

О. В. Царева, Р. А. Халитов, Ф. Ф. Абдурахманова

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕКЛОВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛЫХ СТЕКЛЯННЫХ МИКРОСФЕР

Ключевые слова: стекловолоконный фильтровальный материал, полые стеклянные микросферы, эффективность.

Определено влияние наличия полых стеклянных микросфер на поверхности каждого слоя в пакете фильтров определенной комбинации на эффективность очистки газов от тумана серной кислоты.

Keywords: glass fiber filter material, hollow glass microspheres, efficiency.

The effect of the presence of hollow glass microspheres on the surface of each layer in the packet filter is determined by a combination of the universe efficiency gas cleaning of sulfuric acid mist.

Введение

В настоящее время основным способом интенсификации очистки газов от тумана серной кислоты является разработка фильтрующего материала с размером пор соизмеримым с размером улавливаемых частиц. Размер частиц сернокислотного тумана лежит в пределах от 0,1 мкм до 5 мкм. Наибольшее количество частиц (более 90%) имеет радиус менее 1 мкм [1]. Между тем нет необходимости в разработке материала с порами меньше 1 мкм, так как в этом случае рабочим является лишь поверхностный слой, а сопротивление такого материала – велико [2].

Стекловолоконный фильтровальный материал ИПФА-850-7А изготавливают на агрегате иглопробивном АИФ-1800 ПС следующим образом [3]. Смесь штапельированных стеклянных и базальтовых волокон определенного состава длиной 30 – 90 мм направляют на чесальную машину агрегата, предназначенную для разрыхления, смешения волокон с последующим его чесанием, в результате которого происходит постепенное разъединение пучков волокон на отдельные; выделение сорных примесей, частичное распрямление и ориентация волокон параллельно друг другу, перемешивание волокнистой массы и образование в конечном итоге волокнистого прочеса.

Далее волокнистый прочес поступает на преобразователь прочеса, где в результате его многократного сложения происходит формирование волокнистого холста, который посредством уплотнителя холста уплотняется, упрочняется и подается для скрепления на иглопробивную машину.

Перед непосредственной подачей на иглопробивную машину на поверхность волокнистого холста укладывают нитепрошивное сетчатое волокнистое полотно, на которое после предварительного скрепления с волокнистым слоем настиляется сформированный уплотненный волокнистый слой, полученный изложенным выше способом.

После этого многослойный материал, пройдя окончательное иглопрокалывание, преобразовывается в фильтровальный материал.

Данный фильтровальный материал содержит два волокнистых холста и расположенное между ними одно нитепрошивное сетчатое волокнистое полотно, скрепленные иглопрокалыванием. Размер

пор такого фильтровального материала составляет порядка 30 – 100 мкм, что значительно превосходит размер частиц сернокислотного тумана. Тем не менее, данный фильтровальный материал широко применяется в химической промышленности для очистки отходящих газов от токсичных веществ вследствие своей отличной химической и термической стойкости.

Для повышения эффективности данного фильтровального материала предлагались различные решения [4]. В том числе возможно использовать полые стеклянные микросферы для уменьшения межпорового пространства.

Экспериментальная часть

Полые стеклянные микросферы представляют собой белый сыпучий порошок, состоящий из крошечных тонкостенных шариков диаметром 20-160 мкм и толщиной стенки менее 2 мкм. Состав стекла и почти правильная сферическая форма микросфер обеспечивают их очень высокую прочность при сжатии, низкое водопоглощение, малую теплопроводность, высокую химическую стойкость и радиопрозрачность. Хорошая адгезия микросфер к полимерным связующим позволяет создавать композиты (синтактики) на их основе с уникальным комплексом свойств. Все эти факторы определили большое разнообразие областей применения стеклянных микросфер [5].

Все эксперименты по определению эффективности работы фильтровального материала проводились на экспериментальной установке, представленной в работе [6]. Проведенные ранее исследования доказали, что увеличение числа слоев в фильтре более трех приводят к образованию вторичного брызгоуноса с наружной поверхности фильтра [7]. Следовательно, дальнейшее увеличение толщины пакета возможно лишь при наличии дренажного слоя. При этом эффективность такого пакета по очистке отходящих газов от тумана серной кислоты при входной концентрации порядка 800 мг/м³ составляет примерно 70%.

Эксперименты по определению влияния наличия полых микросфер на поверхности фильтра на эффективность очистки газов от тумана серной кислоты проводились следующим образом. На фильтровальный материал наносились микросферы рав-

номерным слоем $0,5 \text{ г/м}^2$. Затем формировался пакет вида: три слоя фильтровального материала ИПФА-850-7А с нанесенными микросферами, последний слой – фильтровальный материал ИПФА-850-7А без микросфер. На данном пакете проводился эксперимент по определению зависимости эффективности очистки газов от тумана серной кислоты от входной концентрации. Затем такой же эксперимент был проведен для смоченного фильтровального пакета: три слоя фильтровального материала ИПФА-850-7А с нанесенными микросферами, каждый слой смочен по всей поверхности концентрированной серной кислотой, последний слой фильтровального материала ИПФА-850-7А без микросфер сухой.

Результаты эксперимента представлены на рис. 1 и 2. Пояснения к рисункам даны в таблице 1.

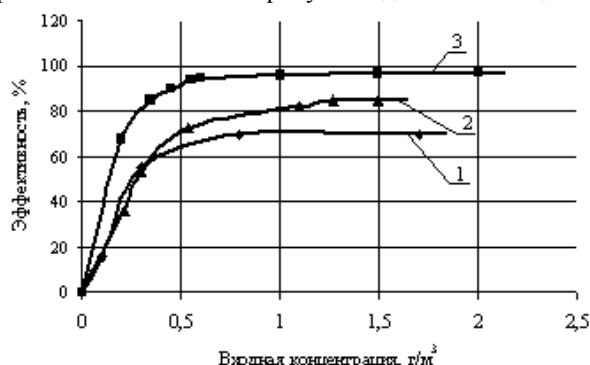


Рис. 1 – Зависимость эффективности от входной комбинации при скорости фильтрации $0,15 \text{ м/с}$ для следующих фильтровальных пакетов

Таблица 1 – Составы фильтров

Номер позиции	Композиция фильтра
№ 1	3 слоя сухого фильтровального материала марки ИПФА-850-7А
№ 2	3 слоя смоченного фильтровального материала марки ИПФА-850-7А с нанесенными на каждый слой микросферами, 4 слой фильтровальный материал ИПФА-850-7А без микросфер
№ 3	3 слоя сухого фильтровального материала марки ИПФА-850-7А с нанесенными на каждый слой микросферами, 4 слой фильтровальный материал ИПФА-850-7А без микросфер

Как видно из рис. 1, эффективность смоченного фильтра ниже эффективности сухого фильтра, хотя проведенные ранее эксперименты доказывают, что при смачивании эффективность повышается. Снижение эффективности можно объяснить следующим образом. Полые стеклянные микросферы представляют собой смесь сфер различного диаметров с размерами от 20 до 160 мкм. Фильтровальный материал имеет размер пор от 30 до 100 мкм. Следовательно, часть микросфер свободно проходят сквозь весь фильтровальный пакет и уносятся сходящим воздухом. Когда мы имеем дело с сухими микросферами данное обстоятельство никак не влияет на эффективность фильтра. Но после смачи-

вания поверхности фильтра кислотой уносимые микросферы несут на себе часть этой кислоты, что дает ложный анализ выходной концентрации, так как она получается больше действительной.

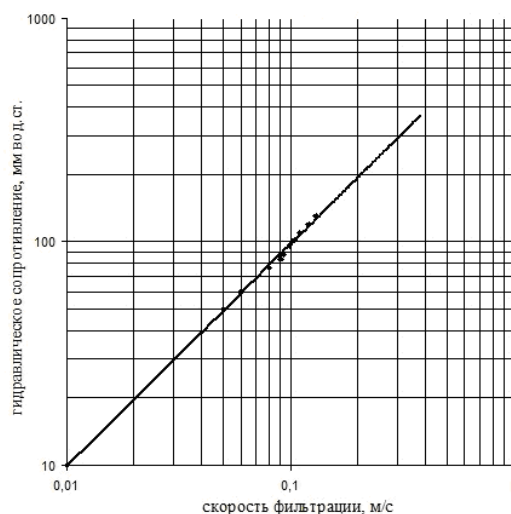


Рис. 2 – Зависимость гидравлического сопротивления фильтрующего материала марки ИПФА 850-7А с микросферами от скорости фильтрации газа для комбинации фильтров № 3

Следовательно, эксперименты необходимо проводить с микросферами определенного диаметра, так как увеличение эффективности после нанесения микросфер на поверхность фильтра очевидно. Микросферы забивают поры фильтровального материала, причем происходит этот процесс во всем объеме фильтра, а не только на его поверхности. В результате размер пор уменьшается, а эффективность фильтра увеличивается. Помимо этого микросферы являются гидрофобным материалом, поэтому они служат для укрупнения капель, что в дальнейшем облегчает их улов.

Литература

1. Царева О.В. Определение дисперсного состава тумана серной кислоты/ О.В. Царева, Р.А. Халитов, А.Ф. Махоткин// Современные проблемы специальной технической химии: Материалы докладов Международной научно-технической и методологической конференции. – Казань: КГТУ, 2007. – С. 267 – 270.
2. Басманов П.И. Высокоэффективная очистка газов от аэрозолей фильтрами Петрянова/ Басманов, В.Н. Кириченко, Ю.Н. Филатов, Ю.Л. Юров. – М.: Наука, 2003. – 272 с.
3. Пат. 2073552 Российская Федерация, МПК⁶ B01D39/06. Фильтровальный материал / Васюк Г. Г. и [др.]; заявитель и патентообладатель Бердянский филиал Хозрасчетного центра научно-технических услуг "Техвиом". – № 93057803/26; заявл. 28.12.1993; опубл. 20.02.1997, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.
4. Царева О.В. Эффективность уплотненных стекловолоконистых фильтров/ О.В. Царева, Р.А. Халитов, Е.А. Махоткина// Вестник Казанского технологического университета. – 2010. - №7. – С. 205 -208.
5. Полые стеклянные микросферы [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.npo-stekloplastic.ru/production/dispersion-fillers.html>, свободный.

6. Исследование эффективности улова тумана серной кислоты волокнистыми фильтрующими материалами: методические указания / сост. Р. А. Халитов [и др.]; Казан. гос. технолог. ун-т. – Казань, 2005. – 24 с.

7. Царев Д.Л. Разработка многослойного фильтра для улова тумана серной кислоты/ Д.Л. Царев и [др.]// 3 Студенческая научно-техническая конференция ИХТИ. – Казань, 2005. – С.45 – 55.

© **О. В. Царева** – к.т.н., доц. каф. оборудования химических заводов КНИТУ, oxzkstu@rambler.ru; **Р. А. Халитов** – д.т.н., проф. той же кафедры; **Ф. Ф. Абдурахманова** – магистр той же кафедры.