

РЕГЕНЕРАЦИЯ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ НАСЫПНЫХ СЛОЕВ

Н.М. Самохвалов

Исследована регенерация зернистых фильтрующих слоев с целью поиска наиболее эффективных способов. Предложены новые непрерывные способы регенерации в барабанном зернистом фильтре и фильтре с движущейся насадкой при очистке запыленных газов. Определены условия их реализации и сделана оценка эффективности этих способов по изменению гидравлического сопротивления.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение работы зернистых фильтров показало, что условия и способы регенерации перегородки оказывают большое влияние на основные показатели работы фильтрующей аппаратуры и их конструктивное исполнение. Совершенствование, поиск новых способов регенерации и их исследование является важной задачей при разработке фильтрующей аппаратуры. Нами предложены новые способы регенерации зернистой среды, которые основаны на использовании интенсивной продувки и ее сочетании со свободной пересыпкой зерен.

Один из этих способов основан на непрерывной рециркуляции запыленной зернистой загрузки, в процессе которой проводится регенерация зернистого материала путем просеивания от пыли при его свободной пересыпке по наклонной сетке с дальнейшей продувкой потоком чистого воздуха в пневмотранспортной линии, используемой для рециркуляции фильтрующего слоя.

Другой способ регенерации заключается в интенсивной струйной продувке в месте пересыпке зернистого материала во вращающемся барабанном фильтре.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследования проводились на установке с движущимся зернистым слоем толщиной 50 мм и с размером зерен 3-5 мм при скорости фильтрации 0,05 м/с. Вначале регенерация зернистой среды осуществлялась только продувкой ее в линии пневмотранспорта. Затем перед продувкой пыль просеивалась на наклонной металлической сетке с ячейками 2x2 мм. В эксперименте изменялась длина и угол наклона сетки.

В барабанном зернистом фильтре для регенерации использовалась струйная продувка вращающегося кольцевого зернистого слоя. Продувка проводилась изнутри барабана. Зернистый слой пересыпался за счет недосыпки зернистой насадки в слое. Струя была направлена перпендикулярно к плоскости естественного откоса пересыпаемого ма-

териала. Давление продувочного воздуха обеспечивало псевдооживление слоя в месте его продувки и создавало интенсивный унос пыли.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований представлены в табл.1,2.

Исследование регенерации зернистой среды только продувкой ее при пневмотранспорте с возвратом продувочного воздуха на фильтрацию не дало положительного эффекта. В этом случае сопротивление зернистого слоя при непрерывной пылеочистке возрастало во времени.

Прекращение же подачи пыли, при продолжающейся в течении часа рециркуляции запыленного зернистого материала привело к снижению гидравлического сопротивления фильтра почти в 10 раз, т.е. с 314 до 32,2 Па. Это свидетельствует о наличии регенерирующего эффекта, но без вывода пыли из фильтра происходит ее накопление в фильтрующем слое. Вывод пыли может быть осуществлен предварительным просеиванием зернистого материала при его пересыпке по наклонной сетке перед подачей в линию пневмотранспорта.

Исследования показали, что эффективность просеивания пыли на наклонной сетке зависит от длины сетки, количества пыли в зернистом материале, количества материала выводимого на регенерацию, угла наклона сетки, сыпучести пыли. В табл. 2 представлены экспериментальные данные по просеиванию зернистых материалов на сетке при свободной пересыпке

Угол наклона сетки зависит от угла естественного откоса зернистого материала. Наличие пыли ухудшает сыпучесть материала, при этом повышение аутогезионной прочности пыли снижает эффективность регенерации. Завышение угла наклона приводит к увеличению скорости движения зернистого материала по сетке и увлекает пыль материалом, что снижает качество просеивания.

Таблица 1

Регенерация зернистой насадки интенсивной продувкой при рециркуляции фильтрующего слоя

Время фильтрации, мин	Толщина зернистого слоя, мм	Входная запыленность, г/м ³	Сопротивление слоя, Па
0	50	7,0	9,8
30	50	7,0	54,0
60	50	7,0	143,0
90	50	7,0	160,0
150	50	7,0	245,0
180	50	7,0	294,0
195	50	7,0	314,0

Таблица 2

Эффективность просеивания запыленного зернистого материала на наклонной сетке

Зернистый материал	Пыль	Pa, Па	Наклон сетки, град.	Длина сетки, м	Содержание пыли г/кг	Эффективность просеивания, %
Полистирол	ПВХ	25	25	0,3	40	Плохая сыпучесть
			35	0,2	40	89,6
			35	0,3	40	99,5
			35	0,3	100	99,4
			35	0,3	200	99,6
			40	0,3	50	99,5
			40	0,4	50	99,7
Песок 1-3 мм	ПВХ	25	30	0,3	50	Плохая сыпучесть
			45	0,3	50	98,8
Песок 1-5 мм	Цемент	300	30	0,4	60	Плохая сыпучесть
			40	0,4	50	Слабая сыпучесть
			55	0,4	50	98,4
			60	0,4	50	90,0

Опыт просеивания показал, что угол наклона сетки должен быть близок к углу естественного откоса зернистого материала, но меньше угла откоса пыли. Для сыпучих пылей, имеющих аутогезионную прочность до 150 Па можно рекомендовать угол наклона сетки в пределах 35 – 40°, а для пылей с большей слипаемостью 45 – 55°. Большой эффект достигается, когда зернистый материал ссыпается не сплошным, а разреженным слоем или, когда сетка имеет небольшую волнистость, которая не препятствует движению материала. Перемещение материала по волнистой сетке постоянно встряхивает ее и способствует удалению пыли с поверхности зерен и через отверстия сетки.

Использование рециркуляции с одновременной регенерацией позволяет проводить непрерывный процесс фильтрации. Установлено, что гидравлическое сопротивление фильтра в этом случае растет только в течение ограниченного периода времени, а далее, даже при высокой концентрации пыли запыление фильтрующего слоя не приводит к заметному его увеличению. Следовательно, при непрерывной регенерации зернистого слоя, через определенный промежуток времени, происходит стабилизация гидравличе-

ского сопротивления вследствие равновесия, достигаемого между количеством поступающей на фильтрацию пыли и выводимой при регенерации. Прекращение рециркуляции приводит к возрастанию сопротивления фильтрующего слоя.

На рис. 1 представлены результаты исследований гидравлического сопротивления фильтра с рециркуляцией зернистой насадки. Видно, что сопротивление растет только в течение некоторого промежутка времени, а затем стабилизируется, колеблясь в небольших пределах около некоторой средней величины. Установлено, что период стабилизации зависит от условий фильтрации, в том числе от скорости рециркуляции. Чем быстрее происходит регенерация фильтрующей насадки, тем меньше период стабилизации и меньше прирост сопротивления [1].

Скорость рециркуляции насадки определяет продолжительность цикла фильтрования, под которой понимается время полного обновления зернистого материала в фильтрующем слое. Продолжительность цикла фильтрования можно определить по соотношению объемных расходов фильтрующей и регенерируемой насадки:

$$\tau = V_{\text{зн}} / V_{\text{зр}},$$

РЕГЕНЕРАЦИЯ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ НАСЫПНЫХ СЛОЕВ

где $V_{\text{зн}}$ – объем зернистой насадки в фильтрующем слое, м^3 ; $V_{\text{зр}}$ – объемный расход насадки, выводимой на регенерацию, $\text{м}^3/\text{с}$.

На рис. 2 показаны результаты исследований зависимости эффективности регенерации от ее продолжительности при различных условиях продувки в барабанном зернистом фильтре. Кривая 4 свидетельствует о высокой эффективности регенерации при обратной струйной продувке с пересыпкой зерен в фильтрующем слое. В этих условиях остаточное сопротивление слоя приближается к сопротивлению чистого слоя. Исследование влияния скорости вращения барабана на регенерацию позволило заключить, что даже небольшое вращение барабана порядка 1-2 об/мин приводит к резкому спаду сопротивления. Однако увеличение скорости вращения барабана до 5-6 об/мин приводит к ухудшению условий регенерации, за счет сокращения длительности воздействия струи на регенерируемый участок слоя.

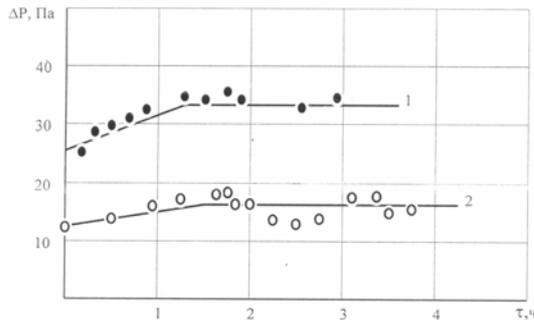


Рисунок 1 – Зависимость сопротивления в фильтре с рециркуляцией зернистой среды от продолжительности фильтрования: 1 – при скорости фильтрования $W_0 = 0,06 \text{ м/с}$; 2 – $W_0 = 0,04 \text{ м/с}$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что в зернистых фильтрах с движущейся насадкой эффективным способом регенерации является рециркуляция насадки пневмотранспортом с одновременным просеиванием пыли на наклонной сетке. Для сыпучих пылей рекомендуется сетка длиной не менее 0,3-0,4 м и углом наклона $35-40^\circ$, а

для слипающихся $45-55^\circ$. При этом зернистый материал должен ссыпаться по волнистой сетке разреженным слоем.

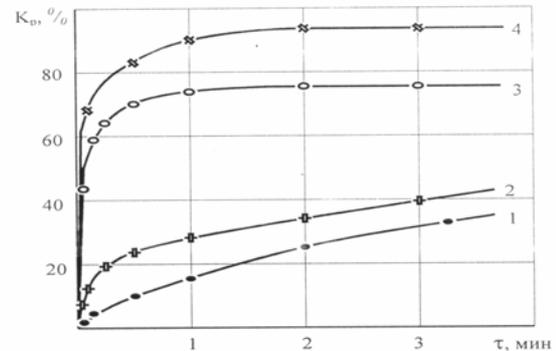


Рисунок 2 – Эффективность регенерации вращающегося зернистого слоя от продолжительности продувки: 1 – прямая продувка неподвижного слоя; 2 – прямая продувка пересыпающегося слоя; 3 – обратная неструйная продувка пересыпающегося слоя; 4 – обратная струйная продувка при пересыпке зерен в слое

Оптимальной скоростью вращения барабана следует считать 0,5-2,0 об/мин. В этом случае обеспечивается хорошая пересыпка и эффективная продувка зерен [2].

Для барабанного зернистого фильтра с вращающейся насадкой предложено для регенерации использовать обратную струйную продувку в месте пересыпки зернистого слоя. Продувочная струя должна псевдооживить слой. Скорость вращения барабана рекомендуется в пределах 0,5-2,0 об/мин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самохвалов Н. М., Саламатов Ю. С., Ульянов Б.А. Гидравлическое сопротивление и степень очистки фильтра с движущейся зернистой насадкой // Современные машины и аппараты химических производств "Химтехника -83": тез. докл. III Всесоюз. науч. конф. Ташкент. - 1983. - ч. 6. - С. 127 - 128.
2. Самохвалов Н. М., Середкин А. Н. Условия регенерации в барабанном зернистом фильтре; рук. деп. в отд. НИИТЭХИМ. -Черкассы, № 908 хп – Д 83; библ. указ. ВИНТИ, 1984. - № 1. - С. 120.