

Л.В.ПЕЛИК, канд. техн. наук  
(Львівська комерційна академія)

## Повітропроникність тканих і нетканих фільтрувальних матеріалів для металургійної промисловості

*Investigational indexes of ventileness of the woven and unwoven filtration materials. Their influence is analysed on filtration ability of baghouses.*

Для рукавних фільтрів повітропроникність текстильних матеріалів – один з найважливіших показників, який характеризує здатність фільтрувального матеріалу пропускати очищене повітря. Основними вимогами, які ставлять до фільтрувальних матеріалів, є висока ефективність очищення, добра повітропроникність і низький аеродинамічний опір. Вимоги високої повітропроникності важко поєднати з можливістю тонкого очищення повітря. Для задоволення першої вимоги необхідно використовувати менш щільні матеріали, а у цьому випадку неможливо забезпечити високу ступінь очищення. Застосування щільніших матеріалів дасть змогу добитися тонкого очищення, проте при цьому різко знижується повітропроникність і збільшується аеродинамічний опір фільтра.

Мета роботи – дослідження повітропроникності тканих і нетканих фільтрувальних матеріалів, яку визначали за стандартною методикою.

Об'єктами дослідження були фільтрувальні тканини з вмістом поліефірних волокон (вар.2-8) та волокон арселон (вар.9), тканина з скловолокна, виготовлена із безлужного алюмоборосилікатного скла (вар.10), фільтрувальні неткані полотна з вмістом волокон поліефірних (вар.12), арселон (вар.13), номекс (вар. 14). Як базову вибрано тканину (вар.1), що виготовляється за основою та утком з поліефірної пряжі (волокно поліефірне нефарбоване 100%) лінійної густини 29 текс х2 з обробленням – термічна стабілізація та поліефірний нетканый матеріал (вар. 11), який складається з поліефірної пряжі (волокно поліефірне нефарбоване 100%) лінійної густини 0,44 текс і каркасу (тканина поліефірна полотняного переплетення з поверхневою густиною 95 г/м<sup>2</sup> та лінійною густиною нитки 50 текс).

Аналізуючи отримані дані, можна зазначити, що значення показника повітропроникності за стандартних умов ( $p=5\text{мм.вод.ст.}$ ) для поліефірних тканих фільтрів (вар. 2 – 8) перебувало у межах від 90 до 160 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с), для арселонової тканини (вар. 9) і фільтрувальної тканини з скловолокна (вар.10) воно становить 142 та 165 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с), а зразка-еталона – 136 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с). Значення повітропроникності нетканих матеріалів: з волокон поліефір (вар.12) – 88 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с); арселон (вар. 13) – 104; номекс (вар. 14) – 106, зразка-еталона – 90 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с).

Кількість пилу, що затримують фільтрувальні матеріали без погіршення їхніх фільтрувальних властивостей, залежить від пористості тканини та кількості й розміру наскрізних пор, а також від товщини матеріалу.

Встановлено, що чим більша поверхнева пористість, тобто чим менше поверхнєве заповнення, тим більша повітропроникність. Так, найвищим показником повітропроникності характеризується тканина із скловолокна (вар. 10) – 165 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с) за найбільшою поверхневою пористістю (39,2%) і найменшого поверхневого заповнення (60,8%). Для збільшення повітропроникності склотканини (вар. 10) і збереження міцності уткові нитки виготовили з текстурованої склоткани ЕТ666х3текс. За однакової поверхневої пористості повітропроникність тканин з тонких ниток із дрібними порами менша, ніж у тканин з товстими нитками з великими порами. Поверхнева пористість досліджуваних зразків вар.4 (72тексх2) та вар.9 (29тексх2) становить 22,4 і 22,1% відповідно, а розмір наскрізних пор у вар.9 менший ( за основою – 0,140 мм, за утком – 0,319 мм), ніж у вар. 4 ( за основою – 0,235 мм, за утком – 0,473 мм). Тому показник повітропроникності зразка вар. 4 вищий і становить 157 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с).

Повітря проходить через пори фільтрувального матеріалу, тому на його повітропроникність впливають структурні характеристики (товщина ниток, щільність, вид переплетення), які визначають пористість структури та кількість і розміри наскрізних пор. Фільтрувальні тканини з тонких сильно скручених ниток мають

більшу площу наскрізної пори й відповідно вищу повітропроникність порівняно з матеріалами із товстих ниток. Так, у вар. 8 лінійна густина поліефірної пряжі за основою та утком становить 35,7 тексх2, а площа однієї пори – 1440·10<sup>-4</sup> мм<sup>2</sup>. Досліджуваний зразок вар.4 характеризується лінійною густиною поліефірної пряжі за основою і утком – 72 тексх2 із площею однієї пори – 1112·10<sup>-4</sup> мм<sup>2</sup>. Тому повітропроникність вар.8 є вищою і становить 160 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с), порівняно з вар. 4, а також порівняно з вар.7 – 148 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с).

Повітропроникність залежить і від структури матеріалу, яка визначається наявністю наскрізних пор та їхньої площею. Кількість, форма та розміри пор впливають на опір, який фільтрувальний матеріал чинить потоку запиленого повітря.

Аналіз отриманих даних свідчить, що на повітропроникність має вплив площа пори. Чим більша площа пори, тим менша кількість наскрізних пор на 1см<sup>2</sup>, тим більша повітропроникність. Найбільшу площу однієї пори має вар.10 (саржа2/2), яка становить 2428·10<sup>-4</sup> мм<sup>2</sup> за найменшою їх кількістю – 162 на 1см<sup>2</sup> за найвищою повітропроникністю – 165 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с). Найменша площа однієї пори – у зразка-еталона (вар. 1 – саржа2/2) й становить 269·10<sup>-4</sup> мм<sup>2</sup> за найбільшою їх кількістю – 536 на 1см<sup>2</sup> за найнижчою повітропроникністю – 136 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с).

У разі проходження повітря через пори фільтрувального матеріалу частина енергії витрачається на тертя повітря о тканину, а частина – на подолання інерційних сил зовнішнього середовища, що відбивається на швидкості проходження повітря через матеріал [1]. Тому на показники повітропроникності впливає не тільки пористість матеріалу, кількість наскрізних пор у його структурі, а й розміри наскрізних пор. Чим більші пори, тим менше енергії витрачається на подолання тертя повітря о матеріал, тим вища швидкість проходження повітря.

У досліджуваних зразків переплетення саржа 2/2 із збільшенням розміру наскрізних пор збільшується повітропроникність. Так, найбільший розмір наскрізних пор має фільтрувальна тканина із скловолокна (вар.10) (0,322 мм за основою і 0,755 мм за утком) за найвищою повітропроникністю – 165 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с). Найменший розмір наскрізних пор був у поліефірного зразка-еталона (вар.1) (0,068 мм за основою і 0,395 мм за утком) за найнижчою повітропроникністю – 136 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с).

Найнижчим показником повітропроникності (90 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с) характеризується поліефірний зразок (вар.3) переплетення саржа 2/1 за поверхневого заповнення 83,8%. Поверхнєве заповнення вар.2 майже той самий (84,1%), проте даний зразок – переплетення саржа2/2 і його повітропроникність становить 140 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с). Пояснюється це тим, що із збільшенням довжини перекриття (в розглядаємому випадку за утком) за однакового поверхневого заповнення підвищується пухкість тканини та відповідно збільшується її повітропроникність. Фільтрувальні тканини, що мають найкомпактнішу структуру, є найменш повітропроникними.

Найефективніше можна варіювати повітропроникність зміною будови і оброблення фільтрувальних матеріалів. Визначними для повітропроникності чинниками будови тканин є щільність ниток основи і утку на 10см, їх співвідношення між собою, характер переплетення ниток, лінійна щільність і ступінь скручування. Із збільшенням щільності повітропроникність матеріалу знижується. Найбільшою щільністю ниток основи і утку на 10 см із досліджуваних зразків характеризуються поліефірні тканини вар.3 (за основою – 320, за утком – 168) та вар.2 (за основою – 326, за утком – 159) за найменшою повітропроникністю 90 та 140 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с) відповідно.

Виявлено, що із збільшенням об'ємної маси матеріалу і його товщини повітропроникність зменшується, бо зменшується розмір наскрізних пор. Так, об'ємна маса досліджуваних зразків становить: вар. 2 – 0,316 мг/мм<sup>3</sup> і вар. 3 – 0,327 мг/мм<sup>3</sup>, які характеризуються найбільшою товщиною матеріалу (1 мм) та низькими значеннями повітропроникності.

На показник повітропроникності впливає і оброблення фільтрувальних тканин, а саме, каландрування, термічна стабілізація, нанесення покриття зменшують цей показник. Так, повітропроникність поліефірного матеріалу (вар. 2) є вищою і становить 140 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с), а у зразка-еталона – 136 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с). Пояснюється це тим, що вар. 2 – сірова фільтрувальна тканина, а зразок-еталон піддавали термічній



стабілізації. Повітропроникність сирових тканин більша, ніж тих, що піддаються обробленню.

За умови відсутності наскрізних пор, повітропроникність нетканних матеріалів залежить від загальної пористості, а також від товщини матеріалу. Аналізуючи отримані дані, можна зазначити, що найбільше значення показника повітропроникності ( $106 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ) – у досліджуваного зразка з волокон номекс (вар.14) за найбільшого значення загальної пористості (82,8%). Найменшою повітропроникністю характеризується поліефірний зразок вар.3, що становить  $88 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  за найменшого значення загальної пористості – 78,8%. Пояснюється це тим, що максимальна повітропроникність нетканого матеріалу досягається за збільшення загальної пористості та зниження звитості волокна. Загальна пористість фільтрувальних нетканних матеріалів дорівнює 70–90 % [2,3].

Досліджуваний матеріал (вар. 14), отриманий завдяки багаторазовому пробиттю зазубленими тонкими голками волокнистих шарів (волокон номекс) і сітчастої основи, витканої за довжиною – з пряжі номекс, а за шириною – з мультифіламентних ниток. Виготовлений у такий спосіб нетканий матеріал з політетрафторетиленовим обробленням піддається термічному обробленню поверхні для регулювання повітропроникності та забезпечення легкого відокремлення пилового осаду. Такий матеріал є об'ємною тривимірною структурою з найбільшою загальною пористістю і високою повітропроникністю, що дає змогу поєднувати у фільтрі високу продуктивність та високий ступінь очищення газу. Каркас вар.14 виготовлений з нитки 50 текс, а волокнистий шар – із пряжі тониною за довжиною 0,17 текс і за шириною 0,44 текс. Чим тонше волокно, тим вища затримуюча здатність матеріалу дрібних частинок. Це означає, що матеріал з тонких волокон за однакової маси забезпечуватиме меншу емісію (прокакування) частинок пилу крізь себе.

Найменша кількість пилу в процесі регенерації видаляється із нетканого матеріалу з найнижчим показником повітропроникності. Вона напружено залежить від пористості, об'ємної маси та поверхневої густини полотна.

Отримані наслідки свідчать, що серед досліджуваних поліефірних матеріалів найвищий показник об'ємної маси ( $0,294 \text{ мг/мм}^3$ ) має вар. 12 за найнижчого значення повітропроникності ( $88 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ). Так, досліджуваний зразок з волокон арселон (вар. 13) має високий показник повітропроникності –  $104 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  за об'ємної маси  $0,263 \text{ мг/мм}^3$  і однакової поверхневої густини  $500 \text{ г/м}^2$ , порівняно із зразком-еталоном (вар.1), повітропроникність якого становить  $90 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  за об'ємної маси  $0,278 \text{ мг/мм}^3$ . Це можна пояснити особливостями волокнистого складу та збільшенням об'ємної маси, що призводить до зменшення повітропроникності.

## ВИСНОВКИ

1. Зі збільшенням поверхневої пористості, тобто чим менше поверхневе заповнення, зростає повітропроникність. Так, найвищим показником повітропроникності характеризується тканина з скловолонна (вар.10) –  $165 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  за найбільшої поверхневої пористості 39,2% і за найменшого поверхневого заповнення (60,8%). Фільтрувальна тканина з волокон арселон (вар.9) характеризується меншим поверхневим заповненням (77,9%) за вищої повітропроникності ( $142 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ), ніж у зразка-еталона, за найвищого поверхневого заповнення (85,5%) показник повітропроникності якого є менший і становить  $136 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ .

2. Нові неткані матеріали з термостійких волокон арселон (вар. 13) та номекс (вар.14) у поєднанні з політетрафторетиленовим обробленням мають високі показники повітропроникності ( $104$  та  $106 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ) за загальної пористості 81,6 та 78,4 % відповідно, порівняно із зразком-еталоном –  $90 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  за загальної пористості 80 %.

3. Дослідження повітропроникності тканин і нетканних полотен довели, що ефективність їх застосування як фільтрувального матеріалу визначається структурою полотна. Нові фільтрувальні матеріали з волокон арселон, номекс та скловолонна характеризуються найвищими показниками повітропроникності за оптимальної структури полотен.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Скобеев И. К. *Фильтрующие материалы* / И. К. Скобеев. – М. : Недра, 1987. – 200 с.
2. Ашин Н.М., Балабанова А.Г., Рабкин А.Н., Иванова Е.В. *Повышение воздухопроницаемости нетканых фильтровальных материалов* / *Текстильная промышленность*, 1982. – №12, с.33-36.
3. Мухамеджанов Г. К. *Исследование характеристик воздухопроницаемости, размера пор и пористости нетканого полотна Airlaid* / Г. К. Мухамеджанов, С. Ф. Кузьмин, Ю. А. Ростиславина // *Технический текстиль*. – 2004. – № 10. – С. 9 – 12.

Одержно 22.01.2010

## РЕЦЕНЗІЯ

на монографію  
Тарасенко Ірини Олексіївни

**СТАЛИЙ РОЗВИТОК  
ПІДПРИЄМСТВ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ:  
ТЕОРІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ, ПРАКТИКА**

На сучасному етапі для України, як і інших країн, особливо гостро стоїть питання про пошук шляхів та механізмів управління сталим розвитком країни, її виведення на новий більш високий рівень існування. Забезпечення умов для переходу промисловості України на модель сталого розвитку дозволить підвищити її конкурентоспроможність, зміцнити позиції на глобальних ринках, що створить базис для підвищення економічної міцності держави, вирішення екологічних та соціальних проблем. З огляду на це, дослідження, якому присвячено монографію Тарасенко Ірини Олексіївни «Сталий розвиток легкої промисловості: теорія, методологія, практика», є своєчасним та актуальним, в тому числі і для підприємств легкої промисловості.

Сучасні проблеми розвитку промислового комплексу України розглядаються автором як з позицій його внеску в економіку, що полягає в сприянні поступовому наближенню якості життя в Україні до рівня технологічно розвинених країн, визначає його провідну роль та місце в забезпеченні найбільш важливих стратегічних інтересів держави, так і з позицій впливу промислової діяльності на навколишнє середовище та його наслідків.

В контексті розгляду теоретичних основ сталого розвитку підприємств легкої промисловості розкрито економічну сутність категорії «сталий розвиток», її зміст та форми прояву, визначено місце та роль в системі економічних категорій та в економічній системі в цілому.

Суттєву увагу автором приділено проблемам розвитку підприємств легкої промисловості, що дозволило визначити та систематизувати основні чинники та умови переходу легкої промисловості України до сталого розвитку.

У монографії розроблено концепцію та методологічні засади сталого розвитку підприємств легкої промисловості України, розкрито сутність та визначено передумови екологізації виробництва на підприємствах шкіряної підгалузі України; розроблено класифікацію екологічних стратегій та підхід до вибору стратегії екологоорієнтованого розвитку підприємства. Запропонована автором методика еколого-економічної оцінки технологій виробництва в шкіряній підгалузі, дозволила обґрунтовано підійти до вибору пріоритетної технології, враховуючи показники відносного рівня ресурсоемності, впливу на довкілля та якості готової продукції.

В рамках розгляду методичного інструментарію управління сталим розвитком підприємства автором розроблено: методологічні положення та методику моніторингу соціальної відповідальності підприємства; збалансовану систему показників, яку адаптовано для використання на підприємствах шкіряної підгалузі.

Завершенням дослідження стала побудова моделі сценарію сталого розвитку підприємства, що дозволило розробити прогностичні сценарії сталого розвитку підприємств шкіряної підгалузі, враховуючи стан зовнішнього середовища та рівень економічного потенціалу підприємств в контексті сталого розвитку.

Монографія, яку викладено сучасною літературною мовою, містить багато практичних рекомендацій, прикладів, статистичних та ілюстративних матеріалів. Вона може бути корисною для науковців, студентів, аспірантів й широкого кола читачів, що цікавляться питаннями сталого розвитку підприємств легкої промисловості.

**Ректор Бердянського університету  
менеджменту і бізнесу,  
доктор економічних наук  
Л.І. Антошкіна**