

УДК 533.6

## РЕВЕРСИВНЫЙ РЕЖИМ ЭКРАНИРОВАННОГО КОЛЬЦЕВОГО КРЫЛА

Герасимов С.А.

*Ростовский-на-Дону государственный университет*

### Измерена подъемная сила, создаваемая активным двойным кольцевым крылом с радиальным обдувом.

Создатели современных летательных аппаратов нетрадиционных схем совершенно напрасно пренебрегают разработкой крыла. Летательные аппараты, не совсем корректно называемые “летающими платформами”, в настоящее время по существу представляют собой упрощенные, в общем случае много-роторные, варианты вертолета [1,2]. Кольцевое или дисковое крыло, присутствие которого характерно ранним разработкам [3], в последних проектах [4,5] не используется вообще. Причиной этого, судя по всему, является то, что роль этой существенной детали летательного аппарата осталась неизученной. Более того, оказалось, что в ряде случаев крыло играет паразитную роль, уменьшая подъемную силу воздушного винта [6]. К сожалению, этот вывод является достаточно поверхностным и, поэтому, справедлив далеко не всегда. Теоретический расчет таких схем пока остается достаточно сложной и неоднозначной задачей. А раз так, то единственным подходом, позволяющим оценить роль кольцевого крыла, является экспериментальное исследование.

На рисунке 1 показана простейшая схема экранированного кольцевого крыла. Это – летательный аппарат, представляющий собой тонкое кольцевое крыло 1 диаметром  $D$ , на расстоянии  $h$  от которого размещен экран 2 диаметром  $d$ . Обдув крыла производится туннельным воздушным винтом 3, размещенным в канале 4 диаметром  $c$ . Конструкция устройства, как видно, не является сколько нибудь оригинальной. Оригинальными и неожиданными являются экспериментальные результаты и их интерпретация.

Измерение подъемной силы  $F$  производилось при фиксированной потребляемой мощности двигателя 5, создающего обдув крыла,  $D=0,3$ м и  $c/D=0,23$ . Эталоном подъемной силы для данной экспериментальной установки является величина силы тяги  $|F_\infty|$ , создаваемая тем же винтом без крыла и эк-

рана. Это дает возможность не только оценить роль крыла, но и применить экспериментальные результаты в проектировании летательного аппарата с любыми размерами крыла, экрана и зазора  $h$ . Имеет смысл подробно изучить два способа обдува крыла: прямой, при котором скорость воздуха в канале направлена вниз, и реверсивный, характеризующийся обратным направлением потока воздуха.

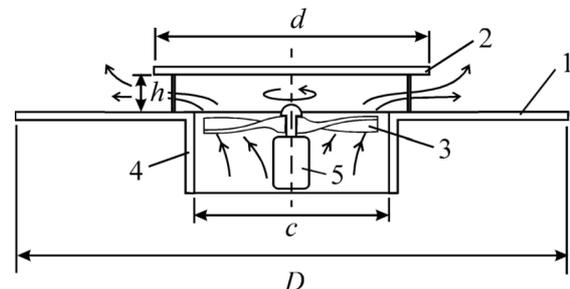


Рис. 1. Схема летательного аппарата с экранированным кольцевым крылом

Наиболее перспективным кажется прямой обдув крыла. В этом случае сила, действующая на воздушный винт, направлена вверх, а значит, должна вносить положительный вклад в полную подъемную силу такого летательного аппарата. Этого не случилось. Результаты, представленные на рисунке 2, достаточно ординарны. Полная подъемная сила меньше силы тяги, создаваемой воздушным винтом, а при отсутствии экрана она пренебрежимо мала. Правда, даже в том случае, когда размеры экрана совпадают с размерами крыла подъемная сила не только не равна нулю, но и имеет достаточно большое значение. Если расстояние между экраном и крылом около одной третьей диаметра крыла, подъемная сила почти равна  $F_\infty$ . Другими словами, пространство над воздушным винтом так называемой летающей платформы вовсе не обязательно должно быть свободно, например, винт может быть сверху закрыт эксплуати-

руемым экраном. В остальном применение прямого обдува крыла лишено смысла.

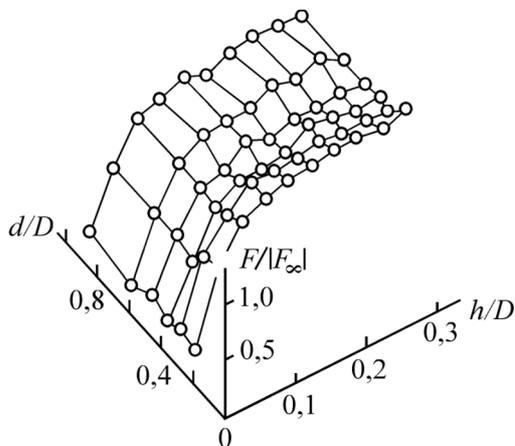


Рис. 2. Зависимость подъемной силы от диаметра экрана и величины зазора между экраном и крылом

Неожиданными и интересными являются результаты измерения подъемной силы, наблюдаемой при реверсивном обдуве крыла (рисунок 3). Во-первых, при сравнительно малых диаметрах экрана подъемная сила меняет знак при изменении величины зазора. Во-вторых, как и прежде подъемная сила имеет существенное значение даже в том случае, когда диаметр экрана совпадает с диаметром крыла. Третье и самое основное. Подъемная сила имеет экстремум. Максимум относительной подъемной силы  $F/|F_\infty|$  составляет величину около 0,55. Это происходит при  $d/D \approx 0,75$  и  $h/D \approx 0,23$ . Совершенно очевидно, что такое поведение подъемной

силы никак не связано с эффектом Коанда [7]. Этот эффект должен себя проявлять при малых значениях  $h$ .

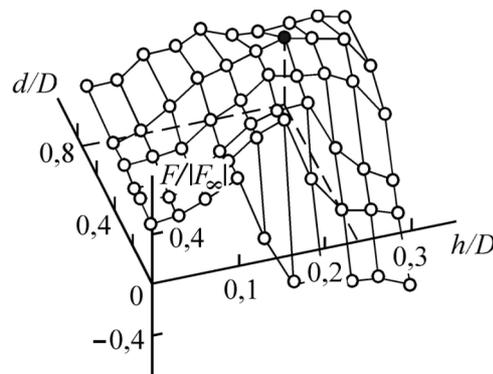


Рис. 3. Результаты измерения подъемной силы при реверсивном обдуве кольцевого крыла

Может показаться, что реверсивный режим обдува не является эффективным: полная подъемная сила, как оказалось, в этом случае составляет лишь половину силы тяги воздушного винта. Не совсем так. При реверсивном обдуве крыло не только компенсирует силу тяги винта, направленную вниз, но и создает существенный профицит полной подъемной силы. А отсюда достаточно важный вывод. Становится актуальной разработка воздушного винта, обладающего малой силой тяги, но повышенным значением переносимой в единицу времени массы воздуха.

#### Список литературы:

- 1) Goebel G. Twin Rotors Propel Personal Aircraft. // Machine Design. 1999. V. 19. No 8. P. 31-32.
- 2) Robertson F.C., Stuart J., Alto P., Wagner R.A. Vertical Take-off Flying Platform. Patent USA No 2953321. Patented 20 sept. 1960.
- 3) Zuk B. Avrocar: Canada's Flying Saucer. – Ontario: Boston Mills Press. 2001. – 128 p.
- 4) Бауэрс П. Летательные аппараты нетрадиционных схем. – М.: Мир. 1991. – 320 с.
- 5) Rogers M. Vtol: Military Research Aircraft. – New York: Orion Books. 1989. – 248 p.
- 6) Герасимов С.А. Подъемная сила плоского кольцевого крыла. // Техника и технология. 2006. № 3. С. 18-22.
- 7) Фабер Т.Е. Гидроаэродинамика. – М.: “Постмаркет”. 2001. – 543с.

#### Reversible regime of screened ring wing

Gerasimov S.A.

The lift force created by an active double ring wing with the radial flow is measured.