

ПРИМЕНЕНИЕ КОНТАКТНЫХ ТАРЕЛОК С ПРЯМОТОЧНО-ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

*Э. И. Левданский, И. М. Плехов,
В. А. Иванов, А. И. Ершов*

Одним из перспективных направлений интенсификации процессов массообмена является осуществление взаимодействия фаз при их прямоточном движении по винтовой линии^{1, 2}. В настоящее время известно большое количество конструкций контактных тарелок³⁻⁶, работа которых основана на данном принципе.

Нами разработана новая конструкция контактной тарелки (рис. 1). Основными рабочими элементами контактной тарелки являются контактные патрубки 1, жестко закрепленные в полотне тарелки 2 и снабженные статическими многолопастными завихрителями 3 на входе и отбойниками 4 для отделения жидкости на выходе. Подвод жидкости с тарелки в центр контактного патрубка выше завихрителя осуществляется подводкой трубкой 5.

При работе массообменного аппарата газ (пар), поступающий с нижележащей тарелки, проходит через статический завихритель и получает вращательное движение. Жидкость, поступающая в контактный патрубок, диспергируется на мелкие капли, за счет центробежных сил отбрасывается на стенку патрубка и, увлеченная газовым потоком, движется в виде пленки вверх. У верхнего среза патрубка жидкость входит в зазор между патрубком и отбойником и стекает на полотно тарелки, откуда поступает на нижележащую тарелку. Газ проходит через центральное отверстие отбойника и направляется на вышележащую тарелку.

Работа аппарата может осуществляться как с рециркуляцией жидкой фазы на контактной тарелке (рис. 1, а), так и

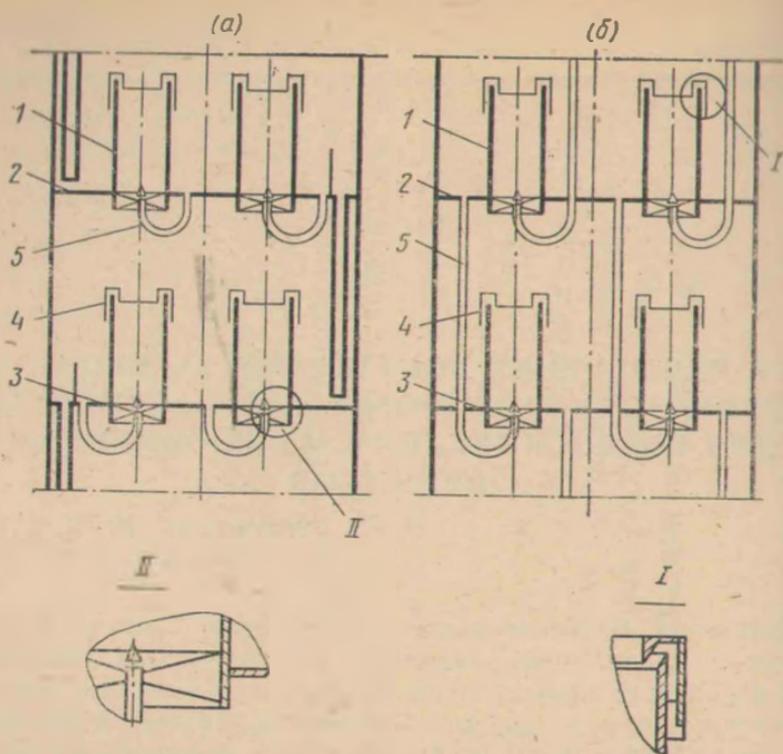


Рис. 1. Схема массообменного аппарата с контактными тарелками с прямоточно-центробежными элементами с рециркуляцией жидкости на тарелке (а) и без рециркуляции жидкости на тарелке (б): 1—контактный патрубок; 2—полотно тарелки; 3—завихритель; 4—отбойник; 5—подводящая трубка

без рециркуляции (рис. 1, б). Массообмен между газом и жидкостью происходит в зоне распыла жидкости закрученным газовым потоком и на поверхности восходящей пленки.

Двухстадийная сепарация газожидкостного потока (на первой стадии за счет центробежных сил, а на второй за счет сил инерции) обеспечивает высокую степень отделения жидкости от газа, что позволяет использовать тарелку в ряде случаев как прямоточно-центробежный сепаратор⁷.

Гидродинамические исследования аппарата с контактными тарелками описанной конструкции проводились на системе вода—воздух на опытной установке диаметром 200 мм с одним элементом на тарелке, а затем полученные данные проверялись на полупромышленной установке диаметром 1 м с 12 контактными патрубками диаметром 100 мм.

Исследования показали, что гидравлическое сопротивление контактной тарелки зависит от угла наклона лопастей завихрителя, нагрузок по жидкости и газу и описывается следующим уравнением:

$$\Delta P = \left(4,9 \operatorname{tg} \alpha^{-1,3} + \frac{L}{G} \right) \frac{\rho W^2}{2},$$

где ΔP — сопротивление контактной тарелки, н/м^2 ;
 α — угол наклона лопастей завихрителя; *град.*;
 W — линейная скорость газового потока в контактных патрубках, *м/сек*;
 G и L — расходы соответственно жидкости и газа, *кг/сек*;
 ρ — плотность газа, *кг/м³*.

На стенде диаметром 1 м проведены исследования равномерности распределения газа и жидкости по контактным элементам.

В ходе исследований замерялось количество жидкости, поступающей в зону контакта каждого элемента при различных скоростях газового потока. Результаты исследований показали равномерное распределение потоков жидкости и газа по контактным элементам. Следует отметить, что если при скорости газа в патрубке 14 *м/сек* неравномерность распределения жидкости по элементам достигала 6 %, то при увеличении скорости газа в патрубке до 24 *м/сек* отклонение распределения жидкости по патрубкам от среднего значения не превышало 2 %.

На рис. 2 даны результаты сравнительных исследований эффективности аппарата с ситчатыми тарелками и тарелками с прямоточно-центробежными элементами. Исследования проводились на опытной установке диаметром 500 мм с тремя

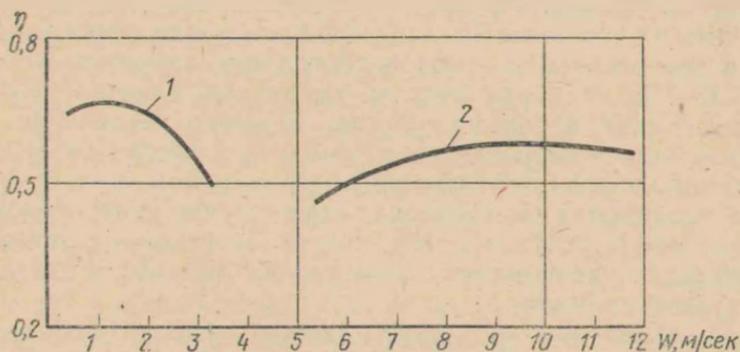


Рис. 2. Зависимость к. п. д. тарелки от скорости газа по сечению аппарата с ситчатыми тарелками (1) и с тарелками с прямоточно-центробежными элементами (2)

контактными тарелками на системе уксусная кислота—вода. Диаметр отверстий ситчатой тарелки равнялся 3,9 мм; площадь живого сечения составляла 7,5%.

Диаметр контактных патрубков исследуемых тарелок с прямоточно-центробежными элементами составлял 72 мм, угол наклона лопастей 30°.

Устойчивая работа колонны с ситчатыми тарелками наблюдалась при скорости газовой фазы по сечению аппарата $0,7 \div \div 2,8$ м/сек, а с тарелками с прямоточно-центробежными элементами при скорости газовой фазы 6—12 м/сек. Исследования показывают, что к. п. д. ситчатой тарелки несколько выше, чем контактных тарелок с прямоточно-центробежными элементами. Однако опыт внедрения на промышленных аппаратах тарелок с прямоточно-центробежными элементами вместо ситчатых (с целью интенсификации технологических процессов) показывает, что в промышленных аппаратах эффективность контактных тарелок с прямоточно-центробежными патрубками всегда выше ситчатых. Причиной является, видимо, фактор масштабного перехода, который оказывает значительное влияние на эффективность ситчатых тарелок большого диаметра и не оказывает существенного влияния на эффективность тарелок с прямоточно-центробежными элементами.

Результаты исследований контактных тарелок с прямоточно-центробежными элементами послужили основой для реконструкции и изготовления новых аппаратов, предназначенных для проведения процессов абсорбции, ректификации и очистки промышленных газов, на Гродненском химкомбинате.

Так, в цехе лактама для разделения смеси лактам—вода были установлены шесть колонн диаметром 1 м, имеющих по 8 ситчатых тарелок. При работе данных аппаратов на нагрузках, близких к проектным, качество разделения смеси ухудшалось и содержание лактама в дистилляте достигало 4% при норме 0,01%, что приводило к нарушению технологического режима, потере ценного продукта. С целью увеличения производительности аппаратов и улучшения качества разделения смеси данные колонны были реконструированы: вместо 8 ситчатых установили 5 тарелок с прямоточно-центробежными элементами. В результате реконструкции производительность колонн резко увеличилась, а содержание лактама в дистилляте снизилось до нуля.

В этом же цехе реконструирована колонна регенерации бензола: вместо 12 ситчатых установлено 8 тарелок с прямоточно-центробежными элементами. При улучшении качества очищенного бензола производительность колонны увеличилась в 3 раза.

Хорошие результаты дает установка тарелок с прямоточными центробежными элементами в абсорбционных аппаратах. Так, в цехе аммиака установка 2 таких тарелок в скруббере тонкой очистки конвертированного газа от CO_2 позволила снизить содержание CO_2 в газе на выходе из аппарата с 10 до 5 *ppт.*

В настоящее время на Гродненском химкомбинате и других родственных предприятиях внедрено несколько десятков аппаратов с контактными тарелками новой конструкции. Экономический эффект от их внедрения только на Гродненском химкомбинате исчисляется сотнями тысяч рублей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев Н. А., Жаворонков Н. М. Хим. пром-сть, 1964, № 11.
2. Гухман Л. М., Ершов А. И., Плехов И. М. Изв. высш. учеб. заведений. Энергетика, 1969, № 5.
3. Авт. свид. № 190345. Бюлл. изобрет. и товарн. знаков, 1966, № 2.
4. Авт. свид. № 182108. Бюлл. изобрет. и товарн. знаков, 1966, № 11.
5. Авт. свид. № 230077. Бюлл. изобрет. и товарн. знаков, 1968, № 34.
6. Авт. свид. № 257439. Бюлл. изобрет. и товарн. знаков, 1966, № 36.
7. Ершов А. И., Плехов И. М., Левданский Э. И. Оборуд., его эксплуат., ремонт, защита от коррозии, 1973, № 3.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФИКСАЦИИ АТМОСФЕРНОГО АЗОТА В ТАНДЕМ-ПЛАЗМОТРОНЕ

С. В. Печкин, И. П. Гайдуков, Э. В. Горожанкин

Исследования проводились на плазмохимической установке, которая включает в себя собственно плазмотрон, системы энергоснабжения, охлаждения элементов плазмотрона, воздушной компрессии и абсорбции окислов азота раствором кальцинированной соды¹.

Конструктивно тандем-плазмотрон состоит из следующих основных узлов: стаканообразных электродов, двух промежуточных диафрагм, образующих разрядный канал, закалочной камеры и двух вихревых камер для подачи газа¹.

В ходе экспериментов на установке измерялись основные параметры процесса: напряжения источника питания и на электродах плазмотрона V (вольтметром АСТВ), ток дуги i (амперметром М 106); температура охлаждающего конденсата на входе и выходе каждого из элементов плазмотрона (термометрами сопротивления типа ТСМ-Х со вторичным прибором типа ЭМР-209РД М3); расход конденсата (ротаметрами типа РС-7); расход плазмообразующего воздуха G и кислорода (соответственно ротаметрами РС-7 и РС-5); давление газа P (образцовыми манометрами типа МО).