

УДК 532.51

С. К. Протасов, кандидат технических наук, доцент (БГТУ); **А. А. Боровик**, кандидат технических наук, доцент (БГТУ); **Н. П. Матвейко**, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой (БГЭУ); **Д. А. Шевелев**, студент (БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ ГАЗА ДЛЯ НАСАДОЧНЫХ КОЛОНН

В статье рассмотрена конструкция распределителя газа для массообменных колонн, в частности для насадочных колонн. Выполнен обзор и анализ существующих подводов газового (парового) потока в колонну и способов его равномерного распределения по сечению. Приведены результаты исследований по равномерности распределения потока газа по сечению колонны и по гидравлическому сопротивлению для различных распределителей газа. В результате исследований установлено, что новая конструкция распределителя газового потока обладает низким гидравлическим сопротивлением и равномерно распределяет поток газа по сечению колонны.

The article deals with the construction of distributor of gas for the variables used massoo columns, particularly for packed columns. A review and analysis of T susches sponding inlets of the gas (steam) flow into the column and how to distribute the cross-section. Presents the results of studies on the uniformity of distribution pa of gas flow over the cross section of the column and the pressure drop for various gas distributors. The studies found that the new n to have designed the valve of the gas stream has a low hydraulic impedance e tion and evenly distributes the gas flow over the cross section of the column.

Введение. Ввод газа (пара) в противоточные массообменные аппараты осуществляется в нижней части через боковой штуцер либо по трубе, расположенной по оси аппарата.

При боковом вводе газовый поток из штуцера движется к противоположной стенке. При ударе о стенку он поворачивает вверх и движется вдоль нее в виде струи, образуя обратные токи в пространстве над штуцером.

Ввод газа по оси создает струю, которая, расширяясь, постепенно заполняет все сечение аппарата. Наличие же опорно-распределительной решетки в насадочных колоннах несколько повышает равномерность распределения газа по сечению, если коэффициент сопротивления решетки имеет достаточное значение. Для создания более равномерного движения газа по сечению колонны применяют различные спрямляющие устройства, располагаемые над решеткой либо под ней, однако они не всегда приводят к желаемому результату.

Равномерное распределение газа по сечению насадочной колонны перед опорной решеткой особенно важно и потому, что это позволяет избежать байпасирования газа в насадке по ее высоте [1].

Опытные данные многих исследователей показывают, что при равномерном распределении газа по сечению колонны высота насадки, эквивалентная одной теоретической тарелке (ВЭТТ), на 30% становится меньше.

Основная часть. На кафедре МиАХиСП проводятся лабораторные исследования колонн с регулярной насадкой, которая представляет собой пакеты, набираемые из плоских или гофрированных вертикальных пластин, расположенных параллельно с одинаковым зазором. Регулярная насадка обладает сравнительно низким сопротивлением и высокой эффективностью по сравнению с традиционными нере-

гулярными насадками. Основным недостатком регулярной насадки является высокая чувствительность к равномерности распределения газа и жидкости на входе в насадку, поскольку по высоте насадки практически не происходит перераспределения потоков.

На кафедре разработана конструкция распределителя газа для насадочных колонн, исследования которой проводили на установке, представленной на рис. 1.

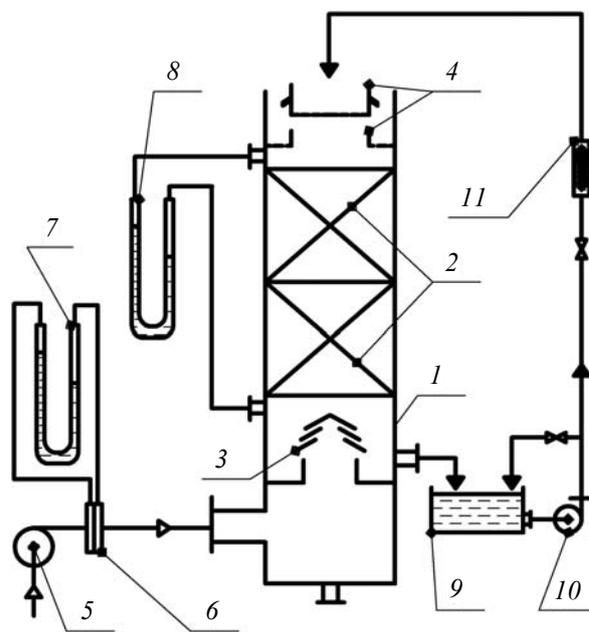


Рис. 1. Схема лабораторной установки:
1 – корпус колонны; 2 – насадка; 3 – распределитель газа; 4 – распределитель жидкости;
5 – воздушная подушка; 6 – диафрагма; 7 – дифманометр диафрагмы; 8 – дифманометр для определения гидравлического сопротивления; 9 – емкость; 10 – насос; 11 – ротаметр

Воздух от воздуходувки 5 подавался в нижнюю часть колонны 1, откуда поступал в распределитель 3, равномерно распределялся по сечению колонны и поднимался вверх через насадку 2. Пройдя распределитель жидкости 4, воздух поступал в атмосферу. Вода из емкости 9 насосом 10 подавалась в распределитель жидкости 5, где равномерно распределялась по сечению колонны, орошая насадку. После контакта с воздухом в насадке вода возвращалась обратно в емкость. Расход воздуха измерялся с помощью диафрагмы 6 и дифманометра 7. Расход воды устанавливали по ротаметру 11.

Гидравлическое сопротивление распределителей воздуха и насадки определяли по разности статических давлений до и после распределителя (насадки), которую фиксировали дифференциальным манометром 8.

На первом этапе исследований решалась задача равномерного распределения газа по сечению колонны. Наиболее полную информацию о распределении потока газа по сечению аппарата можно получить, если известна мгновенная скорость потока в любой точке сечения, т. е. если известен профиль скоростей в потоке.

Профиль скоростей получали с помощью трубки Пито – Прандтля, которую устанавливали в сечении на расстоянии 0,15 м от распределителя газа. Затем полученный профиль скоростей интегрировали и получали расход воздуха в данном сечении. Рассчитанный расход

воздуха сверяли с рабочим расходом, который определяли по диафрагме. Если погрешность составляла более 5%, исследования профиля повторяли.

Для сравнения существующих распределителей газа была выбрана прямая труба, установленная по оси колонны, стандартный распределитель газа (прямая труба, установленная по оси колонны, с отбойным конусом сверху) и новый распределитель, который включает прямую трубу, два усеченных конуса и отбойный конус сверху (рис. 2).

Результаты исследований. На рис. 3 представлен профиль скоростей для распределителя типа «прямая труба», установленная по оси колонны. Из рисунка видно, что профиль скоростей имеет максимум по оси трубы, при этом отношение среднерасходной скорости к максимальной составляет 0,75, что соответствует профилю скоростей для турбулентного движения в прямых трубах. На рис. 4 изображен профиль скоростей для распределителя с одним отбойником, когда прямая труба имеет сверху конусный отбойник. Профиль скоростей содержит три максимума, а именно два небольших у стенки и один по оси. Соотношение среднерасходной и максимальной скоростей равно 0,82. Профиль скоростей распределителя с тремя отбойниками (рис. 5) имеет два максимума у стенки колонны. Отношение средней скорости к максимальной составило 0,84.

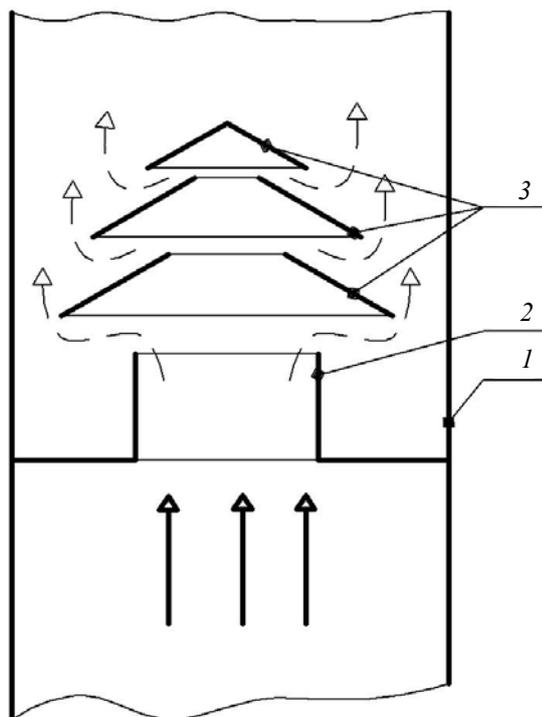


Рис. 2. Распределители газа:
1 – корпус колонны; 2 – прямая труба;
3 – отбойники

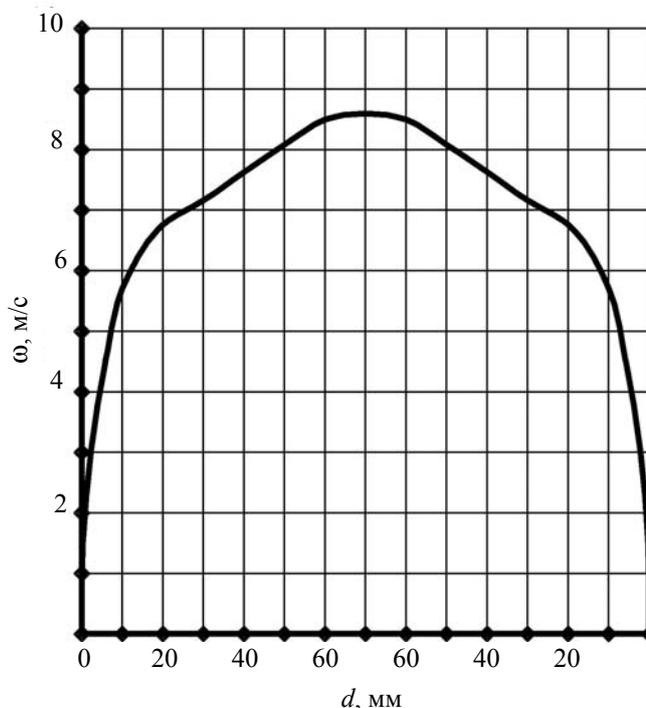


Рис. 3. Профиль скоростей
для распределителя
типа «прямая труба»

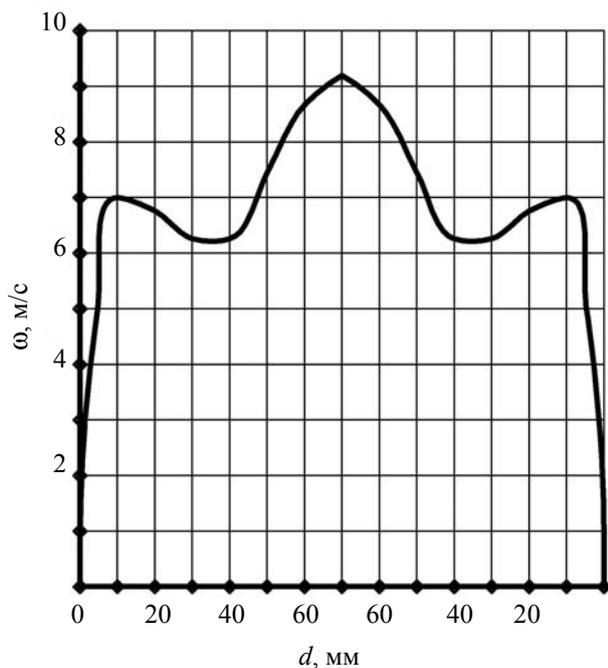


Рис. 4. Профиль скоростей для распределителя с одним отбойником

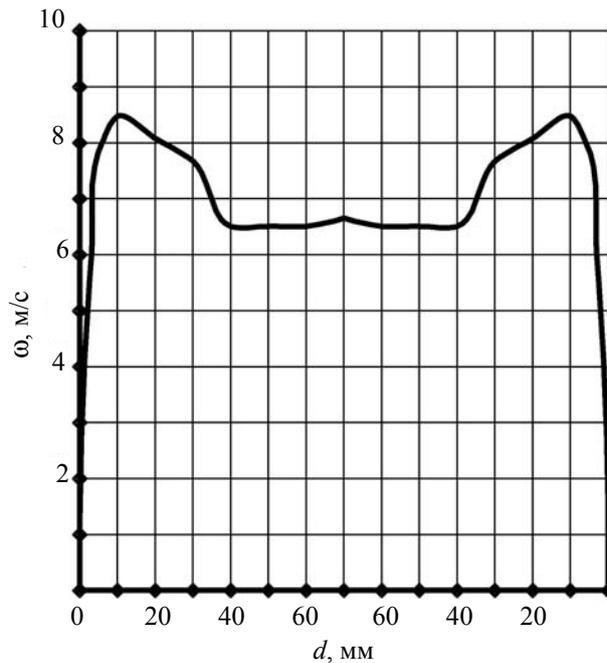


Рис. 5. Профиль скоростей для распределителя с тремя отбойниками

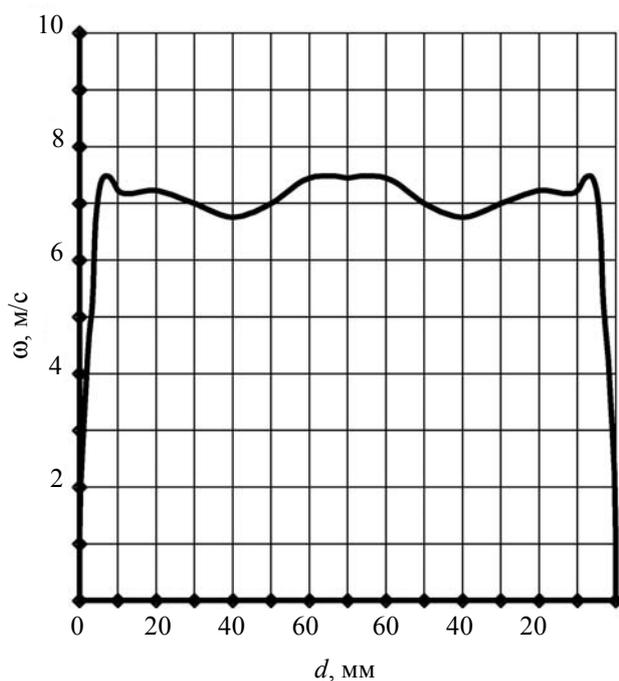


Рис. 6. Профиль скоростей для распределителя с тремя отбойниками, полученный в сечении выше насадки

Из рис. 5 видно, что распределитель с тремя отбойниками создает самое равномерное распределение потока газа по сечению колонны.

На рис. 6 представлен профиль скоростей, полученный опытным путем в сечении

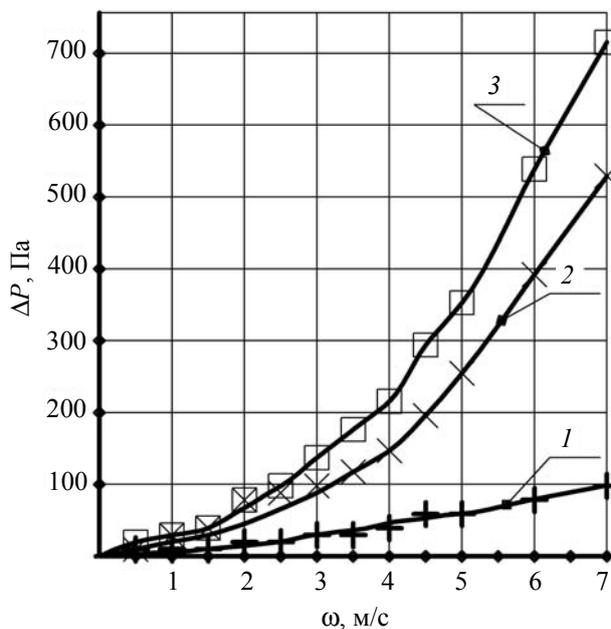


Рис. 7. Зависимость гидравлического сопротивления распределителей в зависимости от среднерасходной скорости:
1 – прямая труба; 2 – распределитель с тремя отбойниками; 3 – прямая труба с конусным отбойником

колонны выше насадки, при установке распределителя с тремя отбойниками. Можно заметить, что профиль скоростей при прохождении газа по насадке изменяется, постепенно приобретая вид профиля для прямой трубы.

На рис. 7 показана зависимость гидравлического сопротивления каждого из трех распределителей газового потока в зависимости от среднерасходной скорости газа. Из рисунка видно, что гидравлическое сопротивление прямой трубы самое низкое, что и следовало ожидать. Сопротивление распределителя с тремя отбойниками на 15% ниже, чем у распределителя с одним отбойником.

Заключение. Конструкция распределителя газа массообменных колонн с тремя отбойниками позволяет получить равномерное распределение газового потока по всему сечению колонны. Гидравлическое сопротивление распределителя на 15% ниже сопротивления распределителя с одним отбойником.

Литература

1. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов. В 2 кн. Ч. 2. Массообменные процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. – 2-е изд. – М.: Химия, 1995. – 368 с.
2. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: справочник / Г. Г. Рабинович [и др.]; под ред. Е. Н. Судакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 568 с.
3. Рамм, В. М. Абсорбция газов / В. М. Рамм. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1976. – 655 с.

Поступила 02.03.2012