

за из отверстий в 3...4 м/с. В режиме максимального теплообмена вы-
сота пены два и более калибров. Высоту пены можно регулировать как
расходом газа в межтрубном пространстве ТМО, так и расходом жидко-
сти. Последний параметр на высоту пены влияет в 1,5 раза слабее пер-
вого. Общая эффективность очистки газа от жидкой фазы в ТМА состав-
ляет 98-99%.

Библиографический список

1. А.с. I273I40 СССР, кл. В OI D 3/28. Тепломассообменный ап-
парат / Н.А.А р т а м о н о в, М.С.Б а к и р о в, Б.Ф.А б р о с и -
м о в. № 3858I00/3I-26. Оpubл. 30.II.86. Бюл. № 44.

2. А.с. 305896 СССР, кл. В OI D 3/28. Тепломассообменный ап-
парат / Р.Х.М у х у т д и н о в и др. № I363946/23-26. Оpubл.
II.06.7I. Бюл. № I9.

3. Пенный режим и пенные аппараты / Под ред. проф. И.П.М у х -
л е н о в а и проф. Э.Я.Т а р а т а. Л.: Химия, I977. 304 с.

4. А б р о с и м о в Б.Ф. Газодинамические особенности и ме-
ханизм энергетического разделения закрученного потока в цилиндри-
ческих диафрагмированных каналах. Дис. канд. техн. наук. Уфа. I988.
205 с.

УДК 533.6; 66.074.6

Т.Ф.Кустова, Р.Х.Мухутдинов, Н.А.Артамонов

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ВИХРЕВЫХ ПОТОКОВ
В НИЗКОДАПОРНОЙ МОДЕЛИ
ПАРОПЛЕГАЗОВОГО КОНДЕНСАТОРА-СЕПАРАТОРА

(Уфимский нефтяной институт)

Завершены исследования структуры потока в
вихревом пароплегазовом конденсаторе-сепараторе. Даны результаты замера градиента
давления в осевой зоне вихревой трубы, по-
казавшие наличие струйного движения. Приве-

ISBN 5-230-16926-5

Вихревой эффект
и его применение в технике.
Самара, I992

дена принципиальная схема использования паропылегазового конденсатора-сепаратора применительно к производству пирамелитового диангидрида.

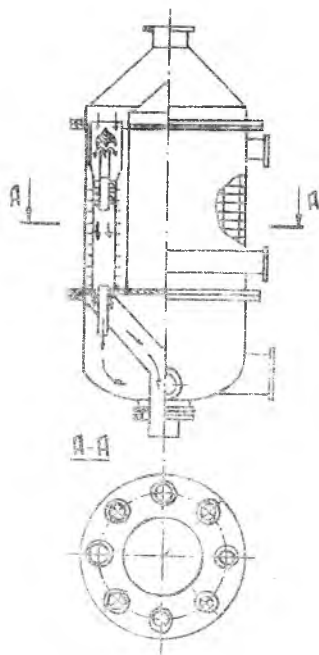
В нефтехимии имеются производства, содержащие в технологических и отходящих газовых потоках конденсирующуюся паровую часть с образованием при конденсации либо жидких пленок, либо частиц, включая и аэрозольные частицы, которые трудно сепарируются из потока. К таким относятся производства парофазного окисления органических веществ кислородом воздуха (например, производства фталевого ангидрида, пирамелитового диангидрида и др.), в которых выделение целевых продуктов из технологических газовых потоков осуществляется в сублиматорах и далее в сепараторах, главным образом в циклонах. При этом аэрозольная часть продуктов не улавливается и выбрасывается с отходящими газами, загрязняя окружающую среду. Следует отметить, что продукты окисления указанных производств, как правило, являются пирофорными веществами и, скапливаясь в застойных зонах аппаратов, могут со временем самовозгораться и взрываться. Для исключения отмеченных явлений и интенсификации тепломассообменного и сепарационного процессов разработана конструкция единого паропылегазового конденсатора-сепаратора с внутренней циркуляцией потока, способствующей агломерации аэрозольных частиц, которые затем под действием центробежных сил сепарируются и выносятся периферийным потоком (рис. 1).

Ранее выполненные исследования структуры потока в диафрагменном канале однотрубной модели паропылегазового конденсатора-сепаратора позволили определить струйно-винтовое движение потока [1]. Здесь приведены некоторые результаты исследования структуры осевого потока в вихревой части трубы паропылегазового конденсатора-сепаратора.

Исследования проводились на стеклянной вихревой трубе (ВТ) с внутренним диаметром 40 мм, длиной 800 мм с двухзаходным винтовым закручивающим устройством (ВЗУ), имеющим относительную площадь соплового сечения $F_c = 0,05$, относительный диаметр диафрагмы $d_g = 0,5$ и угол ввода газового потока $\beta = 78^\circ$. Исследован диапазон степени расширения газового потока π от 1,04 до 1,07 при постоянном расходе $146 \text{ м}^3/\text{с}$ и нормальных условиях.

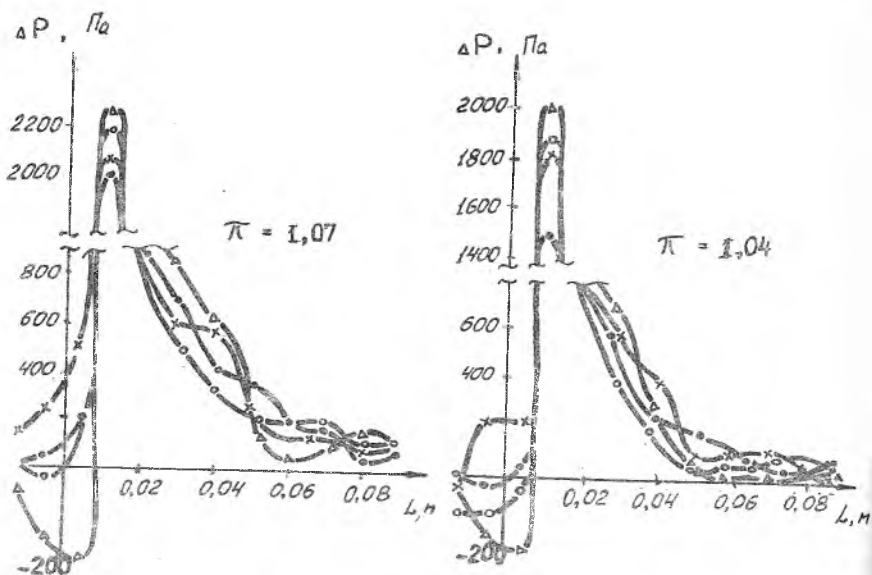
Зонд диаметром 8 мм, вводимый со стороны горячего потока, имел

два отверстия диаметром 0,5 мм, соединенные с U-образным манометром, заполненным водой. Зонд позволял замерить градиент давления на расстоянии 12,5 мм между точками отбора в присоевой зоне вихревой трубы на уровне $0,1D$. Зонд строго центрировался по оси ВТ, мог перемещаться с любым шагом вдоль оси трубы и свободно поворачиваться вокруг собственной оси, характеризуя угол φ расположения отверстий в горизонтальной плоскости и отсчет от нуля против часовой стрелки. Положительным считался градиент давления, способствующий движению газа противотока.



Р и с. 1. Вертикальный вихревой парогазовый конденсатор-сепаратор

На рис. 2 приведены результаты замера градиента давления, фиксируемого зондом, по длине ВТ и различных азимутальных ориентациях зонда при $\mathcal{T} = 1,04$ и $1,07$. Максимальное положительное значение ΔP в присоевой зоне наблюдается на расстоянии $0,3$ калибра от соплового сечения ВЗУ при всех азимутальных ориентациях зонда; при этом большей степени расширения соответствует больший ΔP_{max} (при $\varphi = 180^\circ$ и $\mathcal{T} = 1,07$ $\Delta P_{max} = 2280$ Па, при $\mathcal{T} = 1,04$ $\Delta P_{max} = 2020$ Па). Из рис. 2 следует, что в одной плоскости на различных расстояниях от соплового сечения имеют место различные градиенты давления в зависимости от азимутальной ориентации зонда, несмотря на малое расстояние ($0,1D$) от оси. Также показаны результаты замера ΔP при попадании отверстия зонда внутрь диафрагменного канала. Появление отрицательного градиента давления в этой зоне указывает на возникновение обратного движения в сторону от диафрагмы. Поскольку при движении газа в сторону горячего потока отрицательного градиента не улавливается, следует считать, что этот газ снова захватывается входящим в диафрагму потоком. Это согласуется с результатами исследования структур потока в диафрагменном канале [1]. При удалении зонда от соплового сечения на расстоянии до полутора калибров зонд фиксирует резкое

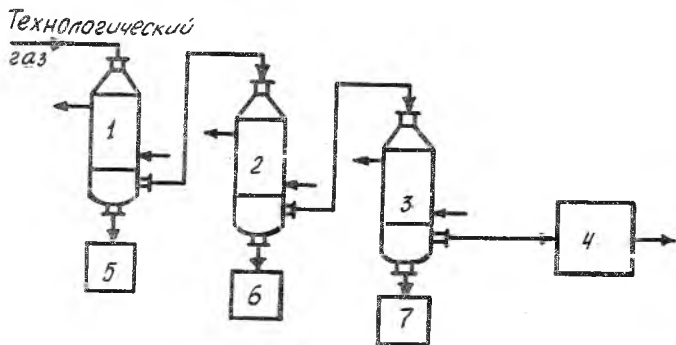


Р и с. 2. Распределение градиента давления в присосевой зоне по длине ВТ при различных степенях расширения потока в азимуте зонда: $\circ - \varphi = 0^\circ$, $\times - \varphi = 90^\circ$, $\bullet - \varphi = 270^\circ$, $\Delta - \varphi = 180^\circ$.

снижение ΔP и далее — незначительные колебания градиента давления (при $\kappa = 1,07$ приблизительно 50 Па, при $\kappa = 1,04$ около 20 Па) на длине до 10 калибров (на рис. 2 последние колебания не показаны). На большем расстоянии ΔP остается практически постоянным. Положительное значение ΔP указывает на наличие обратного движения потока в сторону диафрагмы по всей длине ВТ.

Таким образом, наличие и "работа" циркуляционного контура не вносит существенных изменений в структуру присосевого потока в вихревой части ВТ [2, 3], поэтому агломерация мельчайших частиц в вихревом паропылегазовом конденсаторе-сепараторе определяется создаваемым в разработанной конструкции циркуляционным контуром.

В вихревом паропылегазовом конденсаторе-сепараторе предусмотрены поперечно-ребренные ВТ, омываемые газовым хладагентом. Используя хладагенты с разной температурой, можно достичь фракционного выделения сублимирующихся веществ из технологических по-



Р и с. 3. Принципиальная схема конденсационно-сепарирующей и обезвреживающей установки для производства ПДА: 1, 2, 3 - вихревые паропылегазовые конденсаторы-сепараторы; 4 - термोकата-литический узел; 5, 6, 7 - приемники дисперсной фазы

токов, располагая последовательно паропылегазовые конденсаторы-сепараторы. Принципиальная схема, включающая три паропылегазовых конденсатора-сепаратора и термोकаталитический узел дожигания оставшихся вредных веществ, разработанная для производства пирамелитового диангидрида (ПДА), приведена на рис. 3. Вихревые паропылегазовые конденсаторы-сепараторы исключают из типовой схемы сублиматоры.

Библиографический список

1. Мухомудин Р.Х., Артамонов Н.А., Кустова Т.Ф. Вихревой паропылегазовый конденсатор-сепаратор // Вихревой эффект и его применение в технике. /Куйбышев. авиац.ин-т. Куйбышев, 1988. С. 134-138.
2. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. М.: Машиностроение, 1963. 183 с.
3. Абросимов Б.Ф. Гидродинамические особенности и механизм энергетического разделения закрученного потока в цилиндрических диафрагмированных каналах. Дис. канд. техн. наук. Уфа. 1988. 205 с.