

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ БЕССЕТОЧНЫМ ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДОМ СГЛАЖЕННЫХ ЧАСТИЦ*

Вас. С. Иванов¹, В. С. Иванов², Р. Р. Тухватуллина³, С. М. Фролов⁴, Б. Басара⁵

Аннотация: Реализован бессеточный численный метод гидродинамики сглаженных частиц для решения уравнения теплопроводности в телах сложной трехмерной геометрии. Проведено сравнение полученных численных решений тестовых задач с аналитическими и численными решениями с использованием метода контрольных объемов. Проведен расчет установления температурного поля в трехмерной модели охлаждаемой крышки блока цилиндра двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Результаты расчетов с использованием бессеточного численного метода и метода контрольных объемов хорошо согласуются между собой. Предложенный метод планируется использовать для решения сопряженных газодинамических и тепловых задач: для решения газодинамической задачи будет использоваться сеточный метод, а для решения тепловой задачи в ограничивающих стенках и в обтекаемых телах — бессеточный численный метод.

Ключевые слова: трехмерное уравнение теплопроводности; бессеточный численный метод; гидродинамика сглаженных частиц; распределение температуры

DOI: 10.30826/CE20130308

Литература

1. *Lucy L. B.* A numerical approach to the testing of the fission hypothesis // *Astron. J.*, 1977. Vol. 82. P. 1013–1024.
2. *Gingold R. A., Monaghan J. J.* Smoothed particle hydrodynamics: Theory and application to non-spherical stars // *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 1977. Vol. 181. No. 3. P. 375–389.
3. *Libersky L., Petschek A. G.* Smooth particle hydrodynamics with strength of materials // *Advances in the free-Lagrange method including contributions on adaptive gridding and the smooth particle hydrodynamics method* / Eds. H. E. Trease, M. F. Fritts, W. P. Crowley. — Lecture notes in physics book ser. — Springer, 1991. Vol. 395. P. 248–257.
4. *Takeda H., Miyama S. M., Sekiya M.* Numerical simulation of viscous flow by smoothed particle hydrodynamics // *Prog. Theor. Phys.*, 1994. Vol. 92. No. 5. P. 939–960.
5. *Morris J. P., Fox P. J., Zhu Y.* Modeling low Reynolds number incompressible flows using SPH // *J. Comput. Phys.*, 1997. Vol. 136. No. 1. P. 214–226.
6. *Brookshaw L.* A method of calculating radiative heat diffusion in particle simulations // *P. Astron. Soc. Aust.*, 1985. Vol. 6. P. 207–210.
7. *Cleary P. W., Monaghan J. J.* Conduction modelling using smoothed particle hydrodynamics // *J. Comput. Phys.*, 1999. Vol. 148. No. 1. P. 227–264.
8. *Parshikov A. N., Medin S. A.* Smoothed particle hydrodynamics using interparticle contact algorithms // *J. Comput. Phys.*, 2002. Vol. 180. No. 1. P. 358–382.
9. *Sikarudi M. A. E., Nikseresht A. H.* Neumann and Robin boundary conditions for heat conduction modeling using smoothed particle hydrodynamics // *Comput. Phys. Commun.*, 2016. Vol. 198. P. 1–11.
10. *Liu M. B., Liu G. R.* Smoothed particle hydrodynamics (SPH): An overview and recent developments // *Arch. Comput. Method. E.*, 2010. Vol. 17. No. 1. P. 25–76.
11. *Monaghan J. J.* Smoothed particle hydrodynamics // *Annu. Rev. Astron. Astr.*, 1992. Vol. 30. No. 1. P. 543–674.
12. *Monaghan J. J., Lattanzio J. C.* A refined particle method for astrophysical problems // *Astron. Astrophys.*, 1985. Vol. 149. P. 135–143.

Поступила в редакцию 12.08.2020

*Работа выполнена за счет субсидии, выделенной ФИЦ ХФ РАН на выполнение Государственного задания по теме 0082-2016-0011 (номер государственной регистрации АААА-А17-117040610346-5) и субсидии, выделенной на выполнение Государственного задания ИСМАН (тема 45.2).

¹Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Ivanov94VS@yandex.ru

²Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук, ivanov.vls@gmail.com

³Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша Российской академии наук, tukhvatullinarr@gmail.com

⁴Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ; Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А. Г. Мержанова Российской академии наук, smfrol@chph.ras.ru

⁵AVL LIST GmbH, Graz, Austria, branislav.basara@avl.com