

О ВОПРОСАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕДУРЫ ПРЕРВАННОГО ЗАХОДА НА ПОСАДКУ

Для сокращения времени выхода двигателя на взлётный режим надо уменьшить время, необходимое на начальный разгон, который занимает половину времени приёмности, но при этом тяга достигает меньше половины максимальной. Исключить начальный разгон двигателя при выполнении манёвра ухода на второй круг позволит новое понятие – псевдоприёмность. На режиме псевдоприёмности происходит уменьшение прямого вектора тяги двигателя при постоянных оборотах методом его разложения на составляющие (рис. 1), которые мгновенно складываются и могут обеспечить прямую тягу, достаточную для начального этапа выполнения манёвра ухода. В работе раскрываются идеи реализации режима псевдоприёмности.

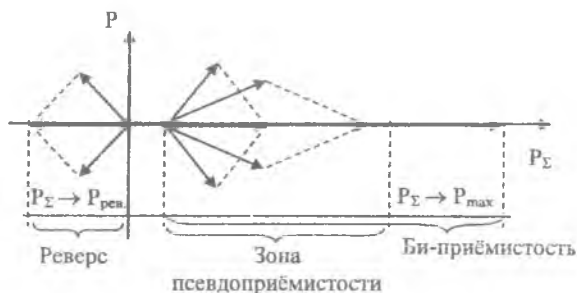


Рис. 1. Графическое представление изменения прямой тяги на режиме псевдоприёмности

Несмотря на улучшение характеристик приёмности авиадвигателей, требуется время (до нескольких секунд) для того, чтобы воздушное судно (ВС) смогло перейти с режима посадки на режим взлёта. Именно этих секунд может не быть у экипажа при возникновении нештатной ситуации. Для сокращения времени выхода двигателя на взлётный режим надо уменьшить время, которое необходимо на начальный разгон (на рис. 2 выделенный участок). Анализ выделенного участка показывает, что он занимает половину по времени приёмности, но при этом развиваемая тяга меньше половины максимальной. При возникновении нештатной ситуации необходимо избежать (исключить) начальный разгон двигателя. Реализовать эту идею позволит новое понятие – псевдоприёмность.

Псевдоприёмность – это способность двигателя снижать прямую тягу P (в

направлении поступательного движения ВС) без изменения других параметров (характеристик) работы двигателя. Основное условие режима: $P \downarrow$ при $n = const$. Термин «псевдоприёмистость» введён потому, что рассматриваемый режим работы двигателя относительно приёмистости протекает в обратном направлении (псевдо) и служит для улучшения приёмистости двигателя (способности быстро развивать максимальную тягу). Параметры характеристик работы двигателя будут следующими: $(P, \eta) \neq const$; $(n, N, \Delta K_u, C_{y0}, G, q_T, \eta_c) = const$, где P – тяга двигателя, Н (кН), η – коэффициент полезного действия, n – частота вращения, c^{-1} , N – мощность, Вт (кВт), ΔK_u – запас устойчивой работы, C_{y0} – удельный расход топлива, $кг/(Н \cdot ч)$ [$кг/(кН \cdot ч)$], G – массовый расход, $кг/с$, q_T – отношение расхода топлива к расходу воздуха, проходящего через камеру сгорания, η_c – коэффициент полноты сгорания топлива.

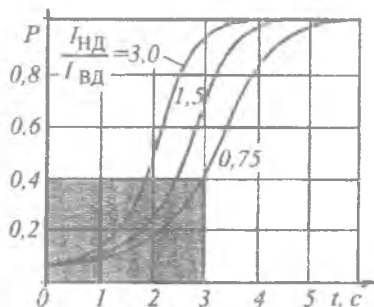


Рис. 2. Изменение тяги двигателя в процессе приёмистости для различных отношений моментов инерции роторов компрессоров низкого $I_{НД}$ и высокого $I_{ВД}$ давлений

Начало и окончание псевдоприёмистости определяют её границы. Начало процесса может соответствовать, например, режиму неснижения ВС или режиму $0,5P_{max}$, окончание – режиму, когда ВС совершает посадку, например, малого газа (МГ). Для обеспечения заданных характеристик процесса псевдоприёмистости необходимо применить методы регулирования тяги двигателя, при которых обороты ротора (роторов) двигателя остаются постоянными, а прямая тяга меняется в заданных пределах.

Зона псевдоприёмистости – это участок работы двигателя, параметры которого соответствуют условию: $n = const$, $P \neq const$. В зоне псевдоприёмистости может осуществляться прямой (снижение прямой тяги) и обратный ход (увеличение прямой тяги). При этом должны обеспечиваться две процедуры: первая, когда изменение тяги происходит плавно и поведение ВС на посадке не отличается от существующих законов регулирования рукоятки управления двигателем (РУД на увеличение тяги переме-

щается незначительно), и вторая, когда тяга двигателя возрастает скачком до уровня, соответствующего началу псевдоприёмистости (РУД на увеличение тяги перемещается на взлётный), а дальнейшее нарастание оборотов и увеличение тяги происходят вне этой зоны. Вторую процедуру назовём би-приёмистостью двигателя.

Би-приёмистость – способность двигателя выходить на взлётный режим работы с режима псевдоприёмистости. Увеличение прямой тяги двигателя на режиме би-приёмистости происходит в два этапа: в зоне псевдоприёмистости скачком до уровня начала псевдоприёмистости и далее вне этой зоны согласно закону регулирования режима приёмистости. Важно заметить, что на первом этапе скачок приращения прямой тяги происходит без изменения подачи топлива в камеру сгорания, а на втором – за счёт увеличения расхода топлива. Режим би-приёмистости нельзя реализовать без выхода двигателя на повышенные режимы. Следовательно, первоначально используется режим приёмистости и лишь потом, во вторую очередь (би), можно получить эффект би-приёмистости. К тому же на этом режиме максимальная тяга достигается в два этапа.

Пусть двигатель, имеет следующие переходные характеристики разгона (приёмистости) и сброса (рис 3). Шкала времени на рис 3 и 4 не имеет направления, т. к. для разгона используется положительное направление, а для сброса отрицательное (процессы протекания показаны стрелками). Тогда псевдоприёмистость такого двигателя соответствует линии АВ (рис. 4 и 5). Точка А характеризует начало псевдоприёмистости, В – её окончание. Зона псевдоприёмистости находится в следующих границах: сверху и снизу ограничивается пунктирными линиями, вправо не может выходить за линию АВ, а влево – за линию ВС.

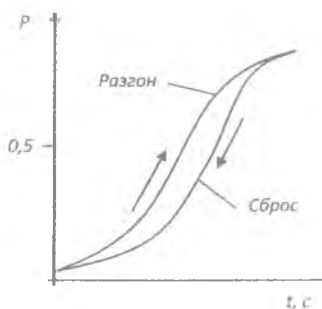


Рис. 3. Изменение тяги двигателя на переходных режимах

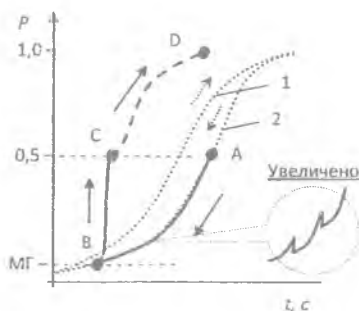


Рис. 4 Изменение тяги двигателя на переходных режимах, включая зону псевдоприёмистости

После запуска двигатель выходит на взлётный режим по линии 1. Сброс тяги происходит по линии 2 до точки А. Рост или снижение тяги в этом случае происходят за счёт регулирования оборотов путём изменения подачи топлива в двигатель (камеру сгорания). Эти процессы хорошо описаны и применяются на всех ГТД. При дальнейшем снижении тяги двигатель входит в зону псевдоприёмности. В этой зоне законы регулирования прямой тяги иные и происходят не за счёт изменения оборотов ($n = \text{const}$).

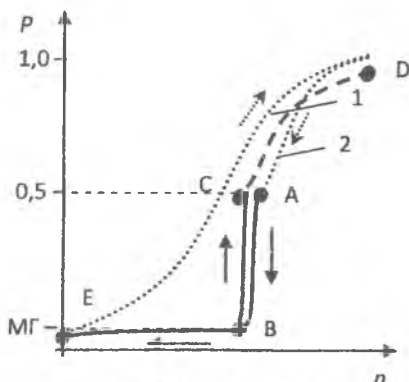


Рис.5. Характеристики тяги и оборотов двигателя на переходных режимах

В ситуации ухода на второй круг двигатель выходит на взлётный режим по линии BCD (линия би-приёмности) в два этапа. Первый этап по линии BC характеризуется режимом увеличением тяги, величина которой соответствует началу псевдоприёмности. Второй этап по линии CD происходит вне зоны псевдоприёмности. Он характеризуется ростом n и происходит за счёт увеличения расхода топлива согласно законам регулирования приёмности от параметров работы двигателя в точке C. Первый этап может начаться с любой точки линии AB. В этом случае работа двигателя будет проходить аналогично, но лишь с той разницей, что линия BCD параллельно сместится вправо и прирост тяги будет меньше (рис. 4).

Для реализации режима псевдоприёмности предлагаются несколько путей: 1) использование регулируемого сопла (рис. 6) для обеспечения управляемой неэффективности его работы; 2) использование устройств аналогичных реверсивным (рис. 7); 3) комбинирование 1) и 2).

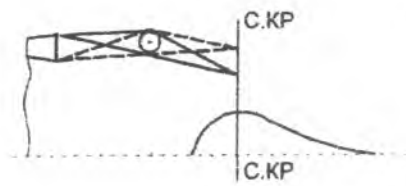


Рис. 6. Схема плоского регулируемого сопла внешнего расширения

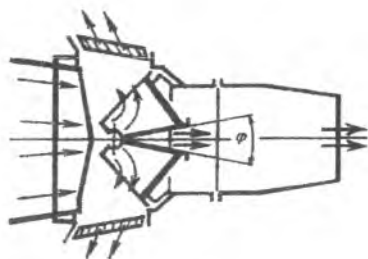


Рис. 7. Схема устройства псевдоприёмности решетчатого типа, расположенного до среза реактивного сопла