

сплавов. Предварительное получение литых образцов с предельной растворимостью легирующих элементов в твердом растворе на основе алюминия с концентрацией выше их равновесной растворимости позволит повысить технологические возможности литого материала к пластическому деформированию, видоизменению структуры и текстуры листового материала.

В настоящее время разработка листовых материалов авиационного назначения с заданным составом текстур и физико-механических свойств является перспективным направлением в области создания новых авиационных материалов. Разрабатываемые теоретические положения являются инвариантными к видам конструкционных материалов и могут быть использованы для создания технологий получения высокотекстурированных листов из латуни, бронзы, титановых сплавов и сталей. Результаты исследований могут быть востребованы в первую очередь в авиационной промышленности.

УДК 621.983.001

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБТЯЖКИ ОБОЛОЧКИ ДВОЙНОЙ КРИВИЗНЫ С МИНИМАЛЬНОЙ РАЗНОТОЛЩИННОСТЬЮ И ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ В УСЛОВИЯХ ОРТОГОНАЛЬНОЙ АНИЗОТРОПИИ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА**

Михеев В.А., Гречникова А.Ф., Кузина А.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва  
(национальный исследовательский университет), г. Самара

Обводообразующие обшивки, а именно оболочки двойной кривизны, получают способом обтяжки, основанным на растяжении листового материала с его утонением по толщине. Ограничивающими факторами являются неравномерное растяжение из-за влияния сил трения и недопустимая локализация деформации заготовки вследствие разнотолщинности листового проката в поперечном направлении. Кроме этого наибольшее утонение листового материала наблюдается при обтяжке именно алюминиевых листовых полуфабрикатов, что обусловлено особенностями их внутреннего кристаллического строения или анизотропией свойств, способствующей преимущественному развитию деформации по толщине. Как известно, величина и характер анизотропии деформационных характеристик определяется как кристаллическими свойствами самого материала, так и наличием в поликристаллическом материале преимущественных кристаллографических ориентировок или составом текстур. Для современных материалов управление текстурообразованием становится все более важным, т.к. оно позволяет создавать эффективную анизотропию свойств, приближая характеристики высокотекстурированного материала к композиционным материалам, но сохраняя при этом их высокую технологичность.

Однако для создания эффективной анизотропии свойств листового материала необходимо выяснить, какие сочетания показателей анизотропии отвечают требованиям совершенствования формообразования обтяжкой оболочек двойной кривизны. Прежде всего, это касается более сложных пространственных форм оболочек двойной кривизны двояковыпуклой и выпукло-вогнутой форм. Кроме того для современного ЛА повысились требования к точности выполнения их аэродинамических обводов. Тенденции увеличения габаритов и снижения массы ЛА требуют применения крупногабаритных, но тонколистовых элементов обводообразующих обшивок малой жесткости, что существенно усложняет решение вопросов точности, связанных с геометрической увязкой элементов конструкции

планера ЛА. В совокупности выполнение всех этих требований зависит в первую очередь от решения проблемы получения оболочек с минимальной разнотолщинностью и заданными свойствами. В свою очередь, это связано с отсутствием метода проектирования технологического процесса обтяжки, учитывающего особенности геометрической формы оболочки двойной кривизны, механические свойства и толщину анизотропной листовой заготовки. Разрабатываемый технологический процесс обтяжки оболочки с минимальной разнотолщинностью и заданными свойствами рассматривается с позиции их симметрии. Прежде всего, это касается выполнения обтяжки листовой заготовки по обтяжному пуансону, поверхность которого путем параметрического преобразования приведена к геометрической форме, которая локально характеризуется в ее полюсе величиной и знаком гауссовой кривизны. Поэтому для конкретного процесса обтяжки нужно согласовать механическую схему деформации не только с осями анизотропии заготовки, но и с направлениями координат основного базиса поверхности оболочки определенной геометрической формы, определяющими положения линий главных кривизн.

УДК 629.73-03

### **РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ СОЗДАНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ЗА СЧЕТ НАНОФАЗНОГО И НАНОГЕТЕРОФАЗНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ**

Михеев В.А., Зарембо В.И., Колесников А.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева  
(национальный исследовательский университет), г. Самара

Предложена и обоснована с позиций термодинамики необратимых процессов и кинетики конденсированных сред физико-химическая модель влияния слабых регулярных электротокковых импульсов радиочастотного диапазона в короткозамкнутой петле магнитного диполя (антенны) на фазовые переходы и свойства конечных продуктов превращений в открытых неравновесных конденсированных системах с различными параметрами электромагнитной реактивности.

Дано объяснение воздействия электромагнитного поля малой мощности на различные процессы с участием макромолекул и флуктуирующих надмолекулярных образований переходной области – мезофазы, существующей в конденсированной среде при фазовых переходах и гетерогенных физико-химических процессах. Дано единое обоснование регулятивных эффектов синхронизирующим действием имманентной акустической волны, рождаемой в скин-слое антенны совокупным явлением, известным как электромагнитно-акустическое преобразование (ЭМАП).

Запросы современной технологии, особенно нанотехнологии, новые экспериментальные исследования требует рассмотрения кинетических или фазовых переходов как единого гомогенно-гетерофазного процесса, осложненного набором дополнительных физических факторов, в том числе действий слабых электромагнитных полей. Управление фазовыми переходами с целью получения продуктов и материалов с заданными свойствами и гомогенным распределением свойств по объёму всегда было и остается актуальной задачей любого технологического процесса.

Во многих случаях, когда энергия, передаваемая электромагнитным полем веществу, меньше внутренней энергии отдельных атомов и молекул, оказывается затруднительным оценить энергетическую выгоду процесса. Слабые силовые поля могут оказывать влияние на неравновесные гетерофазные процессы, скорее всего, в области разрывов непрерывности фазовых границ, то есть в промежуточной области, так называемой мезофазой, составленной флуктуирующими надмолекулярными структурами. Экспериментальные