

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАССООБМЕНА С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛЕЙ СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ

*Дударовская О.Г.*

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань*

**Ключевые слова:** массообмен, эффективность, длина насадочного слоя.

**Аннотация.** Настоящая статья посвящена определению эффективности массообмена для аппаратов, заполненными хаотичными насадочными элементами, на основе моделей структуры потоков. Получено расчетное выражение для определения эффективности массообмена, применяя модель идеального вытеснения. Произведены расчеты эффективности массообмена для каналов с различными хаотичными насадочными слоями при разной длине насадочного слоя. Проведен анализ влияния длины насадочного слоя на эффективность массообмена в каналах, заполненных хаотичными насадочными слоями. Полученные данные представлены в виде графика, сделаны выводы.

## DETERMINATION OF EFFICIENCY OF MASS TRANSFER WITH APPLICATION OF MODELS OF STRUCTURE OF FLOWS

*Dudarovskaya O.G.*

*Kazan state energy university, Kazan*

**Keywords:** mass transfer, efficiency, length of the packed layer.

**Abstract.** This article is devoted to determining the efficiency of mass transfer for devices filled with chaotic packed elements, based on models of the structure of flows. A calculated expression is obtained for determining the efficiency of mass transfer using the ideal displacement model. Mass transfer efficiency was calculated for channels with various chaotic packed layers at different lengths of the packed layer. The influence of the length of the packed layer on the efficiency of mass transfer in channels filled with chaotic packed layers is analyzed. The data obtained are presented in the form of a graph, conclusions are drawn.

Одной из важных и актуальных задач в различных отраслях промышленности и энергетике является повышение эффективности проводимых процессов. Массообменные аппараты наиболее распространенные устройства во всех видах и типах энергетических и массообменных установок.

К перспективному способу интенсификации массообмена относится использование хаотичных насадочных элементов, что связано, в первую очередь, с широким выбором насадок и разработкой новых контактных устройств конкурентноспособных зарубежным [1,2].

Одним из основных факторов, влияющих на эффективность массообмена в каналах, заполненных хаотичными насадочными слоями, является длина насадочного слоя.

При выборе длины насадочного слоя следует учитывать важный показатель – потери напора на единицу длины слоя, который зависит от гидродинамических характеристик и физических величин, характеризующих свойства потока и насадочного слоя.

К величинам, характеризующим насадочный слой относятся: средняя

скорость в пространстве между насадками ( $u_{cp} = u_0/\epsilon_{св}$ ) и эквивалентный диаметр элементов слоя  $d_3$ .

Проведем анализ влияния длины насадочного слоя на эффективность массообмена в канале, заполненном хаотичными насадочными элементами.

Применяя модель идеального вытеснения, выражение эффективности процесса массообмена имеет вид [3]

$$\eta = 1 - \exp(-N) = 1 - \exp\left(-\frac{\beta F}{V}\right), \tag{1}$$

где  $N$  – число единиц переноса;  $\beta$  – коэффициент массоотдачи, м/с;  $F$  – площадь поверхности контакта фаз, м<sup>2</sup>;  $V$  – объемный расход среды, м<sup>3</sup>/с.

Площадь поверхности находят из выражения [3]

$$F = SHa_v, \tag{2}$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>;  $H$  – длина насадочного слоя, м;  $a_v$  – удельная поверхность насадки, м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.

Выражение объемного расхода среды имеет вид

$$V = Su_0 = Su_{cp}\epsilon_{св}, \tag{3}$$

где  $u_0$  – скорость потока в канале, м/с;  $u_{cp}$  – средняя скорость потока в насадке, м/с;  $\epsilon_{св}$  – удельный свободный объем насадки, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Тогда выражение эффективности процесса массообмена примет вид

$$\eta = 1 - \exp\left(-\frac{\beta Ha_v}{u_{cp}\epsilon_{св}}\right). \tag{4}$$

Для определения зависимости эффективности массообмена от длины насадочного слоя рассмотрим несколько различных хаотичных насадок: керамические кольца Палля (разм. 35 мм,  $a_v = 165$  м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>); керамические кольца Рашига (разм. 38 мм,  $a_v = 150$  м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>); керамические седла Инталокс (разм. 38 мм,  $a_v = 195$  м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>).

Режим течения потока в насадочном слое – турбулентный ( $Re_3 = 800$ ); длина насадочного слоя  $H$  меняется в интервале от 0,2 до 0,6 м.

На рисунке 1 приведены расчетные значения зависимости эффективности массообмена от длины насадочного слоя.

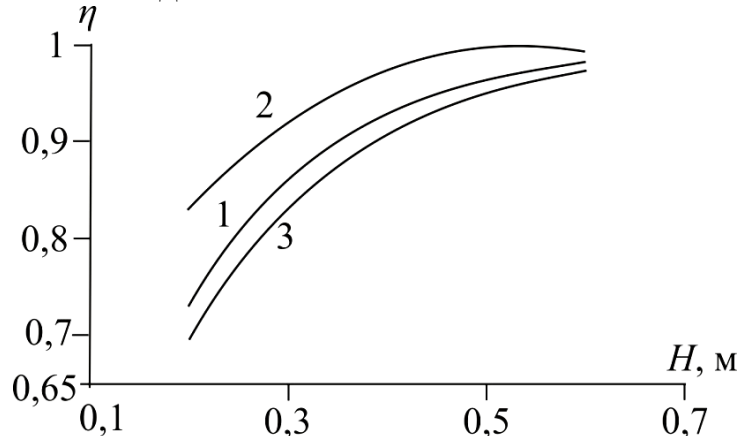


Рис. 1. Зависимость  $\eta$  эффективности процесса массообмена от длины насадочного слоя  $H$  в каналах с различными насадочными слоями (при числе Рейнольдса  $Re_3 = 800$ ): 1 – кольца Палля (разм. 35 мм); 2 – кольца Рашига (разм. 38 мм); 3 – седла Инталокс (разм. 38 мм)

Из полученного графика зависимости эффективности массообмена от длины насадочного слоя, можно сделать вывод, что с увеличением длины насадочного слоя эффективность процесса массообмена повышается.

Чем больше длина насадочного слоя, тем выше потери напора в канале с насадочным слоем, и, следовательно, требуется затрачивать больше мощности на прокачку среды, однако коэффициент массоотдачи в канале с насадочным слоем увеличивается значительно больше, что в целом позволяет повысить эффективность процесса.

#### **Список литературы**

1. Лаптев А.Г., Башаров М.М. Эффективность теплообмена и разделения гетерогенных сред в аппаратах нефтегазохимического комплекса. Казань: Центр инновационных технологий, 2016. 344 с.
2. Сокол Б.А., Чернышев А.К., Баранов Д.А. Насадки массообменных колонн. М.: Галилея-принт, 2009. 358 с.
3. Дударовская О.Г. Модели интенсифицированного теплообмена и смешения сред в каналах с хаотичными насадочными слоями: дисс. ... канд.техн.наук. Казань, 2016. 202 с.

#### Сведения об авторе:

*Дударовская Ольга Геннадьевна* – к.т.н., старший преподаватель кафедры «Технология воды и топлива» КГЭУ, г.Казань.