

УДК 517.983.54

А. П. Янковский✉

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В КОМПОЗИТНЫХ ТЕЛАХ, АРМИРОВАННЫХ ТРУБКАМИ С ЗАВИХРИТЕЛЯМИ, ПО КОТОРЫМ ПРОКАЧИВАЕТСЯ В ТУРБУЛЕНТНОМ РЕЖИМЕ ЗАКРУЧЕННЫЙ ЖИДКИЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ. I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Получена система уравнений, описывающих стационарный теплоперенос в композитных телах, пространственно армированных системой трубок с завихрителями, по которым в турбулентном режиме прокачивается закрученный несжимаемый жидкий теплоноситель. Для определения скоростных форм-параметров потоков в трубках использованы основные соотношения модели трансформации вихря в канале с завихрителями. Сформулирована соответствующая краевая задача. Показано, что система квазилинейных разрешающих уравнений имеет составной тип, причем траектории трубок совпадают с действительными характеристиками этой системы. Продемонстрировано, что кроме традиционных температурных и тепловых условий, задаваемых на границе теплообменника, необходимо дополнительно задавать температуры и значения скоростных форм-параметров закрученных потоков жидкостей на входе их в трубки. Эти входные температуры жидкости и форм-параметры потока позволяют управлять подводом или отводом тепла из теплообменника.

Ключевые слова: теплоперенос, композитные конструкции, армирование трубок, жидкий теплоноситель, структурная модель, турбулентное течение, каналы с завихрителями, модель трансформации вихря.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОПЕРЕНОСЕННЯ В КОМПОЗИТНИХ ТІЛАХ, АРМОВАНИХ ТРУБКАМИ З ЗАВИХРЮВАЧАМИ, ПО ЯКИХ ПРОКАЧУЄТЬСЯ У ТУРБУЛЕНТНОМУ РЕЖИМІ ЗАКРУЧЕНИЙ РІДКИЙ ТЕПЛОНОСІЙ. I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Отримано систему рівнянь для опису стаціонарного теплоперенесення у композитних тілах, просторово армованих системою трубок з завихрювачами, по яких в турбулентному режимі прокачується закручений нестисливий рідкий теплоносій. Для визначення швидкісних форм-параметрів потоків у трубках використано основні співвідношення моделі трансформації вихору в каналі з завихрювачами. Сформульовано відповідну крайову задачу. Показано, що система квазілінійних розв'язувальних рівнянь є складного типу, причому траєкторії трубок співпадають з дійсними характеристиками цієї системи. Продемонстровано, що крім традиційних температурних і теплових умов, які задаються на границі теплообмінника, необхідно додатково задавати температури і значення швидкісних форм-параметрів закручених потоків рідини на вході в трубки. Ці вхідні температури рідини і форм-параметри потоку дозволяють управляти підводом чи відводом тепла з теплообмінника.

Ключевые слова: теплоперенесення, композитні конструкції, армовані трубки, рідкий теплоносій, структурна модель, турбулентна течія, канали з завихрювачами, модель трансформації вихору.

MODELING OF HEAT TRANSFER IN COMPOSITE BODIES REINFORCED WITH TUBES WITH SWIRLERS THROUGH WHICH THE TWISTED LIQUID HEAT-TRANSFER AGENT MOVES IN TURBULENT REGIME. I. STATEMENT OF THE PROBLEM

The system of equations is obtained to describe the stationary heat and mass transfer in composite bodies, spatially reinforced with a system of tubes with swirlers through which the twisted incompressible liquid heat-transfer agent is pumped in turbulent regime. The basic relations of the vortex transformation model in the channel with vortexes are used to determine the velocity parameters of the flows in the tubes. The corresponding boundary value problem is formulated. It is shown that the system of quasilinear resolving equations has a composite type. Moreover the trajectories of the tubes coincide with the actual characteristics of this system. It is demonstrated that in addition to the traditional temperature and thermal conditions given at the heat exchanger boundary, it is necessary to give additionally the temperatures and velocity values of the form-parameters of the twisted flows of liquid at their inlet into the tubes. These inlet fluid temperatures and flow form-parameters allow one to control the supply or removal of heat from the heat exchanger.

Keywords: heat and mass transfer, composite structures, reinforcement with tubes, liquid heat-transfer agent, structural model, turbulent flow, channels with swirlers, model of vortex transformation.

Ин-т теорет. и прикл. механики
им. С. А. Христиановича СО РАН, Новосибирск, Россия

Получено
01.02.20

✉ yankovsky_ap@rambler.ru