

КОНТАКТНАЯ ЗАДАЧА В НЕСТАЦИОНАРНОЙ ПОСТАНОВКЕ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЖЕСТКОГО УДАРНИКА И МЕМБРАНЫ НА СВЕРХЗВУКОВОМ РЕЖИМЕ

А. С. ОКОНЕЧНИКОВ

Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация

Г. В. ФЕДОТЕНКОВ

*Московский авиационный институт (НИУ), Москва, Российская Федерация,
НИИ механики МГУ, Российская Федерация*

Е. С. ФЕОКТИСТОВА

Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация

Вопросу решения контактных задач уделили свое внимание многие современные ученые. Однако большинство работ направлено на рассмотрение контактных задач в стационарной постановке. Представленная же работа направлена на изучение динамического взаимодействия ударника и мембраны. В качестве ударника рассматривается жесткий штамп, ограниченный выпуклой поверхностью. Взаимодействие между исследуемыми телами протекает во сверхзвуковом режиме. Как правило, если речь заходит о нестационарной постановке задачи, то исследование ведется с помощью численно-аналитических алгоритмов. В рамках данной работы удалось получить решение аналитическим путем.

В начальный момент времени ударник, все точки которого обладают некоторой скоростью v_0 , касается бесконечной мембраны. Вектор движения ударника перпендикулярен плоскости мембраны. При решении поставленной задачи были введены следующие допущения:

- 1) сила трения в системе отсутствует;
- 2) вне области контакта мембрана не деформирована.

В начальный момент времени t_0 мембрана находится в состоянии покоя, вследствие чего начальные условия для мембраны являются однородными.

В ходе работы над поставленной задачей было получено дифференциальное уравнение, связывающее глубину внедрения ударника в мембрану с радиусом пятна контакта на сверхзвуковом этапе взаимодействия.

На данный момент аналитическое решение поставленной задачи удалось получить для ударников цилиндрической, параболической и гиперболической форм, для решения задач с ударником более сложной формы предлагается использовать численное интегрирование уравнения методом Рунге – Кутты.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КАПЛЕУДАРНОЙ ЭРОЗИИ В КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ АВИАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А. А. ОРЕХОВ, Л. Н. РАБИНСКИЙ

Московский авиационный институт (НИУ), Российская Федерация

Исследуются методы процессов каплеударной эрозии конструкционных авиационных материалов и повышение точности прогнозов критических параметров внешних воздействий, приводящих к интенсивному разрушению поверхности элементов конструкций высокоскоростных летательных аппаратов, движущихся в атмосфере в дождевых условиях.

Проводится математическое моделирование процессов образования повреждений на поверхностях летательного аппарата при высокоскоростном полете через зоны дождя. Несмотря на малый размер капель и их малую массу, множественное ударное воздействие по поверхности материала

приводит к выкрашиванию и износу материалов, который может в результате приводить к полному разрушению носовых обтекателей, элементов теплозащиты, лопаток турбин, изменению геометрии аэродинамических поверхностей, снижению безопасности полета и т. д.

Решение проблемы каплеударной эрозии связано с выбором достаточно прочных материалов. Построение математической модели процессов каплеударной эрозии является важной составляющей в решении проблемы обеспечения защиты поверхностей высокоскоростных летательных аппаратов.

Для решения поставленной задачи предлагается использовать новый численно-аналитический метод, основанный на использовании поверхностных функций влияния и позволяющий снизить ресурсоемкие расчеты. Предлагается впервые исследовать не только единичный, но и периодический и стохастический режимы каплеударного воздействия. Приводятся примеры тестовых расчетов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект 23-49-00133), выданного Московскому авиационному институту.

УДК 539.3

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОБЪЕМНОГО ИСТОЧНИКА ТЕПЛА

А. А. ОРЕХОВ, Т. С. ТЕРЕЩЕНКО

Московский авиационный институт (НИИ), Российская Федерация

Аналитическими методами построена новая математическая модель для обобщенного гиперболического уравнения теплопроводности. Найденное решение соответствует воздействию сосредоточенного во времени и координатах объемного источника тепла, расположенного в теплопроводящем полупространстве. Для решения используются интегральные преобразования Фурье по пространственным координатам и интегральные преобразования Лапласа по времени. Соответствующие оригиналы построены аналитическими методами.

Показано, что фундаментальное решение представляет собой две сферические тепловые волны. Первая волна распространяется от источника, а вторая является отраженной тепловой волной от поверхности полупространства. Представлены графические результаты, раскрывающие особенности процесса распространения тепловой волны в полупространстве с учетом конечной скорости движения тепловых фронтов. Получено интегральное представление, позволяющее получать решения задачи о произвольных объемных источниках тепла в полупространстве. С использованием найденного фундаментального решения приведен пример решения задачи о действии непрерывного сосредоточенного источника тепла в полупространстве.

Полученный результат позволит с большой точностью решать задачи о высокоинтенсивных тепловых потоках в новых материалах с неклассическими теплопроводящими свойствами, а также оценки вклада нестационарной теплопроводности в процессы теплопереноса в материалах и конструкциях, подвергающихся воздействию интенсивных тепловых потоков (нагрев газами с высокой энтальпией, лазерная обработка поверхности, аддитивные технологии и т. д.).

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FSFF-2023-0004).

УДК 620.193

ПОВЕДЕНИЕ ЛЕЙКОСАПФИРА ПРИ АЭРОГАЗОДИНАМИЧЕСКОМ ОБТЕКАНИИ И НАГРЕВЕ ПОТОКАМИ ВОЗДУШНОЙ И АЗОТНОЙ ПЛАЗМ

В. А. ПОГОДИН, А. Н. АСТАПОВ

Московский авиационный институт, Российская Федерация

Работа продолжает систематические исследования [1–3], направленные на проведение анализа, корректировки и дополнения теоретического обоснования процессов пристеночной каталитической рекомбинации и аэрогазодинамического нагрева материалов в условиях воздействия скоростных высокоэнтальпийных потоков газа.