

что наилучшие результаты получаются тогда, когда винты вращаются в разные стороны и имеют одинаковый диаметр, потребляемая ими мощность также одинакова, а углы установки переднего и заднего винта имели бы соотношение:

$$\varphi_{\text{зад}} = \varphi_{\text{пер}} + (1 - 1,5)^\circ.$$

Такие винты будут иметь одинаковый коэффициент полезного действия $\eta_{\text{зад}} = \eta_{\text{пер}}$, то есть вредное взаимодействие между ними будет отсутствовать. Расстояние между этими винтами может быть порядка одной-двух десятых диаметра

$$\Delta X = (0,1 - 0,2) D.$$

Спаренные винты по сравнению с одиночным винтом той же мощности двигателя имеют ряд преимуществ:

у них меньше диаметр; отсутствуют окружные потери, так как окружная индуцированная скорость у них стремится к нулю;

отсутствует реактивный момент винтов, что обеспечивает действительную симметрию обтекания, что важно, если за ними есть элементы конструкции;

у спаренных винтов суммарный гироскопический момент равен нулю, что упрощает пилотирование аппарата и делает правые и левые маневры одинаковыми.

Эти преимущества предугадал М. В. Ломоносов, построив свою первую летающую модель именно с соосными винтами за 155 лет до установки спаренных винтов на самолет А. Г. Уфимцевым (1909 год).

Как любое техническое ре-

шение, спаренные винты имеют и недостаток — усложнение конструкции, обусловленное появлением более сложного редуктора и валов, расположенных один в другом. Но эти недостатки компенсируются преимуществами системы соосных винтов. Эти преимущества более ощутимы, когда спаренные винты заключены в туннель.

Винты, заключенные в туннель

Расчеты, проведенные с высокой точностью на основании современной теории лопаточных машин были проверены на первых ступенях осевых компрессоров двухконтурных воздушно-реактивных двигателей, а также на самолетах вертикального взлета и посадки с поворотными воздушными винтами в кольцевых каналах. Диаметр каналов был меньше, чем у аналогичных аппаратов с поворотными воздушными винтами, но не заключенными в каналах, выигрыш в тяге составлял 12,5 %. Винты, а точнее ступени осевого компрессора, заключенные в туннель, позволяют повысить производительность движителя без снижения его КПД при увеличении оборотов.

Прочность воздушных винтов

Расчет лопастей воздушных винтов на прочность, представляющих собой либо тонкие искривленные пластины, либо более сложные конструкции типа