

**Исследование изменения режима движения пристеночного слоя криофлюида при свободноконвективном теплообмене методом конечно-элементного анализа**

Иванов Л.В. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Научный руководитель – д. т. н. проф. Баранов А. Ю. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Для моделирования хранения криогенных жидкостей необходимо определять коэффициенты теплоотдачи от стенки резервуара к хранимому криофлюиду. Специфика режима работы подобных резервуаров заключается в том, что при хранении, криогенная жидкость всегда находится в насыщенном состоянии. Существующие корреляции для определения коэффициентов теплоотдачи при конвективном теплообмене работают с достаточным уровнем точности только для режимов, когда флюид находится в переохлажденном или перегретом состоянии.

Также проблема постановки подобной задачи осложняется тем, что классические корреляции разработаны для граничных условий первого рода, когда задается температурный напор между греющей стенкой и флюидом. В то время как при моделировании тепловой изоляции резервуара граничные условия задаются третьего рода: задается плотность теплового потока на греющей поверхности. Это условия делает невозможным применение классических корреляций для определения коэффициента теплоотдачи при свободноконвективном теплообмене.

Описанная проблема может быть решена при помощи численного моделирования процессов теплопередачи методами конечных элементов. Подобное решение позволяет получить численные решения для различных типов задания граничных условий. И таким образом получить участок кривой кипения в зоне свободноконвективного теплообмена. Специфика моделирования тепловой изоляции криорезервуара заключается в том, что в нем могут существовать различных режимы движения пристеночного флюида: от ламинарного до турбулентного. Поскольку криогенные жидкости имеют малую вязкость, переход режимов происходит уже при крайне малых значениях теплового напора [1].

Моделирование выполнено с использованием программы Fluent [2]. Для решения задачи применен метод VoF в сочетании с использованием приближения Буссинеска. Его применение обусловлено малым изменением плотности флюида по толщине переходного теплового слоя.

Описанным методом может быть получены расчетные таблицы, позволяющие определять коэффициенты теплопередачи при различных давлениях для различных криопродуктов.

Список источников:

1. Григорьев В.А., Павлов Ю.М., Аметистов Е.В. Кипение криогенных жидкостей – М., Энергия, 1977. 288 с. с ил.;
2. Ansys Fluent theory guide – 2015 URL: <http://www.pmt.usp.br/academic/martoran/notasmodelosgrad/ANSYS%20Fluent%20Theory%20Guide%202015.pdf> (дата обращения 24.02.2023).