



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005127246/15, 30.08.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.08.2005

(45) Опубликовано: 10.05.2007 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2080164 C1, 27.05.1997. RU 2097398
C1, 27.11.1997. US 4964733 A, 23.10.1990. EP
0157691 A1, 09.10.1985.Адрес для переписки:
450005, г.Уфа, ул. 50-летия Октября, 2,
кв.59, Р.Н. Резяпову

(72) Автор(ы):

Резяпов Радж Нуруллоевич (RU),
Гимазетдинов Альберт Фавилович (RU),
Рахимов Халил Халыфович (RU),
Рогов Максим Николаевич (RU),
Зидиханов Минигалей Рашидович (RU),
Резяпова Наталья Раджевна (RU)

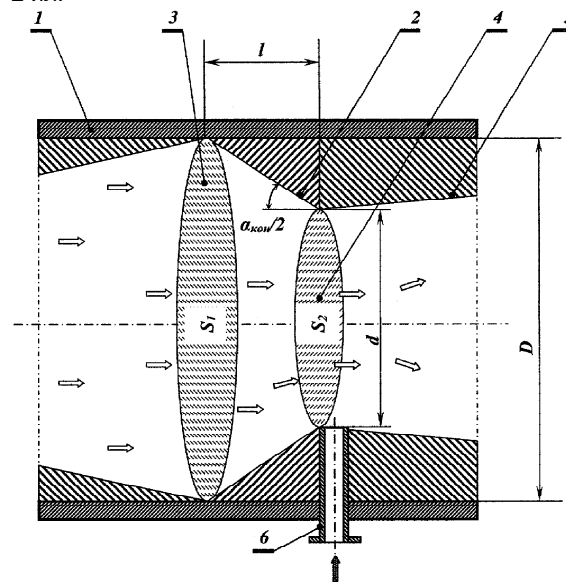
(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"Компания "ВЕНТОЛ" (RU)

(54) ТУРБУЛЕНТНЫЙ РЕАКТОР СМЕШЕНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ СМЕСЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к реакторам для смешения гетерогенных фаз и может быть использовано в нефтехимической, химической, газовой и нефтеперерабатывающей промышленности, в частности в качестве контактных устройств в озонаторах при проведении процесса глубокой доочистки жидкостных потоков промышленных стоков от органических и минеральных загрязнителей. Реактор включает цилиндрический корпус с патрубками для подачи реагентов и расположенными в нем чередующимися коаксиальными вставками в форме конфузурно-диффузорных элементов, которые установлены с шагом $H=5,6 \cdot D$, где H - шаг конфузурно-диффузорных элементов, D - диаметр реактора. Предложены также другие соотношения между размерами конфузурно-диффузорных элементов. Технический результат состоит в интенсификации процесса контактирования гетерогенных потоков за счет сохранения стабильного развитого турбулентного режима взаимодействия фаз по всей длине

реакционного пространства смесителя. 3 з.п. ф-лы,
2 ил.

Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2005127246/15, 30.08.2005**(24) Effective date for property rights: **30.08.2005**(45) Date of publication: **10.05.2007 Bull. 13**

Mail address:

**450005, g.Ufa, ul. 50-letija Oktjabrja, 2,
kv.59, R.N. Rezapovu**

(72) Inventor(s):

**Rezapov Radzh Nurulloevich (RU),
Gimazetdinov Al'bert Favilovich (RU),
Rakhimov Khalil Khaljafovich (RU),
Rogov Maksim Nikolaevich (RU),
Zidikhanov Minigalej Rashidovich (RU),
Rezapova Natal'ja Radzhevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
"Kompanija "VENTOL" (RU)**

(54) **TURBULENT REACTOR FOR MIXING OF THE HETEROGENEOUS MIXTURES**

(57) Abstract:

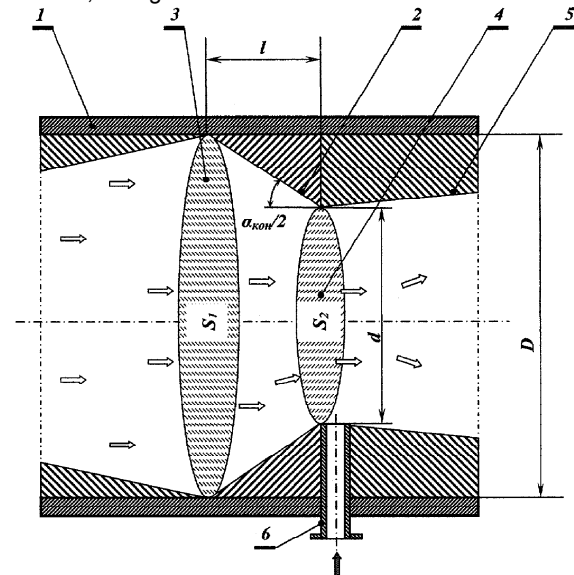
FIELD: chemical industry; petrochemical industry; natural gas industry; oil-refining industry; reactors for mixing of the heterogeneous phases.

SUBSTANCE: the invention is pertaining to the reactors for mixing of the heterogeneous phases and may be used in petrochemical industry, chemical industry, natural gas industry and oil-refining industry, in particular, as the contact devices in the ozonators at realization of the process of the deep afterpurification of the liquor streams of the industrial waste waters from the organic and mineral contaminants. The reactor includes the cylindrical body with the branch-pipes for feeding of the reactants and the located in it alternating coaxial inserts made in the form of the contraction-diffuser components, which are installed with the spacing of $H=5.6 \cdot D$, where H is the spacing of the contraction-diffuser components, D is the diameter of the reactor. The invention also offers other ratio between the sizes of the contraction-diffuser components. The technical result of the invention consists in the intensification of the process of the contacting of the heterogeneous streams due to preservation of the stable developed turbulent mode of the phases interaction along the whole length of the

reaction space of the mixer.

EFFECT: the invention ensures the intensification of the process of the contacting of the heterogeneous streams due to preservation of the stable developed turbulent mode of the phases interaction along the whole length of the reaction space of the mixer.

4 cl, 2 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к конструкциям устройств с неизменным осевым направлением вихревого потока, предназначенных для смешения гетерогенных смесей, и может быть использовано в нефтехимической, химической, газовой, нефтеперерабатывающей и коксохимической промышленности в процессах абсорбции и экстракции. В частности, основной областью использования предлагаемой конструкции являются смесители-контакторы для очистки промышленных жидких стоков от органических и неорганических загрязнителей.

Известна конструкция, включающая струйный аппарат с приемным патрубком и соосно установленными приемной камерой, камерой смешения и соплом, причем установка дополнительно снабжена конфузorno-диффузорным перепускным трубопроводом и дросселирующим элементом, при этом приемный патрубок со стороны входа в него подключен к конфузornoму участку перепускного трубопровода, дросселирующий элемент установлен в перепускном трубопроводе между его конфузornoм и диффузорным участками, а ось камеры смешения составляет с осью перепускного трубопровода острый угол [1].

Также известна конструкция, включающая корпус, центральный канал которого выполнен из четырех последовательно расположенных участков - конфузornoго большого диаметра, первого цилиндрического, второго конфузornoго и второго цилиндрического, причем стыкующие торцы этих участков совпадают по диаметрам [2].

Прототипом предлагаемого изобретения является многоконусный струйный аппарат в виде герметичной емкости, в которой центрально установлен ряд конусных насадок, последовательно расположенных одна в другой с образованием кольцевого зазора между ними, конусообразного канала для прохода продукта с вершиной со стороны ввода рабочего потока [3].

Целью изобретения является интенсификация процесса контактирования гетерогенных потоков за счет сохранения стабильного развитого турбулентного режима взаимодействия фаз по всей длине реакционного пространства смесителя.

Поставленная цель достигается тем, что конфузorno-диффузорные элементы установлены по длине реактора с шагом, который определяют по формуле:

$$H=5,6 \cdot D,$$

где H - шаг установки конфузorno-диффузорных элементов, м;

D - диаметр реактора, м,

причем для обеспечения автономности режима контактирования конфузор выполнен с соблюдением условия

$$l=0,5 \cdot d,$$

где d - диаметр зауженной части конфузора и диффузора, м;

l - длина конфузора, м.

Кроме этого, с целью минимизации гидравлического сопротивления при прохождении реакционного потока через реактор угол сужения конфузора равен 45° .

Соотношение диаметра зауженной части конфузора и диффузора к диаметру реактора определяют по формуле

$$d=0,7 \cdot D.$$

Подачу реагента на смешение с основным реакционным потоком осуществляют в зоне сужения конфузorno-диффузорного элемента.

Таким образом, предлагаемый турбулентный реактор смешения в отличие от известных в науке и технике обеспечивает интенсификацию процесса контактирования гетерогенных потоков за счет сохранения стабильного развитого турбулентного режима взаимодействия фаз по всей длине реакционного пространства смесителя. Также это позволяет снизить энергозатраты на контактирование и увеличить эффективность проводимого процесса.

На фиг.1 показано сечение конфузornoго узла смешения внутреннего элемента, сечение смесителя; на фиг.2 - сечение внутреннего конфузorno-диффузорного элемента, сечение смесителя.

Предложенный турбулентный смеситель состоит из цилиндрического корпуса 1, внутри

которого выполнены чередующиеся конфузорные 2 и диффузорные 5 элементы. Чередование элементов выполнено таким образом, что наибольший диаметр конфузора 2, равный внутреннему диаметру цилиндрического корпуса смесителя D, совпадает с наибольшим диаметром диффузора 5 и образует сечение 3 для прохода реакционной смеси (сечение S_1). Совмещение наименьших диаметров конфузорно-диффузорных элементов образует зауженное сечение турбулентного смесителя 4 (сечение S_2). В зоне зауженного сечения 4 имеется патрубок 6 подачи реагента на смешение с основным реакционным потоком. Аналогичным образом организовано чередование конфузорно-диффузорных элементов по всей длине турбулентного смесителя.

Для минимизации гидравлического сопротивления при прохождении реакционного потока через реактор угол сужения конфузора ($\alpha_{\text{конф}}/2$ принят равным 45°).

Автомодельность режима контактирования гетерогенных потоков поддерживается за счет соблюдения условия равенства длины конфузора 2 половине его диаметра.

Турбулентный смеситель работает следующим образом.

Основной реакционный поток подается в цилиндрический корпус 1 смесителя.

Чередование внутренних турбулентных элементов выполнено таким образом, чтобы первоначально подвергнуть жидкостной поток сжатию при прохождении конфузора 2. В зоне зауженного сечения 4 через патрубок 6 осуществляется непрерывная подача гетерогенного реагента. После первичного смешения единый гетерогенный поток попадает в зону расширения, образованную диффузором 5. При этом наблюдается интенсивное перераспределение гетерогенных фаз в объеме реактора. Пределом увеличения сечения прохода потока является площадь внутреннего сечения реактора (сечение S_1). Двигаясь далее, гетерогенный поток подвергается сжатию при прохождении через конфузор 2. Последовательное чередование конфузорно-диффузорных элементов по длине реактора позволяет организовать пульсационный режим контактирования смешивающихся фаз при условии сохранения стабильного развитого турбулентного взаимодействия.

Для более полного понимания сути изобретения приведем пример расчета конструктивных размеров конфузорно-диффузорных элементов и шага их установки во внутреннем объеме реактора смешения.

Пример 1.

Конструктивные размеры конфузорно-диффузорных элементов рассчитываются, исходя из условия постоянства гидродинамических характеристик стационарности развитого турбулентного режима в реакционном объеме контактора. Первым условием является необходимость работы смесителя в области автомодельности коэффициента сопротивления устройства от соотношения l/d . Поэтому данное соотношение принимаем равным 0,5, то есть закрепляем следующее условие равенства $l=0,5 \cdot d$. Во-вторых, для минимизации гидравлических потерь при прохождении реакционного потока через конфузор угол сужения конфузора $\alpha_{\text{конф}}$ принимается равным 45° .

Исходя из принятых выше условий, соотношений величин l , d и D (см. фиг.1) и геометрических параметров конфузора

$$\frac{l}{d} = \frac{\frac{D}{d} - 1}{2 \times \text{tg} \frac{\alpha_{\text{конф}}}{2}} = 0,5, \quad (1)$$

где $\alpha_{\text{конф}}$ - угол сужения конфузора; $\text{tg} \frac{\alpha_{\text{конф}}}{2} = 0,41$,
получаем выражение, определяющее диаметр суженного сечения конфузорно-диффузорного элемента относительно диаметра реактора

$$d = \frac{D}{1,41} = 0,7 \cdot D. \quad (2)$$

Далее для определения расчетного соотношения шага установки конфузорно-диффузорных элементов по длине реактора принимаем условие равенства коэффициентов местных сопротивлений при прохождении жидкостным потоком конфузора и диффузора.

Последнее условие также отвечает поставленной выше цели обеспечения стационарного развитого турбулентного режима контакта.

Коэффициент местного сопротивления конфузورного элемента рассчитывается по формуле [4]

$$5 \quad \xi_{\text{конф}} = \xi^1 \times \left(1 - \frac{S_2}{S_1}\right), \quad (3)$$

где S_1 - площадь прохода расширенного сечения конфузорно-диффузорного элемента, м^2 ;

10 S_2 - площадь прохода зауженного сечения конфузорно-диффузорного элемента, м^2 ;
 ξ^1 - коэффициент, определяющийся опытным путем; для $\alpha_{\text{конф}} = 45^\circ$ $\xi^1 = 0,12$.

Коэффициент местного сопротивления диффузорного элемента рассчитывается по формуле [4]

$$15 \quad \xi_{\text{диф}} = K_2 \times \left(\frac{S_1}{S_2} - 1\right)^2, \quad (4)$$

где K_2 - коэффициент, который при $\alpha_{\text{диф}} < 50^\circ$ определяется из выражения $K_2 = \sin \alpha_{\text{диф}}$;
 $\alpha_{\text{диф}}$ - угол расширения диффузорного элемента.

20 Следовательно, приравнивая оба выражения (3) и (4), получаем следующую формулу для расчета шага чередования конфузорно-диффузорных элементов

$$0,12 \times \left(1 - \frac{S_2}{S_1}\right) = \left(\frac{S_1}{S_2} - 1\right)^2 \times \sin \alpha_{\text{диф}},$$

$$25 \quad 0,12 \times \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right) = \left(\frac{D^2}{d^2} - 1\right)^2 \times \sin \alpha_{\text{диф}},$$

далее подставим в последнюю формулу выражение (2)

$$30 \quad 0,12 \times \left(1 - \frac{0,49 \times D^2}{D^2}\right) = \left(\frac{D^2}{0,49 \times D^2} - 1\right)^2 \times \sin \alpha_{\text{диф}}$$

Следовательно,

$$\sin \alpha_{\text{диф}} = 0,056. \quad (5)$$

Из рисунка на фиг.2 видно, что

$$35 \quad \sin \frac{\alpha_{\text{диф}}}{2} = \frac{D-d}{2} \times \frac{1}{\sqrt{L^2 + \left(\frac{D-d}{2}\right)^2}}, \quad (6)$$

$$40 \quad \cos \frac{\alpha_{\text{диф}}}{2} = \frac{L}{\sqrt{L^2 + \left(\frac{D-d}{2}\right)^2}}, \quad (7)$$

где L - длина диффузора, м.

В то же время

$$45 \quad \sin \alpha_{\text{диф}} = 2 \times \sin \frac{\alpha_{\text{диф}}}{2} \times \cos \frac{\alpha_{\text{диф}}}{2}, \quad (8)$$

Подставляя в формулу (8) выражения (7) и (6), получаем

$$50 \quad \sin \alpha_{\text{диф}} = \frac{2 \times (D-d) \times L}{2 \times \left[L^2 + \left(\frac{D-d}{2}\right)^2\right]} = \frac{0,3 \times D \times L}{L^2 + 0,0225 \times D^2}.$$

С учетом равенства (5) получаем зависимость длины диффузора L от диаметра реактора D

$$\frac{0,3 \times D \times L}{L^2 + 0,0225 \times D^2} = 0,056$$

$$5 \quad \frac{0,3 \times \frac{L}{D}}{\left(\frac{L}{D}\right)^2 + 0,0225} = 0,056,$$

отсюда

$$10 \quad \frac{L}{D} = \frac{0,3 \pm \sqrt{0,09 - 4 \times 0,0225 \times 0,056}}{2 \times 0,056} = 5,3$$

или

$$L = 5,3 \times D. \quad (9)$$

15 С учетом ранее принятого соотношения между l и d и последнего выражения (9) можно определить шаг установки конфузорно-диффузорных элементов по длине реактора

$$H = L + l = 5,3 \cdot D + 0,5 \cdot d = 5,3 \cdot D + 0,5 \cdot 0,7 \cdot D = 5,6 \cdot D,$$

где H - шаг установки конфузорно-диффузорных элементов, м.

Преимущество предлагаемого турбулентного реактора смешения гетерогенных смесей по сравнению с известными аналогами следующее.

20 Наличие закрепленного шага установки конфузорно-диффузорных элементов в объеме реактора смешения при условии сохранения стабильного развитого турбулентного режима взаимодействия фаз по всей длине реакционного пространства смесителя и минимизация гидравлического сопротивления при пульсационном прохождении гетерогенного потока позволяет интенсифицировать смешение гетерогенных фаз и за счет этого повысить

25 эффективность процесса массообмена.

Повышение эффективности смешения гетерогенных фаз делает целесообразным использование заявляемого изобретения «Турбулентный реактор смешения гетерогенных смесей» при проектировании и разработке перспективных процессов основной химической технологии, в частности при глубоком доокислении жидких промышленных стоков потоком

30 озоно-воздушной смеси.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Патент России №97114983 // Струйная установка и способ ее работы. F04F 5/14. - опубл. 27.06/1999 г.

2. Патент России №97105175 // Инжекторный смеситель. B01F 5/04. - опубл. 27.05/1998 г.

35 3. Патент России №2080164 // Многоконусный струйный аппарат. B01F 5/04. - опубл. 27.05/1997 г.

4. Альтшуль А.Д. // Гидравлическое сопротивление, - 2-е изд. Перераб. и доп. М., Недра, 1982, с.224.

40 **Формула изобретения**

1. Турбулентный реактор смешения гетерогенных смесей, включающий цилиндрический корпус с патрубками для подачи реагентов и расположенными в нем чередующимися коаксиальными вставками, выполненными в форме конфузорно-диффузорных элементов, отличающийся тем, что конфузорно-диффузорные элементы установлены с шагом,

45 который определяют по формуле

$$H = 5,6 \cdot D,$$

где H - шаг установки конфузорно-диффузорных элементов, м;

D - диаметр реактора, м,

причем конфузур выполнен с соблюдением условия

$$50 \quad l = 0,5 \cdot d,$$

где l - длина конфузора, м;

d - диаметр зауженной части конфузора и диффузора, м.

2. Реактор по п.1, отличающийся тем, что угол сужения конфузора равен 45° .

3. Реактор по п.1 или 2, отличающийся тем, что соотношение диаметра зауженной части конфузора и диффузора к диаметру реактора определяют по формуле $d=0,7 \cdot D$.

5 4. Реактор по п.1, отличающийся тем, что подача реагента на смешение с основным реакционным потоком осуществляется в зоне сужения конфузоро-диффузорного элемента.

10

15

20

25

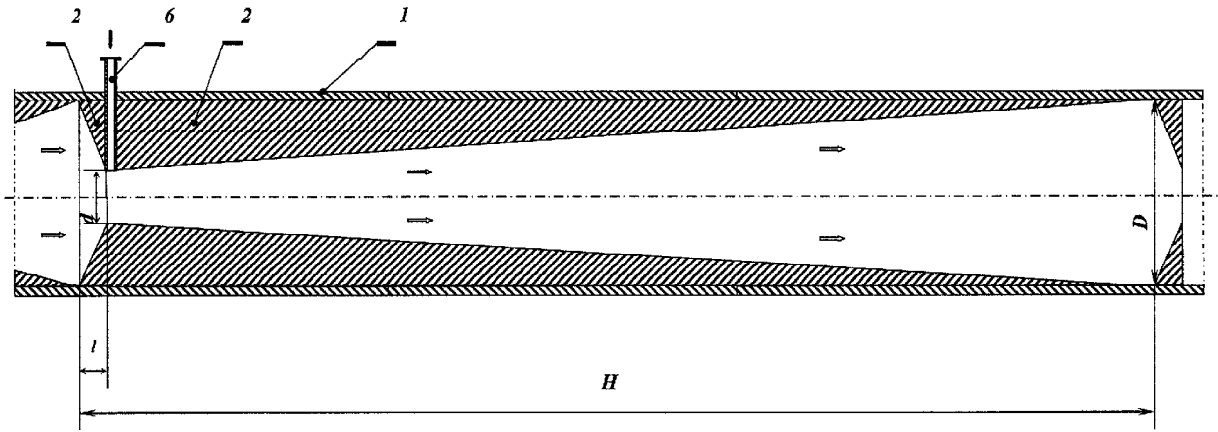
30

35

40

45

50



Фиг. 2