

А. А. Боровик, ст. преподаватель; С. К. Протасов, доцент; Д. П. Мацкевич, студент

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЙ НА ЧАСТОТУ ВРАЩЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАССООБМЕНА В РОТОРНОМ БЕСПРИВОДНОМ ДИСПЕРСИОННО-ПЛЕНОЧНОМ МАССООБМЕННОМ АППАРАТЕ

In the article influence of constructive parameters on work characteristics of without drive rotative mass-transfer apparatus are studied.

С целью интенсификации процессов тепло- и массопереноса в роторном бесприводном дисперсионно-пленочном массообменном аппарате [1] предложен ряд конструктивных усовершенствований и исследовано их влияние на некоторые рабочие характеристики аппарата.

В качестве 1-го усовершенствования было предложено вместо прямых переливных трубок использовать Г-образные трубки, нижние концы которых были отогнуты по ходу вращения диспергирующего диска. При этом кинетическая энергия переливающейся с вышележащей контактной ступени жидкости передавалась ротору, способствовала увеличению крутящего момента на валу, частоты вращения диспергаторов и интенсифицировала процессы диспергирования жидкой фазы и ее контакта с газовым потоком.

Экспериментально на системе воздух-вода при $t = 20^\circ\text{C}$ с применением стробоскопического метода определения угловых скоростей вращения [2] установлено (рис. 1), что применение Г-образных переливных трубок позволяет увеличить частоту вращения ротора на 8–15% по сравнению с аппаратами, в которых используются прямые трубки. Существенно и то, что наибольший положительный эффект от применения Г-образных трубок наблюдается при относительно невысоких нагрузках по газовой фазе. Данный фактор позволяет заметно снизить так называемую критическую скорость газа и расширить диапазон устойчивой работы аппарата. Увеличение средней скорости газового потока повышало динамическое давление на лопатки вентиляторных колес, что также способствовало росту частоты вращения ротора.

Критическая скорость соответствует такой скорости газового потока, при достижении которой ротор переходит из неподвижного состояния в состояние вращения. Очевидно, данный переход будет наблюдаться в тех случаях, когда крутящий момент на валу ротора, создаваемый силами давления газового потока, превысит момент сил трения в подшипниках аппарата. Величину соответствующей критической скорости газа можно принять за нижний предел допустимых нагрузок по газовой фазе.

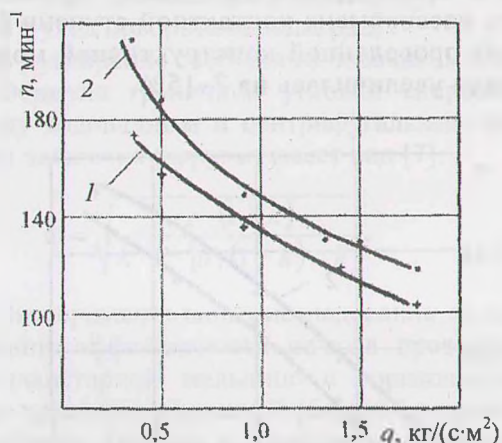


Рис. 1. Зависимость числа оборотов ротора от плотности орошения для различных конструкций переливных трубок: 1 – прямых, 2 – Г-образных. $D_a = 145$ мм; $W_r = 3,2$ м/с

На рис. 2 представлены зависимости критической скорости газа от плотности орошения для обычных и Г-образных переливных трубок. Очевидно снижение величины критической скорости для Г-образных переливных трубок, что объясняется дополнительным вращающим моментом, создаваемым направленным движением жидкости по ходу вращения ротора. Увеличение же плотности орошения приводит к некоторому росту величины критической скорости, что объясняется увеличением инерционности раскручиваемой жидкости.

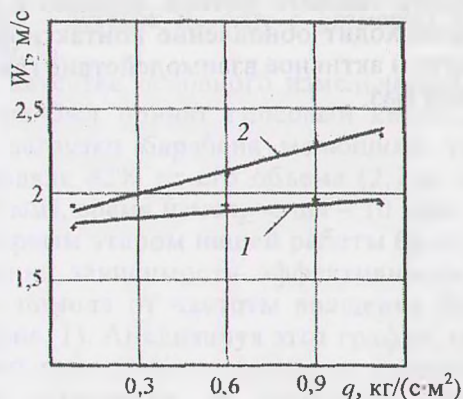


Рис. 2. Зависимость критической скорости от плотности орошения для различных конструкций переливных трубок: 1 – Г-образных; 2 – прямых. $D_a = 145$ мм

С целью интенсификации массообменного процесса, с учетом проведенного анализа взаимодействия фаз в различных зонах контакта [3–6] предложено вместо плоского диспергирующего диска использовать конусообразный с расширением вверх. Экспериментальные исследования усовершенствованной конструкции были проведены на системе воздух – вода при $t = 20^\circ\text{C}$ (рис. 3). Согласно приведенным графикам, эффективность массообмена контактной ступени благодаря проведенной конструктивной модернизации увеличилась на 7–15%.

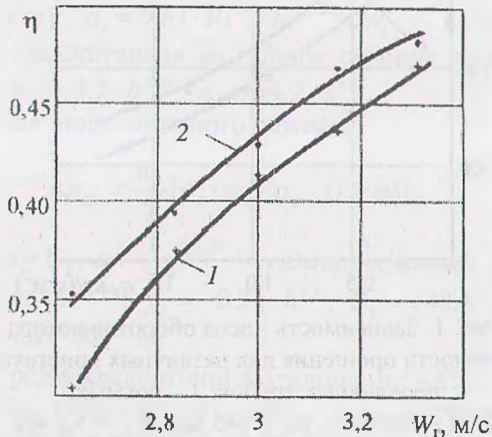


Рис. 3. Зависимость эффективности массообмена от скорости газа для различных конструкций диспергирующих дисков: 1 – плоских; 2 – конических. $D_a = 145$ мм; $q = 1$ кг/(с · м²)

Полученный эффект объясняется следующими причинами:

1) ввиду появления вертикальной составляющей скорости движения каплей увеличится поверхность образующейся в верхней части контактной ступени жидкой пленки, активно взаимодействующей с большими объемами перераспределенного к периферии закрученного газового потока. Именно в этой зоне происходит обновление контактной поверхности и активное взаимодействие газовой и жидкой фаз;

2) траектория полета каплей удлинится, а значит, возрастет и время пребывания жидкости в зоне контакта с газовым потоком;

3) возрастет общая скорость и кинетическая энергия раскручиваемой жидкости, что будет способствовать дополнительному диспергированию жидкой фазы, увеличению межфазной поверхности и интенсификации процессов переноса.

Увеличение скорости газового потока будет способствовать росту динамического давления на лопатки вентиляторных колес, интенсифицировать процессы диспергирования жидкой фазы, что, в свою очередь, приведет к росту межфазной поверхности контакта и увеличит эффективность массообмена.

Литература

1. Пат. № 1879, В 01 В 3/30. Роторный дисперсионно-пленочный массообменный аппарат / А. И. Ершов, А. А. Боровик, В. А. Марков (РБ) – 1090; Заявл. 23.12.93; Опубл. 15.05.97. – 3 с.
2. Утямышев Р. И. Техника измерения скоростей вращения. – Л.: Госэнергоиздат, 1961. – 104 с.
3. Боровик А. А., Ершов А. И. Исследование полей скоростей газового потока в роторном дисперсионно-пленочном массообменном аппарате // Труды БГТУ. Сер. III. – Мн., 1996. – Вып. III. – С. 76–80.
4. Боровик А. А., Ершов А. И. Исследование рабочих характеристик роторного дисперсионно-пленочного массообменного аппарата // Труды БГТУ. Сер. III. – Мн., 1994. – Вып. II. – С. 83–88.
5. Боровик А. А. Исследование влияния конструктивных параметров на рабочие характеристики роторного бесприводного массообменного аппарата // Труды БГТУ. Сер. III. – Мн., 1996. – Вып. IV. – С. 66–69.
6. Боровик А. А., Ершов А. И. Разработка математических методов расчета частоты вращения ротора бесприводного дисперсионно-пленочного массообменного аппарата // Труды БГТУ. Сер. III. – Мн., 1996. – Вып. IV. – С. 62–66.