

## ОБЕСПЕЧЕННІ ЧИСТОТЫ ПОДОБТЕКАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА

© Т. Ю. Кочусова

Дніпропетровський національний університет, Національний центр аерокосмічної освіти молоді України

Обговорюються проблеми забезпечення чистоти підобтічного простору у виробах ракетно-космічної техніки.

Обеспечение чистоты подобтекательного пространства в изделиях ракетно-космической техники является одной из актуальных задач. Это обусловлено влиянием загрязнений на работоспособность конструкций. Есть несколько типов загрязнителей. Основными являются механические и молекулярные (или жировые). Наличие загрязнителей на поверхности и в полостях изделия определяется специальными качественными и количественными методами контроля. Допустимые нормы чистоты задаются конструкторской документацией. Для каждого изделия разрабатывается определенная схема обеспечения чистоты на всех этапах его изготовления и эксплуатации.

При освоении производства ракет-носителей разработки ГКБ «Южное», работающих на жидком кислороде, возникла проблема обеспечения чистоты топливных баков, которая из-за отсутствия эффективных средств очистки, объективного контроля и единых требований к допустимости остаточных загрязнений явилась причиной значительного числа рекламаций (до 30 % от общего количества) [1].

Специалистами Украинского НИИ машиностроения была разработана технология механизированной струйной очистки и обезжикивания крупногабаритных емкостей и отработана в производстве на ГП ПО ЮМЗ. В результате было обеспечено выполнение требования КД к чистоте внутренней поверхности топливных баков РН «Зенит» по механическим загрязнениям и достигнут уровень чистоты  $10 \text{ мг}/\text{м}^2$ . Контроль осуществлялся по чистоте сливаемой жидкости определением массы сухого остатка на фильтрах [1].

Освоение этой технологии в производстве топливных баков РН «Зенит» доказало принципиальную возможность достижения в Украине мирового уровня требований по чистоте при изготовлении изделий ракетно-космической техники. Технология струйной механизированной очистки применима как для замкнутых сварных узлов, при изготовле-

нии которых очистка является финишной операцией, так и для полуоткрытых клепаных конструкций, для которых замкнутый объем обеспечивается технологически. Главным достоинством этой технологии является исключение субъективного влияния человеческого фактора на процессы очистки и контроля чистоты.

Первый опыт оказания пусковых услуг выявил проблему обеспечения чистоты подобтекательного пространства, так как многие зарубежные КА имеют незащищенные поверхности оптических приборов и выполнены в негерметичном исполнении с открыто размещенной электронной схемой. В 1991 г. при запуске КА TOMS появилось требование, регламентирующее чистоту воздушной среды производственных помещений, предназначенных для работ с космическим аппаратом и ракетой-носителем, и устанавливающее класс 100000 по содержанию аэрозольных частиц в воздухе этих помещений. По стандарту США FED-STD-209 концентрация аэрозольных микрочастиц в воздушной среде чистого производственного помещения этого класса не должна превышать 100000 частиц размером от  $0.5 \text{ мкм}$  и более в 1 фут<sup>3</sup>, что соответствует 3500 частицам в 1 дм<sup>3</sup>. Дальнейшее повышение требований к чистоте подобтекательного пространства (программы ГЛОБАЛСТАР и «Метеор-3М») выражается дополнительными количественными требованиями допустимых норм загрязнений поверхностей, образующих это пространство [1].

Подобтекательное пространство создается в процессе изготовления РН и его окончательное формирование осуществляется в монтажно-испытательном корпусе космодрома. Головной обтекатель, образующий подобтекательное пространство, представляет собой клепаную конструкцию, которая является источником различных загрязнений, в основном металлической стружки. Решение вопроса обеспечения чистоты такой конструкции на уровне требований потенциальных заказчиков за-

пусков КА сложнее, чем обеспечение чистоты замкнутых объемов топливных баков.

Принятая схема обеспечения чистоты предусматривает:

— дифференциацию требований к чистоте и постепенное повышение уровня чистоты деталей и сборочных единиц по мере их перехода от заготовительных к сборочным цехам;

— доведение уровня чистоты до требуемого после применения виброочистки и струйной очистки корпуса головного обтекателя;

— выполнение окончательной сборки головного обтекателя в условиях чистого производственного помещения.

Необходимым условием обеспечения чистоты подобтекательного пространства является использование чистых производственных помещений на заводе-изготовителе для сборки узлов, образующих подобтекательное пространство, и работ с КА и РН на космодроме.

Следует отметить, что в настоящее время лидерами в строительстве чистых помещений являются США и Япония. В этих странах находится более половины площадей чистых помещений в мире. В 1997 на штат Калифорния приходилось 8.8 % всех мировых закупок техники для чистых помещений, на Корею — 9.0 %, Китай — 0.5 %. Крупнейшими потребителями чистых помещений в Европе являются Великобритания и Германия (около 5 % мирового объема потребления). Наибольший прирост темпов строительства чистых помещений в последние годы приходится на страны Восточной Азии, включая Корею, Таиланд, Малайзию, Сингапур и Гонконг, а также штаты Орегон, Нью-Мексико и Аризона в Америке [2].

Данная технологическая схема обеспечивает требуемую чистоту в реальных условиях существую-

щего производства при ограниченном финансировании работ. При этом трудоемкость изготовления обтекателя РН с учетом проведения работ по обеспечению чистоты увеличивается в три раза [1].

В рамках работ по программе ГЛОБАЛСАР был достигнут уровень чистоты по механическим загрязнениям —  $10 \text{ mg/m}^2$ , по молекулярным —  $100 \text{ mg/m}^2$  [1].

По программе «Метеор-3М/Sage III», предусматривающей запуск американского прибора, был обеспечен требуемый уровень чистоты по молекулярным загрязнениям —  $20 \text{ mg/m}^2$ , по механическим загрязнениям —  $10 \text{ mg/m}^2$ . Контроль проводился американскими специалистами методом смыка остатков загрязнений с контролируемой поверхности [1].

Созданная в ГКБ «Южное» и ГП ПО ЮМЗ система обеспечения чистоты подобтекательного пространства ракет-носителей позволяет выйти на более высокий уровень рынка пусковых услуг и повышает конкурентоспособность украинских ракет-носителей.

1. Зюзин С. А., Литвишко Т. Н., Ситало В. Г. Методические основы обеспечения чистоты в промышленном производстве ракет-носителей // Космическая техника. Ракетное вооружение: Сб. науч.-техн. ст.—2001.—Вып. 1-2.—С. 128—133.
2. Чистые помещения / Под ред. А. Е. Федотова. — М.: Изд-во АСИНКОМ.—1998.

#### SECURING CLEANLINESS OF UNDERFAIRING SPACE

T. Yu. Kochusova

We discuss the problem on securing the cleanliness underfairing space in products of space-rocket engineering as well as methods for solving the problem and results of its solution.

УДК 543.243

## ВИКОРИСТАННЯ ТА ІОНОМЕТРИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВІ ПОЛІВІНІЛПІРОЛІДОНУ

© Ф. О. Чміленко, І. В. Коробова, О. В. Мікуленко,  
Т. С. Чміленко, М. В. Харун

Дніпропетровський національний університет

Розглянуто використання полівінілпіролідону як компонента лікарських препаратів для пролонгації дії біологічно активних речовин та дезінтоксикації організму, що працює в екстремальних умовах. Запропоновано іонометричний метод контролю вмісту полімеру в лікарських формах дезінтоксикаційного типу.