

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В АВИАЦИОННОМ ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ**

Половинко О.В., Шубин А.Н.

Закрытое Акционерное Общество «Инновационные технологии и решения», г. Москва

В настоящее время наша компания является официальным представителем в России следующих фирм: MAG Cincinnati (США), Cyril Bath (США), ACB (Франция), LAP Laser (Германия), GOM (Германия), Midas-NDT (Великобритания), а так же поставщиком программного обеспечения ведущих мировых разработчиков в области управления жизненным циклом изделий Siemens-PLM Solutions (США), проектирования композиционных изделий Vistagy (США) и виртуального моделирования MSC.Software (США).

В ходе своего доклада специалисты ЗАО «Инновационные технологии и решения» расскажут о проектировании, подготовке производственных данных и производстве изделий из композиционных материалов в авиационном двигателестроении. В частности речь пойдет о следующих этапах проектирования и производства изделий из композиционных материалов:

- Твердотельное трехмерное моделирование в CAD-системе NX производства компании Siemens PLM Software;

- Проектирование изделия из КМ в специализированном ПО FiberSIM производства компании VISTAGY, предназначенном для использования на всем протяжении процесса композитного проектирования, начиная от общей концепции, определения пакета и создания слоев, и заканчивая моделированием, оптимизацией технических характеристик, созданием разверток, подготовкой документации и производством;

- Процесс ручной выкладки изделий из КМ, а именно использование технологий раскроя (на примере станков производства компании ZUND), и технологии лазерного позиционирования на примере использования лазерных проекторов, производства компании LAP Laser;

- Процесс автоматической выкладки изделий из КМ, на примере станков автоматической выкладки волокна и ленты, производства компании MAG Cincinnati;

- Процесс ультразвукового контроля изделий из металла и КМ, на примере оборудования производства компании MIDAS NDT.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УРОВЕНЬ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В МПКМ ОБШИВОК РЕВЕРСА Д18Т**

Арлашкина О.Ю.<sup>1</sup>, Постнов В.И.<sup>1</sup>, Постнова М.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ульяновский научно-технологический центр филиал ФГУП «ВИАМ»

<sup>2</sup> Институт авиационных технологий и управления УлГТУ, г. Ульяновск

Ресурс внутренних обшивок подвижного корпуса реверса в 4-5 раз меньше планируемого межремонтного ресурса двигателя Д18Т и 10-20 раз меньше полного ресурса

двигателя, применяемого на самолетах АН-124, АН-225. Исследования показывают, что при формовании материала без дополнительных технологических операций, в ме-

таллических слоях возникают растягивающие остаточные напряжения, которые приводят к преждевременному разрушению при усталостном нагружении, а также к снижению сопротивления композита малым пластическим деформациям при статическом растяжении. Поэтому для увеличения ресурсных характеристик Алора важным вопросом в выборе технологии его изготовления является оптимизация напряженного состояния компонентов, а именно, создание в алюминиевых листах необходимого уровня сжимающих, а в слоях органопластика растягивающих остаточных напряжений.

Задачей настоящей работы является исследование влияния технологических факторов на уровень остаточных напряжений в МПКМ (типа Алор) обшивок реверса Д18Т.

Имеются ряд методов оценки уровня остаточных напряжений:

– метод одностороннего травления (метод Летнера) с тензометрированием, предусматривает разрушение образца;

– метод рентгеноструктурного анализа напряжений, основанный на изучении дифракционной стоячей волны большой интенсивности при различных углах падения рентгеновских лучей на поверхность металла.

Данный метод является неразрушающим и служит для оценки напряжений в поверхностном слое металла.

Для создания внутренних напряжений в слоях металлополимера была выбрана следующая технологическая схема. Готовый лист МПКМ, отформованный в пакете без растяжения СВМ, растягивается на прессе РQ-3М. Особенностью растяжки отвержденных листов является перераспределение остаточных термических напряжений в готовом листе Алора путем его растяжения до уровня деформаций, превышающих предел текучести алюминиевого листа. Так как при этом слои органопластика деформируются упруго, то после разгрузки в них остаются растягивающие, а в металлических листах сжимающие напряжения. Операция предварительного растяжения может быть самостоятельной, проводимой после формования композита в виде плоского листа, либо совмещаться с процессом обтяжки деталей (например, оболочек) на машиностроитель-

ных заводах. Предельная общая деформация при растяжке обычно не превышает 1,5-2,0% и зависит от структуры и свойств слоев металлоорганопластика и конкретного построения технологического процесса изготовления детали. Следует отметить, что технология растяжки является отработанным и обязательным процессом на металлургических заводах для снятия закалочных напряжений в алюминиевых листах и других полуфабрикатах.

Процесс обтяжки обшивки реверса из Алор Д16/41 производился на прессе РQ-3М. Заготовки полимеризованного Алора имели габариты 2000×200 и 2000×150 мм, что при радиусах обтяжного пуансона продольном около 1000 мм и поперечном около 800 мм из замеров длин между зажимами прессы  $l_{min}$  и  $l_{max}$  рулеткой соответствовало расчетным коэффициентам обтяжки 1,025 и 1,02 (относительное среднее удлинение 2,5% и 2%).

Гибка-прокатка с последующей доводкой предварительно обрезанной детали с припусками 20 мм кругом по контуру вырезов под створки реверса показала, что ввиду малой жесткости лепестков обшивки реверса и благоприятных сочетаний значений радиусов  $R$  образующей удается при доводке резиновым вальком добиться полного прилегания контура детали к поверхности формообразования пуансона. Усилие прижима при этом не превышает 50Н.

Для определения реального уровня остаточных напряжений были проведены исследования с помощью рентгеноструктурного анализа. Исследования проводились с помощью дифрактометра Дрон-3. Исследовались образцы из МПКМ с растянутой и нерастянутой структурой, а также образец из исходного материала Д16чАТВ, листы которого использовались при формовании МПКМ.

Исследования остаточных внутренних напряжений показывают различия их уровня и распределения по толщине слоев Д16 с тенденцией сдвига в область сжимающих от исходного листа к растянутой структуре. Наличие остаточных напряжений в слоях Алора и приблизительный их уровень можно наглядно увидеть, если сравнить поверхностный слой алюминия.

Отработка технологических процессов обтяжки с доводкой и гибки-прокатки с доводкой показала возможность изготовления внутренних обшивок подвижного корпуса реверса из Алор Д16/41 с деформациями, не превышающие допустимые – 2%.

Таким образом, формование листов Алор Д16/41 с различным усилием натяжения слоев органопластика приводит к изме-

нению уровня остаточных напряжений в алюминиевых слоях. Такой технологический прием не приводит к изменениям статических упруго-прочностных свойств Алор Д16/41 ( $\sigma_v$ ,  $E_v$ ), однако позволяет увеличить на 5÷10% их усталостную прочность по сравнению с Алором Д16/41 в исходном состоянии.

УДК 621.452.3

## **ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА «ТРЕХВАЛЕНТНОГО» ХРОМИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ НА ЕЁ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Салахова Р.К., Семенычев В.В., Ильин В.А.

УНТЦ филиал ФГУП «ВИАМ», г. Ульяновск

Авиастроение является одной из наиболее наукоёмких отраслей машиностроения. Особые требования к надёжности авиационных материалов привели к созданию исключительных по свойствам материалов и к разработке прогрессивных технологий, учитывающих особые условия эксплуатации авиационной и космической техники.

Повышение надёжности и ресурса деталей для изделий авиационной техники – сложная и актуальная задача. Среди разнообразных методов решения этой задачи особое место занимает осаждение износостойких электролитических покрытий. Повсеместное применение хромового покрытия в ответственных деталях гидро – и пневмоагрегатов, работающих при повышенных давлениях рабочих гидросмесей и в узлах трения-скольжения, обеспечивает повышение сроков эксплуатации деталей современной авиатехники. Вместе с тем известно, что традиционное хромирование на основе шестивалентного хрома относится к высокотоксичному производству, поэтому УНТЦ ФГУП ВИАМ наряду с совершенствованием существующей технологии кластерного хромирования ведёт интенсивные поиски альтернативных экологически безопасных технологий. К настоящему времени в институте разработана технология «трёхвалентного» хромирования, обеспечивающая сниже-

ние класса экологической опасности процесса с 1-го на 2-ой.

Хромирование образцов проводили в электролите на основе сульфата хрома в присутствии наноразмерных частиц оксида циркония и соединений молибдена и ванадия. Обезводороживающий отпуск хромированных образцов осуществляли в течение 6, 12 и 24 часов при температуре 230°C. Наводороживание основы оценивали косвенным методом путём сравнения механических характеристик стали 30ХГСА до и после осаждения хромовых покрытий. Механические свойства образцов с хромовыми покрытиями толщиной 50-55 мкм (прочность, пластичность) исследовали методом статического растяжения при температуре 20° С. Установлено, что процесс «трёхвалентного» хромирования не приводит к охрупчиванию стали 30ХГСА, т.к. снижение предела прочности ( $\sigma_v$ , МПа) и относительного сужения поперечного сечения ( $\psi$ , %) составляет менее 2 %. Длительность обезводороживания хромированных образцов также практически не оказывает влияния на их механические характеристики.

Наводороживание «трёхвалентных» хромовых покрытий в зависимости от катодной плотности тока исследовали методом вакуумной экстракции (температура 400°C, остаточное давление  $6,65 \cdot 10^{-4}$  Па),