

ОЦ с ЧПУ [4]. Пополняемая база данных, сформированная на основании перечня используемых на предприятии инструментов таких фирм как Sandvik Coromant, Seko, Mitsubishi и других, позволила автоматизировать выбор необходимых режущих инструментов и определение режимов их работы.

Ключевым моментом разработки является реализация информационной технологии программного базирования заготовок корпусных деталей на ОЦ с ЧПУ, позволяющая производить корректировку положения конструкторских и технологических баз относительно фактического положения заготовки и ее элементов, измеряемых в процессе обработки.

Разработанная технология отличается от существующих аналогов адаптивной обработки корпусных деталей последовательностью и содержанием операций технологического процесса, предусматривающего выполнение программного базирования, обработки и измерений по специальной программе, проектируемой по оригинальным алгоритмам в АСТПП ВМЗ.

В докладе приводятся необходимые иллюстрации изделий, оборудования и автоматизированных операций обработки и измерений. В статье, дополняющей доклад, подробно описывается структура и состав комплексной системы, а также особенности реализации авторских алгоритмов и программ.

УДК 629.735:533.6

## **ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДУШНОГО СУДНА**

© 2012 Ципенко В.Г., Чекалова Н.И.

ФГБОУ ВПО Московский государственный технический университет гражданской авиации,  
Москва

## **EFFECT OF EXTERNAL SURFACE QUALITY ON AIRCRAFT EFFICIENCY**

© 2012 Tsipenko V.G., Chekalova N.I.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: / А.А.Черепашков, Н.В.Носов. – Волгоград: Издательский Дом «Ин-Фолио».- 2009 . – 650 с.
2. Хрустицкий К.В. Формирование инновационного металлообрабатывающего производства всецело зависит от эффективности проведения технологической подготовки производства САПР и графика, №10, 2009г., стр. 82-85
3. Хрустицкий, К.В., Черепашков А. А. Применение FEATURECAM для автоматизации технологической подготовки производства корпусных деталей // Современные компьютерные технологии фирмы DELCAM в науке, образовании и производстве.: Тезисы докладов междунар.науч.-тех. конф. - Самара: СамГТУ, 2011. -с 118-120
4. Свидетельство о государственной регистрации программы Avanpost Probing №2012612241 от 29.02.2012г.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы Avanpost CAM Report №2012612242 от 29.02.2012г.

The requirements and factors that influence the quality of aircraft external surface are described. The examples of calculation of additional drag caused by aircraft surface roughness are provided. Economical effect assessment of external surface improvement is made.

Дефекты на внешней поверхности, вызывая дополнительное аэродинамическое сопротивление, существенно влияют на важнейшие эксплуатационные характеристики, определяющие эффективность воздушного судна (ВС). К таким характеристикам относятся: часовой расход топлива  $q_{ch}$ , продолжительность полета, дальность и скорость полета. Оценка качества внешней поверхности (КВП) при производстве и эксплуатации ВС является в настоящее время довольно изученной и проработанной задачей. Сегодня уже существует довольно много документов, регламентирующих предельные отклонения и качество внешней поверхности ВС [1]. Эти документы обоснованы анализом влияния различных видов дефектов поверхности на лобовое сопротивление ВС [2,3].

Существенное значение для решения задач по совершенствованию КВП имела принятая в начале 80-х годов Комплексная программа МАП и МГА по экономии топлива, составной частью которой явилась "Подпрограмма по повышению качества поверхности гражданских самолетов с целью уменьшения аэродинамического сопротивления для сокращения расхода топлива". Исследования, проведенные в рамках выполнения данной "Программы...", показали значительно более низкий уровень КВП отечественных самолетов по сравнению с зарубежными аналогами, для которых уровень вредного сопротивления от различного рода неровностей внешнего контура составляет 3,7–8,5% сопротивления аэродинамически гладкого самолета при нулевой подъемной силе. Результаты исследований нашли свое отражение в разработке отраслевых стандартов: ОСТ 1.02507–84 [1]. Реализация указанного ОСТа осуществлялась при проектировании и производстве пассажирских самолетов Ту–204 и Ил–96–300. В настоящее время

действует аналогичный стандарт ОСТ 1.02507–92.

Дополнительное вредное сопротивление, обусловленное дефектами неровности поверхности планера, понимается как добавка к минимальному коэффициенту сопротивления самолета при нулевой подъемной силе и представляется в виде суммы основных составляющих [2]:

$$\Delta C_{x_{в}} = C_{x_{н}} + C_{x_{ш}} + C_{x_{внл}} + C_{x_{уст}} + C_{x_{з}} + C_{x_{г}},$$

где  $C_{x_{н}}$ ,  $C_{x_{ш}}$ ,  $C_{x_{внл}}$ ,  $C_{x_{уст}}$ ,  $C_{x_{з}}$ ,  $C_{x_{г}}$  – дополнительные коэффициенты сопротивления надстроек, шероховатостей, волнистости, уступов, зазоров и головок крепежа.

Дополнительный расход топлива, обусловленный наличием неровностей на поверхности обшивки, при известном вредном сопротивлении  $\Delta C_{x_{вр}}$  можно вычислить по формуле:  $\frac{\Delta q_{ch}}{q_{ch}} = 0,75 \frac{\Delta C_{x_{н}}}{C_{x_{огл}}}$ ,

(2)

где  $q_{ch}$  – расчетный часовой расход топлива, кг/ч;  $C_{x_{н}}$  – коэффициент сопротивления неровной обшивки (коэффициент вредного сопротивления  $\Delta C_{x_{вр}}$ );  $C_{x_{огл}}$  – коэффициент сопротивления гладкой обшивки.

В качестве примера в табл. 1 приведен результат расчета дополнительного сопротивления самолета Ил–86, обусловленного наличием неровностей на его поверхности.

Таблица 1

Результат расчета дополнительного сопротивления

Вид неровности	$\Delta C_{x_{вр}} \cdot 10^4$	$\Delta C_{x_{вр}} / C_{x_{огл}}$ , %	$\Delta C_{x_{в}}$ р, %
	M=0,84, H=10,6км		
Шероховатость	0	0	0
Волнистость	0,22174	0,1287	2,64
Заклепки	0,34113	0,1807	4,05

Уступы на стыках обшивки	0,47013	0,2729	5,56
Уступы по ОУ и механизации	3,79545	2,2033	45,03
Уступы на окнах, люках, дверях	2,18677	1,2695	25,95
Щели	$0,9 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$1,06 \cdot 10^{-5}$
Мелкие детали	1,4150	0,8214	16,78
Всего	8,43111	4,8945	100

В табл. 2 приведен результат вычислений дополнительного расхода топлива самолета Ил-86, обусловленного КВП.

Таблица 2 Дополнительный расход топлива, обусловленный КВП	без учета требований ОСТ 1.02507-92	по ОСТ 1.02507-92
q <sub>ч</sub> , кг/ч	2980	2980
ΔC <sub>х<sub>огл</sub></sub>	0,01723	0,01723
ΔC <sub>х<sub>н</sub></sub>	0,002574	0,0008431
Δq <sub>ч</sub> , кг/ч	290,55	109,40
Изменение расхода топлива: -181,15 кг/ч		

УДК 621.9.08

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИДА РАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЯ НА КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ НЕПЛОСКОСТНОСТИ

© 2012 Чевелева А.О., Болотов М.А.

ФГБОУВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)», Самара

При обработке плоских поверхностей в авиастроении зачастую используются методы шлифования, электроэрозионной (ЭЭО) и фрезерной обработки. Эти методы используются на окончательных операциях в процессе

Таким образом, сокращение расходов топлива, обусловленное КВП, ведет к уменьшению эксплуатационных расходов, снижению стоимости летного часа, а значит повышению конкурентоспособности самолета на рынке воздушных перевозок.

В частности, при эксплуатации парка из 23 ВС, имеет место:

- уменьшение суммы годовых эксплуатационных расходов на 100 тыс. руб.;

- увеличение чистого приведенного дохода за 12 лет на 517 млн. руб.;

- уменьшение срока окупаемости на 3 мес.

Сокращение расхода топлива также снижает уровень загрязнения окружающей среды.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОСТ 1.02507-84. Самолеты дозвуковые. Требования к качеству внешней поверхности. – 27 с.

2. Федоренко Г.А., Павленко Н.В. Надстройки внешней поверхности самолетов (коэффициент аэродинамического сопротивления).- М.: Альбом ЦАГИ, 1989. – 293 с.

3. Шевяков В.И. Аэродинамические критерии качества внешней поверхности воздушного судна //Научный Вестник МГТУГА, 2011.- № 163.- С. 131-137.

формирования ответственных геометрических параметров.

Одним из перспективных средств размерной метрологии является координатно-измерительная машина (КИМ). В связи относительно высокой стоимостью станко-часа необходимо