



УДК 66.048.3.069.833

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПЕРЕКРЕСТНОТОЧНЫХ НАСАДОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СРЕДЕ ANSYS CFX



RESEARCH OF CROSS-FLOW PACKINGS DESIGNS IN ANSYS CFX

Лесной Денис Вячеславович

аспирант кафедры нефтехимии и химической технологии,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
denislesnoy1992@gmail.com

Чуракова Светлана Константиновна

доктор технических наук, профессор,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
churakovack@rambler.ru

Маннанов Тимур Ильнурович

аспирант кафедры нефтехимии и химической технологии,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
t.i.mannanov@yandex.ru

Константинов Егор Константинович

аспирант кафедры нефтехимии и химической технологии,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
george.coin2@gmail.com

Муллабаев Камил Азаматович

аспирант кафедры нефтехимии и химической технологии,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
kamil200995@gmail.com

Аннотация. В данной работе представлено сравнение результатов расчета в Ansys CFX газодинамики прохождения воздуха через элементы перекрестноточной насадки – горизонтально гофрированные просечно-вытяжные листы с перпендикулярным и параллельным направлением гофрирования.

Ключевые слова: Ansys CFX, газодинамика, гофрированные просечно-вытяжные листы, насадка.

Lesnoy Denis Vyacheslavovich

Post-graduate of Department of
Petrochemistry and Chemical Technology,
Ufa State Petroleum Technological University
denislesnoy1992@gmail.com

Churakova Svetlana Konstantinovna

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Ufa State Petroleum Technological University
churakovack@rambler.ru

Mannanov Timur Ilnurovich

Post-graduate of Department of
Petrochemistry and Chemical Technology,
Ufa State Petroleum Technological University
t.i.mannanov@yandex.ru

Konstantinov Egor Konstantinovich

Post-graduate of Department of
Petrochemistry and Chemical Technology,
Ufa State Petroleum Technological University
george.coin2@gmail.com

Mullabaev Kamil Azamatovich

Post-graduate of Department of
Petrochemistry and Chemical Technology,
Ufa State Petroleum Technological University
kamil200995@gmail.com

Annotation. This article presents a comparison of the calculation results in Ansys CFX of the gas dynamics of air passage through the elements of a crossflow packing – horizontally corrugated expanded metal sheets with perpendicular and parallel corrugation directions.

Keywords: Ansys CFX, corrugated expanded metal sheets, gas dynamics, packing.

Развитие массообменных аппаратов по пути увеличения мощностей при снижении энергозатрат, напрямую связано с разработкой массообменных контактных устройств принципиально нового типа с возможностью регулирования производительности, перепада давления и эффективности одновременно [1].

Для каждого типоразмера перекрестноточной насадки массообменные (ВЭТТ, КПД) и гидродинамические характеристики приходится определять экспериментально на стендах [2]. Это обстоятельство затрудняет массовое практическое использование перспективных насадок.

Для определения гидрогазодинамических характеристик в перекрестноточных контактных устройствах, применяется CFD-анализ. В качестве среды моделирования нами был выбран Ansys CFX, так как использование этого программного обеспечения позволяет с помощью конечно-объемного метода решать уравнение неразрывности потока, уравнение сохранения энергии и уравнения Эйлера, Навье-Стокса [3].

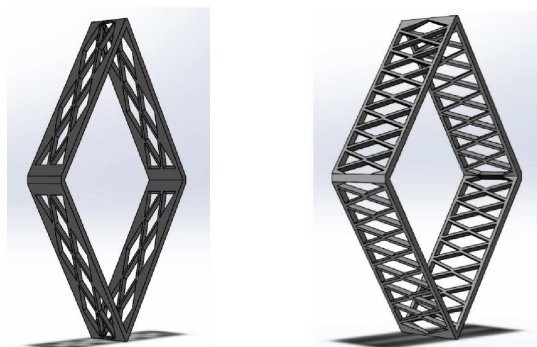
В среде моделирования Ansys CFX возможно изучение поведения среды по всему внутреннему объему, что дает возможность проводить исследования для улучшения конструктивного оформления при разработке энергосберегающих технологий [4].



Также в ранее проведенных исследованиях было установлено, что расхождение полученных значений при расчете с использованием формулы Вейсбаха и расчете в Ansys CFX были в приемлемом диапазоне [5].

В этой работе рассматриваются результаты моделирования газодинамики на примере прохождения воздуха через элементы перекрестноточной насадки – горизонтально гофрированные просечно-вытяжные листы с перпендикулярным и параллельным направлением гофрирования.

На рисунках 1, 2 показаны разработанные модели геометрии просечно-вытяжных листов.



Рисунки 1, 2 – Разработанные модели геометрии просечно-вытяжных листов

В таблице 1 представлена характеристика типов просечно-вытяжных листов, выбранных для расчетов.

Таблица 1 – Характеристика типов просечно-вытяжных листов, выбранных для расчетов

Характеристика	Тип насадки	
	I	II
Направление гофрирования просечно-вытяжных листов	горизонтальное	горизонтальное
Направление просечки на гофрированном листе	перпендикулярное	параллельное
Расположение гофрированных листов	зеркально	зеркально
Характеристические размеры (тип просечно-вытяжного листа), мм	15 x 4 x 1,5	15 x 4 x 1,5
Сумма площадей отверстий в гофрированном просечно-вытяжном листе, мм ²	0,00042	0,00084
Площадь проходного сечения через насадку, мм ²	0,00115	0,00115

На следующем этапе исследований нами были заданы необходимое число элементов и размер расчетной сетки, а также тип. На рисунке 3 показан законченный вариант построенной сетки для горизонтально гофрированных просечно-вытяжных листов с перпендикулярным направлением гофрирования.

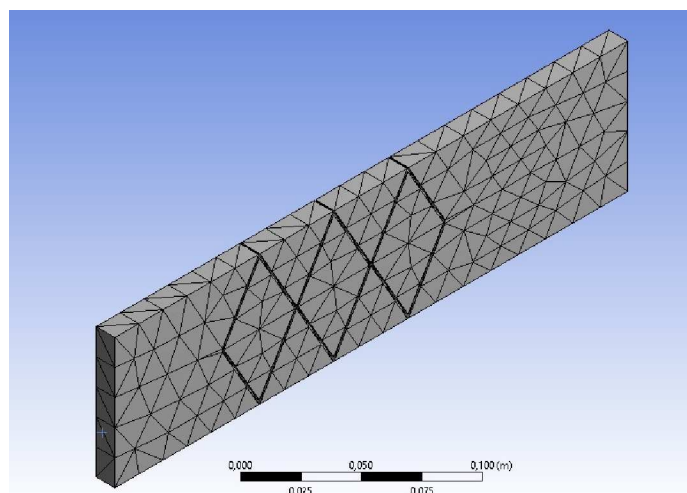


Рисунок 3 – Расчётная сетка горизонтально гофрированных просечно-вытяжных листов с перпендикулярным направлением гофрирования

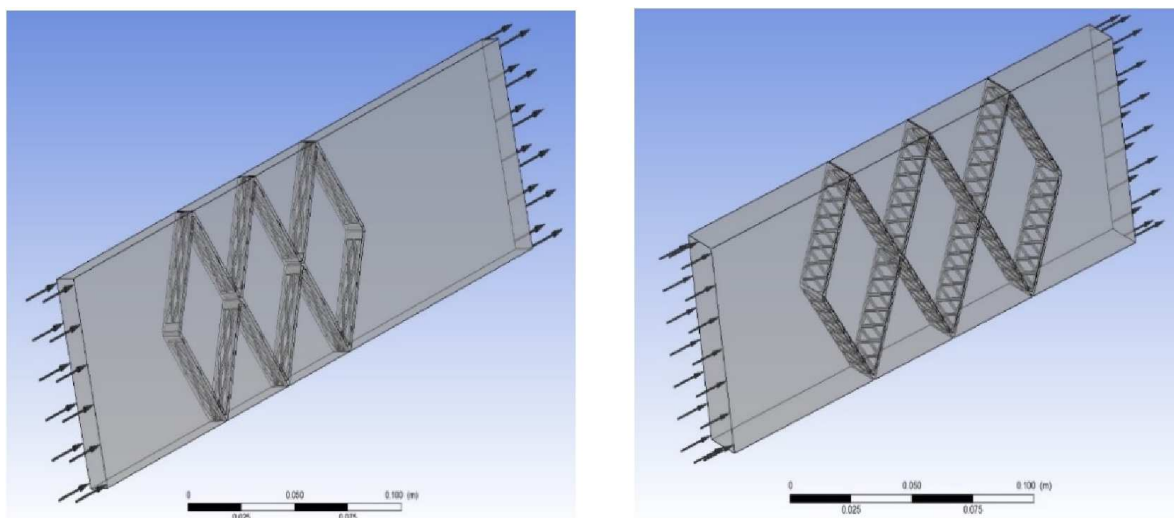


На основе полученной сетки расчетной модели на следующем этапе осуществлялся расчёт гидродинамики элемента перекрестноточной насадки в системе Ansys CFX.

В качестве среды, проходящей через элемент насадки, был выбран воздух. Также был указан метод моделирования, время проведения эксперимента, шаг записи результатов, места ввода и вывода среды.

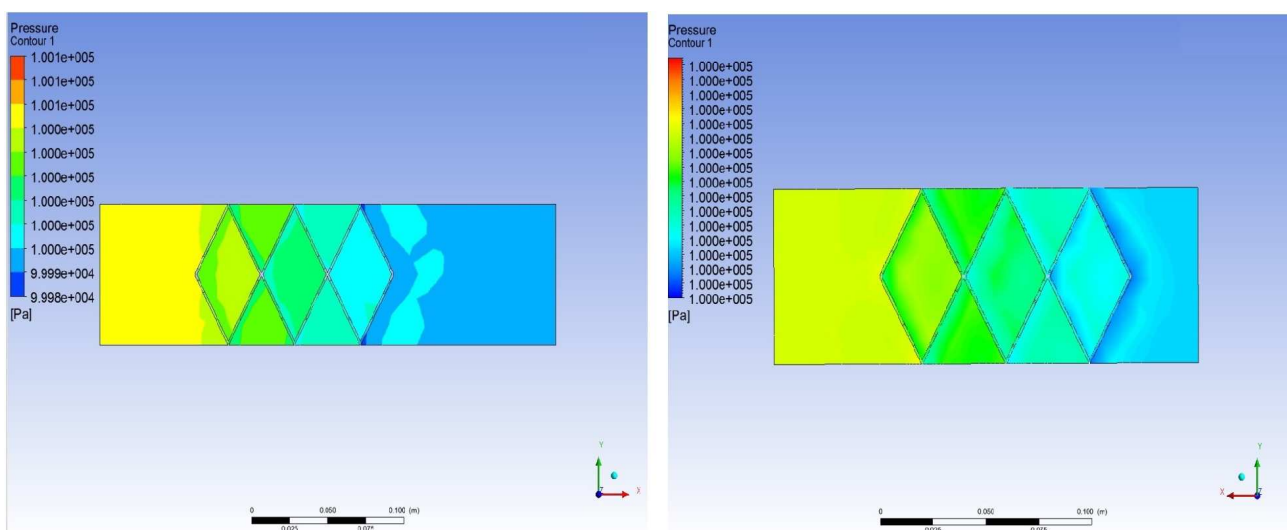
В качестве основной модели расчёта выбрана однофазная модель. Модель предназначена для гидродинамических расчётов, в которых рабочая среда находится только в одной фазе – жидком или газообразном состоянии. В качестве модели турбулентности в программе выбрана k-ε модель, которая является наиболее удачной моделью турбулентности. Для описания турбулентных величин в ней используется система двух нелинейных диффузионных уравнений – для массовой плотности турбулентной энергии (k) и скорости диссипации турбулентной энергии (ε).

На рисунках 4, 5 представлено графическое отображение входа и выхода в рабочую область для элементов перекрестноточной насадки – горизонтально гофрированные просечно-вытяжные листы с перпендикулярное и параллельное направление гофрирования (тип I и тип II соответственно).



Рисунки 4, 5 – Графическое отображение входа и выхода в рабочую область элементов перекрестноточной насадки типа I и II

Для выбранных двух типов элементов перекрестноточной насадки были проведены исследования влияния F-фактора на перепад давления, результаты которых отображаются в среде постпроцессора. Перепад давления, полученный по расчетам в системе Ansys CFX, определялся через оператор «function calculator». На рисунках 6, 7 представлено распределение линий потока газа на элементах перекрестноточной насадки типа I и II.



Рисунки 6, 7 – Распределение линий потока газа на элементах перекрестноточной насадке типа I и II



Основные результаты расчетов для различных вариантов конфигурации элементов перекрестноточной насадки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов перепада давления

Параметр		F-фактор, Па ^{0,5}
		2,3
Плотность среды, кг/м ³		1,29
Скорость на входе м/с		2,02
Удельные потери давления, Па/м	Тип насадки I	36,4
	Тип насадки II	6,8

Из результатов, представленных в таблице 2, можно сделать вывод о том, что элементы перекрестноточной насадки с просечкой, параллельной направлению гофрирования (тип II) обладают меньшим перепадом давления. Что обусловлено меньшим коэффициентом сопротивления, а также большим количеством отверстий (и соответственно большей площадью) в гофрированном просечно-вытяжном листе, возможным к размещению на удельной единице площади просечно-вытяжного листа.

Литература:

1. Чуракова С.К. Классификация контактных устройств с точки зрения организации контакта фаз // Башкирский химический журнал. – 2011. – Т. 18. – № 2. – С. 39–44.
2. Нестеров И.Д. Увеличение выработки пропан-бутановой фракции на Оренбургском ГПЗ за счет замены клапанных тарелок на перекрестноточную насадку в колоннах 374C02 и 374C03 установки 2У-370 / И.Д. Нестеров, С.К. Чуракова, К.Ф. Богатых // Башкирский химический журнал. – 2009. – Т. 16. – № 3. – С. 67–70.
3. Ansys Icem CFD user's manual. [Электронный ресурс]. – URL : <https://ru.scribd.com/document/328170594/Ansys-Icem-Cfd-Users-Manual> (дата обращения: 25.02.2020).
4. Лесной Д.В. Начальные этапы исследования конструкции перекрестноточных насадочных элементов в среде Ansys CFX / Д.В. Лесной, С.К. Чуракова // Актуальные проблемы науки и техники – 2018: сборник статей, докладов и выступлений XI Международной научно-практической конференции молодых ученых, Уфа, 2 апреля – 17 мая 2018 г. – Уфа : Издательство «УГНТУ», 2018. – Т. 2. – С. 133–137.
5. Лесной Д.В. Расчет скорости воздуха в узком сечении на сухой ситчатой тарелке провального типа / Д.В. Лесной, С.К. Чуракова // 71 всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. Сборник материалов конференции, 2018. – С. 339–344.

References:

1. Churakova S.K. Classification of contact devices in terms of phase contact organization // Bashkir chemical journal. – 2011. – Vol. 18. – № 2. – P. 39–44.
2. Nesterov I.D., Churakova S.K., Bogatykh K.F. Increase the production of propane-butane fraction at the Orenburg gas processing plant by replacing the valve plate in cross-flow nozzle in the columns 374C02 and 374C03 installation 2U-370 // Bashkir chemical journal. – 2009. – Vol. 16. – № 3. – P. 67–70.
3. Ansys Icem CFD user's manual. [Electronic resource]. – URL : <https://ru.scribd.com/document/328170594/Ansys-Icem-Cfd-Users-Manual> (accessed: 02.25.2020).
4. Lesnoy D.V. Initial stages of the study of the design of crossflow packing elements in Ansys CFX / D.V. Lesnoy, S.K. Churakova // Actual problems of science and technology – 2018: a collection of articles, reports and speeches of the XI International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Ufa, April 2 – May 17, 2018. – Ufa : UGN-TU Publishing House, 2018. – V. 2. – P. 133–137.
5. Lesnoy D.V. Calculation of air velocity in a narrow section on a dry sieve plate without overflow devices / D.V. Lesnoy, S.K. Churakova // 71 all-Russian scientific and technical conference of students, graduate students and postgraduates of higher educational institutions with international participation. Conference proceedings, 2018. – P. 339–344.