

ПЕРКОЛЯЦИЯ НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ ДЕФОРМИРУЕМЫЙ СТРУКТУРНО-НЕОДНОРОДНЫЙ ВОЛОКНИСТЫЙ СЛОЙ

И. П. Ставров, В. В. Ставров, Е. И. Кременевская, Н. В. Панкова
Белорусский государственный технологический университет
(Минск, Беларусь)

Разработана компьютерная модель процесса перколяции нелинейно-вязкой жидкости со степенным законом течения через поровое пространство, образованное системой стохастически расположенных в трансверсальном сечении волокон. Алгоритм вычисления параметров процесса и координат смещающихся под действием фронта жидкости волокон построен на базе щелевой модели течения жидкости в зазорах между волокнами (при условии идеального прилипания) и специально разработанной графовой модели порового пространства, аналогичной диаграммам Вороного.

Анализируется процесс трансформации структуры волокнистого слоя при заполнении порового пространства жидкостью как результат действия на каждое волокно давления жидкости и касательных напряжений на границе. Вследствие неоднородности исходной структуры процесс перколяции жидкости также имеет стохастический характер. Это учитывается путем задания размеров щелей, соответствующих расположению волокон в каждой реализации фрагмента структуры. Смещение волокон учитывается при пошаговом расчете параметров процесса течения жидкости в изменяющихся зазорах.

Адекватность модели проверена путем сравнения эффективных коэффициентов проницаемости волокнистой системы, рассчитанных по кинетической кривой перколяции, с их значениями, полученными на основе статистической модели и метода конечных элементов для неподвижной волокнистой системы.

Рассчитано изменение средней пористости и статистических характеристик структуры однонаправленного волокнистого слоя на различных стадиях процесса в зависимости от исходной пористости слоя, сопротивления волокон смещению в трансверсальной плоскости и вязких свойств жидкости. Построены соответствующие кинетические кривые, характеризующие процесс перколяции. Показано, что волокнистый слой как в процессе протекания через него высоковязкой жидкости, так и после полного заполнения этой жидкостью порового пространства оказывается существенно неоднородным. Фронт уплотнения волокнистой системы по мере прилипания жидкости смещается в направления ее течения. Снижение вязкости жидкости, увеличение исходной пористости и сопротивление волокон смещению способствуют формированию более однородной структуры. Показана роль натяжения волокон на параметры распределения промежутков между волокнами и радиусов узлов диаграммы Вороного.

го в трансформирующейся в результате перколяции жидкости волокнистой структуре.

Найдены коэффициенты проницаемости волокнистого слоя как функции параметров порового пространства, вязких характеристик жидкости и параметров процесса перколяции. Исследованы условия "запирания" волокнистого слоя и образования в слое "промывов".

Результаты проведенного анализа нашли применение при определении оптимальных параметров процесса пропитки волокнистого материала расплавом термопластичных полимеров и при разработке конструкции пропиточных устройств.

АЭРОГИДРОДИНАМИКА И ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КОНТАКТА ФАЗ В ТЕПЛОБМЕННОМ СТРУЙНОМ АППАРАТЕ

Е. В. Чернявская, Г. Н. Абаев, М. А. Брикер, А. В. Валов, А. О. Друз
Полоцкий государственный университет
(Полоцк, Беларусь)

Струйные аэраторы как теплообменные аппараты находят все большее распространение в промышленности там, где требуется высокоразвитая поверхность контакта фаз, отсутствие осложняющих внутренних устройств, в сочетании с подсосом газов и паров из технологической схемы. К сожалению, в известной литературе струйные аппараты рассматриваются, в основном, как смесители, насосы и компрессоры.

Нами проводятся исследования струйных аппаратов (СА) для осуществления эффективного теплообмена при технологически обусловленной низкой движущей силе.

Ранее одним из авторов было показано, что коэффициент эжекции в СА является экспоненциальной функцией модифицированного числа Re . Было установлено, что зависимость коэффициента эжекции K_3 от числа Re носит экспоненциальный характер, а предельные значения K_3 достигаются при $Re > 10^5$. В области развитой турбулентности, с ростом Re все большее значение приобретает эффективная вязкость, в роли которой выступает турбулентная вязкость. Известно, что турбулентная вязкость может быть выражена как

$$\nu_T \cong \rho \Delta \Delta_w$$

где ρ – плотность потока, Δ – масштаб турбулентных пульсаций (попарционален размеру сопла), Δ_w – пропорционален $\partial w / \partial y$.

Можно показать, что при больших числах $Re > 10^5$

$$Re = M_* \cdot \frac{W_{,e}}{\frac{\partial w}{\partial y}} \cdot \frac{d}{\Delta}, \quad M_* = \frac{W}{W_e}$$