

УДК 629.735.015:681.3

ОСОБЕННОСТИ ЛЕТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ САМОЛЕТА ИЛ-96Т ПРИ ПРОДОЛЖЕННОМ ВЗЛЕТЕ

В.Г. КИСЕЛЕВИЧ

Статья представлена доктором технических наук, профессором Ципенко В.Г.

Представлены результаты математического моделирования продолженного взлета самолета Ил-96Т.

Ключевые слова: математическое моделирование, самолет Ил-96Т, отказ двигателя, взлет.

Исследования влияния особых условий эксплуатации как при прерванных, так и при продолженных взлетах воздушных судов (ВС) показали [1-3], что наибольшую опасность при отказе двигателя на разбеге представляет выкатывание самолета на концевую или боковую полосу безопасности и касание двигателями земли. Поэтому процедуре расчета взлетной дистанции экипаж самолета должен уделять повышенное внимание.

Ниже представлены некоторые результаты математического моделирования продолженных взлетов самолета Ил-96Т, полученные с помощью системы математического моделирования динамики полета летательных аппаратов [2].

Как показали расчеты параметров сбалансированного движения самолета по ВПП с отказавшим крайним двигателем самолета Ил-96Т на разбеге при скорости ниже 230 км/ч (по прибору) необходимо прерывать взлет в любых эксплуатационных условиях. Скорость 230 км/ч может считаться минимальной допустимой скоростью продолженного взлета при выполнении других условий безопасности.

При исследованиях продолженных взлетов таких ВС, как самолет Ил-96Т, остро встает проблема касания земли крайней нижней точкой внешнего двигателя, которое может возникнуть при взлете и посадке с креном более 5°. Увеличение крена до такого критического значения может быть спровоцировано только неправильными приемами пилотирования в условиях сильного бокового ветра. Эту проблему удалось решить подробным исследованием процесса отрыва самолета Ил-96Т при продолженном взлете в условиях сильного бокового ветра от момента начала перекладки руля высоты до полной потери контакта с ВПП. Здесь следует различать два участка: до и после отрыва передней стойки шасси. На первом участке передняя стойка слабо влияет на управляемость самолета по рысканию, однако ее стабилизирующий эффект позволяет при неотключении ее управления избежать возникновения значительной угловой скорости рыскания и скорости бокового движения. На втором участке наибольшую опасность представляет именно боковое движение и, если его возможности по ширине ВПП были исчерпаны до отрыва передней стойки, то сдержать его можно только созданием опасного крена. Во избежание этого не следует отключать управление передней стойкой шасси до ее отрыва от ВПП, что сведет боковое смещение до минимума и позволит использовать образовавшийся запас на втором участке отрыва, где следует немедленно (пока основные стойки еще имеют контакт с ВПП и гасят рыскание и боковое смещение) приступить к ликвидации скольжения. Для этого не нужны энергичные действия пилота рулем направления, необходимо только несколько уменьшить его отклонение, установленное в конце разбега, и не сдерживать разворот самолета на ветер.

Ранее было показано, что если скорость отказа двигателя $V_{отк}=170$ км/ч является наиболее опасной для развития бокового движения самолета на прерванном взлете, то скорость отказа двигателя $V_{отк}=V_R-25$ км/ч является наиболее опасной для развития бокового движения самолета на продолженном взлете. В эти моменты экипаж должен быть особенно

внимательным для того, чтобы сократить время реакции и обеспечить безопасный взлет. При этом получено, что при "симметричном" использовании реверса тяги двигателей критическим для прерванного взлета является ветер слева, в противоположность варианту с использованием реверса трех двигателей.

Аналогичная попытка улучшить симметрию тяги работающих двигателей была предпринята в расчетах продолженного взлета самолета Ил-96Т, для чего после отказа имитировалось применение перевода противоположного двигателя на "максимальный крейсерский" режим, соответствующий "номинальному" в принятой отечественной терминологии. Уменьшение суммарной тяги двигателей приводит к незначительному увеличению дистанции продолженного взлета - в пределах 2,5% при $V_{отк} = V_R - 25$ км/ч, зато позволяет избежать потери управляемости на ВПП (рис. 1) и не требует полного расхода руля направления.

Еще эффективнее такой способ продолженного взлета оказывается на скользкой ВПП с $\mu_{сц} = 0,3$ при сильном боковом ветре $W = 15$ м/с (рис. 2). Использование этого способа управления двигателями вместе с ранее предложенной манерой действия рулем направления позволяет совершить продолженный взлет даже в таких сложных условиях вполне безопасно как по боковому выкатыванию, так и по крену в момент отрыва ($-4,0^\circ$ против $-6,3^\circ$). Дополнительные расчеты показали, что при переводе противоположного отказавшему двигателя на "максимальный крейсерский" режим критическим для продолженного взлета является ветер справа, в противоположность варианту с использованием реверса трех двигателей. При этом анализ поведения самолета при "симметричном" использовании двигателей приводит к выводу о существенно более сложных условиях прерывания взлета, чем его продолжения. Таким образом, результаты расчетов с помощью математической модели самолета Ил-96Т показывают, что предпочтительным при отказе крайнего двигателя в условиях бокового ветра является продолжение взлета. При использовании приема "симметричного" управления двигателями можно рекомендовать выбор скорости принятия решения V_1 значительно меньше скорости, соответствующей сбалансированной взлетной дистанции, вплоть до значения 230 км/ч. Дистанция продолженного взлета при этом больше сбалансированной взлетной дистанции в тех же условиях на 6%.

В исследованиях было показано, что взлет самолета Ил-96Т в условиях продольного сдвига ветра (СВ) любой интенсивности с максимальным значением скорости ветра 15 м/с недопустим. На рис. 2 также приведены результаты расчета продолженного взлета самолета массой $m = 270$ т на ВПП с $\mu_{сц} = 0,6$ при продольном СВ, начинающемся в момент отказа двигателя, с приемом уменьшения асимметрии тяги за счет перевода противоположного отказавшему двигателя на "максимальный крейсерский" режим. Как видно, даже при таком способе управления падение эффективности аэродинамических рулей не позволяет компенсировать разворачивающийся момент и затягивает интервал времени с большими значениями боковой скорости движения самолета ($V_z > 1,5$ м/с). Это приводит к неизбежному выкатыванию на боковую полосу безопасности. Расчеты позволяют убедиться, что такие условия взлета неприемлемы и по другим причинам: дистанция продолженного взлета составила бы в этом случае более 5 км, отрыв производился бы с левой стойки с неизбежным касанием земли двигателями. Однако результаты расчетов влияния предельного постоянного ветра $W = 5$ м/с позволяют надеяться на то, что последующие систематические исследования влияния разнообразных внешних условий дадут более оптимистические выводы.

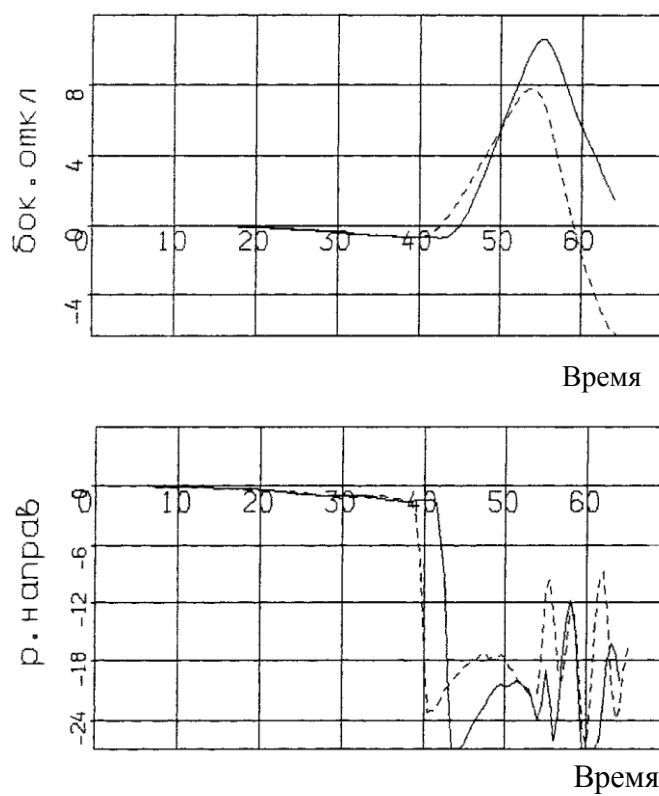


Рис. 1. Продолженный взлет Ил-96Т ($W=15$ м/с справа с дв. №1)

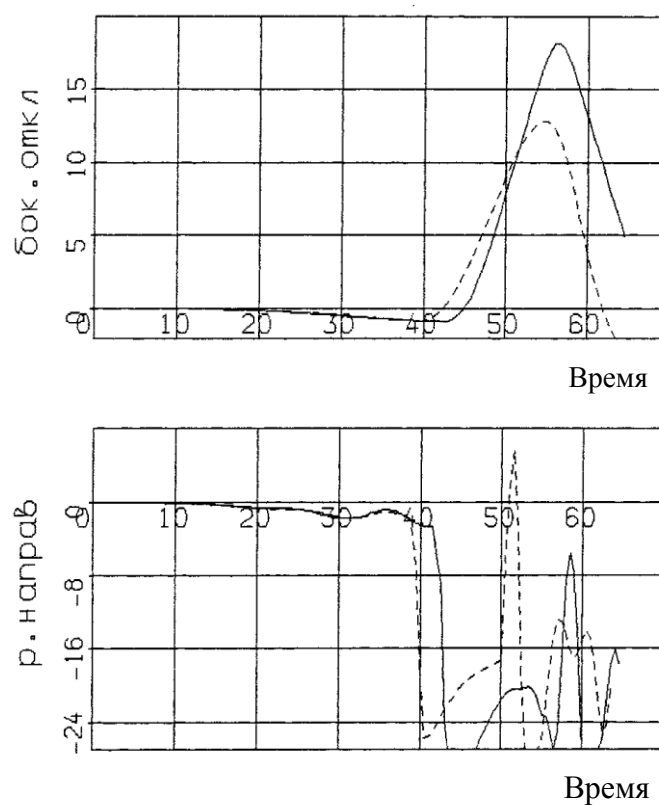


Рис. 2. Продолженный взлет Ил-96Т (с дв. №1)

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кубланов М.С.** Идентификация математических моделей по данным летных испытаний самолета Ил-96-300 // Решение прикладных задач летной эксплуатации ВС методами математического моделирования: сб. науч. тр. - М.: МГТУ ГА, 1993. - С. 3-10.
2. **Кубланов М.С., Ципенко В.Г., Бариллов Д.Д.** Архитектура системы математического моделирования динамики полета летательных аппаратов // Математическое моделирование в задачах летной эксплуатации воздушных судов: сб. науч. тр. - М.: МГТУ ГА, 1993. - С. 3-11.
3. **Kublanov M.S., Tsypenko V.G.** Mathematical modeling system for aircraft flight dynamics simulation// International Aerospace Congress (Moscow, August 15-19, 1994). Abstracts. - Moscow, 1994. P. 398.
4. Ил-96МО. Руководство по летной эксплуатации. - М., 1993.

REGULARITIES OF IL -96T FLIGHT OPERATION AT PROLONGED TAKE-OFF

Kiselevich V.G.

The results of mathematical modeling of IL-96T prolonged take-off are given in the article.

Keywords: mathematical modeling, the plane IL-96T, engine failure, take-off.

Сведения об авторе

Киселевич Владимир Григорьевич, 1959 г.р., окончил ВЗПИ (1981), соискатель кафедры аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов МГТУ ГА, 1-й заместитель генерального директора – директор по производству ФГУП «Международный аэропорт Оренбург», автор 5 научных работ, область научных интересов – летная эксплуатация ЛА.