

МНОГОМОДЕЛЬНЫЙ МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Н.П. Жуков¹, Н.Ф. Майникова², Ю.Л. Муромцев³, А.С. Чех¹

*Кафедры: «Гидравлика и теплотехника» (1),
«Теория механизмов машин и детали машин» (2),
«Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем» (3), ТГТУ*

Реферат препринта № 07

Ключевые слова и фразы: кристаллические полимеры; математическая модель; неразрушающий контроль; полимерные композиционные материалы; регулярный тепловой режим; релаксационные переходы; температурозависимые теплофизические характеристики; теплопроводность; температуропроводность; тепловая активность; теплоемкость; твердофазные полиморфные превращения.

Аннотация: Разработан экспресс-метод теплофизического неразрушающего контроля температурно-временных характеристик структурных превращений (фазовых и релаксационных) в полимерных материалах. Многомодельный метод основан на аналитических решениях ряда математических моделей процессов теплопереноса в исследуемом теле для рабочих участков нескольких термограмм, зафиксированных одновременно в процессе кратковременного опыта, как на стадии нагрева, так и на стадии остывания. Продемонстрировано применение предложенных методик и разработанной измерительно-вычислительной системы. Зарегистрированы температурно-временные характеристики полиморфных твердофазных превращений в ряде полимерных материалов.

Применявшиеся до настоящего времени для изучения и контроля состояния полимеров спектроскопические, рентгеновские, традиционные релаксационные методы, дифференциальный термический анализ (ДТА), дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) и др., безусловно, позволили продвинуться вперед в изучении физики полимеров. Однако, создание новых эффективных комплексных неразрушающих экспресс-методов, дающих возможность оперативно фиксировать температурно-временные параметры структурных превращений в полимерах и композиционных материалах на их основе, является актуальной задачей.

В данной работе представлены разработанные с этой целью многомодельный экспресс-метод и, реализующая его, измерительно-вычислительная система (ИВС). Метод основан на регулярных тепловых режимах и применен на ряде моделей плоского и сферического полупространств. Представлены аналитические решения математических моделей процессов теплопереноса. Изложены методики, позволяющие оперативно определять не только комплекс теплофизических характеристик полимерных материалов, но и возможные аномальные изменения ТФХ с ростом температуры за счет теплоты эффектов возможных твердофазного или релаксационного переходов. В работе дается описание измерительно-вычис-

лительной системы. Созданы методики обнаружения полезных сигналов, регистрирующих температурно-временные характеристики структурных переходов в полимере за счет теплоты эффекта превращения. Разработаны алгоритмическое и программное обеспечения ИВС, позволяющие использовать статистические критерии при обнаружении полезных сигналов на фоне шумов. Продemonстрировано применение предложенных методик и ИВС при регистрации температурно-временных характеристик полиморфных твердофазных превращений в ряде полимеров и композиционных материалов на их основе.

Multi-Model Method of Non-Destructive Thermophysical Control for Structural Transformations in Polymer Materials

N.P. Zhukov¹, N.F. Mainikova², Yu.L. Muromtsev³, A.S. Chekh¹

*Departments: "Hydraulics and Thermal Engineering" (1)
"Theory of Machine Mechanisms and Machine Parts" (2),
"Designing of Radio-Electronic and Microprocessor Systems" (3), TSTU*

Key words and phrases: crystal polymers; heat capacity; heat diffusivity; heat conductivity; mathematical mode; non-destructive control; polymer composite materials; regular thermal mode; relaxation transfers; temperature dependent thermal physical characteristics; solid-phase polymorpher transformations; thermal activity.

Abstract: Express method of thermophysical non-destructive control of time temperature characteristics of structural transformations (phase and relaxation) in polymer materials is developed. Multi-model method is based on analytical solutions of number of mathematical models of heat transfer process in the examined body for working areas of several thermograms, fixed simultaneously in the process of short-term experiment at the stages of heating and cooling. Application of suggested methods and calculating measuring system is demonstrated. Time-temperature characteristics of polymorpher solid phase transformations in the number of polymer materials are registered.

Multimodellmethode der nicht zerstörenden wärme-physikalischen Kontrolle der strukturellen Umwandlungen in Polymerstoffen

Zusammenfassung: Es ist die Express - Methode der wärme-physikalischen nicht zerstörenden Kontrolle der temperatur-temporalen Charakteristiken der strukturellen Umwandlungen (phase und relax) in Polymerstoffen entwickelt. Multimodellmethode ist auf den analytischen Lösungen der Reihe der matematischen Modelle der Prozesse der Wärmeübertragung im untersuchten Körper für die Arbeitsbereiche der einigen Thermogramme, die gleichzeitig im Laufe der kurzzeitigen Versuchs auf den Stadien der Erwärmung und des Abkühlens festgehalten sind, gegründet. Es ist die Anwendung der angebotenen Methodiken und des entwickelten Meßrechensystems demonstriert. Es sind die temperatur-temporalen Charakteristiken der polymorphen hartphasen Umwandlungen in einer Reihe von Polymerstoffen registriert.

Méthode à plusieurs modèles du contrôle thermophysique non-destructif des transformations structurelles dans les matériaux polymères

Résumé: On a élaboré l'express-méthode du contrôle thermophysique non-destructif des caractéristiques de température et de temps des transformations structurelles (de phase et de relaxation) dans les matériaux polymères. La méthode à plusieurs modèles est fondée sur les solutions analytiques des modèles mathématiques des processus du transfert de chaleur dans le corps étudié pour les secteurs des thermogrammes qui sont fixés simultanément au cours de l'échauffement et du refroidissement. On a montré l'application des méthodes proposées et du système élaboré de mesure et de calcul. On a enregistré les caractéristiques de température et de temps des transformations polymorphes de phase solide dans une série des matériaux polymères.
