

ВЛИЯНИЕ НА СКОРОСТТА НА ФИЛТРАЦИЯ И НАЧАЛНОТО ПРАХОСЪДЪРЖАНИЕ НА СМЕСТТА ВЪРХУ СЪПРОТИВЛЕНИЕТО НА ФИЛТЪРНАТА ТЪКАН

Петър Николов

Лесотехнически университет – София, e-mail: petarn@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Изследвана е филтърна тъкан – Филтъртекс А. Определено е съпротивлението на тъканта при различна скорост на филтрация и при различно прахосъдържание на очиствания въздух.

Ключови думи: аеросмес, прахосадържание, скорост на филтрация.

Ръкавните тъканни филтри са въздухоочистващи устройства за фино очистване на въздуха.

Най-общо те се състоят от тяло, за което са закрепени бункер (отпадъчна торба) за събиране на твърдата фаза на аеросместа, и тъкани ръкави за очистване на въздуха. От правилният избор на филтрираща тъкан зависи и степента на очистване на въздуха. Ръкавите се изработват от памучни, вълнени, синтетични, комбинирани и други тъкани в зависимост от вида на улавяния прах.

При филтърни ръкави, независимо от вида на тъканта, в началния период на пречистване на въздуха съпротивлението е следствие от структурата на самата тъкан. По време на работа на ръкавните тъканни филтри се наблюдава увеличение на съпротивлението на филтърната тъкан в следствие натрупването на прах по ръкавите. Натрупването на праха води до повишаване степента на очистване, но и до по-високо хидравлично съпротивление а от там и по-висок разход на енергия за преминаване на очистения въздух през тъканта [4].

Нарастването на хидравличните загуби зависи от скоростта на филтриране, началното прахосъдържание, времето за

работа, вида и степента на две регенерации и общото време за работа на филтъра, както и от вида на самата тъкан.

$$\Delta P = f(u, q, t) \quad (1)$$

където: ΔP е нарастване на хидравличните загуби, в Pa;

u – скорост на филтрация, $m \cdot min^{-1}$;

q – начално прахосъдържание, $g \cdot m^{-3}$;

t – време на работа между две регенерации, h.

Общото време на работа на филтъра влияе върху степента на регенериране (степента на очистване) и в настоящата разработка не е изследвано.

Прахосъдържанието на въздуха постъпващ във филтъра се колебае в широки граници в зависимост от броя и вида на машините в цеха обслужвани от същия.

Началното прахосъдържание на въздуха, постъпващ във филтъра, е прието да се отнася към една от трите групи [2]:

- малко начално прахосъдържание до $50 mg \cdot m^{-3}$;
- средно начално прахосъдържание от 50 до $500 mg \cdot m^{-3}$;
- високо начално прахосъдържание над $500 mg \cdot m^{-3}$.

Началното прахосъдържание при работа на ръкавните тъкани филтри, обслужващи дървообработващите и мебелни

предприятия, се отнасят към третата група. Това наложи изследванията на филтърната тъкан да се проведат с начално прахосъдържание съответно 3,5; 5,5; и 7,5 g.m⁻³ при скорост на филтрация 95; 115; 135 m³.m⁻².h⁻¹ и време на замерване на хидравличните загуби от 0 до 120 min.

Изследваният ръкав е от филтърна материя Филтъртекс А за промишлени въздушни филтри. Произвежда се от

100 % синтетични влакна по иглонабивен способ. В своята структура включва армиращ слой придаващ допълнителна здравина. Едната страна на ръкава е обработена топлинно за улесняване регенерацията му. Тъканите от типа Филтъртекс А притежават висока електропроводимост и антистатични свойства.

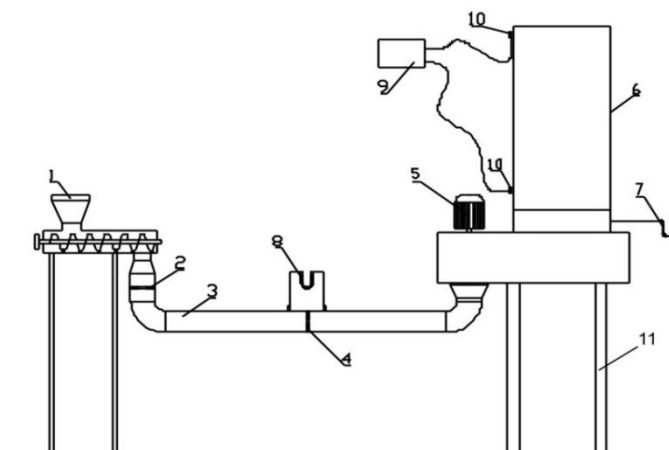
Физико-механичните показатели на тъкан Филтъртекс А са дадени в табл. 1.

Таблица 1.

Показател	Мерна единица	Стойност
Маса на единица площ	g.m ⁻²	520
Въздухопропускливост	m.s ⁻¹	0,50
Клас: по DIN 24185/100 по EUROVENT		C3 EU9
Широчина	m	2,1
Дебелина	mm	2,9
Минимална здравина до скъсване по дължина	daN/5cm	40,0
по ширина		75,0
Минимална разтегливост до скъсване по дължина	(%)	60,0
по ширина		60,0
Работна температура	°C	-30 до +130
Регенериране (допуска се трикратно пране)		въздушен противопоток
Антистатични свойства		да

Изследванията бяха проведени в лабораторията по пневматичен транспорт

към ЛТУ на лабораторна установка показана на (фиг. 1).



Фиг. 1. Лабораторна установка

- 1 – Шнек; 2 – Диафрагма; 3 – Тръбопровод; 4 – Измерителна диафрагма; 5 – Центробежен вентилатор; 6 – Филтърна тъкан; 7 – Микроманометър; 8 – Микроманометър; 9 – Двуканален аспиратор за прах; 10 – Филтърни касети; 11 – Корпус.

Установката се състои от корпус (11), върху който се поставя изпитвания ръкав (6). Подаването на шлайфпрах става с помощта на дозиращ шнек (1) с регулируеми обороти, тръбопровод (3) и центробежен вентилатор (5). С регулиране оборотите на шнека се променя и количеството шлайфпрах постъпващо в инсталацията. Диафрагмата (2) служи за поддържане на постоянната скорост на въздушния поток. С помощта на диафрагма (4) се регулира дебита на въздуха преминаващ през системата. С помощта на микрометър (8) се измерва налягането, чиито стойности служат за определяне на дебитът Q , който се регулира с помощта на диафрагма (2). С микроанометър (7) се измерва налягането определящо хидравличното съпротивление на филтърната тъкан. При експерименталната работа за измерване на наляганията са използвани микроанометри с наклонена подвижна тръба тип ZPM. Те имат област на измерване от 0 до $2 \cdot 10^3$ Pa, като областта на измерване се променя чрез изменение наклона на капилярната тръба. Възможни са седем положения на измерване, при които преводното отношение се колебае в границите от 0,2 до 0,827. Като измервателна течност е използван етилов

спирт. На база отчетите на микроанометъра са определени наляганията по следната формула [3]:

$$P = 9,81(l - l_1) \sin \alpha \cdot \gamma_T \cdot k_M \cdot k_{тр} \cdot \Delta, \quad (2)$$

където: l е крайното показание от скалата на микроанометъра, mm;

l_1 – начално показание на микроанометъра, mm;

α – ъгъл на наклона на подвижната капилярна тръба, $^\circ$;

γ_T – плътност на течността, с която е пълен микроанометъра;

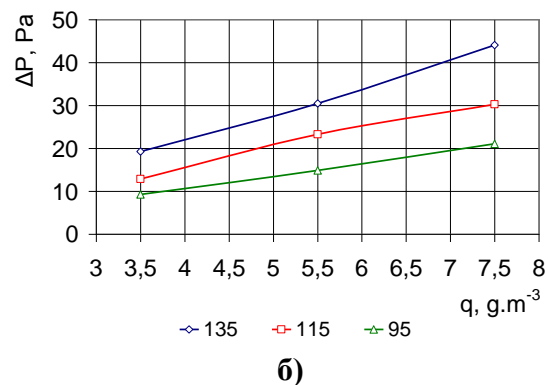
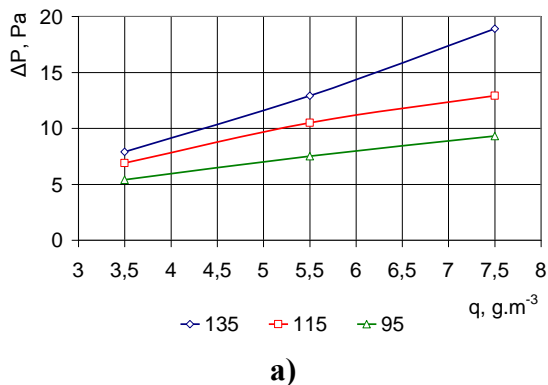
k_M – поправъчен коефициент на микроанометъра;

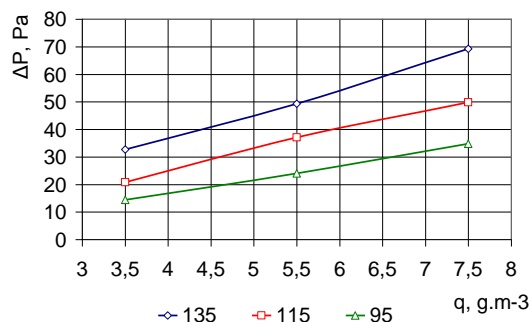
Δ – поправъчен коефициент на атмосферните условия;

$k_{тр}$ – поправъчен коефициент на пневмометричната тръба.

Степента на почистване на филтърната материя се определя със стандартна методика за вземане на прахова проба от откритото пространство. Данните показват, че емисиите на прах във въздуха са под пределно допустимата норма от $20 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ при емисия под $0,2 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ [1].

Резултатите от проведената експериментална работа с тъкан Филтъртекс А са представени на фиг. 2 и фиг. 3 при измервания на 30-тата, 60-тата и 90-тата минута.





в)

Фиг. 2. Зависимост на съпротивлението на филтърната тъкан от началното прахосъдържание
а) на 30-тата минута; б) на 60-тата минута; в) на 90-тата минута

Функционалната зависимост е определена чрез използване на EXCEL на Microsoft® при Polynomial вид от втора степен [5].

Анализът показва, че с увеличаване на началното прахосъдържание, при еднакви други условия, съпротивлението на филтърната тъкан се увеличава. Това увеличение е най-голямо при $q = 7,5 \text{ g.m}^{-3}$ вследствие най-голямата дебелина слой прах образувал се върху тъканта. При $q = 3,5 \text{ g.m}^{-3}$ темпът на нарастване на съпротивлението на филтърната тъкан е минимален, защото дебелината на образувания слой прах е най-малка. Като най-близка до експерименталната зависимост е зависимостта от вида $ax^2 + bx + c$ показваща това увеличение:

а) на 30-тата минута

- при скорост на филтрация $95 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ зависимостта е:
 $y = -0,0375x^2 + 1,3875x + 1,0031$;
- при скорост на филтрация $115 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ зависимостта е:
 $y = -0,15x^2 + 3,15x - 2,2875$;
- при скорост на филтрация $135 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ зависимостта е:
 $y = 0,125x^2 + 1,375x + 1,5563$.

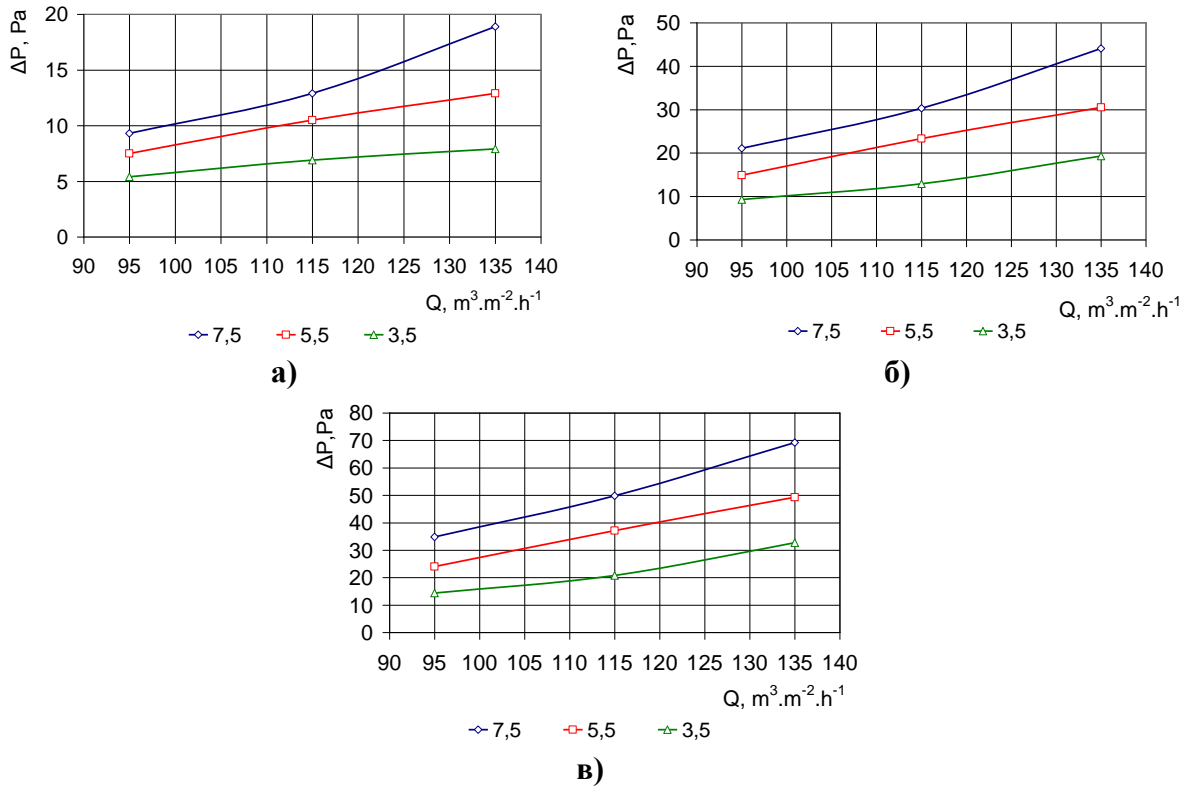
б) на 60-тата минута

- при скорост на филтрация $95 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ зависимостта е:
 $y = 0,075x^2 + 2,125x + 0,9438$;
- при скорост на филтрация $115 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ зависимостта е:
 $y = -0,425x^2 + 9,025x - 13,481$;
- при скорост на филтрация $135 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ зависимостта е:
 $y = 0,3x^2 + 2,9x + 5,475$.

в) на 90-тата минута

- при скорост на филтрация $95 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ зависимостта е:
 $y = 0,15x^2 + 3,45x + 0,4875$;
- при скорост на филтрация $115 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ зависимостта е:
 $y = -0,45x^2 + 12,2x - 16,387$;
- при скорост на филтрация $135 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ зависимостта е:
 $y = 0,4125x^2 + 4,5875x + 11,591$.

На фиг. 3. са представени резултатите на зависимостта на съпротивлението на филтърната тъкан от скоростта на филтрация при измерване на 30-тата, 60-тата и 90-тата минута.



Фиг. 3. Зависимост на съпротивлението на филтърната тъкан от скоростта на филтрация
а) на 30-тата минута; б) на 60-тата минута; в) на 90-тата минута

Функционалната зависимост е определена също чрез използване на EXCEL на Microsoft® при Polynomial вид от втора степен [5].

Анализът показва, че с нарастване на скоростта на филтрация съпротивлението на филтърната тъкан също нараства при едно и също прахосъдържание. Това нарастване е в резултат увеличаване на повърхностния натиск върху слоя прах образувал се върху тъканта. Темпът на нарастване е по-голям при по-висока скорост на филтрация. Като най-близка до експерименталната зависимост е зависимостта от вида $ax^2 + bx + c$ показваща това увеличение:

а) на 30-тата минута

- при начално прахосъдържание $3,5 \text{ g.m}^{-3}$ зависимостта е:

$$y = -0,0006x^2 + 0,2062x - 8,5531;$$

- при начално прахосъдържание $5,5 \text{ g.m}^{-3}$ зависимостта е:

$$y = -0,0007x^2 + 0,3075x - 14,944;$$

- при начално прахосъдържание $7,5 \text{ g.m}^{-3}$ зависимостта е:

$$y = 0,003x^2 - 0,45x + 24,975.$$

б) на 60-тата минута

- при начално прахосъдържание $3,5 \text{ g.m}^{-3}$ зависимостта е:

$$y = 0,0035x^2 - 0,555x + 30,438;$$

- при начално прахосъдържание $5,5 \text{ g.m}^{-3}$ зависимостта е:

$$y = -0,0015x^2 + 0,735x - 41,387;$$

- при начално прахосъдържание $7,5 \text{ g.m}^{-3}$ зависимостта е:

$$y = 0,0058x^2 - 0,7475x + 40,219.$$

в) на 90-тата минута

- при начално прахосъдържание $3,5 \text{ g.m}^{-3}$ зависимостта е:

$$y = 0,0069x^2 - 1,1237x + 59,109;$$

- при начално прахосъдържание $5,5 \text{ g.m}^{-3}$ зависимостта е:

$$y = -0,0011x^2 + 0,8912x - 50,516;$$

- при начално прахосъдържание $7,5 \text{ g.m}^{-3}$ зависимостта е:

$$y = 0,0055x^2 - 0,405x + 23,638.$$

От получените резултати може да се направи следният извод:

Цикълът на регенерация на филтърната тъкан трябва да се подбира в зависимост от началното прахосъдържание и скорост на филтрация, така че нарастването на хидравличните загуби пресметнати по дадените зависимости да бъде в допустимите граници.

ЛИТЕРАТУРА

1. БДС 17.2.4.20-83. Опазване на природата. Атмосфера. Показатели за качеството на атмосферния въздух. Методи за определяне на праха.
2. Динков Б. (1980). Определяне количеството на дървесния прах, съдържащ се в отпадъците за някои дървообработващи машини, НТ на ВЛТИ, София, стр. 179–182.
3. Динков Б., П. Мърваков. (1995). Ръководство за лабораторни упражнения по пневматичен транспорт. Земиздат, София, 134 с.
4. Илиев Т., Б. Динков. (1992). Вътрешнозаводски транспорт. Земиздат, София, 331 с.
5. Стоенчев, Н., И. Иванов. 2004. Ръководство за упражнения по статистика. ИК на ЛТУ, София, 160 с.

THE EFFECT OF FILTRATION SPEED AND INITIAL DUST CONTENT OF THE WOOD DUST ON THE FILTER FABRIC'S RESISTANCE

Petar Nikolov

University of Forestry – Sofia, e-mail: ,petarn@abv.bg

ABSTRACT

The study was conducted using filter fabric Filtertext A. The fabric's resistance at different speeds and for different dust concentrations of filtered air was calculated.

Key words: wood dust, dust content, filtration speed.