

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 (σ_b , E_b), 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 (σ_b , МПа) и относительного сужения поперечного сечения (ψ , %) 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),

позволяющем определять диффузионно-подвижный водород, вызывающий первичное наводороживание. Установлено, что увеличение плотности тока почти не влияет на содержание водорода в покрытиях. Следовательно, водород, выделяющийся на катоде при совместном разряде ионов хрома и ионов водорода, участвует в основном в процессе вторичного наводороживания, т.е. является прочно связанным в виде водородсодержащих соединений типа гидридов и гидроксидов хрома. Введение в оксалатно-сульфатный электролит хромирования наноразмерных частиц ZrO_2 приводит к снижению содержания водорода в покрытии на 15-20%, а проведение обезводороживающего отпуска после осаждения покрытия снижает содержание водорода в осадках Cr (III) на 25-30 %, что является результатом десорбции подвижного водорода из слоёв осажденного осадка.

Испытания на малоцикловую усталость (МЦУ) образцов с «трёхвалентными» и стандартными хромовыми покрытиями проводили на базе 10^4 циклов при $\sigma_{max} = 785$ МПа, $\nu = 10$ Гц, $R = 0,1$ после проведения обезводороживающего отпуска хромированных образцов при температуре 230 °С в течение 24 часов. Результаты сравнительных

испытаний на МЦУ показали, что долговечность образцов с покрытием Cr(III) сопоставима с долговечностью образцов, хромированных в стандартном электролите: количество циклов до разрушения образцов с «трёхвалентными» покрытиями составляет 48200, для образцов с «шестивалентными» покрытиями – 48600 циклов. Фрактографические исследования изломов показали, что зарождение усталостных трещин, как для «трёхвалентных», так и для стандартных покрытий, начинается на границе раздела «покрытие-металл», но характер разрушения образцов с покрытиями Cr(III) и Cr(VI) имеет различие. Для образцов с покрытием Cr(VI) характерно хрупкое межзёрненное разрушение покрытия с образованием сетки микротрещин, а аморфная структура покрытия Cr(III) исключает межзёрненное разрушение этого покрытия.

Проведённые исследования свидетельствуют о том, что процесс хромирования в электролитах, содержащих трёхвалентные соли хрома и добавки наноразмерных частиц оксида циркония не вызывает водородного охрупчивания стали 30ХГСА, а долговечность образцов с покрытием Cr(III) сопоставима с долговечностью образцов со стандартным хромовым покрытием.

УДК 621.452.3

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ В ТРЁХВАЛЕНТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТАХ В ПРИСУТСТВИИ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ

Салахова Р.К., Семенычев В.В.

УНТЦ филиал ФГУП «ВИАМ», г. Ульяновск

Повышение износостойкости и антифрикционных свойств деталей машин и механизмов путём нанесения электрохимических покрытий общеизвестно, и с давних пор находит широкое применение в различных отраслях машиностроения. Известно, что высокой эффективностью с триботехнической точки зрения обладают хромовые покрытия. Это обусловлено такими уникальными свойствами хрома как твёрдость, повышенное сопротивление износу и присущая

ему способность к «антисхватываемости» при контакте с другими металлами.

Реализуя исполнение требований по охране окружающей среды, УНТЦ ФГУП ВИАМ проводит работы по снижению экологической нагрузки технологических процессов электроосаждения покрытий. В настоящее время в рамках кластерной гальваники разработан процесс «трёхвалентного» хромирования как альтернатива стандартному хромированию в токсичных электролитах на основе шестивалентных соедине-