

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕМОСТРАЦИОННОГО КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

© В.И. Иволгин, В.Е. Иванов, А.В. Карпенков

Изучение курса «Уравнения математической физики» зачастую сопряжено с трудностями, которые возникают при попытке наглядной демонстрации того или иного физического явления. В частности, изучая процессы линейной теплопроводности, обычно используют традиционные приемы. В одном случае, решение уравнения линейной теплопроводности, полученное аналитическим путем, анализируется без применения демонстраций. При этом ограничиваются графическим построением зависимости температуры от времени при фиксированной координате $U = U(x_0, t)$, или температуры от координаты при фиксированном времени $U = U(x, t_0)$. В другом случае, можно поставить простую демонстрацию и каким-либо косвенным образом судить о справедливости математического решения $U = U(x, t)$. Кроме этого, процесс распространения тепла можно смоделировать на компьютере, взяв за основу готовые математические формулы. Компьютеризировав экспериментальную демонстрационную установку, эти методы изучения можно успешно совместить и исключить при этом их отрицательные стороны, не утратив положительные моменты.

В связи с этим, цель настоящей работы заключалась в создании экспериментального компьютеризированного комплекса, позволяющего воссоздать условия, описываемые в ряде физических задач, связанных с решением уравнения линейной теплопроводности.

В качестве исследуемого объекта использовался стержень конечной длины. Вдоль стержня, в поперечном направлении, были установлены терморезисторы, которые служили датчиками температуры. Сигналы, снимаемые с терморезисторов, поступали на вход аналого-цифрового преобразователя. Для ввода и вывода информации использовался параллельный *LPT* порт

компьютера. Для функционирования экспериментального комплекса, а также обработки экспериментальных данных была разработана программа, написанная на языке программирования *PASCAL*.

Данный экспериментальный комплекс позволяет непрерывно во времени строить зависимость температуры от координаты, отсчитываемой вдоль оси стержня $U = U(x, t_0)$, а также проводить сравнительный анализ кривых $U = U(x, t)$, полученных в разные моменты времени: (начало процесса $U(x, 0) \rightarrow$ ход процесса $\frac{\partial U(x, t)}{\partial t} \neq 0 \rightarrow$ выход на стационарный режим $\frac{\partial U(x, t)}{\partial t} = 0$). Так как с помощью данного комплекса

изучаются реальные тепловые процессы (теплообмен с окружающей средой через боковую поверхность стержня, различие температуры всех точек данного поперечного сечения стержня, наличие неоднородностей в стержне, обусловленных размещением терморезисторов), то имеется возможность наглядно продемонстрировать отличие реальных температурных зависимостей от аналитических, полученных в ходе решения идеализированных задач.

Таким образом, в результате проделанной работы создан демонстрационный экспериментальный комплекс, с помощью которого можно решать реальные физические задачи о распространении тепла в стержне конечной длины с учетом различных начальных и граничных условий, наглядно демонстрировать процессы линейной теплопроводности, сравнивать их с математическими моделями, а также применять в изучении физико-математических курсов современные компьютерные технологии.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИЧЕСКОГО НАНОИНДЕНТИРОВАНИЯ ЦИРКОНИЕВЫХ КЕРАМИК С ЧАСТИЧНО СТАБИЛИЗИРОВАННОЙ СТРУКТУРОЙ

© В.В. Коренков, И.В. Блохин

Высокие контактные давления, возникающие вблизи вершины острого индентора при его погружении в поверхностный слой циркониевой керамики с частично стабилизированной структурой (PSZ – *partial stabilized zirconia*), способны инициировать в этой области контакта фазовое превращение (ФП). Этот ФП, по анало-

гии с мартенситным превращением в сталях, имеет не диффузионную природу и сопровождается скачкообразным изменением как удельного объема зоны деформирования ($\delta V \sim 5\%$), так и сдвигового напряжения ($\delta \tau \sim 10\%$). При этом ФП в PSZ керамиках необратим, так как ее исходная тетрагональная структура