

суперкавитирующих аппаратов / О.А. Петров, Д.В. Семенов // Сборник науч. трудов по матер. междунар. науч.-практич. конф. Современные проблемы и пути их решения в науке, производстве и образовании`2010. – Т. 4. – Одесса. 2010. – С. 67–69.

УДК 66.021.3

Студ. М. В. Петровский

Науч. рук. д. т. н. П. Е. Вайтехович

(кафедра МиАХиСП, БГТУ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРИРОВАННЫХ РЕГУЛЯРНЫХ НАСАДОК

В химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности основным видом технологического оборудования, используемого на предприятиях, являются колонные аппараты, оборудованные контактными массообменными устройствами различных типов и конструкций и предназначенные для осуществления конкретных технологических процессов, связанных с переносом компонентов перерабатываемых потоков между фазами, контактирующими в ходе реализуемого массообменного процесса.

Основными функциональными элементами колонного аппарата являются контактные устройства, правильный выбор числа и конструкции которых при проектировании массообменного аппарата гарантирует эффективность и надежность его эксплуатации в реальных промышленных условиях [1].

На основании обзора и анализа существующих регулярных структурированных насадок для колонных массообменных аппаратов на кафедре машин и аппаратов химических и силикатных производств Белорусского государственного технологического университета разработана и исследована новая регулярная насадка, представленная на рисунке 1.

Регулярная насадка, устанавливаемая в корпусе аппарата 1, состоит из концентрических цилиндров 2, на наружной поверхности которых установлены зигзагообразные ленты 3, а внутри наименьших цилиндров радиально установлены вертикальные перегородки 4. Наружный диаметр насадки соответствует внутреннему диаметру корпуса аппарата.

Регулярная насадка работает следующим образом. Равномерно распределенный по сечению корпуса аппарата 1 газ поступает в каналы, образованные концентрическими цилиндрами 2,

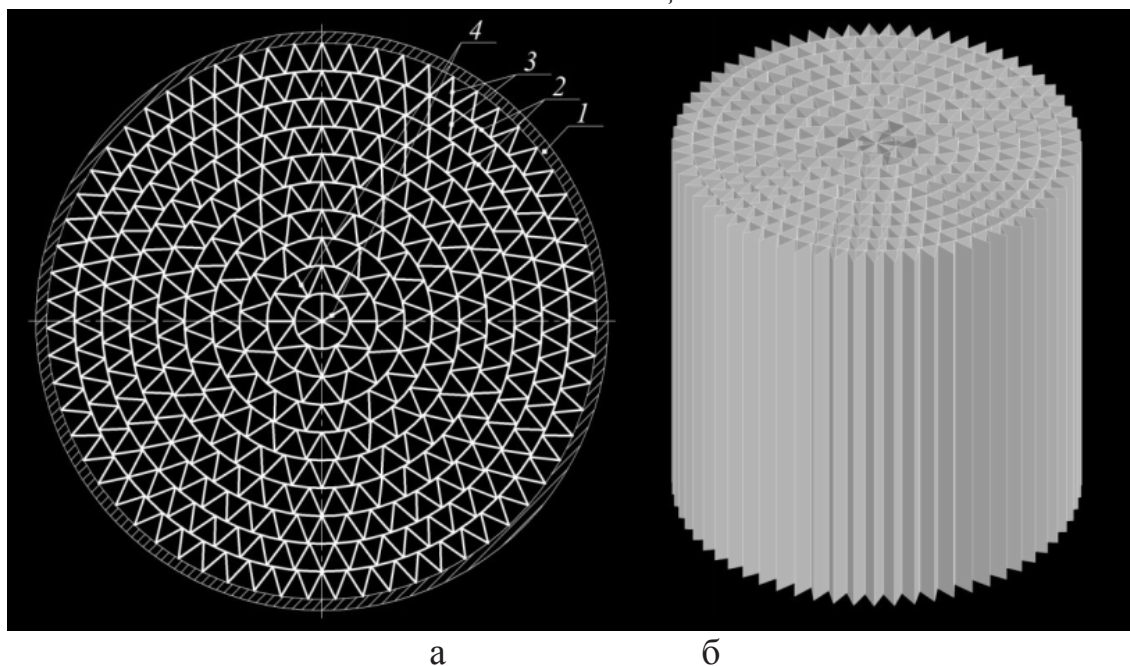


Рисунок 1 – Схема насадки
а – поперечное сечение насадки; б – 3D чертёж;
1 – корпус аппарата; 2 – цилиндры; 3 – зигзагообразные ленты;
4 – вертикальные перегородки

вертикальными зигзагообразными лентами 3, вертикальными перегородками 4 и корпусом аппарата 1, и поднимается вверх, взаимодействуя со стекающей по всей поверхности насадки и внутренней поверхности корпуса аппарата в виде пленки жидкостью, равномерно распределенной по сечению корпуса аппарата 1.

Данная конструкция регулярной насадки обеспечивает равномерное распределение газового потока по всему сечению аппарата, что исключает образование застойных зон и увеличивает поверхность контакта фаз. Более равномерное распределение потока газа по рабочему сечению аппарата приводит к снижению его скорости в каналах, а значит, и гидравлического сопротивления насадки.

Экспериментальные исследования разработанной насадки проводились на двух системах: десорбции двуокси углерода (CO_2) и насыщение воздуха парами воды. Для первой системы основное сопротивление сосредоточено в жидкой фазе, а для второй – в газовой. Схема экспериментальной установки приведена в работе [2].

Производительность по газу (воздуху), или F-фактор газа, $(\text{м/с}) \cdot (\text{кг/м}^3)^{-0,5}$, определялась по уравнению [3]:

$$F = \omega \rho^{-0.5} \quad (1)$$

где ω – средняя скорость газа (воздуха), рассчитанная на свободное сечение колонны, м/с; ρ – плотность газа (воздуха), кг/м³.

Средняя скорость воздуха в колонне w , м/с, определялась по уравнению:

$$\omega = \frac{4V}{\pi d_{\text{вн}}^2} \quad (4)$$

где V – объемный расход воздуха, м³/с.

Плотность орошения q , м³/(м²·ч), рассчитывалась по формуле:

$$q = \frac{4Q}{\pi d_{\text{вн}}^2} \quad (3)$$

где Q – объемный расход воды, м³/ч.

Эффективность взаимодействия фаз при десорбции CO₂ оценивалась по коэффициенту извлечения[4]:

$$\varphi = \frac{x_n - x_k}{x_n - x_k^*}$$

где x_n, x_k, x_k^* – молярные доли CO₂ в воде на входе, на выходе и равновесная на выходе из колонны соответственно, кмоль CO₂/кмоль (CO₂ + H₂O).

Эффективность при испарении жидкости E :

$$E = \frac{x_{\text{вых}} - x_{\text{вх}}}{x_{100} - x_{\text{вх}}}$$

где x_{100} – абсолютная влажность воздуха, насыщенного водяным паром, кг/м³; $x_{\text{вх}}$ – влажность воздуха на входе в колонну, кг/м³; $x_{\text{вых}}$ – влажность воздуха на выходе из колонны, кг/м³.

Результаты экспериментальных исследований гидравлического сопротивления и эффективности насадки представлены на рисунках 2–4.

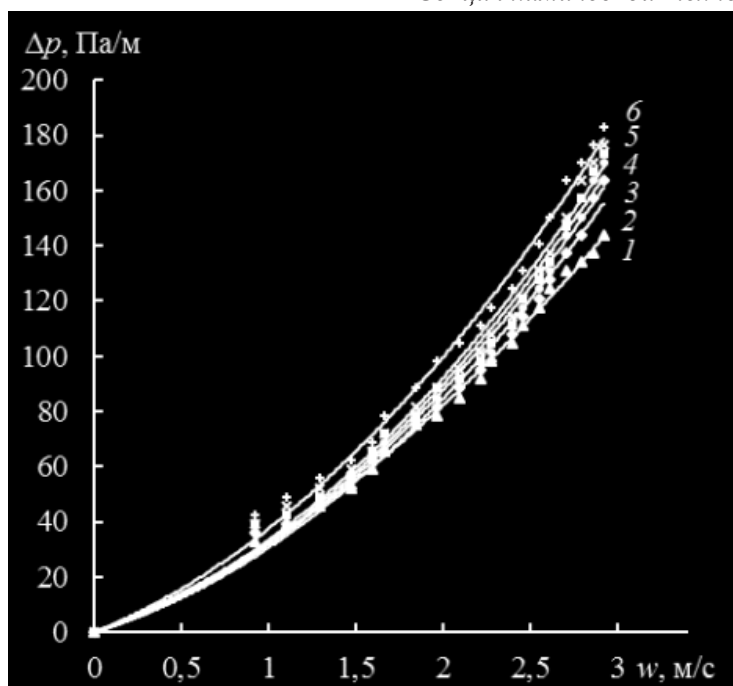


Рисунок 2 – Зависимость гидравлического сопротивления разработанной насадки от средней скорости газа в аппарате w , м/с, при различных плотностях орошения q , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$:
 1 – 0; 2 – 10,9; 3 – 17,8; 4 – 22,3; 5 – 26,9; 6 – 36

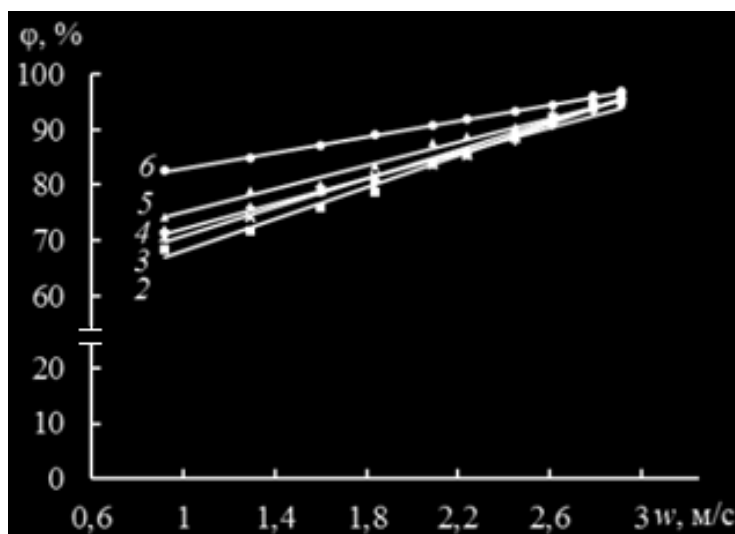
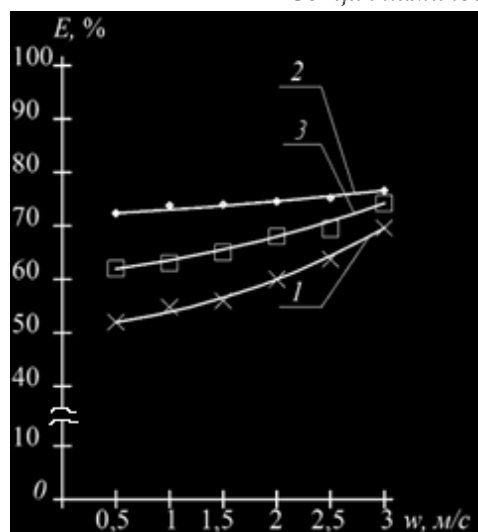


Рисунок 3 – Зависимость эффективности разработанной насадки от средней скорости газа в аппарате w , м/с, при различных плотностях орошения q , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$:
 1 – 0; 2 – 10,9; 3 – 17,8; 4 – 22,3; 5 – 26,9; 6 – 36

Зависимость эффективности при испарения в системе воздух-вода приведена на рисунке 4.



**Рисунок 4 – Зависимость эффективности при испарения в системе воздух–вода при различных плотностях орошения q , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$:
1 – 7,33; 2 – 10,75; 3 – 14,15**

Как видно из рисунков 3 и 4 эффективность по жидкой фазе выше, чем по газовой. На обеих системах эффективность массопередачи увеличивается с повышением плотности орошения. Увеличение эффективности массопередачи от скорости газа носит линейный характер. Гидравлическое сопротивление при увеличении скорости газа изменяется по параболическому закону (рис. 2). Для исследуемой насадки оно незначительно зависит от плотности орошения. В целом, гидравлическое сопротивление приходящееся на единицу высоты значительно меньше чем для тарельчатых аппаратов. Таким образом, предлагаемая насадка обладает рядом преимуществ по сравнению с тарелками и имеет широкие перспективы промышленного использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллин А. З. Разработка конструкций и метод расчета струйных насадок для массообменных процессов: дис. канд. техн. наук: 05.17.08. Уфа, 2003. – 186 с.
2. Вайтехович, П. Е. Разработка и исследование вихревых массообменных аппаратов: дис. канд. техн. наук: 05.17.08. Минск, 1982. – 211 с.
3. Поникаров И. И., Гайнуллин М. Г. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки. М.: Альфа-М, 2006. – 608 с.
4. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Альянс, 2005. 753 с.