

Приложение на мокрия метод за получаване на носители на нановлакна

М Панчев, М. Незнакомова

Резюме

В разработката е потърсено влиянието на масата на влакната и свързвателя при получаване на филтърни подложки от нетъкан текстил по хидродинамичен метод, предназначени за носители на нановлакна. След направеният анализ при използването вълнени влакна да се подбере такова съотношение на влакна и свързвател, че да се получат подложки с минимални отклонения от средните стойности по дебелина и въздухопропускливост.

Application of wet process for producing carriers of nanofibres

M Panchev, M. Neznakomova

Abstract

The paper seek effect of the fibers and the weight of the preparation of binder filter mats woven by a hydrodynamic method, on which it will be applied a layer of nanofibres. The purpose after the analysis for the particular kind of fiber is to select the ratio of binder fibers, to obtain optimal parameters non woven material with thickness and air permeability to the substrate.

Въведение

Производството на филтърни прегради непрекъснато се усъвършенства. Целта на всеки производител е да намали диаметъра на влакната използвани за филтърни среди. В това отношение се работи в последните 30 години. С навлизането на процеса електроовлакняване през последните 10 години това става възможно, тъй като диаметърът на влакната се намалява от 25 μm до 250 nm. Една от най-активните фирми в това отношение е DONALDSON [1].

Нанасянето на слой от нановлакна чрез процеса на електроовлакняване върху филтърните прегради е предпоставка за драстичното повишаване на ефективността на материала, което позволява получаването на филтри с пречистваща способност до 99,999%.

Ефективността на филтрите със слой от нановлакна се дължи на по-плътна структура на повърхността на филтърната преграда, което води до улавяне на частици с микро и нано размер.

Получените до този момент филтърни среди се използват главно за пречистване на въздух и газове. В това отношение са изследвани филтърни прегради с и без използване на слой от нановлакна. При филтрите с използване на слой от нановлакна се постига повишаване ефективността на филтъра, като се запазва количеството на пречиственият флуид [1].

Обикновено за целта се използват подложки от 100% целулозни фибриди.

В насоящото изследване се прави опит за разработка на подложка от вълнени влакна по хидродинамичния метод. Използването на влакна се дължи на техните амфолитни свойства, т. е могат да задържат както аниони така и катиони.

Голям недостатък на хидродинамичния метод за получаване на изделия от нетъкан текстил е загубата на материал. Това се дължи на загубата на влакна и свързвател поради полепване върху стените на модула за разбъркване на суспензията. Освен това при

повишено количество на влакна в суспензията не е възможно пълно индивидуализиране на влакната и част от тях оставят под формата на папери, които много лесно попадат между стените на рифелованият валеж в инсталацията за получаване на суспензия [3].

Целта на настоящото изследване е да се подбере съотношение на влакна – свързвател, при което се получава подложка с минимална загуба на материал, неравномерност по дебелина и въздухопропускливост.

Експериментална част.

Експериментите се извършват на стенд за получаване на ватка по хидродинамичен метод на фирмата Enrico Tonioolo – Италия [2].

Използваният материал е 100% вълна, получен като отпадък при стригането по технология “изкуствен кожух”.

В таблица 1 са дадени геометричните характеристики на използваните влакна.

Таблица 1

Вид влакна	Дължина на влакната [mm]	Среден диаметър на влакната [μm]
100% вълна	2÷4	30

Като първичен свързвател се използват целулозни фибриди.

Времето за получаване на концентрираната маса от влакна, първичен свързвател, за барбутиране в отливната колона за хомогенизиране на суспензията и на сушене е 3,5 min. Първоначалното заздравяване на ватката се извършва в сушилни гнезда при температура 65 °C в продължение на 5 min. Окончателното сушене на подложките от нетъкан текстил се извършва на ръчна преса за подлепване при температура 105 °C, натискът на пресата върху проба е 15÷20dN, като продължителността на процеса зависи от масата на подложката.

Изследвани са загубата на маса при отливане, дебелината и въздухопропускливостта на нетъкания текстил.

Анализ на получените резултати.

За да могат да бъдат изведени уравнения, даващи връзката между масата на влакната и свързвателя, върху качеството на изработената подложка се използват влакна с определени характеристики посочени в таблица 1. Определени са натуралните и кодирани стойности на съответните фактори при различните нива. Те са представени в таблица 2.

Таблица 2. Кодирани стойности на изследваните параметри

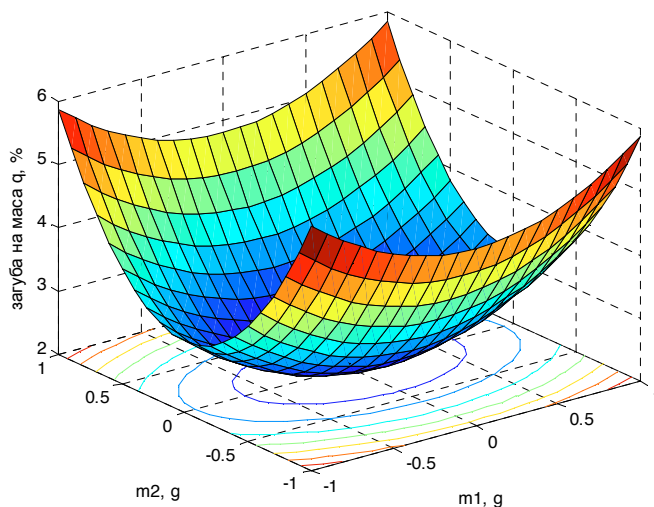
Нива на факторите	X1 _(влакна) , g	X2 _(свързвател) , g	Кодирана стойност
X _{oi} - J _i	2	8	-1
X _{oi} + J _i	4	6	1
X _{oi}	3	7	0

Загуба на маса при отливане

Регресионното уравнение придобива вида:

$$Y = 2,05654 + 2,74582m_1^2 + 1,06676m_2^2$$

Графично повърхнината, описвана от модела, е представена на фиг.1. За изчертаването ѝ е използвана програмата MATLAB 2009b.



Фиг.1 Влияние на масата на влакната и свързвателя върху загубата на маса при отливане на подложката

От направените измервания, графично представените резултати и линии на ниво за влиянието на масата на влакната и свързвателя върху загубата на материал (фиг.1) се установи, че при маса на влакната 3g и маса на свързвателя 7g тя е най-малка.

Дебелина на ватката

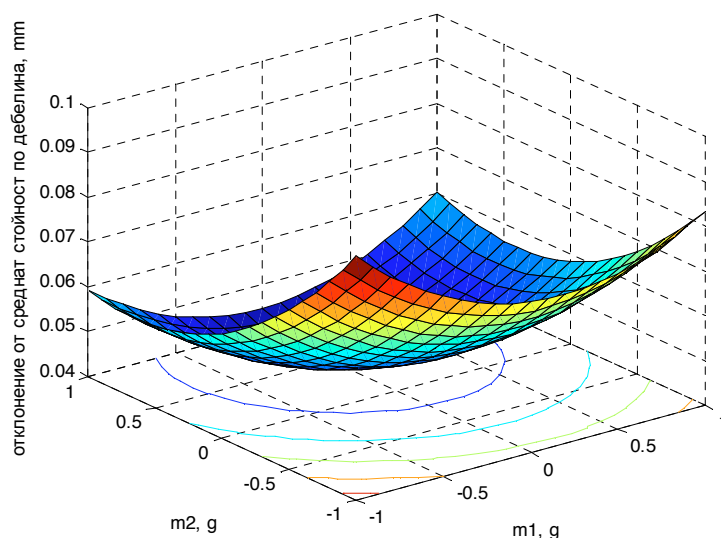
Дебелината на ватката се определя от количеството влакнест материал, което се подава в инсталацията. От значение за качеството на получената ватка е нейната неравномерност. Обикновено тя се оценява чрез вариационния коефициент по дебелина, който се определя в проценти от средноквадратичното отклонение. Тъй като дисперсията, респективно средноквадратичното отклонение има несиметрично разпределение, е потърсена оценка, която има симетрично разпределение и дименсия на изходната величина (дебелината). Поради това за изходен параметър е избрано отклонението от средната дебелина.

Измерванията се извършват по определена схема [3], за да се обхванат възможно най-много точки. Изведените регресионни уравнения и изчислените въз основа на това вариационни коефициенти, се използват за оценка на неравномерността на получената подложка от нетъкан текстил.

Регресионният модел придобива вида:

$$Y = 0,0457 - 0,0145m_1 - 0,0025m_2 + 0,003m_1m_2 + 0,134m_1^2 + 0,0152m_2^2$$

Графично повърхнината, описвана от модела, е представена на фиг.2

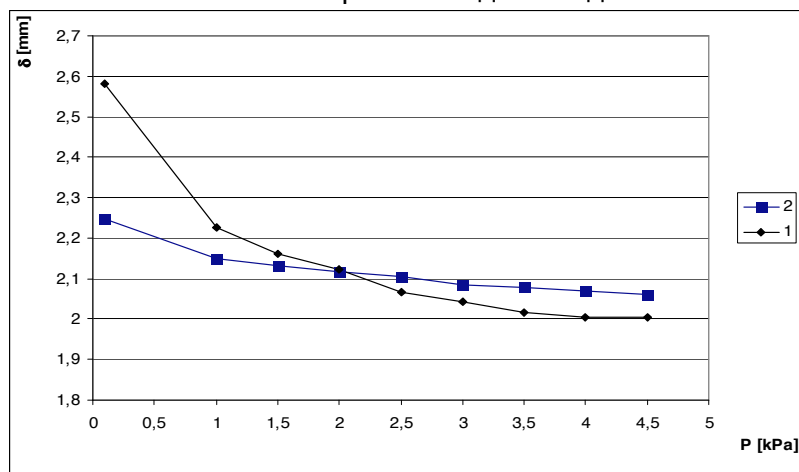


Фиг.2 Определяне неравномерността на ватка по дебелина

След извеждане на уравненията за влиянието на масата на влакната и свързвателя върху дебелината и графичното представяне на повърхнините се установи, че и двата входни фактора оказват влияние (фиг.2). С повишаване концентрацията на двата структурни елемента се получава ватка с по-равномерно разпределение на влакната в процеса на утаяване, при което се намалява и неравномерността. С повишаване количеството на влакната е възможно получаване на неравномерни участъци, които се дължи на заплитането на влакната и получаването на папери.

За определяне влиянието на натоварването върху получените подложки от нетъкан текстил се изследват изделия получени при еднаква маса на влакната и свързател ($m_{вл} = 3g$; $m_{св.} = 7g$), едни и същи условия на формиране на подложката и различни условия за окончателно сушене.

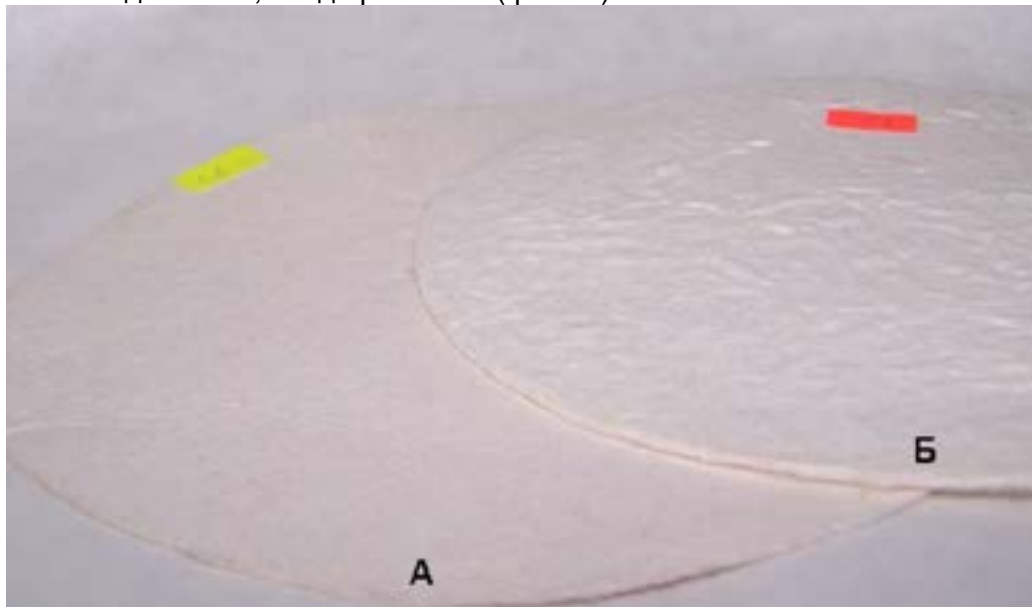
Изследвани са двата вида получени подложки - получени в свободно състояние (1) и след пресоване при постоянно налягане (2). Определено е и изменението на дебелината при прилагане на натиск върху получените изделия. Измерени са дебелините през стъпка от 0,5 kPa до достигане на максимално натоварване след което дебелината не се променя.



Фиг.3 Определяне дебелината на пробите при различно натоварване

На фиг. 3 са представени резултатите от измерване на изменението на дебелината при различно натоварване при двата варианта на сушене на получените подложки. При сушене на образците, когато се използва термо преса изменението на дебелината е значително по-

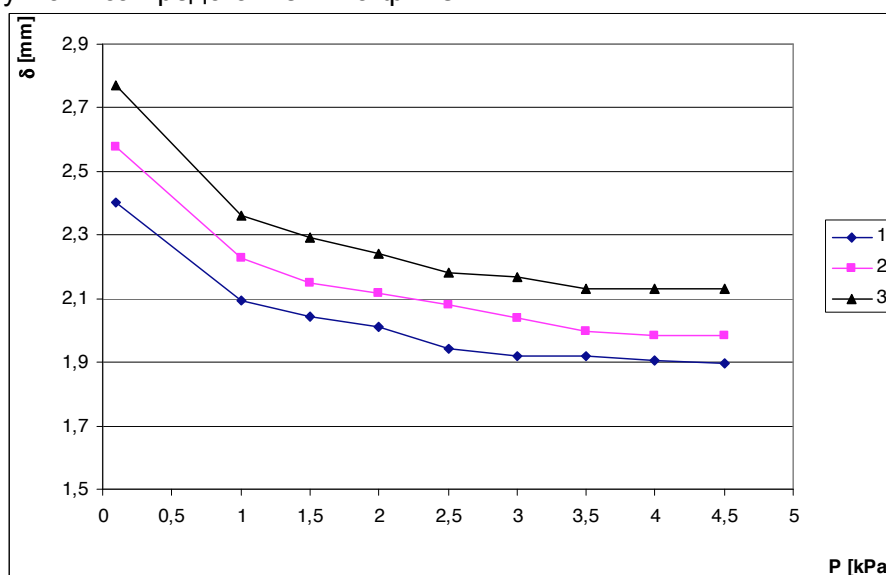
малка тази на свободно сушените проби. Това се потвърждава и от подобрената гладкост на повърхността на подложката, след пресоване (фиг.4А).



Фиг.4 Сравнение на гладкостта на повърхнините на получените подложки.

На фиг.4 са представени снимки на повърхността на получените подложки при двата варианта на сушене. Използването на подложки с по-гладка повърхност ще способства за по-равномерното нанасяне на слой от нановлакна.

За да се установи как влияе натоварването върху дебелината на получените подложки при използването на термо преса се изследват три вида подложки съответно при маса на влакната $m_1 = 2g$, $m_1 = 3g$, $m_1 = 4g$ и маса на свързателя $m_2 = 8g$, $m_2 = 7g$, $m_2 = 6g$. Получените резултати са представени на фиг.5.



Фиг.5 Изменение на дебелината на подложките при различно натоварване

1. Изменение на дебелината на подложката при маса на влакната $m_1 = 2g$ и маса на свързателя $m_2 = 8g$.
2. Изменение на дебелината на подложката при маса на влакната $m_1 = 3g$ и маса на свързателя $m_2 = 7g$.

3. Изменение на дебелината на подложката при маса на влакната $m_1 = 4g$ и маса на свързвателя $m_2 = 6g$.

От направените изследвания за изменението на дебелината на подложката при различно натоварване при една и съща маса на подложката и различно съотношение на маса влакна - свързвател е установи, че с нарастване масата на влакната изменението на дебелината е постоянно за всяка подложка и получената стойност е $0,05\text{ mm}$.

С нарастване масата на влакната пропорционално нараства дебелината и получената стойност е $0,1\text{ mm}$ от предходната подложка.

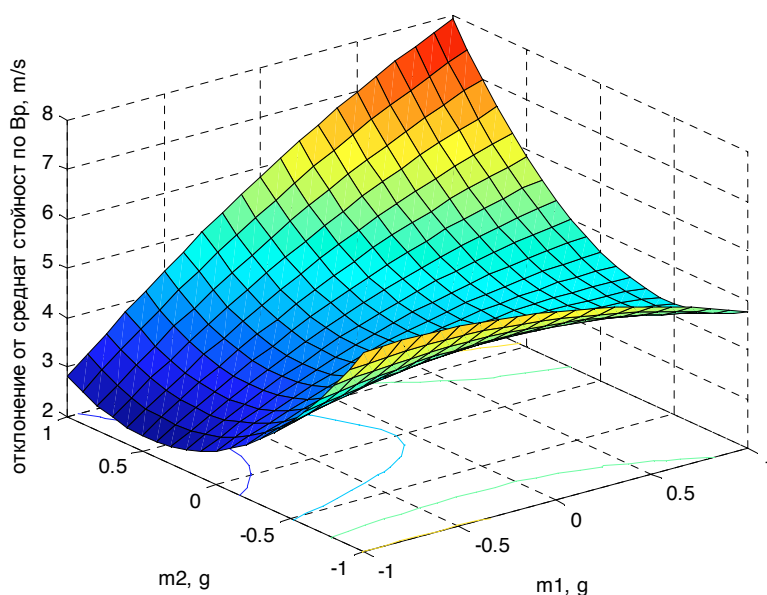
Въздухопропускливост

Както при представяне дебелината на ватката, така и за въздухопропускливостта, за оценяване на неравномерността се търси отклонение от симетрично разпределение на изходната величина (въздухопропускливост). След отпадане на незначимите коефициенти регресиония модел придобива вида:

$$Y = 4,0632 - 0,0931m_1 + 0,95946m_2 + 1,61m_1m_2 + 1,75582m_1^2 - 0,4232m_2^2$$

Следователно моделите са адекватни

Графично повърхнината, описвана от модела, е представена на фиг.3



Фиг. 6 Определяне неравномерността на ватката чрез въздухопропускливостта.

На фиг. 6 са представени резултатите от определяне отклонението от средната стойност от въздухопропускливостта. Основен фактор е количеството на първичния свързвател. Той е под формата на целулозен пулп и действа като естествена преграда на въздушния поток. Колкото по-голямо е процентното съотношение на свързвателя толкова по-малко отклонение от средната стойност има.

Изводи

От направените поредица изследвания за определяне влиянието на съотношението масата на влакната и свързвателя, резултатите могат да се обобщят в следните изводи:

1. Съотношението между масата на влакната и свързвателя оказва значително влияние за намаляване загубата на материал при отливане и неравномерността на получената ватка. Като най-добри резултати се получават при маса на влакната $3g$ и маса на свързвателя $7g$.

2. Най-голямо влияние на коефициента на въздухопропускливост оказва масата на свързвателя. Най-добри резултати се получават при маса на влакната 2g и маса на свързвателя 8g.

За да е възможно нанасянето на слой от нановлакна върху подложка получена от вълнени влакна със средна дължина на влакната 2-4 mm и среден диаметър 30 μm със сравнително гладкост по хидродинамичния метод, трябва да се поставят изисквания:

1. Масата на влакната да е 3g;
2. Масата на свързвателя да е 7g
3. Окончателното сушене да се извършва с термо преса при постоянно налягане.

Научните изследвания и предоставени резултатите в настоящата публикация са финансирани по договор МОН-ДУНК – 01/3

Използвана литература:

1. Timothy H. Grafe, Kristine M. Graham Nanofiber Webs from Electrospinning Nonwovens in Filtration - Fifth International Conference, Stuttgart, Germany, March 2003.
2. М. Незнакомова, М. Панчев Използване на отпадък от производството на вълнени килими, Текстил-облекло 9/2002.
3. М. Незнакомова, М. Панчев Определяне равномерността на ватки отлети по хидродинамичен метод, ЕМФ 2006.