

Список використаних джерел

1. Біляєв М. М., Берлов О. В., Кіріченко П. С. Математичне моделювання в задачах промислової безпеки та охорони праці : монографія. Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов, 2017. 130 с.
2. Біляєв М. М., Біляєва В. В., Берлов О. В., Козачина В. А. CFD моделювання в аналізі ефективності систем захисту довкілля та працівників на робочих місцях : монографія. Дніпро : Журфонд, 2022. 268 с.
3. Anthony Michael Barret. Mathematical Modeling and Decision Analysis for Terrorism Defense: Assessing Chlorine Truck Attack Consequence and Countermeasure Cost Effectiveness : Dissertation. Pittsburg, 2009. 123 p.
4. Ilic P., Ilic S., Stojanovic Bjelic L. Hazard modelling of accidental release chlorine gas using modern tool – ALOHA Software, Quality of Life, 9, 2018. PP. 38–45.

Біляєв М. М.,

д-р техн. наук, професор,
завідувач кафедри гідравліки,
водопостачання та фізики,
Український державний університет науки
і технологій, ННІ «Дніпровський інститут
інфраструктури і транспорту», м. Дніпро

Семененко П. В.,

канд. техн. наук,
старший науковий співробітник,
Державне підприємство «Конструкторське
бюро «Південне» імені М. К. Янгеля», м. Дніпро

УДК 656.2.013:[504.6:519.87]

DOI: <https://doi.org/10.64076/ihrc250910.04>



КОМПЛЕКС ПРОГРАМ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ

Розроблено комплекс прикладних програм для проведення практичних занять з механіки рідини, газу та плазми. Комплекс програм орієнтований на вирішення сучасних задач в області проектування ракетно-космічної техніки.

Найважливішим питанням є прогнозована оцінка теплових полів навколо космічного апарату. Частину конструкції ракети-носія, яка призначена для

створення спеціальних умов для космічного апарата називають головним аеродинамічним обтічником. Він, забезпечує "мікроклімат" для космічного апарата на передстартових операціях. Сучасні конструкції головних аеродинамічних обтічників потребують обов'язково примусово вентилують повітряний об'єм. Ця конструкція є виробом, який має поєднувати мінімально можливу вагу з високою міцністю. Для її виготовлення використовують алюмінієві сплави та композитні матеріали [1, 2]. Температурний режим під час наземних операцій може бути в досить великому температурному діапазоні від +40 С* до -40*. Під час наземних операцій деякі прилади космічного апарата є джерелом тепловиділення. З'являється завдання забезпечення недопущення перегріву цих приладів [3]. При цьому інтенсивна зміна повітряних мас в об'ємі головного аеродинамічного обтічника не повинна викликати перевищення допустимих швидкостей повітря. При накладенні таких взаємовиключних умов виникає необхідність у чисельному моделюванні утворенні та поширенні теплових полів у повітряному об'ємі головного аеродинамічного обтічника.

Аналіз наукових статей показав актуальність вивчення питань тепломасопереносу як процесу. Так у статтях [4] моделюються процес примусової конвекції в прямокутному корпусі з постійним джерелом тепла. Повітряний об'єм примусово продувався повітряним потоком, який забезпечував взаємодію з нагрітими поверхнями. Дослідження проводилися з використанням комерційного програмного забезпечення Fluent®. У статтях [5, 6] проведено експериментальне дослідження для визначення впливу швидкості на конвекційну теплопередачу. Актуальним було забезпечення необхідних теплових режимів із мінімально можливими швидкостями повітряних мас.

Важлива задача – прогнозування рівня теплових полів навколо особливо "чутливих" поверхонь. Для рішення даної задачі розроблена швидкорозрахункова чисельна модель що прогнозує теплові поля в об'ємі обтічника на етапі передстартової підготовки. Моделюючи рівняння включають в себе рівняння енергії та рівняння руху нев'язкого газу. За допомогою розробленої чисельної моделі проведено обчислювальний експеримент, що підтвердив прогнозування надлишкового нагріву біля космічного апарату. Витрати комп'ютерного часу на проведення обчислювального експерименту дорівнюють 3 с. Це дає можливість проводити значну кількість розрахунків протягом практичних занять. Наукову новизну, як таку можна вважати, розроблену багатофакторну чисельну модель для аналізу теплових полів навколо окремих елементів космічного апарату при примусовому його вентилуванні. Модель дає можливість здійснювати рішення задачі масопереносу

в областях, що мають складну геометричну форму. Для чисельного інтегрування моделюючих рівнянь використані кінцево-різницеві схеми.

Розробка математичних моделей і комплекс прикладних програм дають можливість ознайомити студентів з сучасними методами вирішення задач аеродинаміки та теплопереносу

Список використаних джерел

1. A. Potapov. Payload fairings comparison of existing and prospective launch vehicles and their foreign counterparts. A. Potapov, V. Kovalenko, A. Kondratiev. Авиационно-космическая техника и технология научно-технический журнал. 2015, № 1 (118). ISSN 1727-7337.

2. Кашанов, А.Э., Дегтярев, А.В., Гладкий, Э.Г., Баранов, Е.Ю. 2012. Оценка технических рисков при пуске ракеты-носителя "Днепр", Авиационно-космическая техника и технология 5 (92): 113–117. (in Russian).

3. Groves, C. E. 2014. Computational Fluid Dynamics Uncertainty Analysis for Payload Fairing Spacecraft Environmental Control Systems. Doctoral dissertation, University of Central Florida, 160 p. <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20140008549/downloads/20140008549.pdf>.

4. M.T. Pamuk. Numerical simulation of forced convection in an enclosure. JP Journal of Heat and Mass Transfer. Volume 18, Issue 1, Pages 133 - 144 (October 2019). <http://dx.doi.org/10.17654/HM018010133>.

5. M. Dutra. Cooling of an object by forced convection. M. Dutra, M. Monteiro, A. C. Marti. Physics Education. Submitted on 12 Apr 2024 (v1), last revised 15 Apr 2024 (this version, v2). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.08587>.

6. A. Riaz. Convection Heat Transfer from Heated Thin Cylinders Inside a Ventilated Enclosure A. Riaz. A. Ibrahim. M. Sohail Bashir. M. Abdullah. A. Shah. A. Quddus. Semiconductor Science and Information Devices. Volume 04. Issue 02. October 2022. <https://doi.org/10.30564/ssid.v4i2.4719>.

