

Г. Х. Гумерова, А. А. Исаев, А. В. Дмитриев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ И МОДЕЛИРОВАНИЯ В НИХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Ключевые слова: графические программы, контактные устройства, теплообменные аппараты, газовый поток.

Графика в САПР используется для подготовки технических чертежей проектируемых устройств; в сочетании с расчетами она позволяет осуществлять в наглядной форме поиск оптимальной конструкции, наиболее удачной компоновки деталей, прогнозировать последствия, к которым могут привести изменения в конструкции.

Keywords: graphics programs, contact devices, heat and mass transfer devices, gas flow.

The graphics in the CAD is used for preparation of technical drawings of the designed devices; in conjunction with the calculations it allows the visual form of search of optimum design, the most successful layout details, to predict the consequences that may result from changes in the design.

Современные исследования предполагают использование новых технологий и компьютерных программ. В работе инженеров-конструкторов, изобретателей новой техники, получила широкое применение конструкторская графика как обязательный элемент систем автоматизации проектирования (САПР). Графика в САПР используется для подготовки технических чертежей проектируемых устройств; в сочетании с расчетами она позволяет осуществлять в наглядной форме поиск оптимальной конструкции, наиболее удачной компоновки деталей, прогнозировать последствия, к которым могут привести изменения в конструкции. Средствами конструкторской графики можно получать плоские (проекции, сечения), а также пространственные изображения [1].

Значительна роль графических программ и при проектировании различных моделей в энергетической отрасли, а именно - контактных устройств теплообменных аппаратов [2]. Это устройства, в которых происходит контакт нескольких систем (например, газ-жидкость) с последующим тепло и массообменом. Если раньше для нового изобретения приходилось создавать реальную установку, а затем проводить многочисленные эксперименты для выявления закономерностей, то в настоящее время некоторые программы позволяют получить виртуальную модель изобретения, и, кроме того, смоделировать процессы, происходящие в нем при различных условиях.

Для теплообменных аппаратов было изобретено контактное устройство, состоящее из шестиугольных ячеек, в каждой из которых расположен спиральный элемент. Наиболее подходящим для создания данной модели оказался программный продукт Solidworks [7]. Количество и сложность действий в данном продукте минимизировано, а интуитивно понятный интерфейс, простота освоения и использования программы позволяют работать людям, имеющим начальные знания о САПР [3].

В программном комплексе Solidworks были созданы модели насадок со спиральным элементом, пример которой изображен на рис.1.

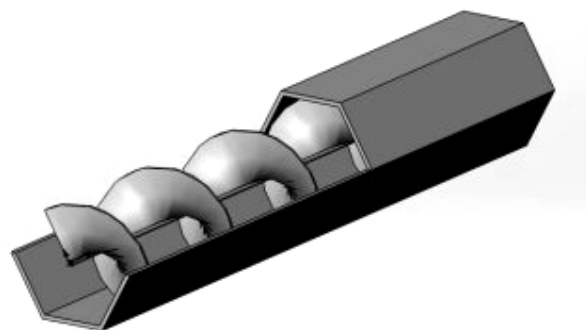


Рис. 1 - Модель контактного устройства, полученная в графической программе Solidworks [6]

Принцип действия данного контактного устройства следующий: жидкость через специальное оросительное устройство подают сверху, и она равномерно распределяется по сечению насадки. Газ подают снизу равномерно под насадку. За счет установленного в каждом канале вертикального стержня, вокруг которого по всей высоте закреплен спиральный элемент, газ приобретает закрученную траекторию движения. Оторвавшиеся от поверхности пленки капли подхватываются газовым потоком, а затем либо под действием центробежной силы возвращаются к стенке, либо оседают на поверхности расположенных выше витков спирального элемента. Постоянный процесс срыва капель жидкости и последующего их возврата к стенкам увеличивают эффективность теплообмена за счет увеличенной поверхности контакта жидкости и газа. Кроме того, данная конструкция практически полностью исключает унос жидкости из канала, что не могут решить конструкции аналогов. Шаг витков одинаков, чтобы структура газового потока по всей длине оставалась постоянной.

В Solidworks имеется приложение SolidWorks Flow Simulation - универсальный инструмент для анализа в гидрогазодинамике и теплопередаче. С его помощью можно получить

наглядное изображение течения, а также получить физические параметры во всех точках исследуемой модели [4,5].

Для примера приведены профили абсолютных скоростей по радиусам вписанной и описанной окружностей для насадки с $d=50\text{мм}$ и шагом спирали $A=40\text{мм}$ для различных входных скоростей (рис.2).

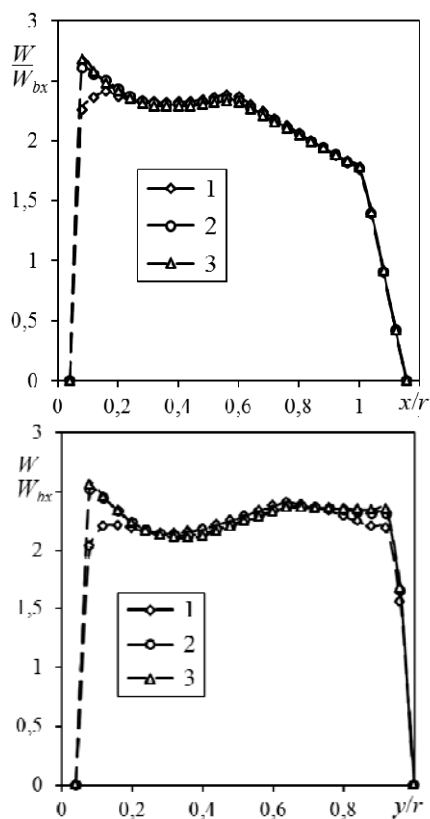


Рис. 2 - Профили абсолютных скоростей: 1 - скорость газового потока на входе 1м/с; 2 - 2м/с; 3 - 3м/с

Также расчеты показали, что при всех геометрических размерах закрутке потока возникают небольшие радиальные течения, что обусловлено застойными зонами в углах шестиугольников. Так, для насадки с $d=50\text{мм}$ и $A=40\text{мм}$ профили радиальных скоростей выглядят следующим образом (рис.3).

Как видно из графиков, спиральные вставки позволяют увеличить абсолютную скорость в 2,1 – 2,7 раза. Кроме того, наличие тангенциальной составляющей скорости газового потока распределяет жидкость равномерно по сечению насадки и увеличивает перемешивание в пленке, что интенсифицирует тепломассоперенос в системе газ-жидкость [8].

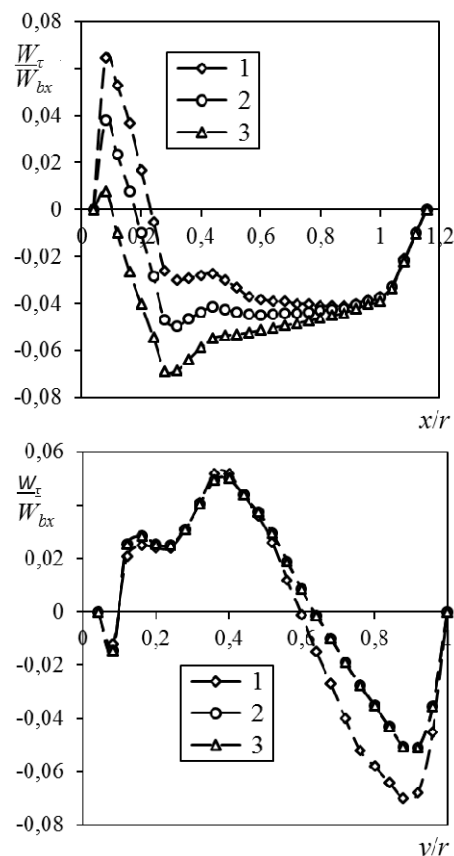


Рис. 3 - Профили радиальных скоростей: 1 - скорость газового потока на входе 1м/с; 2 - 2м/с; 3 - 3м/с

Литература

1. Пономаренко, В.С. Градирни промышленных и энергетических предприятий: Справочное пособие/ В.С. Пономаренко, Ю.И. Арефьев. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 376с.
2. Иванов, В.П., Трехмерная компьютерная графика/ В.П.Иванов, А.С.Батраков. - М.: «Радио и связь», 1995. – 308с.
3. Коржов, Н.П. Создание конструкторской документации средствами компьютерной графики / Н.П. Коржов. – М.: МАИ-Принт, 2008. – 54с.
4. Дударева, Н. Ю.SolidWorks 2009 на примерах / Н. Ю. Дударева, С. А. Загайко. - СПб.: БХВ - Петербург, 2009. - 544с.
5. Пат. 69786 Российская Федерация: МПК⁵¹U1B01J19/00/ Контактное устройство для тепломассообменных процессов / Макушева О.С., Дмитриев А.В., Николаев А. Н.; заявитель и патентообладатель: Учреждение Российской академии наук Казанский научный центр РАН. – 22. Заявка: 2010115464/05, 19.04.2010; Дата начала отсчета срока действия патента:19.04.2010; Опубликовано: 20.08.2010
6. Пат. 87103 Российская Федерация, МПК⁵¹U1B01J19/32/ Регулярная насадка для пленочных тепломассообменных аппаратов / Макушева О. С., Дмитриев А. В., Николаев А. Н., Гарилов М. Г.; заявитель и патентообладатель: Учреждение Российской академии наук Казанский научный центр РАН. – Заявка: 2009121974/22, 08.06.2009; Дата начала отсчета срока действия патента: 08.06.2009; Опубликовано: 27.09.
7. Дмитриева О. С., Дмитриев А. В., Николаев А. Н. Тепломассообменный аппарат с комбинированной

схемой взаимодействия потоков газа и жидкости в системах обратного водоснабжения // Вестник Казанского технологического университета – 2012. – № 11. – С. 146-148.

8. Макушева О.С., Дмитриев А. В., Николаев А. Н. Контактные устройства с увеличенной пропускной способностью для тепломассообменных процессов // Вестник Казанского технологического университета – 2010. - №10. – С. 648-649.

© **Г. Х. Гумерова** - к.т.н., доц. каф. инженерной компьютерной графики и автоматизированного проектирования КНИТУ, ggx70@yandex.ru; **А. А. Исаев** - ст. лаб. НХТИ КНИТУ; **А. В. Дмитриев** - д.т.н., доц. НХТИ КНИТУ.