Донской Государственный Технический Университет

Кафедра «Авиастроение»

Реферат

Расчет аэродинамических характеристик несущего винта

Выполнил: ст. гр. ТТА-31

Тройченко И.Н.

Проверил: преподаватель

Базаров А.Ф.

Ростов-на-Дону

2009г.

Исходные данные

Высота полета ЛА H, м 4500

Диаметр НВ Dнв, м 14.5

Число ЛНВ Kл 3

Удлинение ЛНВ λ 18

Тяга НВ Tнв, кгс 3800

Коэффициент использования ометаемой площади χ 0.92

Скорость движения вертолета V, км/час 180

Обороты несущего винта n, об/мин 210

**Раздел 1**

Для построения треугольника скоростей элемента лопасти (рис. 1) необходимо предварительно показать плоскость вращения втулки несущего винта, ось ее вращения и выполнить расчет по следующим формулам.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| DR = ― 2 | R = 14.5/2 = 7.25 м  |
| Foм = πR2 (м2) | Fом = 3.14159525\*7.252 = 165,13 м2 |
| rэл = 0,7R (м) | rэл = 0,7\*7,25 = 5,075 |
| ω = πn/30 (1/c) | ω = (3,14159525\*210)/30 = 21,991 |
| uЭ = ωrэл | uэ = 21,991\*5,075 = 111,605 |
| TV1 = √ 2ρχFОм (м/с) | V1 = √ 3800/(2\*0.079\*0.92\*165.13) = 12.566 |

ρ – плотность воздуха на высоте 4500м (справочное)

ρ = 0.0792 кгс\*с2/м4

Из треугольника скоростей элемента лопасти определяем угол притекания элемента

βэ = arctg ωrэл

βэ = arctg 21.991 \* 5.075 = 6042’

Угол атаки элемента лопасти определяем в следующем порядке:

Рассчитываем коэффициент подъемной силы элемента лопасти Суе коэффициент тяги Ст и число Мэ заданной высоты.

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| U = ωR (м/с) | U =21.99\*7.25 = 159.436 |
| b = R/λ (м) | b = 7.25/18 = 0.402 |
| σ = kb/πR | σ = (3\*0.402)/(3.14159525\*7.25) = 0.0529 |
| 2Т CT = ρ(ωR)2 Fом χ | CT = (2\*3800)/(0.0792\*(21.991\*7.25)2\*165.13\*0.92) = 0.0248 |
| 3СтСуе = σ | Суе = (3\*0.0248)/0.0529 = 1.406 |
| Мэ = uэ/ан | Мэ = 111.605/322.7 = 0.346 |
| αэ = f(Cy;Mэ) (град.) | αэ = 10019’ |
| φэ = αэ + βэ  | φэ = 10019’+6042’ = 1701’ |

а н – скорость звука на высоте 4500 м (справочно)

а н = 322,7 м/с

По характеристикам профиля строим графическую зависимость Су = f(α) для соответствующего Мэ (рис.2) и находим α.

На рис.1 указываем углы αэ, βэ, φэ строим профиль элемента лопасти, скоростную систему координат.

Построим графическую зависимость Cxp=f(α) по характеристикам профиля NACA 23012 (Приложения 2) для соответствующего числа М (рис.2) находим Сxpэ и переходим к расчету ΔYэ и ΔXэ (таблица 3).

Таблица 3

|  |  |
| --- | --- |
| Cxpэ = f(αy;Mэ) | Cxpэ = 0.024 |
| ΔYэ = Суе \*(ρuэ2/2)\*b\*Δr | ΔYэ = 1.406\*(0.0792\*111.6052/2)\*0.402\*0.1 = 27.879 |
| ΔXpэ = Сxpе \*(ρuэ2/2) \*b\*Δr | ΔXpэ = 0.024\*(0.0792\*111.6052/2)\*0.402\*0.1 = 0.476 |

ΔYэ и ΔXpэ строим схему сил (рис.1), где ΔRэ, ΔTэ, ΔXэнв определяют графически.

ΔRэ = 27,882 кгс

ΔTэ = 27,632 кгс

ΔXэнв = 3,726 кгс

**Раздел 2**

По формулам, представленным в табл.4, определяем момент сопротивления вращения НВ и мощность потребную для создания заданной тяги.

Таблица 4

|  |  |
| --- | --- |
| Cxpэσmкp = ½\*CT\* √CT 4 | mкp = ½\*0,0248\*√0,0248+(0,024\*0,0529)/4 = 0,0023 |
| ρ(ωR)2Mc = mкp\* \* FомR (кг\*м) 2 | Mc =0,0023\*(0,0792\*(21,991\*7,25)2)/2\*165,13\*7,25 = 2771,743 кг м |
| Nn = Mω/75 (л.с.) | Nn = (2771,743\*21,991)/75 = 812,712 л.с. |

**Раздел 3**

Определив Vхнв и Суэ при вычислении винта со скоростью V=180 км/час (таблица 5), можно перейти к расчету (таблица 6) и графическому построению (рис.3) зависимостей Wrэ = f(ψ) и Тэ = f(ψ).

Таблица 5

|  |  |
| --- | --- |
| Vхнв = V\*cosA (м/с) | Vхнв = 180/3,6\*cos(-100) = 49.24 м/с |
| Vунв = V\*sinA (м/с) | Vунв = 180/3,6\*sin(-100) = 8.68 м/с |
| **2Т**Суэ = kFρ(ω2r2+ ½ Vхнв2) | Суэ = 2\*3800/(3\*10,5\*0,0792\*(21,9912\*5,0752+½\*49,242)) = 0,223 |

Таблица 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ψ, град. | 00 | 300 | 600 | 900 | 1200 | 1500 | 1800 | 2100 | 2400 | 2700 | 3000 | 3300 | 3600 |
| Wrэ=ωrэ+ +V\*cosA\*sinψ (м/с) | 111,6 | 136,22 | 154,25 | 160,84 | 154,25 | 136,22 | 111,6 | 86,99 | 68,96 | 62,365 | 68,96 | 86,99 | 111,6 |
| ΔТэ=Суэ(ρ(Wrэ)2)/2\* \*b Δr (кгс) | 4,421 | 6,587 | 8,447 | 9,184 | 8,447 | 6,587 | 4,421 | 2,686 | 1,688 | 1,38 | 1,688 | 2,686 | 4,421 |

Далее рассчитываем диаметр зоны обратного обтекания и графически определяем участки обратного обтекания лопасти в азимутах ψ = 2100 и 3000 (рис.4)

dоб = (V\*cosA)/ ω (м)

dоб = (50\*cos(-100))/21.991 = 2.24 м

для построения треугольника скоростей элемента лопасти в азимутах ψ=900 и 2700 (рис.5) определяем суммарную осевую скорость движения НВ.

Wунв = Vунв+V1 (м/с)

V1 = T/(2ρFом χ V) (м/с)

V1 = 3800/(2\*0.0792\*165.13\*0.92\*50) = 3.16 м/с

Wунв = 8,68+3,16 = 11,84 (м/с)