

Гидро- и термодинамика полидисперсной парок капельной смеси в цилиндрическом канале с нагретой стенкой¹²

Тукмаков А.Л.*, ** Тонконог В.Г.**, Тукмакова Н.А.**

*ИММ - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань

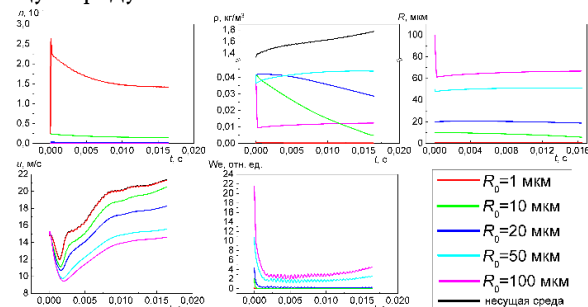
**Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева –КАИ, Казань

Работа посвящена исследованию течения полидисперсной парок капельной смеси в цилиндрическом канале с нагретой стенкой.

Описание движения полидисперсной парок капельной смеси основано на модели многоскоростного многотемпературного континуума. Несущая среда описывается системой уравнений Навье-Стокса для вязкого сжимаемого теплопроводного газа [1]. Дисперсная фаза описывается системой уравнений, куда входят уравнение неразрывности для средней плотности дисперсной фракции, уравнения сохранения компонент импульса, уравнение сохранения тепловой энергии. Системы уравнений для описания движения несущей среды и дисперсной фазы учитывают межфазный обмен массой, импульсом и энергией. Системы уравнений записываются в обобщённых криволинейных координатах и решаются явным методом Мак-Кормака второго порядка с расщеплением пространственного оператора по направлениям и со схемой нелинейной коррекции. Движение полидисперсной парок капельной смеси моделируется с учётом процессов дробления [2, 3], коагуляции, нагрева и испарения каплей [4].

В качестве примера на рисунке приведены результаты моделирования эволюции ансамбля из пяти капельных фракций в потоке внутри канала с нагретой внешней стенкой. При мгновенном внесении каплей в поток происходит дробление тех капельных фракций, для которых число Вебера превосходит критическое значение. При рассматриваемых скоростях и температурах потока такие фракции образованы каплями с начальными размерами 100 и 50 мкм. Вследствие дробления каплей их масса уменьшается, скорость увеличивается, уменьшается скоростное скольжение фракций относительно несущей среды, в результате чего число Вебера па-

дает ниже критического значения, на смену процессу дробления приходит процесс коагуляции с каплями меньших размеров: 1, 10, 20 мкм. Радиус каплей с начальным размером 10 мкм постепенно уменьшается, это связано с их нагревом и испарением и с переходом массы в несущую среду.



На рисунке показаны временные зависимости концентрации дисперсных фракций, плотности несущей среды и средних плотностей дисперсных фракций, радиусов дисперсных фракций, продольной составляющей скоростей несущей среды и дисперсных фракций, числа Вебера дисперсных фракций.

Список литературы:

- [1] Steger, J.L. Implicit Finite-Difference Simulation of Flow about Arbitrary Two-Dimensional Geometries // AIAA J. 1978. No. 7. pp. 679-686.
- [2] Арефьев К.Ю., Воронецкий А.В. Моделирование процесса дробления и испарения каплей нереагирующей жидкости в высокоэнтальпийных газодинамических потоках // ТИА. 2015. № 5. С. 609-620.
- [3] Тукмакова Н.А., Тукмаков А.Л. Модель динамики полидисперсной парок капельной смеси с газодинамическим дроблением каплей // ИФЖ. 2019. № 6. С. 2511-2519.
- [4] Тукмаков А.Л., Тонконог В.Г., Тукмакова Н.А. Гидро- и термодинамика полидисперсной парок капельной смеси канале регазификатора-подогревателя сжиженного природного газа // ТИА. № 2. С. 281-296.

¹ Грант РФФИ № 18-48-160017

² Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 075-03-2020-051/3 от 09.06.2020 (номер темы fzsu-2020-0021)