

лением их под захваты. Испытание проводилось на универсальной разрывной машине Instron 5969. Проводилось численное моделирование методом конечных элементов в квазистатической постановке в среде Ansys Workbench. Было установлено, что полученная гомогенизированная непрерывная модель не всегда может быть описана в классической механике сплошных сред, что основные деформационные свойства пантографических структур зависят только от их геометрии, что в свою очередь позволяет говорить о новом классе метаматериалов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (код проекта FSFF-2020-0016).

УДК 539.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТИТАНА

*А. В. БАБАЙЦЕВ, Ю. О. СОЛЯЕВ, ЧАН КУЕТ ТХАНГ
Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация*

Малый удельный вес и высокая механическая прочность (особенно при повышенных температурах) титана и его сплавов делают их весьма ценными авиационными материалами. В области самолетостроения и производства авиационных двигателей титан все больше вытесняет однородный алюминий и нержавеющей сталь.

В настоящее время такая потребность всё более ощутима. В частности, поэтому авторы предлагают использование композиционных материалов на основе титановых сплавов.

Композиционные материалы на основе титана широко применяются в лонжероне лопасти несущего винта Ми-28, Ми-35, в лонжероне лопасти рулевого винта Ми-26, в лонжероне стабилизатора Ми-26, в лопасти рулевого винта Ми-2 и т. д., к которым предъявляются особые требования, связанные с обеспечением жесткости, прочности, теплоизоляции. Одной из основных задач являлось определение динамических характеристик такого материала: собственных частот, изгибной жесткости и коэффициентов демпфирования, построение математической модели на основе пластины для прогноза при проектировании элементов конструкций летательных аппаратов, работающих в условиях высокочастотного вибрационного нагружения. Использование различных вариантов укладки слоев позволит с выигрышем по массе существенно повысить динамические характеристики летательных аппаратов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (код проекта FSFF-2020-0017).

УДК 539.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭФФЕКТА МОДИФИЦИРОВАНИЯ ИНДИЕМ НА СИЛУМИНЫ

*А. В. БАБАЙЦЕВ¹, Т. Т. ФОЗИЛОВ^{1,2}
¹Московский авиационный институт (НИУ),
²Филиал АО «ОДК» «НИИД», г. Москва, Российская Федерация*

В современном мире наибольшее значение имеет безопасность, одной из приоритетных целей является повышение безопасности в авиа и аэрокосмической отраслях за счет улучшения эксплуатационных свойств материалов, в частности, таких как прочность, сопротивление разрыву и герметизация [1].

В работе [2] было проведено исследование влияния различных по весу добавок индия на структуру и свойства сплава АК5М2 (предел прочности – 228 МПа, пластичность – 1,33 %). Процесс модифицирования силуминов индием протекает за счет того, что индий поверхностно-

активный модификатор, согласно адсорбционной теории. Вводился элемент в чистом виде 0,05; 0,1; 0,2 мас.%, показатели которых составили: 0,05 In – прочность 240 МПа, а пластичность – 1,71 %, но в последующих случаях предел прочности оставался на уровне немодифицированного, а пластичность не превысила 1,5 %.

Проведено исследование модифицирующего эффекта элемента индия на алюминиевый сплав АК7ч. Индий в сплав вводился в чистом виде массой 0,1, 0,2 и 0,3 %. Были изготовлены экспериментальные образцы для испытаний на механические свойства и проведена их термическая обработка.

В настоящей работе на основе литературы было проведено исследование влияния индия на доэвтектический силумин АК7ч и проведена его термическая обработка так, как, согласно источнику [3], наибольшее модифицирующее воздействие индий показывает при старении.

При введении 0,1 % индия в АК7ч предел прочности возрастал до 173,5 МПа, пластичность же возросла до 3,9 %. Но после добавок 0,2 и 0,3 % модифицирующего воздействия на механические свойства практически нет, т. к. они остаются на уровне немодифицированного сплава (157 МПа прочность и 2,1 % пластичность). После термообработки и добавки индия 0,3 % было получено максимальное значения предела прочности, $\sigma_b = 303,3$ МПа, $\delta = 1,8$ %, а при введении 0,1 % получена максимальная пластичность $\delta = 2,2$ %, (предел прочности $\sigma_b = 301,5$ МПа), что превосходит значения немодифицированного сплава (АК7ч после закалки с последующим искусственным старением: $\sigma_b = 235$ МПа; $\delta = 1$ %).

Введение 0,1 % In способствует измельчению кристаллов кремния и более равномерному распределению дендритов α -твердого раствора, наблюдается распределение модифицированной структуры по объему сплава, с повышением массы добавок происходит небольшое измельчение структуры, это происходит из-за поверхностно-активного действия индия, согласно адсорбционной теории.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Москвы в рамках научного проекта № 21-38-70008.

Список литературы

- 1 Рот, А. Вакуумные уплотнения / А. Рот ; пер. с англ. – М. : Энергия, 1971. – 464 с.
- 2 Рабинович, А. Повышение механических свойств вторичных алюминиевых сплавов путем рационализации их составов и режимов термической обработки : дис. ... канд. техн. наук : 05.16.05 / А. М. Рабинович. – Ленинград, 1984. – 215 с. : ил.
- 3 Алюминий и его сплавы : учеб. пособие / сост. А. Р. Луц, А. А. Суслина. – Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2013. – 81 с.

УДК 539.3

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛОКОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

А. В. БАБАЙЦЕВ, А. А. ЗАЙЦЕВ

Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация

Согласно последней тенденции, композитные материалы на основе алюминия широко применяются в производстве таких областей, как автомобилестроение, авиация, военная промышленность и другие. Авторами статьи предложена технология и проведён сравнительный анализ образцов металлокомпозитных конструкций. Образцы композитного материала состоят из алюминиевой матрицы Al6061 с применением углеродного волокна и алюминий кремневого сплава SiAl с углеродным волокном. Весовой процент углеродного волокна варьировался в диапазоне 0–10 %. Рассматривались три типа образца с различным содержанием углеродного волокна, при этом во всех образцах алюминиевая матрица была получена литьем. В ходе исследований были получены следующие результаты:

– твёрдость композитов из сплава 6061 увеличилась с увеличением добавления углеродного волокна. При этом наблюдается уменьшение относительного удлинения (увеличение хрупкости) с увеличением процентного содержания частиц по массе за счёт карбида кремния. Помимо этого, добавление слоёв сетчатого типа из углеродного волокна увеличивает ударную вязкость;