

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИНТЕНСИВНОГО ПАРООБРАЗОВАНИЯ В ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛАХ НА БИНАРНОЙ МОДЕЛИ СООБЩАЮЩИХСЯ КАНАЛОВ

В. Л. Малышев

Могилёвский государственный университет продовольствия
г. Могилёв, Республика Беларусь

Движение жидкостей и газов в пористой среде имеет ряд особенностей. Пористая среда состоит из огромного числа случайно расположенных зёрен различной формы и величины. Поэтому пространство, в котором движется жидкость, представляет собой систему пор, непрерывно переходящих одна в другую. Для пористой среды характерно свойство сообщаемости пор, ее нельзя представлять себе в виде совокупности капилляров, расположенных обособленно один от другого.

Моделируется процесс массопереноса при высокотемпературном парообразовании жидкостей из пористых материалов, структура которых представляет собой совокупность взаимосвязанных элементарных капилляров, которые могут иметь как постоянное сечение, так и переменное. Рассматривается бинарная система сообщающихся осесимметричных каналов (цилиндрических, конических). Возможные законы изменения радиусов смежных каналов, очевидно, могут быть заданы линейной, показательной или параболической функциями координаты z , вдоль которой происходит движение мениска испаряемой жидкости. При этом радиус испаряющей поверхности может либо увеличиваться (конфузор), либо уменьшаться (диффузор). Исследовано 27 возможных бинарных комбинаций различных типов капилляров.

При нормальных условиях действие капиллярных сил обуславливает последовательное испарение из широкого, а затем из узкого канала, однако после нагревания увлажнённого материала до $T > T_{кип}$ с уменьшением сил адгезии создаются условия для перетекания жидкости из более узкого канала в более широкий. Этот фактор уменьшает скорость смещения мениска в широком капилляре, но увеличивает в узком. Изменение соотношения между радиусами сообщающихся конических каналов в процессе испарения может быть учтено путём переиндексации параметров.

Выбор шага по координате мениска широкого капилляра z_1 определяется интервалом времени, в течение которого изменениями его радиуса можно пренебречь ($dr \ll dz_1$). За равные промежутки времени граница фазового перехода в изолированном широком капилляре, перемещается на большее расстояние, нежели в узком. Независимое испарение из более узкого канала за тот же промежуток времени определяет положение межфазной поверхности z_2 . Для всех рассмотренных сочетаний каналов полученные алгебраические уравнения устанавливают взаимосвязь параметров z_1 и z_2 .

Скорость интенсивного испарения из смежных капилляров $z(t)$ с учётом перераспределения жидкости по объёму системы зависит от соотношения между переменными z_1 и z_2 . Рассуждения, проведённые в отношении цилиндрических каналов, применимы также к капиллярам переменного сечения.

Решение в аналитическом виде получено с учётом того, что перегрев жидкости в микрообъёмах капилляров сверх точки кипения не приводит к её вскипанию, а течение пара при $Kh \ll 1$ происходит в вязком режиме. Разработан вычислительный алгоритм.

Предложенный подход позволяет перейти в задачах массопереноса от усреднённой модели одиночного капилляра к рассмотрению пористого материала как системы взаимосвязанных каналов.