

Амплитов П.А., Фролов В.В.

P.A.Amplitov, V.V.Frolov

05.07.06

О МАНЕВРЕ ПО КУРСУ ЛЕГКОГО ЭКРАНОПЛАНА ТИПА А COURSE MANEUVERS OF A LIGHT WIG AIRCRAFT, A-TYPE



Амплитов Павел Андреевич — аспирант кафедры «Технология самолетостроения» КНАГТУ (г. Комсомольск-на-Амуре). Email: ampula@rambler.ru
Pavel A. Amplitov — PhD candidate at the Department of Aircraft Engineering of the State Komsomolsk-on-Amur Technical University

(Komsomolsk-on-Amur). Email: ampula@rambler.ru



Фролов Владимир Викторович — кандидат технических наук, доцент кафедры «Тех-нология самолетостроения» КНАГТУ (г. Комсомольск-на-Амуре).
Vladimir V. Frolov — PhD candidate and Associate Professor at the Dep. of Aircraft

Engineering of the State Komsomolsk-on-Amur Technical University (Komsomolsk-on-Amur).

Аннотация: В статье рассмотрены особенности маневрирования по курсу легкого экраноплана типа А. Выявлена связь между характеристиками разворота и некоторыми параметрами экраноплана. Обобщены основные способы повышения маневренности легкого экраноплана.

Summary: The paper deals with specificity of course maneuvering of a light WIG aircraft, A-type. Main methods for improving the maneuverability of a light WIG plane are reviewed.

Relationship between u-turn particularities and some parameters of a WIG aircraft are revealed.

Ключевые слова: Экраноплан, параметры, разворот.

Keywords: WIG aircraft, parameters, u-turn.

В целях конкурентоспособности по транспортной эффективности экраноплан (ЭП) должен двигаться со скоростью 180-230 км/ч, что соответствует крейсерским скоростям легких гидросамолетов. Эти скорости также позволяют уменьшить размеры несущих поверхностей ЭП по сравнению с гидросамолетами в связи с возможностью реализации у ЭП большей по величине удельной нагрузки на крыло

$$P_o^3 = \frac{P_o^\Gamma}{\Delta} \cdot \left(1 + \frac{\Delta C_{ya}}{C_y^\Gamma K_{max}} \right),$$

$$\text{или } P_o^3 = \frac{P_o^\Gamma}{\Delta} \cdot \frac{K_{max}^3}{K_{max}^\Gamma},$$

где P_o^Γ — удельная нагрузка на крыло у гидросамолета, даН/м²; Δ — относительная плотность, соответствующая высоте полета гидросамолета; $C_y^{K_{max}^\Gamma}$ — коэффициент подъемной силы гидросамолета при полете на максимальном аэродинамическом качестве K_{max}^Γ ; K_{max}^3 — максимальное аэродинамическое качество ЭП; ΔC_{ya} — приращение коэффициента подъемной силы крыла экраноплана по сравнению с гидросамолетом при полете на режиме K_{max}

$$\Delta C_{ya} = C_y^3 K_{max} -$$

где $C_y^{K_{max}^3}$ — коэффициент подъемной силы ЭП при K_{max}^3 .
Относительное уменьшение площади крыла ЭП при прочих равных условиях составит

$$\Delta \bar{S}^3 = 1 - \frac{1}{\Delta} \cdot \frac{K_{max}^3}{K_{max}^\Gamma}.$$

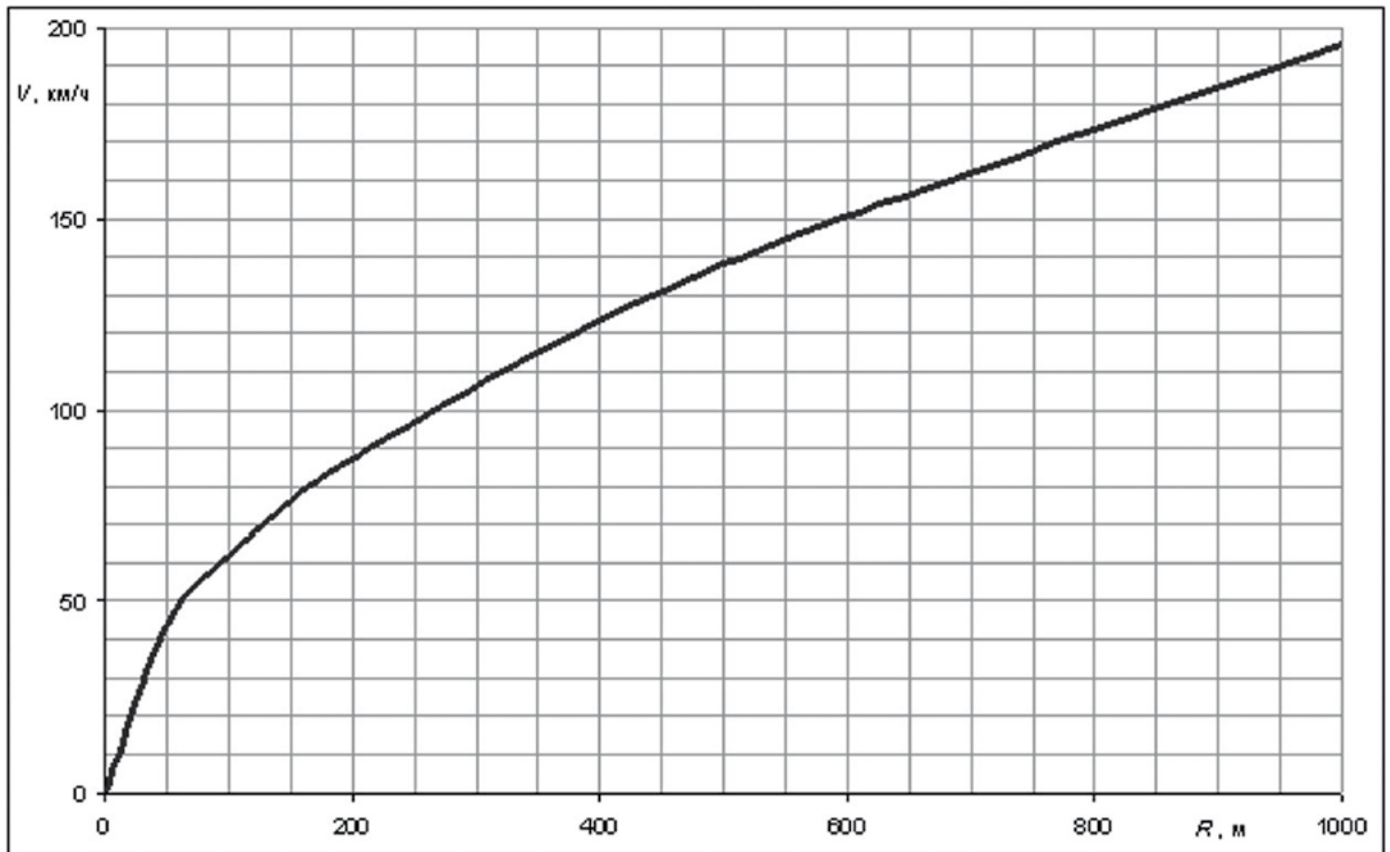


Рис. 1. К определению параметров разворота с боковой перегрузкой 0,3

Это дает определенный резерв в массе конструкции ЭП, способный повысить его весовую и экономическую эффективность.

Однако эксплуатация на реках требует от ЭП повышенной маневренности по курсу (малого радиуса разворота), а наиболее эффективным средством уменьшения радиуса разворота является снижение скорости при сохранении заданной величины боковой перегрузки n_z (здесь и в дальнейшем будем считать ЭП материальной точкой):

$$n_z = V^2 / (g R),$$

откуда $R = V^2 / (g n_z),$

где R — радиус разворота, м.

Это актуально также потому, что у ЭП ограничен маневр по крену. Так же при маневрировании сказывается такой параметр, как время реакции пилота. Если брать данные по автотранспорту (см. прим. 1), то время реакции t_p (с) и дистанция l_p (м), пройденная транспортным средством, определяются по формулам

$$t_p = 0,025 V_a$$

$$l_p = 6,9 \cdot 10^{-3} V_a^2,$$

где V_a — скорость движения, км/ч.

Рассмотрим плоский поворот ЭП на 90° . При этом будем считать, что максимальное время реакции должно соответствовать половине поворота, то есть

$$l_p = 0,25 R \pi = 0,785 R$$

Тогда радиус разворота составит

$$R^I = 8,8 \cdot 10^{-3} V_a^2 = 11,4 \cdot 10^{-2} V_a^2,$$

что соответствует боковой перегрузке $n_z = 0,87$.

По опыту эксплуатации судов на подводных крыльях и судов на воздушной подушке [2], перегрузка

не должна превышать 0,3, тогда

$$R^{\text{II}} = 0,34 V^2$$

График, соответствующий этой формуле, приведен на рис. 1.

Общим недостатком плоского разворота является скольжение с углом дрейфа θ

$$\text{tg } \theta \approx \sqrt{\frac{2 m_0}{\rho S_{\text{бок}} R}}$$

где $S_{\text{бок}}$ — площадь боковой проекции экраноплана, находящейся в среде с плотностью ρ , м².

Опыт эксплуатации судов на воздушной подушке показывает, что угол дрейфа не должен превышать 25°. Уменьшить угол дрейфа и сократить отклонение аппарата от траектории разворота возможно при развороте с углом креном γ , тогда угол дрейфа определится из формулы

$$\text{tg } \theta \approx \sqrt{\frac{2 m_0 (V^2/R - g \text{tg } \gamma)}{\rho S_{\text{бок}} V^2}}$$

При движении крыла экраноплана в непосредственной близости от опорной поверхности степень поперечной статической устойчивости аппарата по крену достигает большой величины [1], что затрудняет управление по крену из-за значительного восстанавливающего момента.

Максимальное значение радиуса поворота R_{max} ограничивается условиями полета. Так, например, при повороте русла реки шириной 50 м на 90° максимальный радиус разворота составит порядка 100 м, для реализации которого необходима скорость

$$V = \sqrt{R g n_2} = \sqrt{100 \text{ м} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,3} = 17 \text{ м/с} = 61 \text{ км/ч}$$

Поэтому на узких и извилистых участках рек необходимо значительное снижение скорости полета.

Реализация такого режима движения ЭП возможна двумя способами:

— с контактом с поверхностью (гидродинамический, водоизмещающий режимы движения, разворот с касанием поверхности определёнными частями конструкции);

— без контакта с подстилающей поверхностью (использование статической воздушной подушки или подъемных двигателей; выходом из зоны влияния экрана для создания необходимого крена).

Недостатками первого способа являются повышенные перегрузки при движении, значительные ударные нагрузки. При развороте на гидродинамическом или водоизмещающем режиме — более длительный процесс перехода к крейсерскому режиму. Недостатком второго способа является возможное увеличение массы и усложнение конструкции за счет необходимости установки подъемных двигателей или организации воздушной подушки, либо наличия избытка тяги (мощности) и правильного регулирования двигателей. Реализация выхода из зоны влияния экрана также потребует надежной устойчивости и управляемости ЭП вне экрана. Однако при грамотно выбранных геометрических, весовых и энергетических параметрах ЭП, а также реализации системы управления двигателями переход от крейсерского режима к режиму малых скоростей и наоборот будет проходить без заметных перегрузок и ударов за необходимое время. Также при наличии подъемных двигателей (воздушной подушки) ЭП приобретает амфибийные свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков, В. И. Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости экра-ноплана\В. И. Жуков. — М. Издательский отдел ЦАГИ, 1997. — 81 с.
2. Колызаев, Б. А., Справочник по проектированию судов с динамическими принципами поддержания\Колызаев, Б. А., Косоруков А. И., Литвиненко В. А.. Л. — Судостроение, 1980. — 472 с., ил.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. Перспективные технологии и новые разработки. Расчет безопасной скорости транспортного потока. Омск, «Промышленная Сибирь». Режим доступа: <http://www.sibpatent.ru/default.asp?khid=28495&sort=2&grnti=7331>