

МОДЕЛИ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АБСОРБЦИИ ДЛЯ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРОВ.

РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПОД РУКОВОДСТВОМ В.Е. НАКОРЯКОВА.

Григорьева Н.И.

*Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН
630090, Россия, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 1*

В докладе представлены результаты, полученные в течение тридцати лет на основе разработанных моделей взаимосвязанного тепломассопереноса при неизотермической абсорбции пара или газа жидкими растворами. Эти модели учитывают специфические особенности двухфазных бинарных систем, используемых в абсорберах термотрансформаторов. Процесс абсорбции в таких системах происходит с выделением значительного количества тепла. Для описания переноса тепла и массы в этом случае непригодны ни модели изотермической диффузии (без тепловыделения), ни модели конвективного теплообмена без диффузии.

Новый подход к проблеме взаимосвязанного тепломассопереноса при абсорбции применительно к абсорбционным преобразователям теплоты был впервые сформулирован В.Е. Накоряковым в работах, опубликованных в ИФЖ в 1977 году. Там же были приведены решения некоторых простейших задач. В дальнейшем все теоретические исследования проводились в рамках моделей взаимосвязанного тепломассопереноса.

Процессы переноса тепла и массы в растворе считаются взаимосвязанными и описываются системой уравнений теплопроводности и диффузии с соответствующими начальными и граничными условиями, в том числе и с сопряженными условиями на межфазной границе.

Математически взаимосвязь процессов переноса тепла и массы при абсорбции проявляется в том, что на межфазной поверхности температура и концентрация связаны функцией, описывающей состояние термодинамического равновесия. Потоки тепла и массы также связаны между собой на поверхности раствора. Кроме этого неизвестные параметры, характеризующие изменение объема жидкой фазы из-за абсорбции, могут содержаться и в уравнениях (например, в скорости течения пленки) и в граничных условиях, связывающих потоки тепла и массы.

Рассматривались следующие простые типы абсорбции, различающиеся по форме межфазной поверхности и по расположению фаз:

- абсорбция на зеркале раствора,
- абсорбция находящимися в паре каплями,
- абсорбция из пузырьков окружающей жидкостью,
- абсорбция на стекающих по поверхности пленках жидкости,
- абсорбция на пленках со свободными границами.

Теоретические исследования этих элементарных процессов являются основой для построения методов расчета и проектирования соответствующих абсорбционных аппаратов (пленочных, барботажных, оросительных).

Результаты проведенных теоретических исследований представлены:

точными решениями задач о неизотермической абсорбции на ламинарной пленке, цилиндрической струе, сферической капле и из сферического пузыря;
автомодельными решениями на начальном участке в задачах о пленочной абсорбции и на малых временах контакта фаз в задачах со сферической межфазной границей и на неподвижном слое раствора;
аналитическими решениями задачи о тепло-массопереносе при пленочной абсорбции с учетом изменения толщины пленки для начального участка (автомодельное решение) и участка с линейным профилем температуры;
приближенными решениями задачи о тепло-массопереносе в жидкой и газовой фазе при неизотермической пленочной абсорбции из смеси, содержащей неабсорбируемый компонент.

Из полученных решений следовало, что тепло-массоперенос при абсорбции определяется кроме критериев Прандтля и Галилея или Фурье еще числом Льюиса, а также аналогом критерия фазового превращения Ka , характеризующим тепловыделение при абсорбции и отклонение от равновесия исходного раствора.

Расчеты, проведенные на основе полученных решений, позволили выявить некоторые особенности процесса абсорбции в условиях работы термотрансформаторов. Было показано, что

существует начальный участок формирования теплового и диффузионного слоев от межфазной поверхности, на которой равновесные значения температуры и концентрации постоянны. Это позволило получить простые аналитические зависимости характеристик теплопереноса при абсорбции с использованием автомодельных переменных. Формулы, полученные на основе автомодельных решений, вошли в монографии и справочники, в том числе в справочник [1].

Основные результаты теоретических исследований в рамках разработанных моделей представлены в опубликованных работах и обобщены в монографии [2] с английским переводом [3].

Список литературы:

1. Handbook of Heat and Mass Transfer, Houston, Vol. 2, ed. N.P. Cheremisinoff. Gulf Publishing Co., Houston, TX, 1986.
2. Накоряков В.Е., Григорьева Н.И. Неизотермическая абсорбция в термотрансформаторах // Новосибирск: Наука. 2010. - 114 с.
3. V.E. Nakoryakov, N.I. Grigoryeva. Non-isothermal absorption in thermotransformers // Journal of Engineering Thermophysics, 2010. Vol.19. No.4. P. 196-271.