

Резюмируя проведенное исследование, можно сказать, что закрученный поток в вихревой трубе обладает сложной нестационарной трехмерной структурой. Сущностью эффекта вихревого энергоразделения является температурная стратификация сплошной среды. При этом очевидно, что энтальпия вынужденного вихря меньше энтальпии исходного потока, а энтальпия периферийного вихря выше энтальпии исходного потока. [2, 6].

Список публикаций:

[1] Хаит А. В. Исследование эффекта энергоразделения с целью улучшения характеристик вихревой трубы: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.04.13 / Хаит А. В.; Уральский фед. ун-т им. первого президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург, 2012. - 199 с.

[2] Бирюк В. В., Васильев В. К., Угланов Д. А., Горшкалева А. А., Шиманов А. А. Применение вихревого эффекта энергетического разделения газов. Методология проектирования новых устройств на уровне изобретений. Научно-практический журнал "Новые исследования в разработке техники и технологий". Сочи, №1, 2017. С 22-31.

[3] Алексеенко С. В., Окулов В. Л. Закрученные потоки в технических приложениях (обзор) // Теплофизика и аэромеханика. - 1996. - Т.3, №2. С 101-138.

[4] Ахметов Ю. М., Зангиров Э. И., Свистунов А. В. Возможный механизм течения вихревых закрученных потоков. Аэродромеханика. Москва. Труды МФТИ. Том 6, №2, 2014. С 99-104.

[5] Пиралишвили Ш. А. Вихревой эффект. Теория, эксперимент, численное моделирование. Сборник научных трудов SWORLD. Технические науки - Машиноведение и машиностроение. Иваново. Том 3, №3, 2013. С 79-99.

[6] Кузнецов В. И., Макаров В. В. К вопросу о сущности эффекта Ранка. Омский научный вестник. Серия "Авиационно-ракетное и энергетическое машиностроение". Омск. Том 2, №2, 2018. С 48-52. DOI: 10. 25206/2588-0373-2018-2-2-48-54.

## Тепломассоперенос на межфазной границе жидкость-газ

**Юнусов Игорь Олегович**

*Поликарпов Алексей Филиппович*

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина*

*Поликарпов Алексей Филиппович*

*[igor.iunusov@urfu.ru](mailto:igor.iunusov@urfu.ru)*

Проблема тепломассопереноса на межфазной границе жидкость – газ является фундаментальной и играет важную роль для многих областей науки и технологии. Помимо фундаментального интереса, проблема тепломассопереноса носит и прикладной характер в задачах, связанных с движением потока газа в различного рода микросистемах широкого спектра применения. Большинство существующих теорий, описывающих процессы переноса, предполагают условие термодинамического равновесия жидкой и газовой фазы. Рассмотрим задачу тепломассопереноса в газе, заключенном между двумя слоями своей жидкости, нижний и верхний слои которой поддерживаются при температурах  $T_1$  и  $T_2$  соответственно. Давления, соответствующие температурам  $T_1$  и  $T_2$ , равны  $p_1$  и  $p_2$ . Задача заключается в исследовании распределения макропараметров в объеме газа, определении величины потоков массы и тепла, переносимых с межфазной границы.

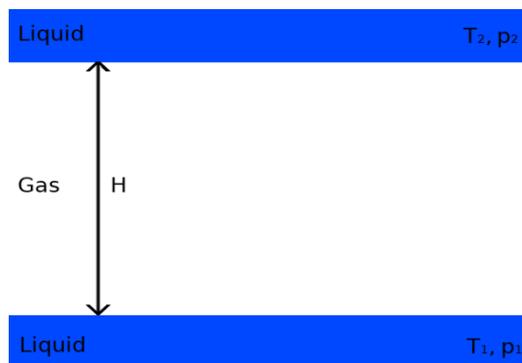


рис.1. Геометрия задачи

В общем случае, решение данной задачи основано на применении уравнения Больцмана и зависит от целого набора определяющих параметров: отношения давлений  $p_2/p_1$ , отношения температур  $T_2/T_1$ , параметра разреженности  $\delta$ , определяемого как  $\delta = H/l$ , где  $l$  является длиной свободного пробега. При этом граничные условия, в основном, задаются полуфеноменологическими моделями, близкими по своей сути к модели зеркально-диффузного отражения, в которой роль коэффициента аккомодации играет коэффициент конденсации. Применение данных моделей делает невозможным учет физических процессов, связанных с

фазовым переходом на межфазной границе жидкость-газ. Между тем, в ряде задач, связанных с кипением жидкости, пульсацией мениска, большой разности температур источника и стока тепла, условия на межфазной границе являются сильно неравновесными, что ведет, в частности, к возникновению скачков температуры и давления и делает использование кинетических граничных условий неоднозначным. В этом случае, представляет интерес подход, основанный на расчете межфазной границы методом молекулярной динамики, а затем использовании полученных результатов для решения кинетических уравнений.

Цель данной работы заключается в развитии мультимасштабного подхода, основанного на совместном применении кинетического уравнения Больцмана [1] и метода молекулярной динамики [2], проведении соответствующих расчетов макропараметров на основе численного решения уравнения Больцмана методом дискретных скоростей и методом молекулярной динамики, сравнении полученных результатов.

Список публикаций:

[1] A.P. Polikarpov, I. Graur // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2018. P. 124.

[2] Allen M. P., *Computer Simulations of Liquids* / M. P. Allen, D. J. Tildesley. – Ipswich: The Ipswich Book Co Ltd, 1987. – P. 237.