**Влияние режимов технологического процесса изготовления на параметры макроструктуры и коробление деталей из слоистых ПКМ**

Артемьев А.В.1, Бакулин В.Н1

1 МАИ, г. Москва, Россия

В настоящем докладе представлен анализ результатов расчетно-экспериментальных работ по влиянию давления формования и инжекции связующего на его объемное содержание в полученном композите и температурно-временного режима отверждения слоистого полимерного композиционного материала (ПКМ) на уровень остаточных напряжений, проявляющихся в короблении изготавливаемых деталей из ПКМ.

Приведены результаты экспериментальных работ, иллюстрирующие что:

• Реализация расчетного объемного содержания связующего при использовании препрегов требует не только точного наноса связующего на армирующий материал, но и применения специальных перфорированных пленок.

• Расчетное объемное содержание связующего при использовании инжекционной

пропитки обеспечивается поддержанием необходимого перепада давления опрессовки и инжекции.

• Метод вакуумной инфузии (совмещенный процесс вакуумной пропитки и формования) имеет нижнюю границу объемного содержания связующего, превышающую необходимую для реализации наивысших упруго-прочностных характеристик для выбранной пары «волокно-матрица».

• Коробление тонкостенных деталей сильно зависит от температурно-временного режима отверждения связующего, особенно на стадии его гелеобразования;

• Оптимизация температурного режима позволит минимизировать уровень остаточных напряжений в композите.

Экспериментальные работы производились в лаборатории МАИ на образцах слоистых полимерных композиционных материалов. Разработан стенд для контроля образцов под нагрузкой методом вычислительной рентгеновской томографии [1,2]. Рассматривалось применение ПКМ [3].

**Литература:**

1. Васильев С.Л., Артемьев А.В., Бакулин В.Н., Юргенсон С.А. Контроль образцов

методом вычислительной рентгеновской томографии под нагрузкой. Дефектоскопия. 2016, №5, С.52-61.

2. S. L. Vasilev, A. V. Artemev, V. N. Bakulin, and S. A. Yurgenson. Testing Loaded Samples Using X-Ray Computed Tomography. published in Defektoskopiya, 2016, No. 5, pp. 63-73.

3. Артемьев А.В., Бакулин В.Н. Экспериментальное определение массовой эффективности клеемеханических металлокомпозитных соединений. Сб. Механика композиционных материалов и конструкций, сложных и гетерогенных сред (к 95 летию со дня рождения Академика И.Ф. Образцова). Москва, 15-17 декабря 2015 г. М.: ИПРИМ РАН. 2015. С. 29-32.

**The influence of the process’ technological modes of manufacturing on the parameters of**

**the macrostructure and correction of parts from layered PCM**

Artemiev A.V.1, Bakulin V.N.1

1 Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

This report presents an analysis of the results of computational and experimental work on the effect of molding pressure and injection of a binder on its volume content in the resulting composite and the temperature-time mode of curing of a layered polymer composite material (PCM) on the level of residual stresses manifested in warping of manufactured parts from PCM.

The results of experimental work are presented, illustrating that:

• The implementation of the calculated volumetric content of the binder when using prepregs requires not only accurate application of the binder to the reinforcing material but also the use of special porolated films.

• The calculated volumetric content of the binder when using injection impregnation is ensured by maintaining the required pressure drop for crimping and injection.

• The method of vacuum infusion (the combined process of vacuum impregnation and molding) has a lower limit of the volumetric content of the binder, which exceeds that necessary for the implementation of the highest elastic-strength characteristics for the selected pair of “fiber-matrix”.

• The warpage of thin-walled parts strongly depends on the temperature-time mode of binder curing, especially at the stage of its gelation;

• The optimization of the temperature mode will allow minimizing the level of residual stresses in the composite.

Experimental work was carried out in the laboratory of the MAI on samples of layered polymer composite materials. A stand was developed for testing loaded samples using X-ray computed tomography [1,2]. The application of the PCM was considered [3].

**References:**

1. Vasiliev S.L., Artemiev A.V., Bakulin V.N., Yurgenson S.A. Sample Control by Computational X-ray Tomography under Load. Flaw detection. 2016, No. 5, p.52-61.

2. S. L. Vasilev, A. V. Artemev, V. N. Bakulin, and S. A. Yurgenson. Testing Loaded Samples Using X-Ray Computed Tomography. published in Defektoskopiya, 2016, No. 5, pp. 63-73.

3. Artimiev A.V., Bakulin V.N. Experimental determination of the mass efficiency of gluemechanical metal-compose joints. Collection of Composite Mechanics and Structures, Complex and Heterogeneous Media (to the 95th anniversary of the birth of Academician I.F. Obraztsov). Moscow, December 15-17, 2015. M.: IAM RAS. 2015. p. 29-32.