

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА FLOWVISION ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ПРЯМОТОЧНЫХ СМЕСИТЕЛЕЙ

Афанасенко В.Г., ст. преподаватель

филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Стерлитамаке, Россия

Перемешивание в жидких средах широко применяется в химической промышленности для приготовления эмульсий, суспензий и получения гомогенных систем (растворов), а также для интенсификации химических, тепловых и диффузионных процессов.

Цель перемешивания определяется назначением процесса. При приготовлении эмульсий для интенсивного дробления дисперсной фазы необходимо создавать в перемешиваемой среде значительные срезающие усилия, зависящие от градиента скорости. В тех зонах аппарата, где градиент скорости жидкости имеет наибольшее значение, происходит наиболее интенсивное дробление диспергируемой фазы.

В случае гомогенизации, приготовления суспензий, нагревания или охлаждения перемешиваемой гомогенной среды целью перемешивания является снижение концентрационных или температурных градиентов в объеме аппарата.

При использовании перемешивания для интенсификации химических, тепловых и диффузионных процессов в гетерогенных системах создаются лучшие условия для подвода вещества в зону реакции, к границе раздела фаз или к поверхности теплообмена. Увеличение степени турбулентности системы, достигаемое при перемешивании, приводит к уменьшению толщины пограничного слоя, увеличению и непрерывному обновлению поверхности взаимодействующих фаз. Это вызывает существенное ускорение процессов тепло- и массообмена.

Независимо от того, какая среда смешивается с жидкостью различают следующие способы перемешивания в жидких средах [1-3]:

- механический (с помощью мешалок различных конструкций);
- пневматический (сжатым воздухом или инертным газом);
- перемешивание в трубопроводах (в условиях прямотока)
- перемешивание с помощью сопел и насосов (соответственно инжекторное и циркуляционное).

Процессы механического, пневматического и циркуляционного смешения требуют дополнительные подвода энергии. Рассмотрим наиболее простой способ перемешивания - перемешивание сред в трубопроводах, процесс смешения при этом будет происходить в условиях прямотока, а на его проведение затрачивается только энергия самого потока.

Для сравнения и оптимизации прямоточных смесительных устройств различного типа необходимо рассмотреть основные параметры, характеризующие эффективность процесса.

По аналогии с механическими мешалками, к основным факторам, характеризующими работу прямоточных смесителей, можно отнести [4]:

- потери энергии;
- интенсивность (степень) перемешивания;
- эффективность перемешивания.

### Потери энергии.

В прямоточных смесителях смешение происходит за счет энергии потока, поэтому величиной характеризующей потери энергии можно считать потерю напора потока на смесительном участке аппарата, включающем зону подвода, перемешивающее устройство и зону стабилизации движения.

Потеря давления определяется в программном комплексе [FlowVision](#) как сила сопротивления, действующая на поток в осевом направлении (характеристики давления) деленная на площадь проходного сечения.

### Интенсивность перемешивания.

Количественную оценку интенсивности перемешивания прямоточных смесителей целесообразней связывать с геометрическими размерами устройства. Так в трубах круглого сечения интенсивность перемешивания может характеризоваться отношением диаметра трубы к длине смесительного участка аппарата.

### Эффективность перемешивания.

Эффективность перемешивающего устройства характеризует качество проведения процесса перемешивания. Для его оценки необходимо определить дисперсию концентрации. Для прямоточных смесителей эффективность перемешивания, характеризуется дисперсией концентрации в плоскости перпендикулярной оси аппарата после смесительного участка:

$$\sigma = \frac{1}{S} \int_S (C - C_{cp})^2 dS ,$$

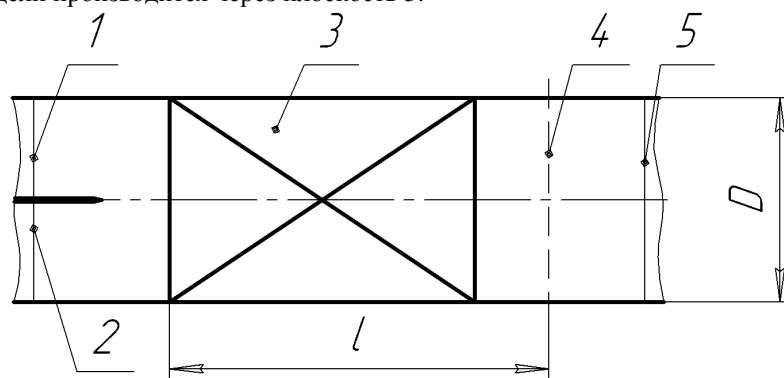
а средняя концентрация:

$$C_{cp} = \frac{1}{S} \int_S C dS ,$$

- где  $\sigma$  - дисперсия концентрации;  
 $C$  - концентрация одного компонента в другом  
 $C_{cp}$  - средняя концентрация в заданной плоскости  
 $S$  - исследуемая плоскость.

Необходимую выборку концентраций в программном комплексе FlowVision можно получить при сохранении в файл результатов заливки «по концентрации» в плоскости перпендикулярной оси трубы и находящейся на заданном расстоянии от закручивающего устройства.

В качестве расчетной модели предлагается использовать трубу круглого сечения, в которой расположено смесительное устройство (рисунок 1). Смешиваемые компоненты с разными скоростями поступают в данную трубу через патрубки 1, 2 с одинаковым проходным сечением, длина которых позволяет выровнять профиль осевых скоростей. Далее поток, пройдя зону стабилизации, попадает в смесительное устройство 3, где за счет интенсивной турбуликации потока происходит перемешивание исходных компонентов. Эффективность перемешивания оценивается в проходном сечении аппарата, т.е. в перпендикулярной к оси плоскости 4. Выход смеси из расчетной модели производится через плоскость 5.



1, 2 – входные сечения расчетной модели двух компонентов смеси; 3 – смесительное устройство; 4 – плоскость исследования качества смешения; 5 – выходное сечение модели ( $l$  – длина смесительного участка аппарата)

Рисунок 1 – Расчетная модель

Представленным методом исследования проточного процесса смешения с применением программного комплекса FlowVision было изучено влияние геометрических размеров аксиального закручивающего устройства, выполненного в виде шнека, на эффективность смешения двухкомпонентной смеси [5].

Проведенные исследования смешения двухкомпонентной смеси позволили выявить качественные зависимости основных характеристик проточного смесителя, основанного на создании и поддержании закрученного движения, от его геометрических размеров, что в целом упростило разработку новых конструкций проточных вихревых смесителей повышенной эффективности.

Таким образом, применение программного комплекса [FlowVision](#) при разработке и оптимизации проточных смесителей для проведения заданного процесса позволяет значительно сократить время и затраты на оценку основных параметров, характеризующих эффективность работы подобных устройств.

#### Список используемых источников

1. Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтегазопереработки. - М., Химия, 1980. — 408 с.
2. Плановский А. Н., Николаев П. И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. - М., Химия, 1972. — 496 с.
3. Штербачек З., Тауск П. Перемешивание в жидких средах. – М.: Химия, 1961.
4. Хафизов Ф.Ш., Афанасенко В.Г., Хайбрахманов А.Ш., Хафизов И.Ф. Оценка эффективности работы проточных смесителей для перемешивания гомо - и гетерогенных систем // Химическая промышленность, 2008, №3, с.153-155.
5. Афанасенко В.Г., Хафизов Ф.Ш., Хайбрахманов А.Ш. Применение программного комплекса FlowVision для исследования влияния геометрических размеров шнека на эффективность смешения двухкомпонентной смеси // Вестник машиностроения, 2009, №4, с. 30-34.