reducing gear, helicopter, aircraft, hydraulic, hydraulic actuator.