

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

**АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ
ВНУТРЕННИХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОТЫ И ГЕОМЕТРИИ ОБЛАСТИ
В ПРОЦЕССАХ ПЕРЕНОСА
ANALYSIS OF THE LOCALIZATION FEATURES OF THE INTERNAL
HEAT SOURCES INFLUENCE AND AREA GEOMETRY IN TRANSFER
PROCESSES**

Аннотация. *Рассмотрены закономерности локализации влияния на особенности многомерных процессов переноса таких условий однозначности, как внутренние источники энергии и геометрические характеристики изучаемых систем. Показано, что учет этих особенностей при исследовании различных технологических процессов позволяет разработать ряд эффективных методов их описания.*

Ключевые слова: *локализация влияния условий однозначности, внутренние источники энергии, геометрические характеристики системы.*

Summary. *The localization patterns of the influence on the characteristics of multidimensional transfer processes of such uniqueness conditions as internal energy sources and geometric characteristics of the systems under study are considered. It is shown that taking these features into account in the study of different technological processes allows us to develop a number of effective methods for their description.*

Key words: *localization of the uniqueness conditions influence, internal energy sources, geometric characteristics of the system.*

Введение. Среди различных обобщенных методов анализа процессов переноса в сплошных средах особое место занимает подход, базирующийся на изучении закономерностей локализации влияния условий однозначности [1,2]. Это обусловлено в большой мере тем, что знание таких закономерностей позволяет существенно упростить решения рассматриваемых многомерных задач.

Цель работы состоит в изучении эффектов локализации влияния на особенности исследуемых процессов переноса таких условий однозначности как внутренние источники энергии и геометрические характеристики рассматриваемых систем.

Результаты и обсуждение. Рассмотрим некоторые из приводимых в литературе данных, касающихся эффектов локализации влияния особенностей внутренних источников энергии q_V . В качестве примера учета локализации влияния специфики пространственного распределения внутренних источников энергии может служить так называемый принцип местного влияния источников теплоты Н.Н. Рыкалина. Данный принцип формулируется следующим образом: характер распределения источников теплоты значительно сказывается на температурном поле лишь на расстояниях одного порядка с размерами области, занятой источником. Температурное поле в области, удаленной от источника, не изменится, если заменить произвольно распределенные источники теплоты эквивалентными по величине и расположению сосредоточенными источниками. В соответствии с этим различия в температурных полях, обусловленные разными эпюрами внутренних источников энергии $(q_{V_1}, q_{V_2}, q_{V_3})$, при

равенстве общего теплоподвода Q ($Q = \int_{\Delta W_1} q_{V_1} dW = \int_{\Delta W_2} q_{V_2} dW = \int_{\Delta W_3} q_{V_3} dW$), где

ΔW – пространственная область задания внутренних источников) практически локализуются в пределах сравнительно небольшой подобласти, определяемой размером δ_u (рис. 1). Отмеченный принцип широко используется в общей теории распространения теплоты при сварке, разработанной Н.Н. Рыкалиным. Эффект локализации влияния изменений величины тепловой мощности источника во времени отражен в следующем положении, сформулированном В.И. Махненко. Если в течение промежутка времени $\Delta\tau$ в теплопроводящем теле действует источник теплоты, эффективная мощность которого изменяется по произвольному закону $q_{V_1} = q_{V_1}(\tau)$, то через отрезок времени $\delta\tau$ после прекращения действия источника температурное поле будет примерно таким же, как если бы в течение отрезка времени $\Delta\tau$ был приложен эквивалентный по времени и пространственному распределению источник постоянной мощности q_{V_2} , равный среднему значению $q_{V_1}(\tau)$ за период $\Delta\tau$ ($q_{V_2} = \frac{1}{\Delta\tau} \int_{\Delta\tau} q_{V_1} d\tau$).

Содержание данного принципа иллюстрирует рис. 1, где t_1, t_2 - температуры отвечающие разным источникам теплоты q_{V_1} и q_{V_2} . Заметим, что принцип Н.Н.Рыкалина и положение В.И. Махненко справедливы как для внутренних, так и для поверхностных источников теплоты.

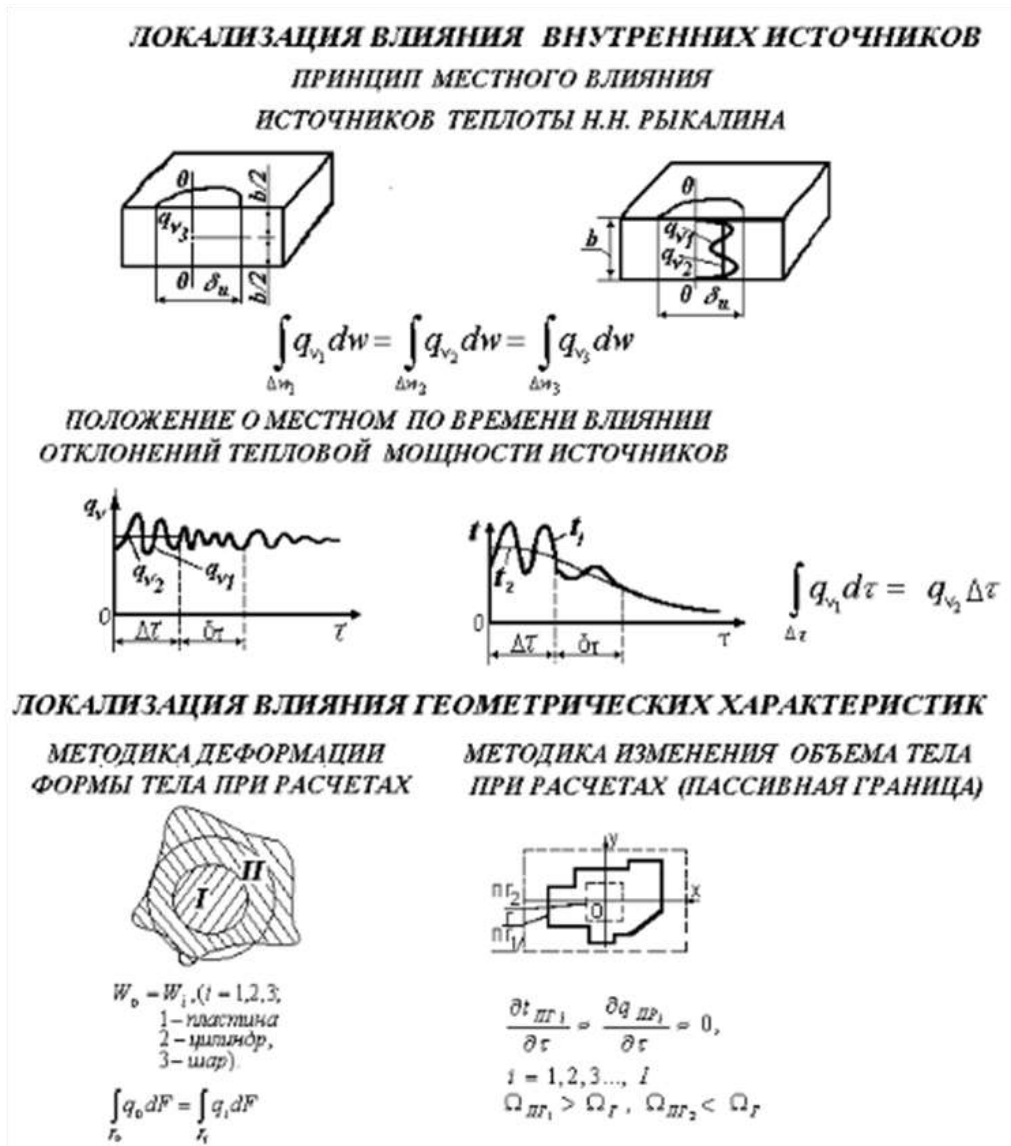


Рис. 1. Примеры использования эффектов локализации влияния внутренних источников энергии и геометрических характеристик

Рассмотрим примеры использования эффектов локализации влияния особенностей геометрических характеристик области. Достаточно широкое распространение в практике инженерных расчетов теплового состояния тел различной конфигурации нашли следующие две методики: методика изменения формы тела путем его деформации при неизменном объеме W и методика изменения размеров тела с изменением объема. В первом случае

тело сложной конфигурации заменяется телом простой формы (пластина, цилиндр, шар) при условии неизменности теплового потока, подводимого к телу, $\int_{F_0} q_0 dF = \int_{F_i} q_i dF$, где F_0, F_i - ограничивающие поверхности тел сложной и простой формы соответственно. При этом изменение конфигурации области существенным образом сказывается лишь в пределах подобласти II, прилежащей к ограничивающей поверхности, на достаточном же удалении от границы тела (в подобласти I) влияние изменения формы тела практически отсутствует (рис.1). Очевидно, зона II представляет собой зону локализации влияния специфики конфигурации ограничивающей поверхности.

Вторая из отмеченных методик применяется в тех случаях, когда в пределах рассматриваемой области в силу эффектов локализации может быть выделена подобласть, за пределами которой температура t_{III_i} и тепловой поток q_{III_i} в расчетном интервале времени оказывались практически неизменными $\frac{\partial t_{III_i}}{\partial \tau} \approx 0, \frac{\partial q_{III_i}}{\partial \tau} \approx 0$. Поверхность, на которой выполняются эти условия, называется пассивной границей. Поскольку возможно изменение положения пассивной границы в определенных пределах, то рассматриваемая область Ω_{II} может быть уменьшена, $\Omega_{III_1} > \Omega_{II}$, или увеличена, $\Omega_{III_2} < \Omega_{II}$ (см. рис.1).

Выводы. Показана эффективность использования закономерностей локализации влияния внутренних источников энергии и геометрических характеристик системы при формулировке ряда принципов и положений, применяемых при исследовании процессов переноса.

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.