

УДК 66

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВВОДА СЫРЬЯ
НА ПЕРЕМЕШИВАНИЕ В ПОТОКЕ****А. В. СИВИЦКАЯ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Е. М. ШЕСТОПАЛОВ)*

Приведены результаты численных экспериментов по выбору конструкции узла смешения двух жидкостей на входе в общую трубу. В процессе исследования использовалось приложение Comras Flow к программе КОМПАС. Результатом проведенного исследования явился выбор наилучшей конструкции объединения потоков, обеспечивающей наименьшую длину пути до полного перемешивания.

Перемешивание в трубопроводах является наиболее простым видом осуществления этого процесса. В данном случае используется энергия потока жидкости (газа), движущейся в трубе, где за счет турбулентных пульсаций скорости осуществляется перемешивание. В ряде случаев перемешивание жидкостей и газов осуществляют в трубопроводах путем создания искусственной турбулизации потока. Указанные методы перемешивания применимы в случае взаимной растворимости и невысокой вязкости компонентов смеси при больших скоростях их движения и достаточной длине трубопровода.

Приложение Comras Flow предназначено для экспресс-анализа аэро-гидродинамики проектируемого устройства в системе КОМПАС-3D. Назначением приложения является определение действующих на изделие сил и моментов, структуру течения внутри или вокруг изделия, оценка перепада давления, полного давления или температуры; оценка вариантов исполнения конструкции.

В приложении используется метод конечных элементов (МКЭ) – это метод приближённого численного решения физических задач. В его основе лежат две главные идеи: дискретизация исследуемого объекта на конечное множество элементов и кусочно-элементная аппроксимация исследуемых функций. В результате компьютер создаёт систему многих уравнений и рассчитывает их.

В данной работе рассматривается влияние способов объединения потоков на входе в трубу с целью последующего перемешивания. Расчёты велись на примере смешения двух потоков с различной температурой- от 5 до 70°. Также учитывается различная скорость движения потока в исходных трубах. Предметом исследования являлась выяснение длины общего трубопровода, необходимого для полного смешения потоков в зависимости от способа объединения потоков на входе в исследуемый участок трубопровода.

Были рассмотрены три конструкции ввода жидкости. В процессе численного эксперимента каждая из конструкций исследовалась при трех различных скоростях входящих жидкостей: 2, 10 и 15 м/с.

Результаты расчета представляются в виде цветных векторных изображений (Рис.1,3,5), где каждому значению соответствует свой цвет. На рисунке 2,4.6 представлены цветные диаграммы соотношения изучаемого параметра и цвета.

На рисунке 1 показаны результаты численного эксперимента при вводе потока под углом 90°.

По данным численных экспериментов видно, что при подаче сырья под угол 90° и при скорости 2м/с наблюдается чёткие зоны холодной жидкости (синий цвет) и горячей (красный цвет), но при увеличении скорости данные зоны значительно уменьшаются, соответственно и уменьшается длина для полного смешивания. Как видно из рисунков 1а-1в, наименьшая длина полного смешения соответствует скорости 15 м/с и равняется 2 м.

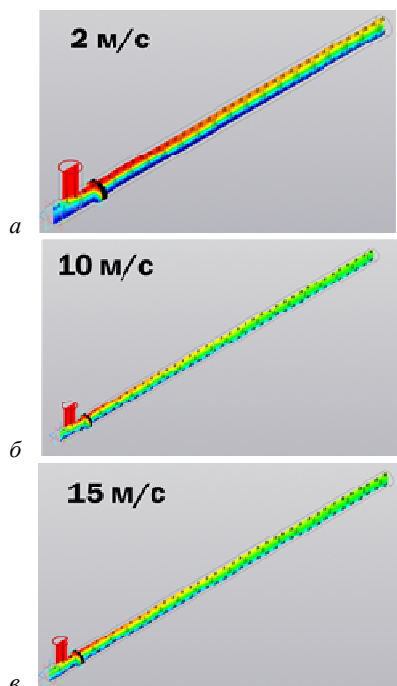
На рисунке 3 показаны результаты численного эксперимента при использовании конструкции ввода обоих потоков в основную трубу под углом 30°.

При совместном вводе сырья под углом 30° наблюдается значительно лучше перемешивание чем при вводе под углом 90°, при этом зоны жидкости с начальными температурами (синий и красный) значительно уменьшаются. При увеличении скорости длина полного смешения так же уменьшается. Как видно из рисунков 3а-3в, наименьшая длина полного смешения соответствует скорости 15 м/с и равняется примерно 1,5 м.

На рисунке 5 показаны результаты численного эксперимента при использовании ввода потока в основную трубу под углом 20°. При этом поток был направлен в противоположную сторону от основного потока.

При вводе сырья под углом 20° наблюдаются хорошая динамика смешивания сырья, застойные зоны близки к минимуму, длина трубопровода для смешивания наименьшая.

Как видно из рисунков 5а-5в, наименьшая длина полного смешения соответствует скорости 15 м/с и равняется примерно 1 м.

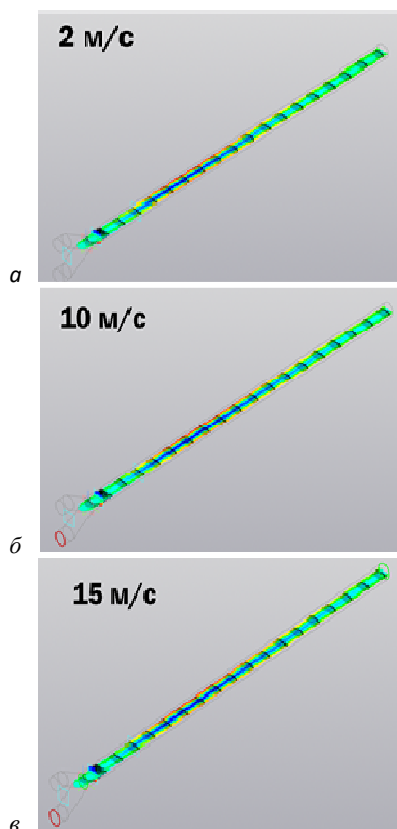


a – скорость 2м/с; *б* – 10м/с; *в* – 15 м/с

Рисунок 1. – Ввод потока под углом 90°



Рисунок 2. – Цветовая диаграмма

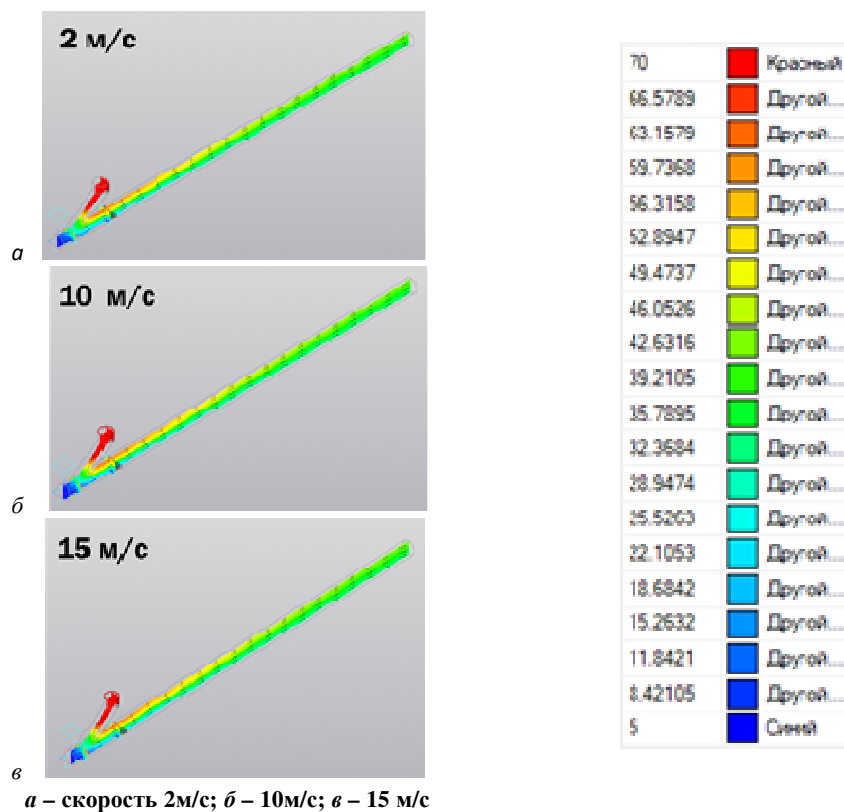


a – скорость 2м/с; *б* – 10м/с; *в* – 15 м/с

Рисунок 3. – Ввод потока под углом 30°



Рисунок 4. – Цветовая диаграмма



а – скорость 2м/с; б – 10м/с; в – 15 м/с
 Рисунок 5. – Ввод потока под углом 20°

Рисунок 6. – Цветовая диаграмма

Результаты численного эксперимента представлены так же и в виде графика зависимости длины полного смешения от угла ввода сырья (рисунок 7).

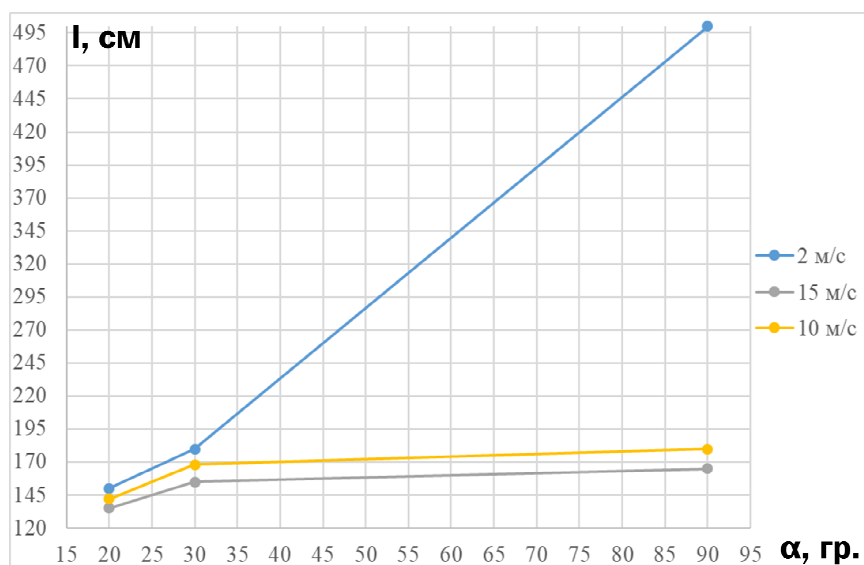


Рисунок 7. – График зависимости длины для полного смешения от угла ввода сырья

Из данного графика видно, что наиболее эффективной конструкцией является ввод под углом 20° и скорость потока 15 м/с. При этом видно, что использование наиболее перспективной конструкции (угол ввода под 20° навстречу основному потоку) в наименьшей степени зависит от скорости потока. Т.е. мы видим, что правильное конструкторское решение позволяет достигать хорошего перемешивания при любой скорости, используемой в численном эксперименте.

Подводя итоги, проведенным экспериментам, можно утверждать, что применение Kompas Flow позволяет рассчитать конструкцию перемешивающего устройства без создания экспериментальных установок и проведения натуральных экспериментов, что существенно удешевляет процесс расчета и конструирования нового оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г.Касаткин. – 14-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2008. – 750 с.
2. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2 кн. / Ю.И.Дытнерский. – 3-е изд. – М.: Химия, 2002. – 768 с.
3. Система трехмерного моделирования [Электронный ресурс] / сайт – Режим доступа: <https://kompas.ru> – Дата доступа 08.05.2023
4. Турчак Л. И. Основы численных методов / Турчак Л. И. – М: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1987. – 320 с.