

УДК 66.02

Д. Г. Калишук, доц., канд. техн. наук; И. С. Рахматуллаев, магистрант;
Н. П. Саевич, доц., канд. техн. наук; Ж. Р. Ниёзов, магистрант
(БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СУХИХ ТАРЕЛОК СО СТАЦИОНАРНЫМИ КЛАПАНАМИ

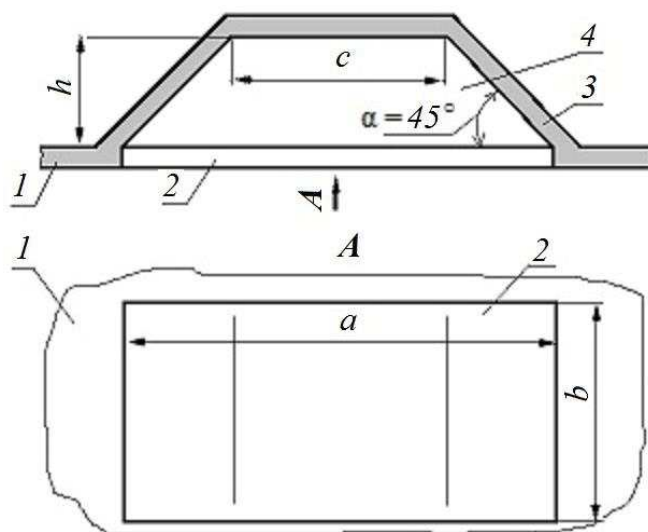
Клапанные тарелки, применяемые в аппаратах для процессов взаимодействия газа (пара) и жидкости, представлены двумя разновидностями: с подвижными клапанами и со стационарными клапанами. Производство и использование тарелок со стационарными клапанами осуществляется несколько последних десятилетий [1 – 3]. По сравнению с тарелками с подвижными клапанами они проще, дешевле, менее материалоемки, малочувствительны к загрязнениям. Информация о гидродинамических характеристиках данных тарелок, например, гидравлическом сопротивлении, в открытых источниках не представлена. Вследствие этого нами проводятся экспериментальные исследования гидродинамических характеристик тарелок со стационарными клапанами, которые необходимы для проектирования аппаратов с данными контактными устройствами.

На первом этапе исследований проводились опыты по определению гидравлического сопротивления сухих тарелок. Объектами этих исследований являлись тарелки с клапанами прямоугольной формы длиной $a = 20$ мм и шириной $b = 10$ мм (см. рис. 1). Высота бокового отверстия под клапаном для выхода газа составляла $h = 5$ мм, а длина основания клапана $c = 10$ мм. Диаметр экспериментальных тарелок равнялся $0,240$ м, они были изготовлены с различным числом клапанов и их взаимным расположением. Для первого образца тарелки относительное свободное сечение $f_{св}$ составляло $0,209 \text{ м}^2/\text{м}^2$, для второго – $0,106 \text{ м}^2/\text{м}^2$, а для третьего – $0,053 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

Экспериментальная установка для исследования гидродинамических характеристик массообменных тарелок имела производительность по воздуху до $400 \text{ м}^3/\text{ч}$, что позволяло достигать скорости газа в расчете на полное сечение тарелки w до $2,45 \text{ м/с}$. В таком случае скорость воздуха в отверстиях тарелки w_0 при проведении опытов изменялась: для первого образца тарелки от $5,5$ до $11,9 \text{ м/с}$; для второго – от $6,0$ до $23,0 \text{ м/с}$; для третьего – от $12,0$ до $46,0 \text{ м/с}$.

При проведении опытов фиксировали объемный расход воздуха через экспериментальную колонку Q_y , температуру воздуха t , барометрическое давление $P_б$ и гидравлическое сопротивление тарелки ΔP_c .

Погрешности измерений составляли: Q_y – до 5 %; t – до 0,2°C; P_0 – до 1 кПа; ΔP_c – до 10 Па. Каждый из опытов дублировался.



1 – основание тарелки; 2 – отверстие под клапан в основании тарелки;
3 – клапан; 4 – боковое отверстие под клапаном для выхода газа

Рисунок 1 – Схема клапана экспериментальных тарелок

При обработке опытных данных по исследованиям сухих тарелок получены графические зависимости гидравлического сопротивления их ΔP_c от скорости газа в расчете на полное сечение тарелок w . В качестве результирующего параметра, характеризующего гидравлическое сопротивление сухой тарелки, по формуле Дарси рассчитывали ее коэффициент сопротивления ξ :

$$\xi = \frac{2\Delta P}{\rho w_o^2}, \quad (1)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Скорость воздуха в отверстиях тарелки рассчитывалась:

$$w_o = \frac{w}{f_{cv}}. \quad (2)$$

Результаты экспериментальных исследований сухих тарелок со стационарными клапанами представлены на рис. 2 в виде графических зависимостей коэффициента сопротивления сухой тарелки ξ при различных ее исполнениях от скорости воздуха в расчете на полное сечение этих тарелок w .

Анализ результатов опытов показал, что зависимости $\Delta P = f(w)$ можно приближенно описать как квадратичные параболы. Полученные результаты согласуются с теорией, описывающей гидравлическое сопротивление сухих массообменных тарелок [4].

Графики на рисунке 2 показывают тенденцию некоторого снижения коэффициента сопротивления сухой тарелки ζ при увеличении скорости газа.

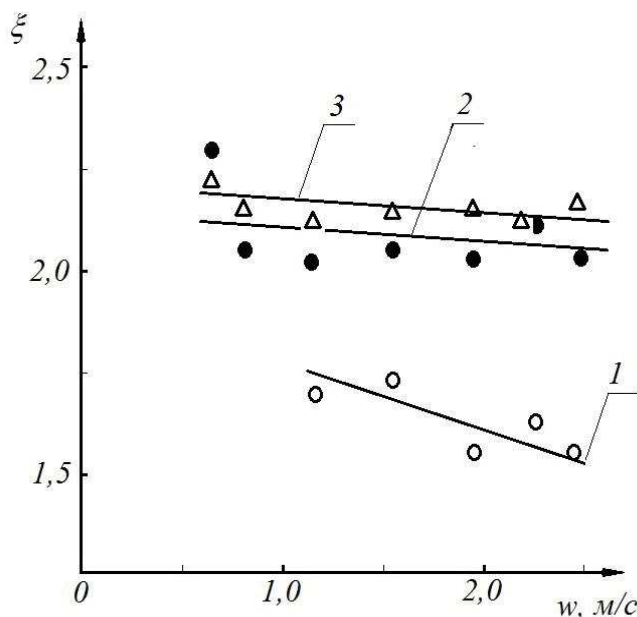


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента ζ от скорости воздуха w :
 1 – при $f_{cv} = 0,209 \text{ м}^2/\text{м}^2$; 2 – при $f_{cv} = 0,106 \text{ м}^2/\text{м}^2$; 3 – при $f_{cv} = 0,053 \text{ м}^2/\text{м}^2$

Также отмечено чувствительное уменьшение ζ при увеличении относительного свободного сечения отверстий для прохода газа f_{cv} . Указанное явление отмечается в литературе и для других типов тарелок, в частности, ситчатых [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Клапанные тарелки EDV [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.bts.net.ua/column/edv. – Дата доступа: 12.02.2020.
2. Колонное оборудование [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.ingehim.ru/files/colonnoe --oborudovanie.pdf](http://www.ingehim.ru/files/colonnoe--oborudovanie.pdf). – Дата доступа: 14.02.2020.
3. Тарелки для переноса массы [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.rubbersealing.com/trays-Ru.html. – Дата доступа: 12.02.2020.
4. Рамм, В. М. Абсорбция газов / В. М. Рамм. – М.: Химия, 1976. – 656 с.