

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. II. МОДЕЛЬНАЯ ЗАДАЧА

Для модельной задачи выполнены расчеты скоростных форм-параметров потоков теплоносителя в трубках и температурных полей в бетонных цилиндрических оболочках, продольно и спирально армированных стальными трубками, по которым прокачивается воздух. Проведено сравнение случаев усиления такой конструкции гладкими трубками и трубками с завихрителями. Продемонстрировано, что при прочих равных условиях использование трубок с завихрителями значительно интенсифицирует отвод тепла из конструкции по сравнению со случаями использования трубок с гладкой внутренней поверхностью. Обнаружено, что при некоторых типах тепловых граничных условий эффективность отвода тепла из конструкции существенно зависит от направления прокачивания теплоносителя по трубкам. Исследовано влияние на температурное поле в оболочке параметров армирования, размеров поперечных сечений трубок и скорости движения теплоносителя по ним. Установлено, что варьирование этих параметров позволяет в значительной мере управлять интенсивностью отвода тепла из композитного тела. Обнаружено, что в окрестности кромок железобетонной оболочки могут возникать ярко выраженные температурные краевые эффекты.

Ключевые слова: теплоперенос, композитные конструкции, армирование трубками, 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. II. МОДЕЛЬНА ЗАДАЧА

Для модельної задачі виконано розрахунки швидкісних форм-параметрів потоків теплоносія у трубках і температурних полів у бетонних циліндричних оболонках, поздовгньо і спірално армованих сталевими трубками, по яких прокачується повітря. Проведено порівняння випадків посилення такої конструкції гладкими трубками і трубками з завихрювачами. Показано, що при інших рівних умовах використання трубок з завихрювачами значно інтенсифікує відведення тепла з конструкції порівняно з випадками використання трубок з гладкою внутрішньою поверхнею. Виявлено, що при деяких типах теплових граничних умов ефективність відведення тепла з конструкції істотно залежить від напрямку прокачування теплоносія по трубках. Досліджено вплив на температурне поле в оболонці параметрів армування, розмірів поперечних перерізів трубок і швидкості по них руху теплоносія. Встановлено, що варіювання цих параметрів дозволяє значною мірою керувати інтенсивністю відведення тепла з композитного тіла. Виявлено, що в околі кромок залізобетонної оболонки можуть виникати яскраво виражені температурні крайові ефекти.

Ключові слова: теплоперенесення, композитні конструкції, армовані трубками, 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. II. MODEL PROBLEM

For the model problem, calculations for the velocity parameters of the heat-transfer agent flows in tubes and temperature fields in concrete cylindrical shells, longitudinally and spirally reinforced with steel tubes through which air is pumped, are performed. The comparison for the cases of reinforcement of such constructions with smooth tubes and tubes with swirlers is carried out. It is shown that, under other equal conditions, the use of tubes with swirlers significantly intensifies heat removal from the structure compared to the cases of using tubes with a smooth inner surface. It is found that for some types of heat boundary conditions, the efficiency of heat removal from the structure essentially depends on the direction of pumping heat-transfer agent through the tubes. The influence of reinforcement parameters, cross-sections dimensions of tubes and velocity of movement of heat-transfer agent along them on the temperature field in the shell is investigated. It is established that the variation of these parameters allows to control the intensity of heat removal from the composite body. It is found that in the vicinity of the edges of the reinforced concrete shell the pronounced temperature boundary effects can arise.

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