ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/238

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТЕРМОШТАМПОВКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аношкин А.Н., Шипунов Г.С., Баранов М.А., Головин Д.В. и др.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь

В настоящее время полимерные композиционные материалы широко распространены в различных отраслях промышленности, таких как: авиастроение, машиностроение, медицина и др. Область применения таких материалов существенно растёт с каждым годом. Так, например, гражданские самолёты авиастроительных компаний Boeing и Airbus состоят более чем на 50% из композиционных материалов, которые используются при изготовлении высоконагруженных узлов: элементов планера и двигателя. Тенденция использования инновационных материалов не обошла и отечественное авиастроение, в российском самолёте МС-21 и двигателе ПД-14 активно используются композиционные материалы.

Использование таких материалов позволяет снизить вес готовой детали, повысить экологические характеристики, а также увеличить экономичность самолёта. Зачастую при изготовлении деталей и узлов авиационной техники используются полимерные композиционные материалы (ПКМ), армированные однонаправленными или текстильными наполнителями на основе угольных или стеклянных волокон, в качестве связующего используется реактопластичные смолы. Физико-механические характеристики ПКМ хорошо изучены, а технологии изготовления достигли высокого уровня и позволяют автоматизировать часть процесса, что влечёт за собой высокую надёжность готовых деталей и снижение себестоимости.

Однако, не смотря на явные преимущества ПКМ на основе реактопластичного связующего, такие материалы имеют ряд недостатков, к которым можно отнести длительный процесс полимеризации. Данный процесс длится от 4 до 12 часов и требует использования энергоёмкого автоклавного оборудования, помимо этого, ПКМ на основе реактопластичного связующего имеют ограниченный срок хранения полуфабриката (препрега), а сам технологический процесс достаточно токсичен из-за испарений смол. Нивелировать эти недостатки позволяет использование так называемых термопластичных композиционных материалов (ТКМ). Кроме того, ТКМ обладают такими преимуществами как: повышенная трещиностойкость, ударостойкость, усталостная выносливость, способность к релаксации напряжений, возможность вторичной обработки. Стоит отметить, что в России на сегодняшний день отсутствуют промышленные технологии термопластичных композиционных материалов, вследствие этого исследования в данной области являются актуальными [1].

На данный момент существует четыре основных технологии изготовления деталей из ТКМ: прессование или литьё из дисперсно-армированных материалов, автоматизированная выкладка препрега и термоштамповка из листовых заготовок. Акцент в данной работе будет сделан на технологии термоштамповки ТКМ.

Для изготовления деталей и конструкций из ТКМ в НОЦ АКТ ПНИПУ была разработана «Опытная автоматизированная линия термоштамповки деталей из ТКМ», общий вид которой представлен на рисунке 1.

Рис. 1. Опытная автоматизированная линия термоштамповки ТКМ

В основе технологического процесса термоштамповки лежит предварительный нагрев заготовки из ТКМ, последующая транспортировка заготовки в пресс и непосредственное прессование [2]. Каждый из перечисленных этапов обладает набором характеристик, которые явным образом будут сказываться на качестве готовой детали. Так, процесс предварительного нагрева характеризуется скоростью нагрева, способом нагрева заготовки (возможен конвективный нагрев, либо смешанный за счёт конвективного и лучистого теплообмена с инфракрасными нагревательными элементами), максимальной температурой заготовки и т.д. Для второго этапа важную роль играет скорость транспортировки. Вследствие того, что транспортировка происходит при комнатной температуре, возникают большие теплотери, связанные с существенными температурными градиентами между окружающей средой и разогретой заготовкой. При проведении этапа прессования особое внимание необходимо уделить величине давления обработки и температуре, при которой происходит обработка, в силу строгих ограничений, накладываемых на диапазон температуры обработки [3].

В рамках работы рассмотрен технологический процесс термоштамповки, сформулированы критерии эффективности данного технологического процесса, разработан ряд требований к термопластичному материалу, режимам переработки термопластичных препрегов в изделия и параметрам технологического оборудования для изготовления конструкций из ТКМ.

В рамках данных исследований использовалось оборудование, входящее в состав уникальной научной установки «Исследовательский комплекс для проведения научно-технологических исследований в области создания изделий из полимерных композиционных материалов». Работа выполнена при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы» по теме: «Разработка опытных технологий автоматизированного изготовления деталей перспективных авиационных двигательных установок большой размерности из термопластичных композиционных материалов». Уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI57717X0261.

1. Даутова А. Н., Янов В. В., Штейнберг Е. М., Зенитова Л. А. Разработка технологии получения полимерных композитов для изготовления медицинских инструментов // Вестник Казанского технологического университета. 2013. №17.
2. B.C. Meyer, Ch.V. Katsiropoulos, Sp.G. Pantelakis, Hot forming behavior of non-crimp fabric peek/c thermoplastic composites, Composite Structures, Volume 90, Issue 2, 2009, Pages 225-232
3. P. Harrison, R. Gomes, N. Curado-Correia, Press forming a 0/90 cross-ply advanced thermoplastic composite using the double-dome benchmark geometry, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, Volume 54, 2013, Pages 56-69