

УДК 621.43

В.Н. Денисюк, А.И. Чикалин, А.Н. Хусточка

ГП Запорожское машиностроительное КБ «Прогресс» им. акад. А.Г. Ивченко, Запорожье

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫХ НАЗЕМНЫХ (СТЕНДОВЫХ) ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЯ АИ-25ТЛШ РАЗРАБОТКИ ГП «ИВЧЕНКО-ПРОГРЕСС»

Модернизация двигателя АИ-25ТЛ выполнена ГП «Ивченко-Прогресс» для модернизированного самолета Л-39. Основные требования к двигателю: увеличение тяги (на 7,5...13,6 %) и снижение времени приемистости (в 2 раза) на малых высотах полета. Сохраняются подвеска и массово-габаритные характеристики двигателя. Был проведен комплекс расчетных и экспериментальных исследований, в результате которого представлены отличительная рабочая конструкторская документация и образец двигателя АИ-25ТЛШ. 60-часовые стендовые испытания двигателя проведены с наработкой на максимальном боевом режиме за ресурс 500 часов с коэффициентом по наработке 1,2. Результаты испытаний двигателя АИ-25ТЛШ показали, что основные технические данные двигателя соответствуют требованиям ТЗ, ТУ и нормативно-технических документов.

двигатель, модернизация, стендовые испытания, опытно-конструкторская работа, технические данные двигателя

Выбор темы «Модернизация двигателя АИ-25ТЛШ»

В современных экономических условиях модернизация серийных двигателей является важней-

шей темой работ ГП «Ивченко-Прогресс», для prolongation жизненного цикла двигателей разработки 60...70 годов. Модернизация двигателей осуществляется с затратами существенно меньшими, чем разработка нового двигателя.

Изучение опыта эксплуатации двигателей, пожелания потребителей и потенциальных заказчиков привели к концепции модернизации турбореактивного двухконтурного двигателя АИ-25ТЛ (ТРДД АИ-25ТЛ).

Учитывая, что с начала производства работы по улучшению двигателя АИ-25ТЛ велись только по ресурсу и надежности, было принято решение продлить жизненный цикл серийного двигателя АИ-25ТЛ путем улучшения его характеристик.

Подготовлено техническое предложение по модернизации двигателя АИ-25ТЛ в профиль АИ-25ТЛШ.

На модернизированном двигателе введен максимальный боевой режим (МБР) повышенной тяги и сокращено вдвое время приемистости на малых высотах.

Модернизация двигателя АИ-25ТЛ проведена в два этапа: первый – предварительные стендовые и летные испытания первого образца двигателя для подтверждения требуемых характеристик и второй этап – проведение опытно-конструкторских работ по пяти этапам: разработка технического проекта, разработка отличительной рабочей конструкторской документации (РКД), доработка образцов двигателей АИ-25ТЛ в профиль АИ-25ТЛШ, проведение Межведомственных наземных испытаний (МВИ) двигателя АИ-25ТЛШ и корректировка РКД по результатам МВИ двигателя.

В отличие от двигателя АИ-25ТЛ на двигатель АИ-25ТЛШ первого этапа модернизации были установлены:

агрегат 4839Б управления поворотными лопатками РВНА КВД (взамен гидроцилиндра);
новый привод лопаток РВНА КВД;
трубопроводы к агрегату 4839Б;
дополнительный штуцер отбора воздуха из-за КВД ($P_{квд}$);

второй приемник полного давления воздуха со своими трубопроводами;

регулятор 4000 с замененными дроссельными пакетами ДП-51 и ДП-46, обеспечивающими уменьшенное время приемистости 6 с.

На двигатель АИ-25ТЛШ второго этапа модернизации были установлены: топливный регулятор 4000 (серия «Ш»); насос 4001 (серия «Ш»), высотный корректор автомата приемистости (агрегат 4173) с деталями крепления; сопловой аппарат 1 ступени турбины с улучшенным охлаждением лопаток; укороченное сопло внутреннего контура двигателя; кожух камеры смешения, доработанный для установки 10 термопар, отличительные трубопроводы для агрегатов 4000 (серия «Ш»), 4173, модернизированные электроколлекторы; сборочные единицы и детали, первого этапа модернизации.

Монтаж двигателя АИ-25ТЛШ на самолет Л-39 аналогичен монтажу двигателя АИ-25ТЛ.

Предварительные стендовые и летные испытания двигателя

В профиль ТРДД АИ-25ТЛШ первого этапа модернизации доработаны 4 двигателя АИ-25ТЛ: один – для стендовых испытаний, два – для предварительных летных испытаний и один – выставочный макет внешнего вида.

Макет внешнего вида прошел примерку на самолете Л-39 в ГП МОУ «ОАРП «Одесавиаремсервис» и экспонировался на выставках.

Двигатель АИ-25ТЛШ прошел стендовые испытания первого этапа модернизации по спецпрограммам с положительными результатами, наработка составила 43 ч 45 мин, получены максимальная тяга на режиме МБР 1850 кгс и время приемистости 4...5 с, при проверке ГДУ двигатель работал устойчиво.

На основании результатов работ первого этапа модернизации двигателя АИ-25ТЛ сделаны выводы: двигатель АИ-25ТЛ может быть модернизирован в профиль АИ-25ТЛШ, обеспечивает повышение максимальной тяги на 7,5 % в условиях $H=0$; $M=0$; MCA и 13,6 % в условиях $H=0$; $M=0,6$; $MCA+15^\circ C$ и уменьшение времени приемистости у земли до 5...6 с.

Представлено обоснование законов регулирования (отличных от законов регулирования двигателя АИ-25ТЛ).

Термодинамический расчет показал, что двигатель АИ-25ТЛШ обеспечивает основные параметры, заявленные в ТЗ на модернизацию двигателя АИ-25ТЛ. В процессе модернизации в двигателе усовершенствованы элементы конструкции: корпус задней опоры с укороченным соплом внутреннего контура на 2,2 кг легче серийного и при постоянной тяге обеспечивает уменьшение удельного расхода топлива примерно на 1,5 %, температуры газов перед турбиной на 10 К, частот вращения роторов низкого и высокого давления на 100 об/мин и 130 об/мин соответственно. После доработки в профиль второго этапа модернизации двигатель АИ-25ТЛШ прошел стендовые испытания по спецпрограммам, наработка составила 71 час 29 мин.

Программы выполнены с положительными результатами. Общая наработка двигателя по итогам первого и второго этапов стендовых испытаний составила 115 ч 12 мин. Подтверждена работоспособность двигателя и агрегатов, а также достаточность ГДУ двигателя, соответствие основных технических данных двигателя требованиям ТЗ. Для летных испытаний в профиль АИ-25ТЛШ были доработаны основной и резервный двигатели и направлены в ГП МОУ «ОАРП «Одесавиаремсервис» для установки на самолет Л-39. В период с 22.04.02 г. по 06.07.02 г. основной двигатель прошел летные испытания по спецпрограмме первого этапа модернизации.

Программа выполнена полностью, проведено 16 полетов, наработка двигателя составила 20 часов.

Испытания проведены успешно, улучшенные характеристики двигателя и самолета подтвердились. По результатам испытаний оформлен отчет. По окончании предварительных летных испытаний основной двигатель был переставлен на другой самолет Л-39, оснащенный новым бортовым электронным оборудованием («авионикой») и проведены летные испытания самолета по спецпрограмме, наработка двигателя за время этих испытаний составила 10 ч, замечаний по работе двигателя нет. Второй этап совместных предварительных летных испытаний самолета Л-39 произведен согласно спецпрограмме с применением резервного двигателя. Выполнено 12 полетов с наработкой 23 часа 05 минут, при этом на режиме МБР – 3 часа 23 минуты и на режиме МУР – 2 часа 56 минут. Замечаний по работе двигателя нет. Таким образом, второй этап совместных предварительных летных испытаний самолета Л-39 с двигателем АИ-25ТЛШ успешно завершен. По окончании испытаний двигатель АИ-25ТЛШ испытан на стенде ГП «Ивченко-Прогресс», результаты испытаний удовлетворительные, после чего двигатель разобран и продефектирован. Детали и сборочные единицы двигателя находились в удовлетворительном состоянии.

Подготовка и проведение межведомственных наземных (стендовых) испытаний двигателя АИ-25ТЛШ

По результатам предварительных работ и приемки трех этапов договора на ГП «Ивченко-

Прогресс» выполнены работы по подготовке к проведению Межведомственных наземных испытаний двигателя АИ-25ТЛШ № 7082521400297. Двигатель был собран в заявленном профиле и предъявлен для оценки его готовности к приемо-сдаточным испытаниям (ПСИ) и, в дальнейшем, к Межведомственным наземным испытаниям.

Цель испытания:

проверка основных характеристик двигателя, их соответствия требованиям ТЗ и нормативно-технической документации;

проверка надежности двигателя, его основных частей, систем и агрегатов в течение времени работы на максимальном боевом режиме, эквивалентному начальному ресурсу до первого капитального ремонта 500 часов;

определение контрольного образца (эталона) двигателя и технической документации;

выдача заключения о готовности двигателя к проведению Государственных испытаний самолета;

определение пригодности двигателя для серийного производства и поставки.

Согласно программе проведения МВИ на стенде ГП «Ивченко-Прогресс» двигатель подвергался длительным 60-часовым циклическим испытаниям, обеспечившим наработку на максимальном боевом режиме 18 часов за ресурс 500 часов с коэффициентом по наработке 1, 2.

Основные технические данные, полученные в процессе проведения МВИ двигателя, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические данные, полученные в процессе проведения МВИ двигателя

	Режим работы и параметры двигателя	Данные, полученные при испытаниях (приведены к САУ)		Данные по ТЗ на двигатель	Данные по ТУ
		Перед длительными испытаниями	После длительных испытаний		
1	Максимальный боевой режим: – тяга, кгс – температура газов за турбиной, °С	1890 660	1864 660	$\geq 1850 \pm 2\%$ –	1850 ± 37 ≤ 700
2	Максимальный учебный режим: – тяга, кгс – удельный расход топлива, кг/кгс·час	1771 0,59	1715 0,594	$\geq 1720 \pm 2\%$ $\leq 0,6 \pm 2\%$	1720 ± 34 $\leq 0,6$

За период проведения Межведомственных наземных испытаний двигателя АИ-25ТЛШ выполнено 143 запуска, из них 90 при длительных 60-часовых испытаниях. Все запуски проходили надежно, в автоматическом режиме, без горячего и холодного зависания. Параметры запуска соответствовали ТУ на двигатель. При испытаниях выполнено 126 приемистостей и сбросов газа, максимальное

время приемистости составило 5,4...5,85 с. При выполнении приемистости двигатель работал устойчиво. Забросы температуры, забросы и провалы частоты вращения ротора высокого давления отсутствовали, значения частот вращения роторов КНД, КВД и тяги на максимальном боевом режиме находились в пределах ТУ. Во время проведения испытаний параметры двигателя контролировались на всех режи-

мах с отбором воздуха на систему кондиционирования, противообледенительную систему самолета и двигателя.

При всех отборах двигатель работал устойчиво, при этом температура газов за турбиной не превышала норм ТУ.

Агрегаты системы регулирования двигателя АИ-25ТЛШ в процессе длительных испытаний обеспечили нормальную работу двигателя и поддержание параметров его работы в пределах заданных ТЗ и ТУ на двигатель как на установившихся, так и на переменных режимах.

Вибрации двигателя не превышали 16,3 мм/с. В процессе проведения Межведомственных наземных испытаний двигателя АИ-25ТЛШ выполнена проверка самолетного блока регулирования температуры (БРТ вместо РТ-12-9 2 серии) по программе его межведомственных испытаний в составе двигателя.

Отказов БРТ не зарегистрировано. Метрологическое обеспечение МВИ двигателя АИ-25ТЛШ в основном удовлетворяют требованиям нормативным документам.

Выводы

Результаты Межведомственных наземных испытаний двигателя АИ-25ТЛШ с учетом Заключения Межведомственной комиссии показали: Двигатель АИ-25ТЛШ испытания выдержал.

Основные технические характеристики двигателя АИ-25ТЛШ отвечают требованиям ТЗ и нормативно-техническим документам.

Двигатель АИ-25ТЛШ пригодный для серийного производства и поставки Заказчику.

Двигатель может быть применен на УТС Л-39, его модификациях и других вновь разрабатываемых УТС.

Использование двигателя АИ-25ТЛШ позволит следующее:

улучшить летные характеристики самолета Л-39, сократить время маневров и взлета, увеличить максимальную взлетную тягу, повысить безопасность полетов вблизи природных преград.

Это повысит эффективность обучения летного состава и расширит экспортный потенциал самолета.

Список литературы

1 Программа Межведомственных наземных испытаний турбореактивного двухконтурного двигателя АИ-25ТЛШ. – Феодосия: ГАНИЦ, 2005. – 32 с.

Поступила в редколлегию 28.03.2007

Рецензент: канд. техн. наук доцент Ю.И. Миргород, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.