



УДК 66.011

ОЦЕНКА РАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИДКОЙ ФАЗЫ ТРУБЧАТЫМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕМ МЕТОДОМ CFD-АНАЛИЗА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПЛОТНОСТЯХ ЖИДКОЙ ФАЗЫ

EVALUATION OF THE UNIFORMITY OF THE DISTRIBUTION OF THE LIQUID PHASE BY A TUBULAR DISTRIBUTOR BY THE METHOD OF CFD-ANALYSIS AT DIFFERENT DENSITIES OF THE LIQUID PHASE

Валеев Анвар Ринатович

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

Чуракова Светлана Константиновна

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

Муллабаев Камиль Азаматович

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

Аннотация. В статье рассмотрена работа трубчатого распределителя жидкости при различных плотностях жидкой фазы.

Ключевые слова: CFD-анализ, равномерность распределения, трубчатый распределитель.

Valeev Anvar Rinatovich

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

Churakova Svetlana Konstantinovna

Doctor of technical Sciences, Professor,
Ufa State Petroleum Technological University
chskugntu@rambler.ru

Mullabaev Kamil Azamatovich

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

Annotation. The article considers the operation of a tubular liquid distributor at various densities of the liquid phase.

Keywords: CFD-analysis, distribution uniformity, tubular distributor.

Для обеспечения эффективной работы контактных устройств массообменных аппаратов важным фактором является равномерное распределение жидкости. В случае низкой эффективности распределителей жидкости на контактных устройствах возможно локальное пересыхание, что приводит к выведению таких областей из процесса массообмена, а также снижает срок службы контактного устройства [3].

В данной работе рассмотрена работа трубчатого распределителя жидкости в диапазоне плотностей жидкой фазы от 400 до 1000 кг/м³, при расходе жидкости 12,8 м³/ч при расходе воздуха 3620 м³/ч и диаметре колонны 800 мм (рис. 1). [1]

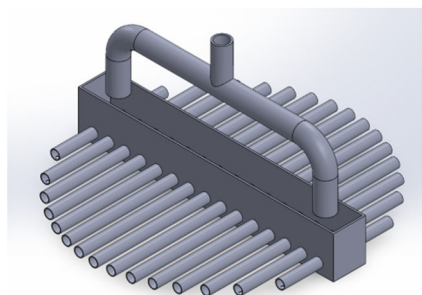


Рисунок 1 – Трехмерная модель трубчатого распределителя жидкости

Методика оценки эффективности распределения дисперсной фазы подробно рассмотрена в работе [2]. Функция эффективности распределения для капель дисперсной фазы $\Phi(v_\varphi)$ рассчитывается по формуле:

$$\Phi(v_\varphi) = \frac{1}{1 + \sigma_\varphi / \bar{\varphi}}, \quad (1)$$



где σ_φ – среднеквадратичное отклонения величины объемной доли дисперсной фазы; $\bar{\varphi}$ – среднее значение объемной доли дисперсной фазы в сечении S_{XY} .

Для сравнительной оценки эффективности распределения потоков в CFD-среде просчитываются поля объемной доли дисперсной фазы. Далее высчитывается функция эффективности распределения $\Phi(v_\varphi)$ (табл. 1). В соответствии с данными, приведенными в работе [2], значения функции $\Phi(v) > 0.5$ отвечают приемлемому распределению, а $\Phi(v) < 0.5$ – неравномерному распределению. Сечение S_{XY} принято на 200 мм ниже нижней точки распределительного устройства.

Таблица 1 – Результаты расчетного анализа

Плотность жидкой фазы, кг/м ³	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
Значение функции эффективности распределения	0,382	0,371	0,432	0,489	0,463	0,493	0,520	0,516	0,534	0,546	0,577

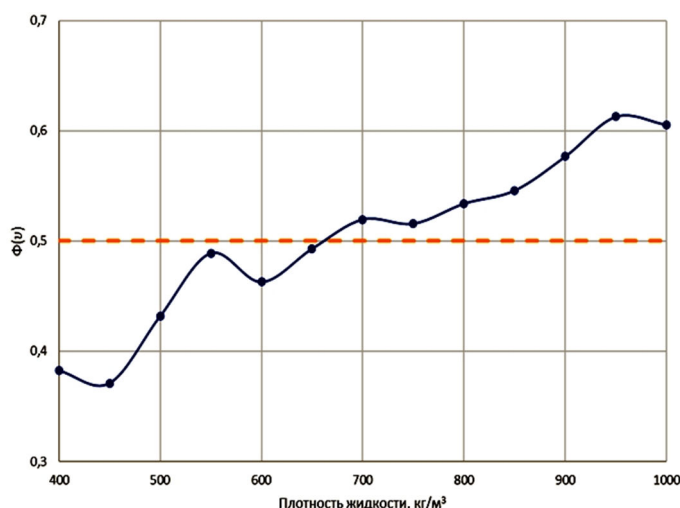


Рисунок 2 – График зависимости функции эффективности распределения от плотности жидкой фазы

По графику зависимости функции эффективности распределения от плотности жидкой фазы (рис. 2), видно, что значение функции распределения для рассмотренной конструкции выше 0,5 достигается при плотности жидкой фазы выше 663 кг/м³.

Наиболее эффективное распределение достигается при плотности жидкости 950 кг/м³ ($\Phi(v_\varphi) = 0,613$).

В рассмотренном диапазоне график представляет собой практически линейную зависимость функции эффективности распределения от плотности жидкой фазы, в следствие чего можно сделать вывод о наличии некоторого нижнего граничного значения, при которой применение трубчатого распределителя жидкости в каждом конкретном случае становится нецелесообразным.

Список литературы:

1. Koch-Glitsch. Liquid distributors [Электронный ресурс]: каталог внутренних устройств колонного оборудования [Электрон. ресурс]. – URL : <https://koch-glitsch.com/products/packing-and-internals?productcategory=packing-and-internals&categoryname=m-Liquid-Distributors>
2. Муллабаев К.А., Чуракова С.К., Валеев А.Р. Разработка методов оценки равномерности распределения фаз в насадочных экстракторах средствами CFD-систем // Башкирский химический журнал. – 2022. – Т. 29. – № 2. – С. 71–76.
3. Чуракова С.К. Варианты интенсификации действующего массообменного оборудования в процессах нефтегазопереработки и нефтехимии // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2013. – № 5. – С. 48–52.

List of references:

1. Koch–Glitsch. Liquid distributors [Electronic resource]: catalog of column equipment internals [Electronic resource]. – URL : <https://koch-glitsch.com/products/packing-and-internals?productcategory=packing-and-internals&categoryname=m-Liquid-Distributors>.
2. Mullabaev K.A., Churakova S.K., Valeev A.R. Development of methods for assessing the uniformity of phase distribution in the packed bed extractors by means of CFD-systems // Bashkir Chemical Journal. – 2022. – V. 29. – № 2. – P. 71–76.
3. Churakova S.K. Options for intensifying the current mass exchange equipment in the processes of oil and gas refining and petrochemicals // Refining and Petrochemicals. – 2013. – № 5. – P. 48–52.