

## ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРОЦЕССОВ НАГРЕВА СТЕКЛОПЛАСТИКОВ

© Т. А. Манько, Н. А. Задоя

Фізико-технічний інститут Дніпропетровського національного університету

Запропоновано модель, що дозволяє проаналізувати процес нагрівання склопластику (КТ-11-ТОО+ЛБС-4) з використанням енергії прискорених електронів. Встановлено, що така модель сприяє призначенню оптимальних параметрів твердіння і збільшенню фізико-механічних властивостей матеріалу.

Традиционный технологический процесс изготовления стеклопластиков длительный и трудоемкий. С целью интенсификации процесса отверждения последних перспективным направлением является использование энергии ускоренных электронов.

На ускорителе электронов ЭлТ-1.5 отверждали плоские пластины и цилиндрические оболочки стеклопластиков (КТ-11-ТОО+ЛБС-4) толщиной от 2 мм до 10 мм.

Доза облучения заготовок составляла 80 Мрад.

Заготовки стеклопластиков формовали методом контактного формования и на намоточных станках.

Вследствие незначительной глубины проникновения электронов в материал наиболее целесообраз-

ным методом является послойный синтез формирования композита. Каждый последующий слой ложится на частично отвержденный предыдущий, а полное отверждение нижних слоев происходит после облучения последующих.

Указанный метод значительно сокращает процесс формирования намоточных стеклопластиков вследствие совмещения операций намотки и отверждения, повышает монолитность материала, уменьшает термические напряжения и обеспечивает распределение связующего по периметру и толщине изделия.

При изготовлении пластин методом контактного прессования материал уплотняли из расчета 4 слоя

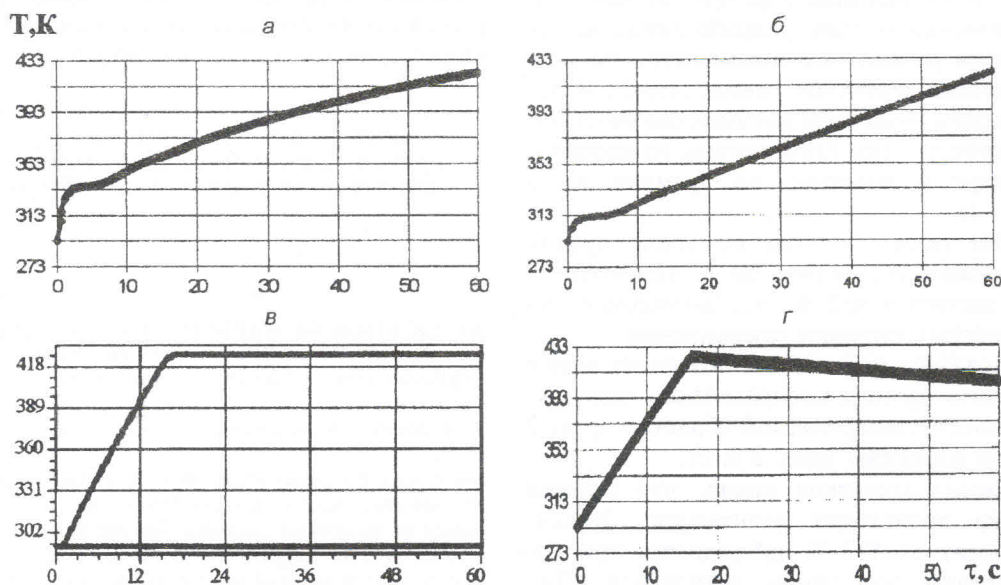


Рис. 1. Зависимость распределения температуры в различные промежутки времени: а — цилиндрическая оболочка толщиной 2 мм; б — цилиндрическая оболочка толщиной 10 мм; в — плоская пластина толщиной 2 мм; г — плоская пластина толщиной 10 мм

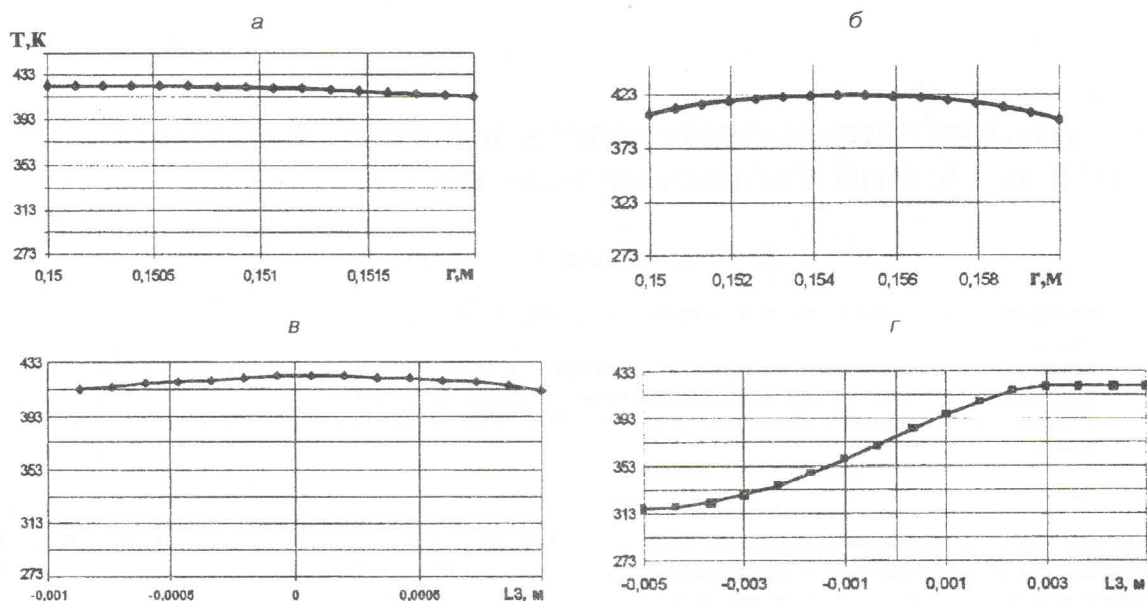


Рис. 2. Зависимость распределения температуры от толщины изделия: а — цилиндрическая оболочка толщиной 2 мм; б — цилиндрическая оболочка толщиной 10 мм; в — плоская пластина толщиной 2 мм; г — плоская пластина толщиной 10 мм

препрега на 1 мм толщины пакета. Давление формования составляет  $P_{\phi} = 0.5$  МПа.

Для обеспечения равномерного нагрева и получения стабильных физико-механических характеристик возникает необходимость контроля температурного поля по времени и толщине.

Для прогнозирования температурных явлений, протекающих в облучаемом изделии, использовалась математическая модель, разработанная на основании методов разделения переменных (метода Фурье) и конечных разностей (метод сеток). Математическая модель позволила проанализировать зависимость распределения температуры во вращающемся цилиндре и пластине по времени и по толщине (рис. 1).

Исследования показали, что во всех случаях время отверждения составляет 60 с, температура отверждения достигает 423 К, что достаточно для полного завершения процесса отверждения.

Расчет по предлагаемой модели позволяет также проанализировать процесс распределения температуры по толщине цилиндрической оболочки (рис. 2 а, б) и плоской пластины (рис. 2 в, г).

Из приведенных графиков видно, что прогрев стеклопластика происходит равномерно. Максимальная температура 423 К наблюдается при нахождении изделий под окном ускорителя. При

выходе из этой зоны облучения происходит постепенное охлаждение материала.

Представленные результаты позволяют заключить, что приведенная математическая модель позволяет проанализировать температурное поле в стеклопластике, облучаемом ускоренными электронами и способствует назначению оптимальных параметров отверждения, обеспечивающих высокую степень поликонденсации и повышение физико-механических показателей композита.

1. Беляев Н. М., Рядно А. А. Математические методы теплопроводности. — Высш. шк., 1993.—415 с.
2. Зарубин В. С. Инженерные методы решения задач теплопроводности. — М: Энергоатомиздат., 1983.—328 с.

#### APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELLING IN STUDIES OF PROCESSES OF HEATING FIBER-GLASS-REINFORCED PLASTICS

T. A. Man'ko, N. A. Zadoya

We propose the model which allows us to analyse process of heating of glass fibre plastics (KT-11-TOA + ЛБС-4) with the use of the energy of accelerated electrons. We established that such a model may promote the assignment of optimum parameters of solidification and increase of physical and mechanical properties of material.