

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКОВ В МАССООБМЕННО-СЕПАРАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ВИХРЕВЫХ ТАРЕЛОК

Артюхов А.Е, Смелянская О.Ю.

Сумский государственный университет, artemijar@yandex.ru

Изучение гидродинамики движения потоков в массообменно-сепарационных элементах (МСЭ) вихревых тарелок (рисунок 1) является важным этапом при определении оптимальной конструкции контактной ступени, которая должна обеспечить:

- минимальное значение брызгоуноса с тарелки;
- развитую поверхность контакта фаз;
- минимальное значение гидравлического сопротивления.

Использование компьютерного моделирования наряду с теоретическими и экспериментальными исследованиями гидродинамических условий формирования и движения газожидкостного потока внутри МСЭ [1,2] позволяет провести комплексный анализ работы вихревой тарелки с возможностью усовершенствования отдельных её узлов.

В данной работе представлены результаты компьютерного моделирования движения газового и газожидкостного потоков в объёме МСЭ с помощью программных комплексов COSMOSFloWorks (www.solidworks.com) и FlowVision (www.thesis.com).

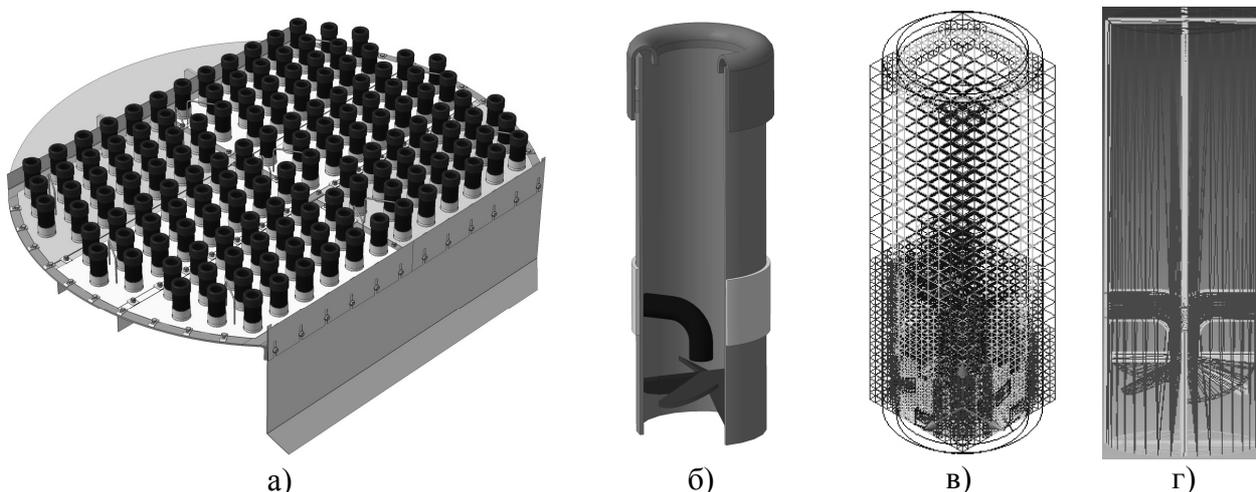


Рисунок 1 – Тарелка с прямоточно-центробежными массообменно-сепарационными элементами: а) общий вид тарелки; б) прямоточно-центробежный МСЭ; в) расчётная сетка МСЭ для моделирования в программном комплексе COSMOSFloWorks; г) расчётная сетка МСЭ для моделирования в программном комплексе FlowVision

Результаты моделирования гидродинамики газового потока в объёме МСЭ (рисунок 2) позволяют установить закономерности распределения скоростей по высоте и радиусу патрубка с целью определения характерных зон повышенной скорости в окрестностях завихрителя и у стенок и пониженной скорости в центре. Установленные в МСЭ трубки для подачи жидкости с полотна тарелки несколько уменьшают равномерность распределения скорости над завихрителем, что позволяет говорить о снижении интенсивности взаимодействия газового и жидкостного потока в этой зоне. Анализ распределения скорости газового потока у стенок патрубка МСЭ позволяет выделить также зону искажения потока, которое также объясняется наличием трубки для подачи жидкости. По результатам моделирования на этом этапе можно предположить, что основными зонами контакта газа с жидкостью будут участки МСЭ над завихрителем и внутренняя поверхность стенки над трубками для ввода жидкости. Пониженное значение скорости газового потока в центральной части МСЭ объясняется действием центробежной силы, которая создаётся

лопатками завихрителя и приводит к вихревому движению сплошной фазы по спиралеобразной траектории по направлению к верхнему сечению патрубка. По мере продвижения газового потока вверх по патрубку скорость его несколько уменьшается за счёт воздействия сил трения о внутреннюю стенку МСЭ.

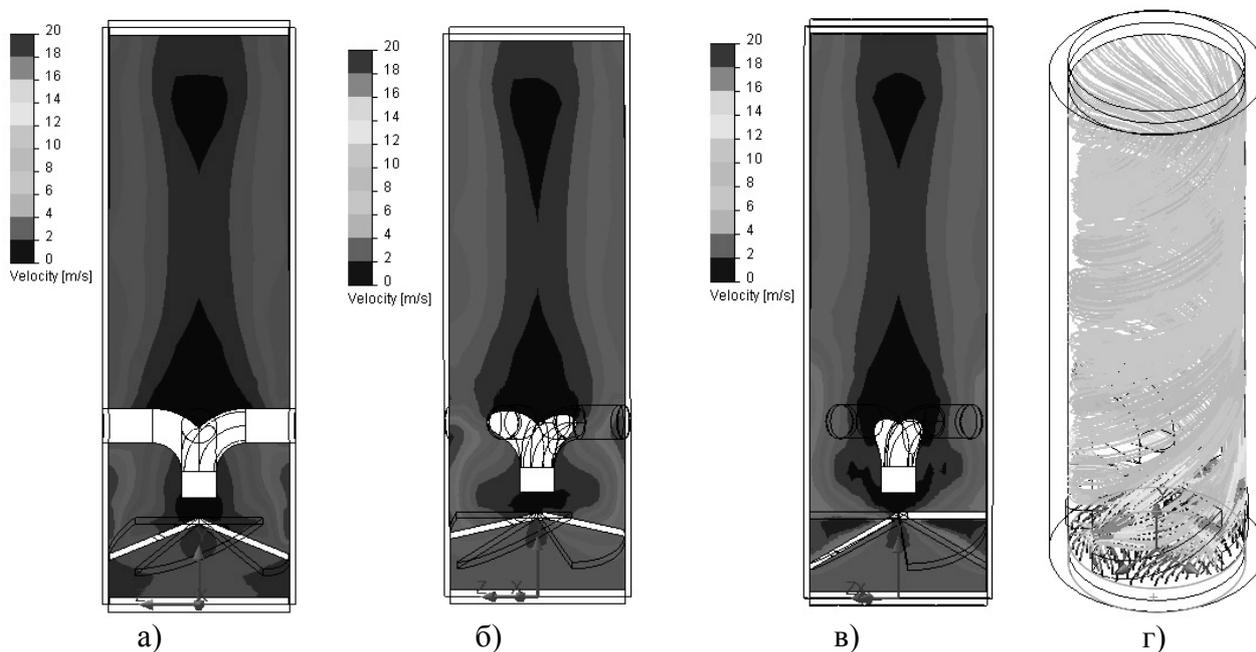


Рисунок 2 – Распределение скорости газового потока в МСЭ: а – плоскость сечения параллельна плоскости YZ; б – плоскость сечения расположена под углом $22,5^{\circ}$ к плоскости YZ; в – плоскость сечения расположена под углом 45° к плоскости YZ; г) траектория движения газа

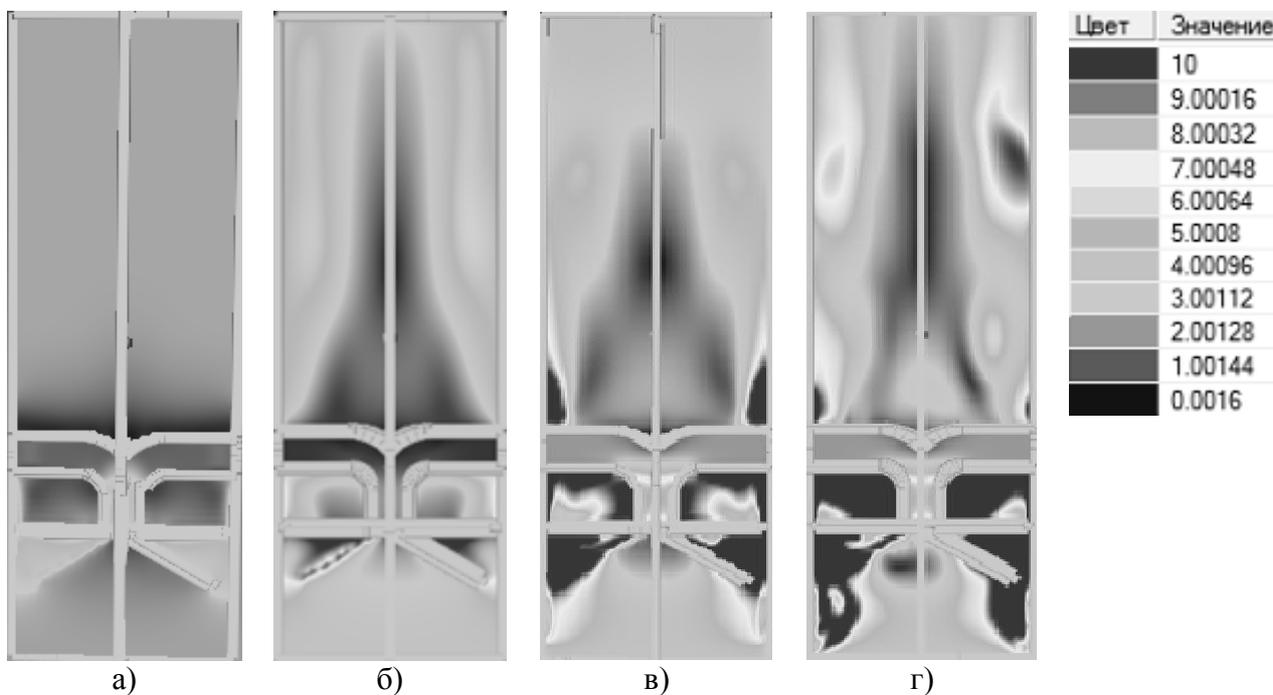


Рисунок 3 – Эволюция распределения скорости газожидкостного потока в МСЭ

Данные, полученные в результате моделирования движения газожидкостного потока (рисунки 3,4) подтверждают предположения о расположении зон интенсивного контакта

между фазами. Поверхность контакта фаз образуется в окрестностях завихрителя в начальный момент поступления жидкости через трубку с полотно тарелки внутрь патрубков. Высокая скорость движения газового потока, обусловленная уменьшением свободного сечения и одновременной закруткой направляющими элементами завихрителя, в этом случае определяет начало процесса перемещения жидкости к периферии. При дальнейшей подаче жидкости в патрубок МСЭ она вовлекается во вращательное движение и отбрасывается к внутренней его стенке, образуя вторую зону контакта фаз. Геометрически площадь контакта фаз во второй зоне определяется внутренней поверхностью патрубка МСЭ и толщиной плёнки жидкости.

Сопоставление результатов компьютерного моделирования гидродинамики газового и газожидкостного потоков, а также распределение жидкости по объёму МСЭ и характер её движения позволяет определить такие значения диаметра и высоты контактного патрубка, которые обеспечат равномерное движение плёнки жидкости с минимальным значением брызгоуноса.

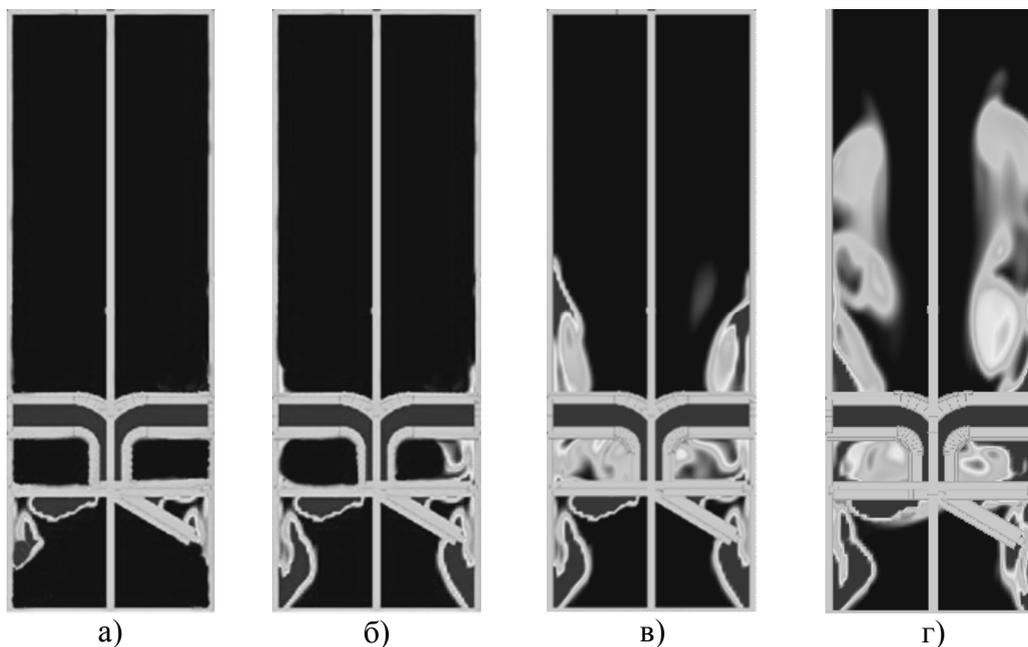


Рисунок 4 – Эволюция процесса распределения жидкости в МСЭ

Компьютерное моделирование гидродинамики движения газожидкостного потока и характера распределения жидкости по объёму МСЭ позволяет подобрать его оптимальную конструкцию уже на начальном этапе исследований до проведения эксперимента на натурном образце.

1. Артюхов А.Є. Дослідження технологічних та конструктивних параметрів роботи багатофункціональних абсорберів [Текст] / Артюхов А.Є., Коробченко К.В., Ляпощенко О.О. / Хімія та хімічні технології: Матеріали I міжнародної конференції молодих вчених ССТ 2010. – Львів. – 2010. – С.96-97.
2. Артюхов А.Є. Розробка методики інженерного розрахунку енергоєфективних абсорберів з масообмінно-сепараційними контактними ступенями [Текст] / Артюхов А.Є., Ляпощенко О.О., Коробченко К.В., Смілянська О.Ю. / Наукові праці ОНАХТ. – Одеса. – 2011. – Випуск 39. – С.62-65.
3. Коробченко К.В. Подбор оптимальных конструкций массообменных и сепарационных элементов для секций многофункционального абсорбера [Текст] / Коробченко К.В., Артюхов А.Є., Ляпощенко О.О. // «Сучасні технології в промисловому виробництві»: Матеріали Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – С. 147.