

ские исследования на адгезиометре при использовании сферических инденторов из быстрорежущей стали Р6М5 без покрытия, с покрытиями (TiCr)N и (TiCr)N + эпилама – материал образцов из стали 40X (20 HRC), а также серии натуральных испытаний при фрезеровании и точении. Фрезерование осуществлялось на вертикально-фрезерном станке HECKERT стали 40X концевыми фрезами ( $d = 12 \text{ mm}$ ,  $z = 4$ ) марки “Carbide” (США) – твердый сплав на основе карбидов вольфрама; “Carbide” + покрытие (TiAl)N; “HSS”+ покрытие (TiCr)N (Россия) – быстрорежущая карбидосталь; M42 (Япония) – быстрорежущая сталь с содержанием 8% Co; M42 + покрытие (TiAl)N и резцовыми фрезами ( $d = 90 \text{ mm}$ ,  $z = 1$ ) со сменными четырехгранными твердосплавными пластинами ТТ8К6 и ТТ8К6 + покрытия TiN, (TiCr)N, (TiAl)N, (AlTi)N при различных режимах резания ( $n = 500 \dots 900 \text{ 1/мин}$ ,  $S = 60 \dots 100 \text{ мм/мин}$ ,  $t = 1 \dots 3 \text{ мм}$ ,  $b = 4 \dots 10 \text{ мм}$ ). Точение производилось на токарном станке 16К20 сталей 40X и ЭИ – 654 твердосплавными пластинами ТТ8К6 со всеми вышеперечисленными покрытиями.

По результатам этих исследований можно сделать следующие выводы:

- применение покрытия и эпиламы существенно снижает прочность на срез адгезионных связей практически во всем исследованном диапазоне температур контакта;

- износостойкость концевых фрез в зоне низких скоростей резания в значительной мере определяет наличие хорошего покрытия. Очевидно, титаново-алюминиевые покрытия по сравнению с другими показали более высокую (на 30...45%) износостойкость и при высоких режимах резания;

- износостойкость твердосплавных пластин с покрытиями при точении, в сравнении с основой, в исследуемом диапазоне режимов обработки составляла в среднем на 15 - 25 % в лучшую сторону;

- у инструментов с титаново-алюминиевыми покрытиями отсутствует приработочный износ.

## ГЛУШИТЕЛЬ ШУМА ТРД СТАЦИОНАРНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Зорин В.А., Акмалетдинов Р.Г., Сидоренко А.А.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа

Как уже известно, отработавшие свой летный ресурс авиационные газотурбинные двигатели (ГТД) обретают свою вторую жизнь при использовании в стационарных энергетических установках (СЭУ) различного назначения, отличительной особенностью которых является

высокая энерговооруженность, небольшие габариты и масса. При этом эксплуатация ГТД СЭУ характеризуется наличием ряда опасных и вредных экологических факторов, негативно воздействующих на обслуживающий персонал, окружающую среду и население селитебной зоны. Одним из важнейших среди них является высокий уровень шума воздухозаборного устройства установки, как правило, значительно превышающий санитарные нормы. Защита от него населения, проживающего вблизи таких установок, представляет собой довольно важную техническую задачу.

Используемые в настоящее время типы глушителей позволяют достаточно эффективно снижать аэродинамический шум двигателей с определенными расходными характеристиками. Однако акустические характеристики даже отдельно взятого двигателя на различных режимах его работы отличаются. Кроме того, они могут значительно изменяться в процессе эксплуатации двигателя. Поэтому эффективность работы глушителя будет также изменяться. В связи с этим появляется необходимость в корректировании характеристик самого глушителя в процессе его эксплуатации с целью получения оптимальной величины снижения шума на разных участках частотного спектра. Аэродинамический шум, возникающий при протекании потока воздуха через воздухозаборник, уменьшается при усовершенствовании форм его конструкции.

С целью получения возможности регулирования глушения шума турбореактивного двигателя (ТРД), излучаемого через воздухозаборное устройство энергетической установки, разработан и экспериментально исследован глушитель шума пластинчатого типа. Конструкция глушителя позволяет за счёт регулируемого изменения его основных геометрических параметров снижать уровень генерируемого шума двигателями различных модификаций. При этом осуществляются предварительные и текущие измерения акустических характеристик воздушного потока на входе в воздухозаборник энергетической установки.

Затухание звука в пластинчатом глушителе пропорционально длине его пластин и обратно пропорционально расстоянию между пластинами. Возможный диапазон изменения затухания звука на входе в воздухозаборное устройство оценивается по известной зависимости:

$$\Delta L = 2,2 \cdot \alpha_{\text{экв}} \cdot \frac{l}{2d_0},$$

где  $\alpha_{\text{экв}}$  - эквивалентный коэффициент поглощения набивки пластин;

$d_0$  - расстояние между пластинами, м;  $l$  - длина пластин, м.

Коэффициент  $\alpha_{\text{эв}}$  зависит от свойств звукопоглощающего материала, а также от равномерности и плотности его набивки в пластины. Существуют нормативы для различных материалов в зависимости от их плотности, рабочей температуры, характеристики горючести и т.д. Рекомендуемая плотность набивки 15-25 кг/м<sup>3</sup>.

Проведено измерение уровней шума ТРД, излучаемого через воздухозаборную трубу СЗУ на различных режимах его работы. Для этой цели использовались: шумомер типа "00014" и фильтр типа "01016" фирмы RFT, установленные на высоте 2 метров от земли.

В случае изменения параметров газозвдушного тракта, влияющих на его акустические характеристики, осуществлялась настройка каскадов глушителя на работу в оптимальном режиме на основе полученных результатов измерений уровней звукового давления в октавных полосах спектра. Измерение шума проводилось при работе ТРД на различных режимах.

В связи с тем, что при определенных скоростях воздушного потока в глушителе возможно генерирование дополнительного шума самим глушителем, скорость потока была ограничена 15 м/сек, что приводит к увеличению поперечного сечения глушителя. Возможность регулирования параметров каждого каскада данного глушителя позволяет увеличить скорость воздушного потока.

В случае замены двигателей, изменения конструктивных и других параметров воздушного тракта, приводящих к вариации его акустических характеристик, конструкция глушителя пластинчатого типа позволяет быстро без демонтажа корпуса воздухозаборного устройства перестраивать его на работу в оптимальном режиме в изменившихся условиях эксплуатации.

## **НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ МНОГОМЕРНОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АВИАЦИОННЫХ ГТД НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

Алаторцев В.П., Гумеров Х.С., Абдуллин Б.Р.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа

Проектирование и производство двигателей летательных аппаратов традиционно остается областью обостренной конкуренции. Небольшие изменения в проектных параметрах разрабатываемых двигателей могут определять возможную конкурентоспособность летательного аппарата. Поэтому реализация методологии создания авиаци-