

Деякі Проблеми Обертання Повітряних Гвинтів

Микола Фесенко

лабораторія № 206 проблем прикладної інформатики
Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України
Київ, Україна
clnt_49@ukr.net

Some Problems of Rotation of Air Propeller

Mykola Fesenko

lab.№206 of Problems of Applied Informatics
V.M.Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine
clnt_49@ukr.net

Анотація—Запропоновано декілька варіантів вирішення проблеми небажаного примусового розвертання літального апарату з повітряним гвинтом.

Abstract— Several options for solving the problem of unwanted forced deployment of an aircraft with a propeller are proposed.

Ключові слова— ефект розвертання; флатер; хордіальна плоскість; кут атаки; аеродинамічна сила

Keywords— effect of turn; flutter; flat of chordial; angle of attack; the forse of the airdynamic

I. ВСТУП

Повне обертання лопотей повітряного гвинта навколо своєї вісі асиметрично закручує захоплений повітряний потік, що супроводжується небажаним ефектом розвертання літального апарату у протилежний бік напрямку обертання. Це є дуже складна проблема, що негативно впливає на конструкції літальних апаратів. Існують спроби її вирішення, але поки ще є тільки адаптивні рішення [1]. Але й на теперішній час ця актуальна проблема залишається досі невирішеною.

II. СТАН ПРОБЛЕМИ

Загальне адаптує компенсаційне рішення цієї проблеми полягає у тому, що всі конструкції літальних апаратів роблять несиметричними, а також навмисно відклоняють кермо направлення від центральної вісі побудови планеру літака. На багатомоторних літаках кожна пара гвинтів для цього обертається у протилежні боки. Якщо гвинт несучий, розвертання компенсують додатковими гвинтами: совісним, що компенсативно обертається у протилежний бік, або кермовим, що виконує ричагову протидію небажаному оберту фізеляжу.

III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Метою роботи є пошук такого технічного рішення, що здатне якщо не повністю вирішити, то хоча б зробити вагомий внесок у подальше вирішення проблеми небажаного примусового розвертання літального апарату.

Несущим крилом, або хордіальною плоскістю, назвемо плоскість зі сторонами, що з'єднують між собою точки самих видвинутих передніх кромки обох крил літального апарату та точки самих віддалених задніх кромки обох крил літального апарату.

Вітер, як потік газів, має свої особливості. Згідно закону Бернуллі, при підвищенні швидкості газу зменшується тиск та виникає поява розрідження. Оскільки потік повітря понад верхньою частиною несучого крила прискорюється, як у трубці Вентурі, швидше, ніж під нижньою частиною несучого крила, тому понад крилом створюється розрідження газу та виникає під'ємна сила, що спрямована, сама по собі, вгору. Відомо, що зміна точки прикладення під'ємної сили залежить від кута атаки, вимірюваному між направленням набігаючого повітряного потоку та хордою несучого крила, а також від форми профілю крила. При цьому максимальне розрідження створюється на передніх 30% профілю крила, що створює до 80% під'ємної сили. Аналогічні явища відбуваються й у районі повітряного гвинта. Вісь повітряного гвинта у польоті примусово відхилена від направлення набігаючого потоку на кут атаки. Це призводить до того, що лопоті, які опускаються, обтікаються повітряним потоком під більшим кутом атаки, ніж ті лопоті, що у цей момент часу підіймаються. Тому при обертанні повітряного гвинта проти годинникової стрілки умовна ліва частина гвинта у цей момент часу буде створювати більшу аеродинамічну тягу, ніж тяга його умовної правої частини у цей же момент часу. Завдяки цьому несиметричному обтіканню лопотей гвинта

повітряним потоком буде виникати момент аеродинамічних сил, що примушує літальний апарат до розвороту у бік найменшої тяги. Якщо дивитися у напрямку руху польоту літального апарату, то це буде ліворуч від нього. Найбільшу величину моменту сил розвороту за кутом ризику буде мати при найбільшому куті атаки та на максимальному режимі роботи двигуна літального апарату. Кут розльоту прискореного повітряного потоку від лопотів повітряного гвинта достатньо великий, тому значна частина його зусиль, тобто сили аеродинамічної тяги, зникають не тільки марно, але ще й витрачаються на небажаний розворот літального апарату.

Із обертанням повітряного гвинта літального апарату пов'язана ще проблема флаттеру. За рахунок збитку енергії повітряного потоку різко та дуже швидко виникають самовільно збуджені махові коливання лопотів повітряного гвинта у різні боки зі зростаючою амплітудою цих махів. Тоді може статися резонанс флатеріння вібраційних коливань лопотів повітряного гвинта з порушенням вироблення аеродинамічної тяги та її різким падінням. Лопоті при цьому можуть перетинатися та руйнуватись. Для співвісних гвинтових схем перехльостування лопатей призводить до руйнувань обох повітряних гвинтів та є реальною загрозою катастрофи. Проведений аналіз підказує, що як бажане - аеродинамічна тяга, так й небажане - проблеми розвороту та флатеру, робляться у авіації від повітряного гвинта. Від повітряного гвинта й почнемо. Звернемо увагу на те, що невеликі махи лопотів повітряного гвинта при флатері виникають примусово, тобто як би просяться щодо зміни виду рухів крила лопоті від обертання на махи.

Введемо додатково другу вісь та додатковий ротор до двигуна літального апарату, для чого змінимо його кінематичну схему. Тоді обидві вісі та ротори мають обертатися у протилежні боки, тобто працювати у протифазі. Для цього вісі мають бути розташовані на достатній відстані, щоб не дозволити лопатям повітряних гвинтів цих вісей робити перешкоду один одному у їх сумісній роботі. Оскільки ширина авіаmotorів малої авіації як правило дорівнює діаметру повітряного гвинта, то це не зробить великої проблеми для виробника. Щоб перенести вісь з центру у бік мотору та додати ще вісь симетрично з іншого боку достатньо переробити кінематичну схему мотору. Тоді вал мотору також отримає симетричне навантаження. Таким чином ми створимо умови гасіння моментів сил розвороту літального апарату ще у міжгвинтовому просторі. Тоді аеродинамічні сили, що діють на несучу хордиальну плоскість крила з обох боків зрівнюються, та виникне рівновага аеродинамічних сил без наявності сил розвороту. Це один, мабуть перший та самий вагомий реалістичний варіант вирішення складної проблеми, що пропонується у даній роботі. До того ж це також й одночасне відкриття нового напрямку вдосконалення моторів малої авіації.

Другий варіант полягає у введенні періодичної зміни напрямку руху обертання лопотів повітряного гвинта з

прямого на зворотне. Тобто один оберт лопотів навколо вісі повітряного гвинта відбувається у один бік, а другий оберт лопотів повітряного гвинта - у зворотній бік. При цьому можливо буде зменшити кут оберту повітряного гвинта від повного оберту до половини. Це рішення також спрямоване на гасіння сил розвороту повітряного судна.

Третій варіант пов'язаний зі зміною виду рухів лопотів повітряного гвинта з обертання на махи. Він більш підходить для тягучого або штовхаючого повітряних гвинтів. Для цього вводимо додаткову вісь. Конструктивний склад повітряного гвинта поділяємо на дві частини. Нехай повітряний гвинт має дві лопоті. Тоді одну лопоть зі комелю насаджуюмо на одну вісь, а другу лопоть зі комелю насаджуюмо на другу вісь. Оскільки лопоть обертаємого повітряного гвинта є також крилом літального апарату, що виконує на відміну від його статичних крил політ по спіралі, змінимо її профіль на махове крило. Тоді змінимо обертаний рух лопотів повітряного гвинта на маховий пташиний рух. При цьому попереду літака немов з'являється умовний невеличкий птах, що тягне за собою увесь літак. Кількість махових крил-лопотів повітряного гвинта можливо збільшити як для літального апарату в цілому, так й на кожен окрему вісь. Цей варіант вирішення проблеми примусового розвороту цілком природній, тому що у птахів усе симетрично, у тому числі й махові рухи. У природі усе досконале. Махові рухи лопотів повітряного гвинта не роблять закручування повітряного потоку, й, відповідно, через них не виникне умов для примусового розвороту повітряного апарату. Заслужують уваги гібридні варіанти, коли частина повітряних гвинтів літального апарату працює за обертанням лопотів, а друга частина - за махами лопотів.

IV. ВИСНОВКИ

Не всі запропоновані варіанти вирішення проблеми виникаючого примусового розвороту літального апарату рівнозначні. Але кожен з них має своє раціональне зерно та обґрунтування. Як все нове, вони потребують експериментальної перевірки та випробування у аеродинамічних трубах поки що на моделях та макетах.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

Ш Н—Лемко О.Л., Українець Є.О., Сіверін С.Д. Аеродинамічне проектування гвинтового рушія для легкого літака вертикального зльоту та посадки // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2011, №1(5), с. 56-59.