

Обсуждая полученные данные следует отметить, что ингибирующее влияние карбоксилсодержащего кислотного сомономера на кинетику синтеза сополимеров АН может быть объяснено с позиций образования ИтК концевых малоактивных свободно-радикальных центров. В таких свободно-радикальных центрах слабо проявляется активность валентных электронов, что и наблюдается как замедление брутто динамики синтеза.

Для реализации реального технологического процесса это явление не окажет существенного влияния на изменение динамики процесса получения волокнообразующих терсополимеров в промышленных условиях, так как для придания приемлемой термоокисляемости полученных из них ПАН волокон, используемых в дальнейшем как прекурсоров углеродных волокон, в сополимере должно содержаться не более 1-2 % (масс.) кислотного сомономера.

#### **Выводы**

Изучено влияние природы третьего кислотного сомономера на динамику синтеза волокнообразующих терсополимеров АН.

Показана принципиальная возможность синтеза волокнообразующих терсополимеров АН с карбоксилсодержащими мономерами в ДМФ.

Установлено, что замена АМПС на ИтК при синтезе волокнообразующих терсополимеров приводит к некоторому снижению интенсивности процесса терсополимеризации, что должно быть учтено при реализации технологического процесса синтеза поли(АН-со-МА-со-ИтК) в промышленных условиях.

Надійшла 30.09.2010

УДК 669.431.6:66.067.12

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПИЛОПРОНИКНОСТІ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Л.В. ПЕЛИК

Львівська комерційна академія.

*Досліджено показники пилопроникності тканих і нетканих фільтрувальних матеріалів на основі термостійких волокон. Проаналізовано їх вплив на фільтрувальну здатність рукавних фільтрів, які використовуються для пилогазоочисних систем*

Пилопроникність характеризує здатність фільтрувального матеріалу пропускати і утримувати у своїй структурі часточки пилу. Частинки пилу проникають через фільтрувальний матеріал в основному тим же шляхом, що і повітря: через наскрізні пори матеріалу[1]. Пил, при проходженні запиленого газового потоку через чисту тканину, осаджується в основному в результаті зіткнення частинок пилу з волокнами і нитками тканини і прилипання (притягання) частин до волокон – адгезія. Утримуються частинки пилу у структурі матеріалу за рахунок механічного зчеплення їх з нерівностями на поверхні волокон.

**Об'єкти та методи дослідження**

Об'єктами дослідження служили фільтрувальні тканини із використанням поліефірних волокон (вар.2–8) та волокон арселону (вар.9), тканина із скловолокна, виготовлена із безлужного алюмоборосилікатного скла (вар.10), фільтрувальні неткані полотна із використанням поліефірних волокон (вар.12), волокон арселону (вар.13), волокон номексу (вар. 14). За базові обрано тканину (вар.1), яка виготовляється за основою та утком із поліефірної пряжі (волокно поліефірне нефарбоване 100%) лінійної густини 29текс×2 з обробленням - термічна стабілізація та поліефірний нетканый матеріал (вар. 11), який складається із поліефірної пряжі (волокно поліефірне нефарбоване 100%) лінійної густини 0,44 текс і каркасу (тканина поліефірна полотняного переплетення із поверхневою густиною 95 г/м<sup>2</sup> та лінійною густиною нитки 50 текс). Пилопроникність досліджуваних фільтрувальних матеріалів визначалась за стандартною методикою.

**Постановка завдання**

Метою дослідження було виявити зміни пилопроникності фільтрувальних матеріалів в залежності від їх волокнистого складу.

**Результати та їх обговорення**

Аналізуючи отримані дані, можна відмітити, що значення показника пилопроникності для поліефірних тканих фільтрів (вар.2 - 8) знаходилося у межах від 0,8 % до 6,4 %, для арселонової тканини (вар. 9) воно складає 2,8% та 7,5 % у фільтрувальній тканині із скловолокна (вар. 10), а у зразка-еталона – 2,5%. Значення пилопроникності у нетканих матеріалів становить: із волокон поліефіру (вар.12), арселону (вар.13), номексу (вар. 14) - 0,1%; із волокон номексу-кевлару (вар.15)- 0%, а у зразка-еталона – 0,2%. Результати досліджень представлені у табл.1.

Пил проникає у фільтрувальний матеріал в результаті перепаду тиску з обох сторін і через матеріал, дякуючи коливанням його волокнистої структури, проходять і тверді часточки різної степені дисперсності. Кількість пилу, яка затримується фільтрувальними матеріалами без погіршення їх фільтрувальних властивостей, залежить від пористості тканини та кількості і величини наскрізних пор, а також від товщини матеріалу[2].

Виявлено, що із збільшенням розміру пор пилопроникність тканих фільтрувальних матеріалів збільшується. Дані табл.1 показують, що найвищим показником пилопроникності у досліджуваних зразках із переплетенням – саржа 2/2 характеризується тканина із скловолокна (вар.10) – 7,5% при найбільшому розмір наскрізних пор ( за основою – 0,322 мм, за утком – 0,755 мм). У поліефірного зразка-еталона (вар.1) є найменший розмір наскрізних пор і становить 0,068мм за основою і 0,395мм за утком при низькій пилопроникності – 2,5%. Досліджуваний поліефірний зразок (вар.3) характеризується найнижчим показником пилопроникності із переплетенням – саржа 2/1 із розміром наскрізних пор 0,082мм за основою та 0,366мм за утком при поверхневому заповненні 83,8% і становить 0,8%. Розміри наскрізних пор і поверхнєве заповнення (85,5%) із зразком-еталоном майже однакові, але цей зразок характеризується переплетенням – саржа 2/2 і його пилопроникність вища. Це пояснюється тим, що із збільшенням довжини перекриття (в даному випадку за утком) при однаковому поверхневому заповненні підвищується рихлість тканини і відповідно збільшується її пилопроникність.

Таблиця 1. Деякі параметри будови досліджуваних тканих і нетканих фільтрувальних матеріалів  
та їх пилопропроникність

Ва-ріант зраз-ка	Товщи-на, мм	Поверх-нева густина, г/м <sup>2</sup>	Площа пори S·10 <sup>-4</sup> в мм <sup>2</sup>	Число пор на 1см <sup>2</sup>	Розмір наскрізних пор, мм		Поверхнева заповнення тканини, Es,%	Поверхнева пористість тканини, Rs,%	Загальна пористість, Rg,%	Пилопро-никність, Пв, %	Пило-ємність, Пс, %
					основа	уток					
1	1,00	318	269	536	0,068	0,395	85,5	14,5	77,1	2,5	2,5
2	1,00	316	307	518	0,077	0,398	84,1	15,9	77,3	4,0	3,6
3	0,95	311	302	538	0,082	0,366	83,8	16,2	76,5	0,8	1,8
4	0,80	466	1112	202	0,235	0,473	77,6	22,4	58,1	5,9	6,5
5	0,82	447	761	272	0,248	0,307	79,3	20,7	60,8	4,6	4,6
6	0,76	386	846	258	0,251	0,337	78,2	21,8	63,5	5,0	5,7
7	0,90	332	576	312	0,090	0,639	81,9	18,1	73,5	3,8	4,0
8	0,86	407	1440	171	0,224	0,639	75,4	24,6	66,0	6,4	7,7
9	1,00	286	447	491	0,140	0,319	77,9	22,1	80,0	2,8	6,1
10	0,49	430	2428	162	0,322	0,755	60,8	39,2	66,2	7,5	5,4
11	1,80	500	-	-	-	-	-	-	80,0	0,2	2,1
12	1,70	500	-	-	-	-	-	-	78,8	0,1	1,2
13	1,90	500	-	-	-	-	-	-	81,6	0,1	1,4
14	2,10	516	-	-	-	-	-	-	82,8	0,1	1,6
15	2,00	550	-	-	-	-	-	-	83,1	0,0	1,8

Пилопроникність визначається наявністю наскрізних пор та їх площею. Кількість, форма і розміри пор впливають на опір, який чинить фільтрувальний матеріал потоку запиленого повітря. Встановлено, що чим більша площа пори, тим менша кількість наскрізних пор на  $1\text{см}^2$ , тим більша пилопроникність. Аналіз табл.1 показує, що найбільша площа однієї пори знаходиться у вар.10 (саржа2/2) і становить  $2428 \cdot 10^{-4} \text{мм}^2$  при найменшій їх кількості – 162 на  $1\text{см}^2$  при найвищій пилопроникності – 7,5 %. Найменша площа однієї пори знаходиться у вар.3 (саржа2/2) і становить  $302 \cdot 10^{-4} \text{мм}^2$  при найбільшій їх кількості – 538 на  $1\text{см}^2$  при найнижчій пилопроникності – 0,8%.

Досліджуваний зразок вар.8 характеризується лінійною густиною поліефірної пряжі за основою і за утком  $35,7\text{текс} \times 2 \times 2$ , в якого площа однієї пори становить  $1440 \cdot 10^{-4} \text{мм}^2$  при кількості наскрізних пор - 171 на  $1\text{см}^2$ . У зразка вар.7 лінійна густина поліефірної пряжі за основою становить  $29\text{текс} \times 2$  і за утком -  $35,7\text{текс} \times 2 \times 2$  із площею однієї пори –  $576 \cdot 10^{-4} \text{мм}^2$  при кількості наскрізних пор - 312 на  $1\text{см}^2$ , тому пилопроникність у нього є нижчою, ніж у вар.8. Це можна пояснити тим, що тканини із тонких сильно скручених ниток мають більшу площу наскрізної пори і відповідно вищу пилопроникність.

Виявлено, що із зменшенням поверхневого заповнення і товщини пилопроникність фільтрувальних матеріалів збільшується. Так, із аналізу табл.1 видно, що найменше поверхнєве заповнення є у фільтрувальній тканині зі скловолокна вар.10 при найменшій товщині 0,49мм і становить 60,8% при найвищій пилопроникності 7,5 %, а у зразка-еталона при найвищому поверхневому заповненні 85,5% і найбільшій товщині 1,0мм показник пилопроникності становить 2,5%.

У досліджуваних зразках вар.4 ( $72\text{текс} \times 2$ ) та вар.9 ( $29\text{текс} \times 2$ ) поверхнєве заповнення становить 77,6% і 77,9% відповідно, а розмір наскрізних пор у вар.9 менший ( за основою – 0,140мм, за утком – 0,319мм) ніж у вар.4 ( за основою – 0,235мм, за утком – 0,473мм). Тому показник пилопроникності у вар.4 вищий і становить 5,9 %. Фільтрувальна тканина вар.9 характеризується вищою пилопроникністю і становить 2,8%, ніж у зразка-еталона при однаковій товщині (1,00мм). Це пояснюється зменшенням поверхневого заповнення у вар.9.

Встановлено, що по мірі зменшення щільності ниток основи і утку на 10см у фільтрувальних матеріалах пилопроникність збільшується. Найбільшою щільністю основи і утку із досліджуваних зразків характеризується поліефірна тканина вар.3 (за основою - 320, за утком - 168) при найменшій пилопроникності 0,8%. Досліджуваний зразок вар.10 характеризується найменшою щільністю і становить за основою – 172 ниток на 10см, за утком – 94 ниток на 10см при найвищій пилопроникності.

Процес пилопроникності, як правило, супроводжується і певною пилоємністю, так як не весь пил, який попадає на фільтрувальний матеріал, проходить через нього, частина пилу залишається на матеріалі[3]. Пилоємність залежить від поверхневої пористості і об'ємної маси матеріалу. Чим вища поверхнева пористість і об'ємна маса, тим велику кількість пилу здатний затримати фільтрувальний матеріал. Так, найвищим показником пилоємності характеризується тканина із поліефірного волокна (вар.8) – 7,7 % при високій поверхневій пористості 24,6% і поверхневому заповненні – 75,4%. У досліджуваного поліефірного зразка вар.7 поверхнева пористість менша, ніж у вар.8 і становить 18,1% при меншій пилоємності - 4,0%.

Фільтрувальна тканина із волокон арселону вар.9 при більшій поверхневій пористості -22,1% характеризується високою пилоємністю і становить 6,1%, ніж поліефірний зразок-еталон.

Пилоємність може бути знижена операціями оброблення, а саме, термічною стабілізацією, каландруванням, нанесенням покриття, які надають фільтрувальному матеріалу більшу щільність і гладку поверхню. Аналіз табл.1 показує, що пилоємність поліефірного матеріалу вар.2 є вищою і становить 3,6%, ніж у зразка-еталона – 2,5%. Це пояснюється тим, що вар.2 – це сурова фільтрувальна тканина, яка не піддавалася обробленню, а зразок-еталон піддавався термічній стабілізації. Меншою пилоємністю із досліджуваних фільтрувальних тканин характеризується склотканина із політетрафторетиленовим обробленням вар.10 і становить 5,4% при найвищій поверхневій пористості - 39,2%. Це пояснюється тим, що після оброблення склотканина стала еластичною, із гладкою поверхнею, з якої легко видаляється шар вловленого пилу. Матеріали із гладкою поверхнею практично не затримують пил і він осідає перед матеріалом.

Пилопроникність нетканого матеріалу тим менша, чим ближче розташовані один до одного волокна полотна і чим рівномірніше вони розподілені. Швидкість росту гідравлічного опору нетканого матеріалу по мірі запилення буде тим більшою чим менші його волокна у діаметрі[4]. Таким чином, частинки пилу глибше проникатимуть всередину полотна і для заповнення всього об'єму первинного запиленого шару знадобиться більше часу.

Дані табл. 1 показують, що досліджувані неткані матеріали володіють мінімальною пилоємністю і пилонепрокині. Так, досліджувані неткані зразки характеризуються більшою поверхневою густиною ( $500-550 \text{ г/м}^2$ ) меншою об'ємною масою ( $0,246-0,294 \text{ мг/мм}^3$ ) і малою пилопроникністю, яка знаходиться в межах від 0% до 0,2%, ніж досліджувані тканини.

Виявлено, що пилоємність нетканних матеріалів залежить від загальної пористості матеріалу, його гладкої поверхні та маси. Так, досліджуваний зразок із волокон номексу-кевлару (вар.15) характеризується більшою поверхневою густиною ( $550 \text{ г/м}^2$ ) та загальною пористістю (83,1%), що зумовлює найвищу пилоємність – 1,8%. Досліджуваний поліефірний нетканний матеріал вар.12 має нижчу пилоємність, яка становить 1,2% при найнижчій загальній пористості - 78,8%, ніж зразок-еталон (2,1%) з однаковою поверхневою густиною ( $500 \text{ г/м}^2$ ). Це пояснюється зміною структури вар.12 під час трьохстадійного способу виробництва та піддавання термічній стабілізації полотна.

Фільтрувальні неткані матеріали характеризуються рівномірним розподіленням волокон по всій поверхні і товщині полотна та відсутністю наскрізних пор. Процес фільтрації протікає в об'ємі матеріалу. В той же час, щоб уникнути глибокого проникнення частинок всередину нетканого полотна і пов'язаного з цим забивання його пилом, поверхню полотна зі сторони входу запиленого газу термічно стабілізують[5]. Утворюється жорстка корка, яка запобігає проникненню частинок пилу в глибину нетканого матеріалу.

У порівнянні із зразком-еталоном менша пилоємність виявилася у всіх досліджуваних зразках, яка знаходиться в межах від 1,2% до 1,8% при загальній пористості (81,6%-83,1%). Це пояснюється гладкою поверхнею нетканних матеріалів, що зумовило нанесення політетрафторетиленового оброблення у вар.13, вар.14, вар.15 та проведення термічної стабілізації у вар.12.

Проведені нами дослідження показали, що частинки пилу проникають крізь пори матеріалу, в основному, тим же шляхом, що і повітря. Утримуються вони у структурі нетканого полотна за рахунок їх механічного зчеплення з нерівностями на поверхні волокон. Пилопроникність є небажаною властивістю для фільтрувальних матеріалів, так як вони викликають запилення матеріалу і зменшують його повітропроникність. Оптимально висока пилоємність в процесі фільтрації забезпечує здатність утримувати після регенерації пил у кількості, яка необхідна для забезпечення високої ефективності вловлювання високодисперсних часточок.

### **Висновки**

1. Кількість пилу, яка затримується фільтрувальними матеріалами без погіршення їх фільтрувальних властивостей, залежить від пористості тканини та кількості і величини наскрізних пор, а також від товщини матеріалу. Встановлено, що із збільшенням розміру пор пилопроникність тканин фільтрувальних матеріалів збільшується. Найвищим показником пилопроникності характеризується тканина із скловолокна – 7,5% при найбільшому розмірі наскрізних пор ( за основою – 0,322мм, за утком – 0,755мм). Фільтрувальна тканина із волокон арселону при більшій поверхневій пористості характеризується високою пилоємністю.

2. Досліджено, що неткані матеріали володіють мінімальною пилоємністю і пилонапроникні. Вони характеризуються рівномірним розподіленням волокон по всій поверхні і товщині полотна та відсутністю наскрізних пор. Процес фільтрації протікає в об'ємі матеріалу. Досліджувані неткані матеріали характеризуються більшою поверхневою густиною (500-550 г/м<sup>2</sup>) меншою об'ємною масою (0,246-0,294 мг/мм<sup>3</sup>) і малою пилопроникністю, яка знаходиться в межах від 0% до 0,2%, ніж досліджувані фільтрувальні тканини.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Лаптев С. И. Взаимодействие материала фильтровальных тканей с компонентами газового потока / С. И. Лаптев // Сб. статей НИИОГАЗа. – 1984. - № 6. – с. 2 – 3. – (Серия «Промышленная и санитарная очистка газов»).
2. Киселев В. И. Современные методы оценки свойств волокон и волокнистых материалов / В. И. Киселев, С. Е. Рябинин // Химические волокна. – 2005. – № 5. – с. 53– 56.
3. Скобеев И. К. Фильтрующие материалы / И. К. Скобеев. – М. : Недра, 1987. – 200 с.
4. Справочник по пыле- и золоулавливанию / [Биргер М. И., Вольдберг А.Ю., Мягков Б. И. и др.]; под ред. А. А. Русанова. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 312 с.
5. Пылеулавливание в металлургии: справочное издание / [В. М. Алешина, Ю. А. Вальберг, Г. М. Гордон и др.]; под ред. В. М. Алешинной. – М. : Металлургия, 1984. – 336 с.

Надійшла 18.10.2010