

УДК678.01:53/538.6-78.067

О. П. Роменская, И. А. Гусарова, Т. А. Манько

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФРАКРАСНОГО НАГРЕВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Предложено использование инфракрасного нагрева при изготовлении изделий из стеклопластика методом намотки. Показано, что инфракрасный нагрев интенсифицирует процесс отверждения благодаря воздействию квантов энергии $h\nu$ на развитие химических реакций между макромолекулами.

Ключевые слова: ракетно-космическая техника, инфракрасный нагрев, стеклопластик, связующие.

Запропоновано використання інфрачервоного нагрівання при виготовленні виробів із склопластику методом намотування. Показано, що інфрачервоне нагрівання інтенсифікує процес отвердження завдяки дії квантів енергії $h\nu$ на розвиток хімічних реакцій між макромолекулами.

Ключові слова: ракетно-космічна техніка, інфрачервоне нагрівання, склопластик, зв'язувальне.

In work use of infra-red heating at manufacturing of products from fibreglass is supposed a winding method. It is shown, infra-red heating intensifies process отверждения thanks to influence of quanta of energy $h\nu$ on development of chemical reactions between macromolecules.

Keyword: space-rocket hardware, infra-redheating, fiberglass, bindingagent.

Анализ перспектив развития ракетно-космической техники говорит об увеличении доли полимерных композиционных материалов (ПКМ) в конструкциях летательных аппаратов. Но их производство связано с определенными затратами энергии. И это выдвигает проблему разработки новых технологий получения изделий из ПКМ по сокращению времени отверждения полимерных связующих без снижения качества ПКМ.

В настоящее время весьма актуальными являются исследования в области термоотверждения диэлектрических материалов, в частности связующих в композитах, с помощью инфракрасного (ИК) излучения.

Отверждение композитов осуществляется конвективным нагревом и с использованием потока энергии инфракрасных излучателей. При выборе режимов ИК нагрева важное значение имеет теплообмен по толщине изделия.

В работе предложено использование ИК нагрева при изготовлении изделий из стеклопластика методом намотки, условия формования плоских образцов должны быть максимально приближены к условиям изготовления намоточных композиций.

Нагрев применялся на различных стадиях изготовления изделий. При намотке предварительно пропитанным материалом нагрев необходим для размягчения связующего и, после окончания процесса, для его отверждения.

После выхода из ванны в процессе намотки связующее остывает и при завершении оборота ленты вокруг оправки его температура значительно снижается. Следующий слой препрега наматывается на слой, в котором связующее уже остыло и имеет большую вязкость, чем необходимо для получения плотной структуры материала. Быстрое остывание связующего при намотке препятствует плотной укладке наполнителя – и это может быть одной из причин снижения прочности изделий.

Поскольку скорость намотки обычно стремятся сделать высокой, желательно обеспечить максимально быстрый нагрев поверхностного слоя, и здесь наиболее перспективным решением может быть использование ИК излучателей. Наибольший эффект нагрева достигается при соответствии спектральных характеристик излучателя и оптических свойств связующего.

С целью выбора наиболее эффективного нагревателя были экспериментально определены оптические свойства исследуемого материала, в частности эпоксидного связующего ЭДТ-10. На спектрофотометре УК-75 снимали ИК спектры пропускания жидкого и отверждённого связующего. Установлено, что это связующее хорошо поглощает ИК излучение в диапазоне длин волн $(2,7-3,5) \cdot 10^{-6}$ м и затем свыше $5 \cdot 10^{-6}$ м. В области $(2,7-3,5) \cdot 10^{-6}$ м находится широкая полоса, чувствительная к образованию гидроксильной группы ОН (рис. 1, 2).

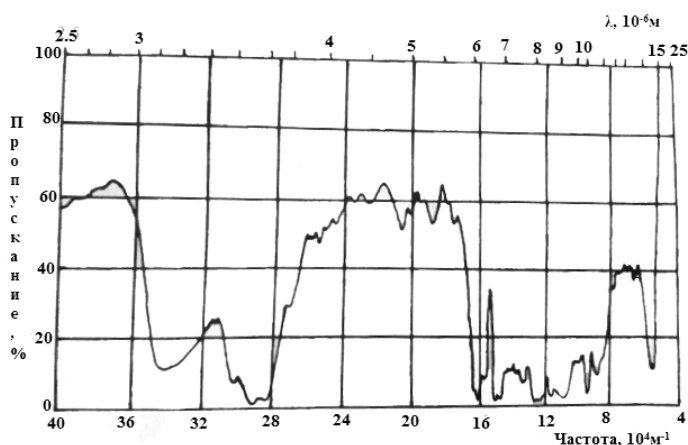


Рис. 1. ИК-спектр жидкого связующего ЭДТ-10

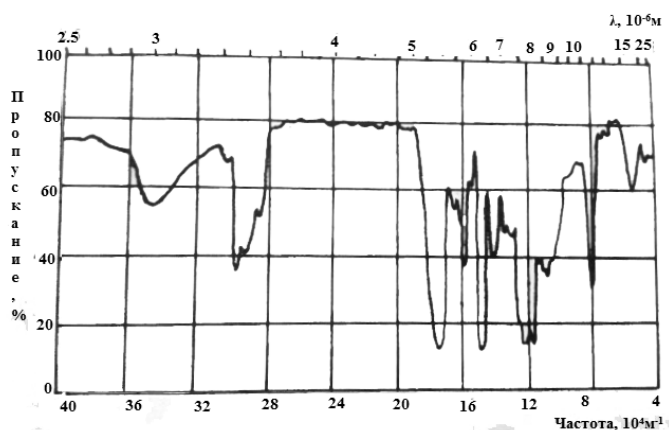


Рис. 2. ИК-спектр отверждённого связующего ЭДТ-10

Выбор источника ИК нагрева с излучением в области $(2,7 - 3,5) \cdot 10^{-6}$ м создаёт оптимальные условия воздействия излучения на структуру исследуемых материалов в процессе отверждения.

Таким образом, на основании анализа ИК спектров пропускания установлено, что для интенсификации процесса термоотверждения стеклопластиков можно использовать лучистый поток как коротковолновый, так и длинноволновый. Но коротковолновое излучение эффективнее проявляется при термообработке стеклокомпозиции.

В работе использовали галогенные лампы накаливания КГТ-220-1000, у которых основная часть излучаемой энергии приходится на спектральную область $(1 - 3) \cdot 10^{-6}$ м с максимумом излучения на длине волны $\lambda_m = 1,05 \cdot 10^{-6}$ м.

С учётом проведенного анализа была рассчитана, спроектирована и изготовлена экспериментальная установка, обеспечивающая отверждение образцов стеклопластика под воздействием ИК излучения в коротковолновом диапазоне.

Количество ламп в установке $n = 3$. Расстояние между лампами рассчитывалось по формуле

$$E = \frac{P u a}{k_1 l^2}$$

где E – энергетическая освещенность; P – мощность лампы, Вт; u – коэффициент эффективности источника; a – коэффициент многократных отражателей; $k_1 = 0,87$; l – расстояние между лампами.

Лампы располагались на высоте $h = 4 \cdot 10^{-2}$ м. Схема расположения излучателей представлена на рис. 3.

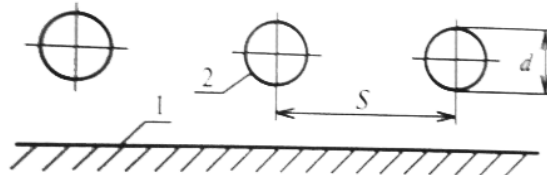


Рис. 3. Схема расположения излучающих поверхностей

На рис. 4 приведена схема установки для ИК нагрева плоских образцов.

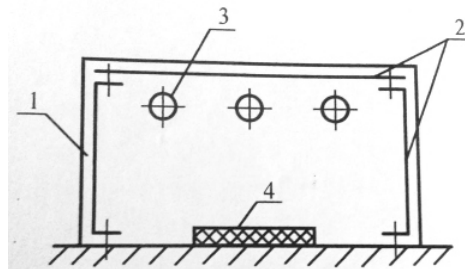


Рис. 4. Схема установки для ИК нагрева плоских образцов:

- 1 – корпус; 2 – отражатели;
- 3 – галогенные лампы накаливания;
- 4 – образец стеклопластика

Отвержденные по разработанной технологии образцы подвергали механическим испытаниям.

Установлено, что ИК нагрев в сравнении с конвективным отверждением обеспечивает повышение прочностных характеристик до 20 %.

Показано, ИК нагрев интенсифицирует процесс отверждения благодаря воздействию квантов энергии $h\nu$ на развитие химических реакций между макромолекулами.

Библиографические ссылки

1. **Борхерт Р.** Техника инфракрасного нагрева / Р. Борхерт, В. Юбиц. – М., Л. : Госэнергоиздат, 1963. – 278 с.
2. Журнал Всесоюзного химического общества Д.И. Менделеева. – № 3. – 1978.
3. **Джур С.О.** Полімерні композиційні матеріали в РКТ / С. О. Джур, Л. Д. Кучма, Т. А. Манько. – К. : Вища школа, 2003. – 399 с.
4. Технология намоточных изделий ОСТ-92-901, ОСТ-92-902.

Надійшла до редколегії 17.04.2016

УДК 629.78

Е. Г. Седачова, Н. Н. Убизький, А. В. Кулик

*Днепропетровский колледж ракетно-космического машиностроения
Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара*

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ФОРМОИЗМЕНЯЮЩИХ ОПЕРАЦИЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЙ

Наведено методику теоретичного аналізу операцій листового штампування.

Ключові слова: методика, теоретичний аналіз, операції листового штампування.

Приведена методика теоретического анализа операции листовой штамповки.

Ключевые слова: методика, теоретический анализ, операции листовой штамповки.

Methods over of theoretical analysis of operations of the sheet stamping are brought.

Keyword: methods, theoretical analysis, operations of the sheet stamping.

Постановка задачи. Математически строго решить задачу по отысканию полей напряжений и деформаций в деформируемой листовой заготовке с учетом всех существенно влияющих факторов практически невозможно. Это объясняется нестационарностью процесса деформирования и обилием факторов, влияющих на поля напряжений и деформации. Поэтому обычно при анализе операций листовой штамповки используют ряд допущений, связанных со схематизацией механических свойств материала заготовки и условий ее нагружения, а также с ограничением числа учитываемых в анализе факторов, влияющих на процесс деформирования.