

Технические науки

УДК 536.2

Прокопов Виктор Григорьевич

*доктор технических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник*

Институт технической теплофизики НАН Украины

Prokopov Viktor

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Фиалко Наталия Михайловна

*доктор технических наук, профессор, заведующая отделом,
член-корреспондент НАН Украины*

Институт технической теплофизики НАН Украины

Fialko Nataliia

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Шеренковский Юлий Владиславович

*кандидат технических наук,
старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник*

Институт технической теплофизики НАН Украины

Sherenkovskiy Julii

*Candidate of Technical Sciences (PhD),
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Меранова Наталия Олеговна

*кандидат технических наук,
старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Meranova Nataliia

*Candidate of Technical Sciences (PhD),
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Юрчук Владимир Леонидович

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Yurchuk Vladimir

*Candidate of Technical Sciences (PhD),
Senior Scientific Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Полозенко Нина Петровна

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Polozenko Nina

*Candidate of Technical Sciences (PhD),
Senior Scientific Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Малецкая Ольга Евгеньевна

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Maletska Olha

Candidate of Technical Sciences (PhD),

Senior Scientific Researcher

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

**ЭФФЕКТЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ В
УСТОЙЧИВЫХ МНОГОМЕРНЫХ ПРОЦЕССАХ ПЕРЕНОСА
EFFECTS OF LOCALIZING THE INFLUENCE OF INITIAL
CONDITIONS IN STABLE MULTIDIMENSIONAL TRANSFER
PROCESSES**

***Аннотация.** Выполнен анализ эффектов локализации влияния начальных условий на особенности протекания нестационарных процессов переноса. Показано, что использование этих эффектов лежит в основе разработки ряда известных теорий и принципов.*

***Ключевые слова:** нестационарные процессы переноса, локализация влияния начальных условий, зоны локализации влияния.*

***Summary.** An analysis is made of the effects of localization of the influence of the initial conditions on the features of the course of unsteady transfer processes. It is shown that the using of these effects underlies the development of a number of well-known theories and principles.*

***Key words:** non-stationary transfer processes, localization of the influence of initial conditions, zones of localization of influence.*

Введение. Протекание процессов переноса в сплошных средах существенным образом зависит от условий однозначности, определяющих

индивидуальные особенности изучаемых процессов. Как отмечается в литературе (см., например, [1-3]), при определенных обстоятельствах влияние условий однозначности носит локализованный характер, что сказывается на характере протекания процессов и может быть использовано при построении методов их описания.

Цель работы состоит в исследовании особенностей локализации влияния одного из условий однозначности – начального условия – на характеристики процессов переноса в нестационарных режимах.

Результаты и обсуждение. Из анализа литературы следует, что существуют различные теории, принципы, понятия, в основе которых лежит свойство локализации влияния начальных условий. Примером учета временной локализации влияния особенностей начальных условий может служить теория регулярного режима. В этой теории используется тот факт, что в определенных ситуациях при достаточно больших значениях времени t специфика начального распределения температуры $\vartheta_0(x, y, z)$ практически не оказывает влияния на характер протекания нестационарного процесса теплопроводности. Именно в связи с наличием временной локализации влияния специфики начальных условий возможно наступление так называемого регулярного режима. В этой временной области (то есть в области регулярного режима) закономерности изменения тепловых характеристик существенно упрощаются (рис. 1). Регулярный режим первого и второго рода характеризуется независимостью от времени отношения удельного теплового потока q в любой точке к потоку теплоты на его поверхности q_{Π} : $q / q_{\Pi} = f(x, y, z)$. В качестве общего свойства теплового регулярного режима может служить соотношение:

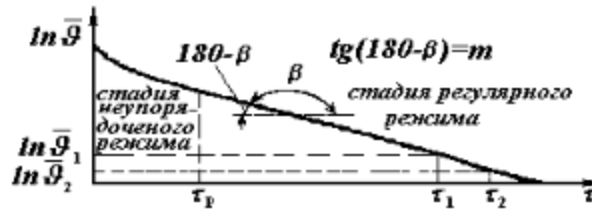
$$-\frac{1}{\bar{\vartheta}} \cdot \frac{\partial \bar{\vartheta}}{\partial \tau} = m,$$

где $\bar{\vartheta}$ - средняя по объему тела избыточная температура; m – темп охлаждения.

Примером проявления отмеченного свойства временной локализации влияния специфики начальных условий являются также так называемые стационарно периодические режимы (регулярные режимы третьего рода). Здесь в начальный период состояние объекта существенным образом зависит от особенностей начальных условий. Однако, с течением времени эта зависимость уменьшается и при достаточно больших временных интервалах $\tau > \tau_{СП}$ в любой точке A , принадлежащей рассматриваемой области Ω , оказывается практически неощутимой. В этом случае выполняется равенство $t(A, \tau) = t(A, \tau + n\tau_{СП})$, где $\tau_{СП}$ - период температурных колебаний, n – число колебаний (рис. 1).

Локализация влияния особенностей начальных условий имеет место и в случае квазистационарных процессов (предельных состояний), которые наблюдаются при наличии подвижных локализованных источников энергии. В этих ситуациях по истечении некоторого временного интервала $\Delta\tau_{KB}$ распределение температуры становится неизменным относительно движущегося источника теплоты. На рис. 1 представлено квазистационарное температурное поле и приведена соответствующая зависимость, определяющая безразмерную величину θ для случая неограниченной пластины толщиной $\delta_{П}$ при наличии движущегося с постоянной скоростью V источника теплоты мощностью Q . (Здесь Bi – число Био, $Bi = \alpha \cdot \delta_{П} / \lambda$, Pe – число Пекле; r - плоский радиус-вектор, $r = \sqrt{x^2 + y^2}$, K_0 – бесселева функция от мнимого аргумента второго рода нулевого порядка).

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ
ТЕОРИЯ РЕГУЛЯРНОГО РЕЖИМА



$$-\frac{\partial(\ln \bar{\vartheta})}{\partial \tau} = -\frac{1}{\bar{\vartheta}} \frac{\partial \bar{\vartheta}}{\partial \tau} = m = \text{const} \quad q/q_{\pi} = f(x, y, \vartheta)$$

КВАЗИСТАЦИОНАРНЫЙ РЕЖИМ



$$\theta = \exp[-0,5Pe_x] K_0 \left[0,5Pe_r \sqrt{1 + \frac{8Bi}{Pe_\delta^2}} \right]$$

$$\theta = \frac{2\pi\lambda\delta}{Q} t(r, x); \quad Bi = \frac{\alpha\delta_\pi}{\lambda}; \quad Pe_x = \frac{Vx}{a}; \quad Pe_r = \frac{Vr}{a}; \quad Pe_\delta = \frac{V\delta_\pi}{a}$$

СТАЦИОНАРНО- ПЕРИОДИЧЕСКИЙ РЕЖИМ



$$\theta(A, \tau) = \theta(A, \tau + n\tau_n) \quad A \in \Omega$$

Рис. 1. Примеры использования эффектов локализации влияния начальных условий

Следствием временной локализации влияния начальных условий может являться также наступление стационарных режимов. В этой ситуации процессы переноса хотя и имеют место, однако, как известно, они не зависят от характера начального распределения.

В качестве примера временной локализации влияния начальных условий можно провести процессы установления различных равновесных

состояний (например, процессы выравнивания температуры, концентрации напряжения и пр.).

Следует подчеркнуть, что в зависимости от конкретных ситуаций влияние начальных условий может устраниться вследствие эффекта локализации либо практически полностью, либо лишь частично. В последнем случае локализуется только влияние специфики начального распределения. Зависимость же процесса от среднего уровня функции, задающей начальное распределение, при этом сохраняется.

Выводы. Показано, что использование эффектов локализации влияния начальных условий является действенным средством упрощения описания нестационарных процессов переноса, на применении которого базируется ряд плодотворных научных разработок.

Литература

1. Прокопов В.Г., Фиалко Н.М., Шеренковский Ю.В. Основные принципы теории локализации // Доповіді Національної академії наук України, 2002. №6. С. 98-104.
2. Прокопов В.Г., Фиалко Н.М., Шеренковский Ю.В. Основной принцип теории локализации // Технологические системы 2002. Вып. 2. С.137-140.
3. Прокопов В.Г., Фиалко Н.М., Шеренковский Ю.В. Основы теории локализации. Киев, ИТТФ НАНУ, 2003. 214 с.