

**«ВНЕДРЕНИЕ СЕРИЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ
РАДИОПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ НА ПЛАНЕР САМОЛЕТА
ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ СУ-57 С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ
РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ЗАМЕТНОСТИ»**

Филиал ПАО «Компания «Сухой» «КнААЗ им. Ю.А. Гагарина»

Ширяев С.В., Латышова С.А., Журавлев М.В., Шашин К.В.

Малозаметность в радио-, инфракрасном и видимом диапазоне волн – одно из главных требований к самолетам пятого поколения. Добиться специальных характеристик удалось благодаря применению материалов, поглощающих и отражающих радиоволны.

Использование радиопоглощающих материалов на внешней поверхности планера самолета позволяет поглотить радиолокационный сигнал от радара. Таким образом, поглощение радиолокационной волны создает эффект невидимости самолета на экранах радаров.

Освоение и внедрение в производство новейшей технологии с применением материалов нового класса, не применявшихся ранее в России в серийном производстве, потребовало большой и слаженной работы специалистов завода и Института теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук (ИТПЭ РАН).

Первоочередной задачей была подготовка базы для проведения работ по нанесению спецпокрытий:

- Изучение технологической документации с последующей разработкой технического задания на проектирование и строительство комплекса для нанесения специальных покрытий;
- Техническое сопровождение строительства комплекса специальных покрытий с выдачей рекомендаций по оптимизации технологических решений;

- Разработка технического задания, организация работ и техническое сопровождение организации безэховой камеры для проведения радиофизического контроля покрытий, оснащенной стендом радиотехнических измерений и переносным измерительным устройством;
- Изучение документации, организация технических совещаний по выбору оборудования, приобретение и внедрение оборудования для приготовления и нанесения РПП, обработки поверхности и контроля этапов нанесения;
- Организация работ по проектированию и изготовлению специальной оснастки для обеспечения нанесения покрытия на съемные агрегаты и изделия, а также на оснащение стремяночной эстакадой для обеспечения работ на планере самолета.

В связи с уникальностью технологии и ее новизной выполнен набор персонала, для освоения теоретических и практических навыков. Было организовано теоретическое обучение специалистов КнААЗ в ИТПЭ РАН, который является ведущим институтом в России в области радиопоглощающих покрытий. Практическое обучение специалистов КнААЗ проведено непосредственно при нанесении РПП на опытные изделия Т-50 под руководством специалистов ИТПЭ РАН.

После завершения работ на первом изделии была сформирована технологическая инструкция и подготовлена программа обучения. На последующих изделиях было продолжено обучение, по окончании которого выданы сертификаты по результатам проверки теоретических знаний и практических навыков. С каждым последующим изделием все больше персонала КнААЗ принимали участие в нанесении покрытий и, наоборот, все меньше привлекалось специалистов ИТПЭ РАН.

В ходе проведения работ на опытных изделиях проводилось изучение имеющейся отраслевой нормативной документации с целью разработки

собственной нормативной документации предприятия по нанесению радиопоглощающих покрытий.

Происходило определение оптимального процесса разметки зон нанесения на сложно профилированных поверхностях, организация работ по проектированию и изготовлению шаблонов для разметки.

Составление программ обучения исполнителей работе на испытательном оборудовании как на переносных векторных анализаторах, так и на стационарном комплексе измерения радиотехнических характеристик.

Особенностью технологии нанесения радиопоглощающих покрытий является демонтаж части агрегатов с самолета, частичная разборка и покрытие их на отдельных приспособлениях. Для этих целей на КнААЗ была разработана и изготовлена специальная технологическая оснастка.

Учитывая особенность применяемых материалов, необходимо было создавать и поддерживать жесткие микроклиматические условия при нанесении и последующей полимеризации радиопоглощающих покрытий (РПП). Отклонение от заданных значений параметров негативно скажется на адгезионных характеристиках покрытия к поверхности.

Отличительной особенностью оснащения самолетов противорадиолокационной маскировкой является поэтапный контроль радиофизических характеристик покрытий. Для этого была разработана и смонтирована безэховая камера, оснащенная стендом радиотехнических измерений и переносным измерительным устройством. Специалистами КнААЗ было организовано обучение работе на данном оборудовании.

В связи с предъявлением особых требований к подготовке самолета перед нанесением РПП и к самой технологии нанесения, специалистами КнААЗ выполнен значительный объем работ по разработке новой

технологической документации. Разработаны технологические паспорта и карты измерений для фиксации параметров, и обеспечения прослеживаемости, разработана нормативная документация с формами протоколов и журналов для обеспечения ведения технологического процесса.

В процессе освоения нанесения РПП отработана методика контроля качества покрытия, с определением физико-механических и радиотехнических характеристик, получаемых покрытий по образцам-свидетелям, которые изготавливаются по основной технологии самолета. Отработан процесс нанесения камуфляжного покрытия поверх РПП.

Внедрение специальных покрытий на самолете потребовало разработки дополнительных мер по защите данного покрытия от механических повреждений в процессе обслуживания и наземной отработки систем изделия: Спроектированы и изготовлены специальные приспособления, подобрана спец. одежда для обслуживающего персонала, разработаны мероприятия, способствующие минимизации механических повреждений.

Для выхода на этап самостоятельного проведения работ по нанесению РПП были проведены работы по подготовке производства:

- разработка нормативной документации предприятия с определением подразделений предприятия, объема необходимых работ и порядку подготовки самолета к нанесению РПП для каждого подразделения;

- разработка контрольной технологической документации определяющей этапность и объем контроля технологического процесса при нанесении РПП.

Итоги:

При нанесении РПП на каждый опытный самолет проводился анализ неизбежно возникающих проблемных технологических вопросов которые

оперативно решались. В результате предприятие вышло на серийное нанесение спец. покрытий.

Впервые в России, на предприятии КнААЗ серийно освоена и внедрена технология нанесения специальных радиопоглощающих материалов. Разработана нормативная документация предприятия, от начального этапа подготовки поверхности самолета, до контроля специальных характеристик на конечном этапе предъявления изделия. Впервые в РФ создан комплекс для нанесения радиопоглощающих покрытий в полном объеме на планер самолета, для поддержания требуемых микроклиматических условий. Успешно освоена работа на уникальном оборудовании безэховой камеры, позволяющая проводить контроль радиотехнических характеристик с корректировкой технологического процесса на различных этапах нанесения специальных покрытий. Обучен персонал по устранению механических повреждений с разработкой технологии ремонта РПП.

Перспективы:

В ходе решения поставленных задач перед производством открылись новые перспективы.

Особенностью радиопоглощающих покрытий является то, что это не просто покрытия, имеющие определенную толщину и нанесенные по указанной схеме, а покрытия, при нанесении которых послойно контролируется толщина и радиофизические характеристики и доводятся до необходимых требований путем допыления или зашкуривания. Каждый слой специального покрытия, имеет особое функциональное назначение и свою уникальную толщину, различную в зависимости от зоны нанесения. Компаунды – композиции на основе различных полимеров в итоге образуют своего рода слоеный пирог, свойства и качество которого дают возможность Су-57 значительно снизить радиолокационную заметность. Для того, чтобы полностью исключить «человеческий фактор» при получении радиопоглощающих покрытий, получить максимально качественное

покрытие с требуемыми свойствами, одной из перспектив в развитии технологии РПП является роботизирование процесса нанесения покрытий. Автоматизация процесса нанесения покрытий также позволит сократить материальные и трудовые затраты, получить еще более качественные покрытия, соответственно, обеспечить незаметность самолетов для радаров и других средств обнаружения.