

Keywords: nanoclay, nanooxide titanium, fire retardant, a copolymer of ethylene and vinylacetate, intumescent coating durability, fire-protective efficiency.

References

1. Nenakhov, S.A. and Pimenova, V.P. (2010), "Physico-Chemical Foaming Fire-Retardant Coatings Based on Ammonium Polyphosphate (Review of the Literature)", *Fire & Explosion safety*, 19, 8, pp. 11–58.
2. Vakhitova, L.M., Kalafat, K.V. and Lapushkin, M.P. (2007), "Fire-resistant effectivity of the intumescent systems. Joint effect of carbonizing agent and acid donor", *Khimichna promyslovist' Ukrainy*, , pp. 41–46.
3. Taran, N.A. (2013), "The effect of metal oxides and hydroxides and their nanosized analogs on the fire-retardant effectivity of the intumescent polymer composition", *Naukovi pratsi DonNTU*, 1, 20, pp. 102–108.
4. Vakhitova, L.N., Taran, N.A., Lapushkin, M.P., Rybak, V.V., Drizhd, V.L. and Popov, A.F. (2014), "Organomodified montmorillonite as a component of the intumescent flame-retardant system", *Khimichna promyslovist' Ukrainy*, 1, pp. 57–62.
5. Vakhitova, L.N. and Lapushkin, M.P. (2011), "Fire-retardant intumescent coatings durability", *F+S : technologii besopasnosti i protivopozharnoi zaschity*, 2, pp. 58–60.
6. European Organisation for Technical Approvals (2006), "Guideline for European Technical Approval of Fire Protective Products. Part 2. Reactive coatings for fire protection of steel elements", available at: <http://www.aedilitia.itc.cnr.it/documenti/018-2.pdf> (Accessed 12 February 2015).
7. Vakhitova, L.N., Taran, N.A., Lapushkin, M.P., Drizhd, V.L., Lakhtarenko, N.V. and Popov, A.F. (2012), "Solid-phase aminolysis in the ammonium polyphosphate-pentaerythritol-amine system", *Theoretical and Experimental Chemistry*, 48, 3, pp. 176–181.
8. The State Committee for Technical Regulation and Consumer Policy (1998), The State Standart of Ukraine "DSTU N P B V.1.1-29:2010 "Fire protection. Fire retardant treatment of building structures. General requirements and controlling methods", available at http://www.building.kharkov.ua/products/zodchiy/base/dbn/dbn_v1/v_1_1-29/ (Accessed 12 February 2015)
9. The State Committee for Technical Regulation and Consumer Policy (1998), The State Standart of Ukraine "DSTU B V 1.1-4-98 "Building constructions. Methods of fire tests. General requirements", DP Ukrarkh-budinform (1998), p.18.
10. Vakhitova, L.N. and Kalafat, K.V. (2014), *Ognezaschita stalnykh konstrukciy* [Fire protection of steel structures], Metinvest, Kyiv, Ukraine.

УДК 676.017.62

МОВЧАНЮК О. М., к.т.н., доц.; БЕЛІНСЬКА О. О., магістрант
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ПОРИСТОЇ СТРУКТУРИ ЦЕЛЮЛОЗНИХ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Проаналізовано та узагальнено літературні дані про принципи формування пористої структури целюлозних фільтрувальних матеріалів, що виготовляють традиційним способом. Вивчено вплив виду целюлози, виду і вмісту наповнювача, ступеня млива маси, температури сушіння, маси 1 м^2 і щільності на параметри пористої структури фільтрувального матеріалу, що визначають його продуктивність і селективність. Оцінено ступінь впливу кожного чинника на загальну пористість, об'єм і радіус пор фільтрувального паперу й картону.

Ключові слова: целюлоза, наповнювач, ступінь млива, ступінь проклеювання, температура сушіння, пресування, каландрування, щільність паперу, структура паперу, пористість, радіус пор, об'єм пор, питома поверхня волокна.

© Мовчанюк О. М., Белінська О. О., 2015.

Постановка проблеми. Сучасний асортимент целюлозних фільтрувальних матеріалів є достатньо широким. Їх використовують для очищення й концентрування рідин і газів у багатьох сферах життєдіяльності людини, зокрема майже в усіх галузях промисловості. Целюлозні фільтрувальні матеріали є корпускулярно-пористими. Вони здатні затримувати частинки, розмір яких більший, аніж їхній поровий канал [1].

Основними критеріями експлуатаційної придатності фільтрувальних матеріалів є фільтрувальні і гідровлічні (аеродинамічні) властивості, що визначаються їх пористою структурою. Причому діапазон коливання цих властивостей може бути досить значним. Для цілеспрямованого формування експлуатаційних властивостей фільтрувальних матеріалів залежно від технологічних задач, що вони мають вирішувати (очищення, концентрування, фракціонування) варто знати принципи формування їхньої пористої структури.

Метою статті є аналіз основних принципів формування пористої структури целюлозних фільтрувальних матеріалів, що виготовляються традиційним папероробним способом.

Виклад основного матеріалу. Пористі матеріали за багатьма властивостями відрізняються від масивних твердих тіл тієї ж хімічної природи. Їхня щільність є значно нижчою. Завдяки наявності пор їхні механічні властивості, тепло- та електропровідність – також інші. Для адсорбційних, каталітичних і багатьох хімічних процесів важливе значення мають велика питома поверхня, розвинена в порах, а для кінетики цих процесів – розміри пор [2].

Найбільш важливими характеристиками фільтрувальних видів паперу і картону є загальна пористість і радіус пор, що визначають продуктивність і селективність таких матеріалів. Пориста структура паперу з целюлози – це складна система капілярів, утворена целюлозними волокнами, що мають власну капілярну структуру з широким спектром пор – від декількох нанометрів до декількох мікрометрів. Пори волокон є первинною складовою загальної пористої структури паперу. У процесі відливання паперового полотна за рахунок вільного простору між волокнами та іншими компонентами формується вторинна пориста структура паперу [3]. Пори (порожнини, заповнені повітрям) займають понад 60 % об'єму паперу, при цьому наскрізні пори (канали) – близько 2 %. Рух рідини або газу через матеріал буде здійснюватися, коли пори або, принаймні, частина їх сполучаються.

Існує взаємозв'язок між пористою структурою паперу й хімічним складом, морфологічною будовою й геометричними розмірами вихідної целюлози. Параметри пористої структури паперу масою 110 г/м², виготовленого за однакових умов із нерозмеленої целюлози різних видів, наведено в табл. 1 [1].

Таблиця 1 – Вплив виду целюлози на параметри пористої структури паперу

Показник	Вид целюлози				
	Сульфатна передгідролізна холодного облагородження	Сульфатна вибілена віскозна	Сульфітна хвойна вибілена	Сульфатна хвойна невибілена	Сульфатна осикова вибілена
Щільність, г/см ³	0,24	0,25	0,33	0,36	0,33
Діаметр пор, мкм: середній	7,9	6,8	6,0	5,2	1,7
максимальний	67,4	58,3	53,1	48,6	27,5
Об'єм пор (сумарний), см ³ /г	2,93	2,95	2,12	2,57	1,68
Об'єм крупних пор, см ³ /г	2,40	2,20	1,43	1,82	0,66

Найменші пори і сумарний об'єм пор має папір із сульфатної осикової вибіленої целюлози. Порівняно з ним, папір із сульфітної хвойної вибіленої целюлози має середній діаметр пор у 3,5 раза, а максимальний їхній діаметр – у 1,9 раза більші, при цьому сумарний об'єм пор більший лише на 26 %. Найбільший розмір пор зафіксований для паперу з сульфатної передгідролісною целюлозою холодного облагородження, середній розмір пор якого в 4,6 раза, а максимальний – у 2,5 раза перевищують аналогічні параметри паперу з осиковою целюлозою. Сумарний об'єм пор збільшується при цьому на 74 %. Очевидним є переважне зростання розміру пор перед їхнім сумарним об'ємом, імовірно, за рахунок одночасного зменшення кількості пор. Тонкі й короткі волокна листяних порід містять велику кількість геміцелюлоз, тому є небажаними для виробництва крупнопористих фільтрувальних матеріалів. Однак вони є досить корисними для формування структури дрібнопористих паперів. Формуванню високопористої структури в процесі відливання паперу сприяють майже всі види фізико-хімічного впливу на целюлозне волокно, оскільки вони супроводжуються видаленням залишкового лігніну, геміцелюлоз та інших низькомолекулярних фракцій. Особливе місце у формуванні пористої структури паперу належить лужній обробці целюлози, що пов'язана з набуханням і специфічною усадкою волокон під час сушіння [1].

У традиційній технології виготовлення фільтрувальних видів паперу і картону цінуються волокна бавовняної целюлози, що мають широкий канал, зігнуту стрічкоподібну форму та є значно довшими, аніж волокна деревної целюлози. Крім того, бавовняна целюлоза є хімічно чистішою, має високий вміст α -целюлози,

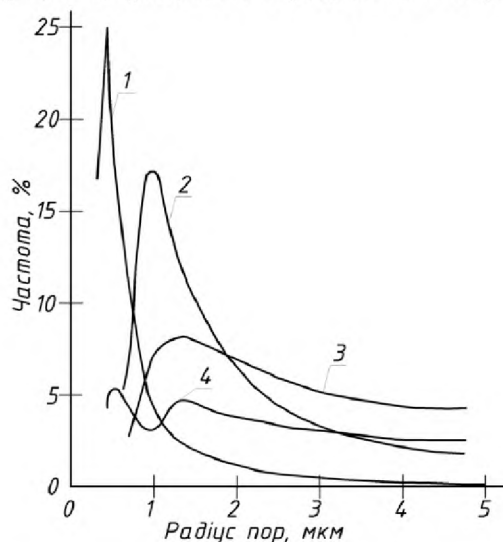
високий ступінь кристалічності. Для зменшення діаметра пор паперу використовують тонкі волокна. Відомим є застосування з цією метою волокон манільської пеньки. Найкращі результати дають найтонші скляні волокна з діаметром до 3 мкм [1]. Скловолокнистий картон марки КФБЖ на 70 % складається з мікрволокон скла і на 30 % – з волокон целюлози. Його використовують у фармацевтичній промисловості для попереднього фільтрування біологічних рідин.

Пориста структура фільтрувальних видів паперу і картону залежить від властивостей усіх їхніх складових. Маса, з якої формується папір, є системою зі зворотно-гисотропно-коагуляційною структурою. Ця колоїдна структура складається з мікрооб'єктів (волокон, частинок наповнювача, проклеювальних речовин, тощо), що взаємодіють на далекій відстані. Наповнювачі виконують роль сорбентів. Під час зневоднення паперової маси на сітці папероробної машини, коли концентрація маси зростає, між волокнами та іншими компонентами суспензії встановлюються коагуляційні контакти та утворюється просторова структура сирого полотна, міцність якого визначається силами зчеплення між волокнами і не залежить від міцності самих волокон [3]. Вплив наповнення паперової маси на пористу структуру паперу обумовлюється властивостями наповнювача та його кількістю. Частинки наповнювача заповнюють міжволоконні проміжки, зменшуючи міжволоконну взаємодію.

Наявність у папері мінерального наповнювача сприяє підвищенню його пористості. Вплив виду та вмісту наповнювача на параметри пористої структури паперу масою 70 г/м² і щільністю 0,44 г/см³, одержаного з вибіленої сульфатної хвойної целюлози, наведено в табл. 2 [1]. Найменший об'єм пор забезпечує великодисперсний тальк. За його вмісту в суспензії 5...25 % об'єм пор паперу, порівняно зі зразком без наповнювача, збільшується у 1,2...1,6 раза. Такий же вміст каоліну збільшує об'єм пор у 1,4...1,9 раза, тальку дрібнодисперсного – у 1,7...2,5 раза. Найбільше зростання об'єму пор (у 2,1...2,7 раза) забезпечує двоокис титану.

Таблиця 2 – Вплив виду та вмісту наповнювача у паперовій масі на параметри пористої структури паперу

Наповнювач	Вміст наповнювача в масі, %	Об'єм пор (інтегральний), см ³ /г
Базовий зразок	0	0,417
Тальк великодисперсний	5	0,496
	15	0,544
Каолін	25	0,651
	5	0,585
Каолін	15	0,676
	25	0,781
Тальк дрібнодисперсний	5	0,699
	25	1,037
Двоокис титану	5	0,881
	25	1,111



1, 2 і 3 – ступінь млива маси 87, 64 і 24 °ШР;
4 – суміші целюлози зі ступенем млива 24 і 87 °ШР

Рис. 1 – Розподіл радіуса пор в зразках паперу з сульфатної целюлози

Пориста структура паперу також формується під дією змінних чинників процесів виробництва. Важливим процесом фільтрувальних видів паперу є розмелювання целюлози, завдяки якому збільшується загальна питома поверхня волокон і зростає кількість вільних гідроксильних груп, що сприяють розвитку міжволоконної взаємодії. Вплив ступеня млива маси на пористу структуру паперу наведено на рис. 1 [3] і в табл. 3 [6]. Вочевидь, зі збільшенням ступеня млива сульфатної невибіленої целюлози зростає відносна кількість дрібних пор. Так за ступеня млива 24 °ШР радіус 3 мкм мають 5 % пор. За 64 °ШР такий радіус мають вже 3 % пор, при цьому 17 % становлять пори з радіусом 1 мкм; мінімальний їх радіус зменшується на 14 %. За ступеня млива 87 °ШР кількість пор із радіусом 3 мкм зменшується вдесятеро, 25 % пор мають радіус 0,5 мкм, а їхній мінімальний радіус зменшується на 57 % порівняно зі ступенем млива 24 °ШР. Максимальний радіус пор для всіх ступенів млива становить 4,7...5,0 мкм.

Таблиця 3 – Вплив ступеня млива целюлози на параметри пористої структури паперу

Показник	Ступінь млива, °ШР					
	15	20	30	40	50	60
Щільність, г/см ³	0,37	0,41	0,42	0,43	0,44	0,44
Діаметр пор, мкм:						
середній	4,2	3,0	2,4	1,8	1,1	0,9
максимальний	61,6	53,1	49,0	45,9	38,9	33,7
Об'єм пор (інтегральний), см ³ /г	1,47	0,80	0,68	0,50	0,44	0,37
Питома поверхня (за Дерягінім), м ² /г	1,98	2,29	2,39	2,45	3,57	4,24

Дані табл. 3 свідчать про зменшення загальної пористості, об'єму й розміру пор паперу із збільшенням ступеня млива маси. Одночасно зростає питома поверхня і вміст дрібних пор. Так із зростанням ступеня млива від 15 до 60 °ШР середній діаметр пор зменшується у 4,7 раза, максимальний – у 1,8 раза, об'єм пор зменшується вчетверо. Питома поверхня при цьому збільшується вдвічі.

Існуючий механізм формування паперового полотна призводить до утворення шаруватої структури. Волокна в папері розташовуються, головним чином, паралельно поверхні і не переплітаються з волокнами, розташованими в іншій площині. З ущільненням паперового полотна в пресовій, а потім в сушильній частині машини структура полотна змінюється: від коагуляційної структури до структури переплетення, де вже можуть діяти сили Ван-дер-Ваальса і слабкі сили тертя між поверхнями волокон. Ця структура під час сушіння поступово переходить у більш міцну адгезійну структуру, в якій основними силами зв'язку між волокнами є водневі зв'язки, а сили тертя досягають свого максимального значення, особливо під час виготовлення шорсткого паперу. Сухий папір має не тиксотропну структуру, що незворотно руйнується під дією механічної сили. Пресування й сушіння паперу забезпечують умови для зближення волокон, збільшення загальної площі контакту між ними і розвитку всіх типів міжволоконної взаємодії. Чим вищий тиск пресування, тим нижчою є пористість паперу.

Таблиця 4 – Вплив температури сушіння непроклеєного паперу з сульфідної вибіленої целюлози на його структуру

Температура сушіння, °С	Радіус пор, мкм		Пористість, %
	максимальний	середній	
50	10,9	0,69	35,0
70	12,7	0,76	35,8
90	12,9	0,96	42,3
110	13,9	1,09	47,0
130	13,7	1,10	50,1

Вплив температури сушіння на формування пористої структури паперу можна оцінити за табл. 4 і 5. Із підвищенням температури сушіння відбувається збільшення пористості й розміру пор як для непроклеєних, так і проклеєних зразків [3]. Із підвищенням температури сушіння від 50 до 130 °С пористість непроклеєного паперу збільшується на 43 %, максимальний радіус пор – на 25 %. За аналогічного зростання температури для проклеєного паперу з витратою клею 1,5 % пористість збільшується на 18 %, максимальний радіус пор – на 9, середній – на 28 %. За невисокої температури сушіння превалюють процеси випаровування води із зовнішньої поверхні полотна, що дозволяє знизити пористість. Із підвищенням температури розрихлюється структура

непроклеєних і проклеєних зразків паперу з одночасним зниженням ступеня проклеювання. Ці дані свідчать про доцільність застосування форсованого режиму сушіння для підвищення пористості й помірному режиму – для паперу зімкнутої структури.

Середній розмір пор паперу у вологому стані становить 35...70 мкм, після сушіння їхній розмір зменшується до 25...50 мкм, після каландрування, залежно від тиску й вологості полотна на каландрі, можна досягти розміру пор 5...15 мкм. У більшості літературних джерел зазначається, що з підвищенням тиску під час каландрування пористість паперу зменшується внаслідок роздавлювання пор. З ущільненням паперу середній і максимальний діаметри пор зменшуються (табл. 6). Так із підвищенням щільності з 0,3 до 0,5 г/см³ середній діаметр пор зменшується у 5,7 раза, максимальний – у 2,7 раза. При цьому зменшення максимального діаметра вдвічі спостерігається зі змінням щільності від 0,45 до 0,5 г/см³.

На формування пористої структури паперу впливає і маса 1 м². З її збільшенням від 70 до 150 г/м² середній діаметр пор зростає у 2,9 раза, тоді як від 150 до 250 г/м² він майже не змінюється (див. табл. 6).

Висновки. Аналіз основних чинників, що формують пористу структуру целюлозних фільтрувальних матеріалів, засвідчив переважний вплив процесів розмелювання целюлози, пресування й каландрування паперового полотна, а також виду целюлози. Середній діаметр пор можна зменшити майже в'ятеро роз-

мелюванням маси до 60 °ШР і майже вшестеро ущільненням паперу від 0,3 до 0,5 г/см³. Це суттєво змінить селективність матеріалу.

Таблиця 5 – Вплив температури сушіння проклеєного паперу з сульфітної вибіленої целюлози на його структурні властивості

Температура сушіння, °С	Витрата клею, %	Ступінь проклеювання, мм	Радіус пор, мкм		Пористість, %
			максимальний	середній	
50	1,5	1,50	19,4	0,53	52,0
50	2,0	1,50	22,1	0,54	54,0
70	1,5	1,40	19,6	0,54	53,5
70	2,0	1,50	22,1	0,77	55,1
90	1,5	1,25	20,4	0,60	55,0
90	2,0	1,30	23,0	0,92	56,7
110	1,5	0,75	20,9	0,65	58,2
110	2,0	0,70	25,5	0,92	59,4
130	1,5	0,25	21,1	0,68	61,7
130	2,0	0,25	35,5	0,94	62,9

Таблиця 6 – Вплив маси 1 м² і щільності на параметри пористої структури паперу з вибіленої сульфітної целюлози

Показник	Маса 1 м ² , г					Щільність паперу, г/см ³				
	70	100	150	200	250	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
Товщина, мм	0,17	0,25	0,37	0,50	0,62	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21
Діаметр пор, мкм:										
середній	1,8	3,2	5,4	5,4	5,3	6,8	5,2	3,4	1,9	1,2
максимальний	54,3	53,2	51,4	51,4	47,8	52,2	48,3	44,2	38,5	19,4

Під час вибору сировини для виробництва крупнопористих фільтрувальних матеріалів перевагу слід віддавати хвойній целюлозі перед листяною, сульфатній – перед сульфітною, облагороженою – перед необлагороженою. Навпаки, для формування дрібнопористої структури необхідно використовувати листяні напівфабрикати, тонкі скляні волокна. Заміна сульфатної передгідролізної целюлози холодного облагороження на сульфатну осикову вибілену целюлозу в 4,6 раза зменшує середній діаметр пор і в 1,7 раза – їхній загальний об'єм.

Менш суттєвий вплив на параметри пористої структури паперу мають процеси сушіння, проклеювання й наповнення. Для підвищення пористості паперу доцільним є застосування форсованого режиму сушіння.

Список использованной литературы

1. Остреров М. А. Технология целлюлозно-бумажного производства : в 3 т. / М. А. Остреров. – Т. 2 : Производство бумаги и картона. Ч. 2 : Основные виды и свойства бумаги, картона, фибры и древесных плит. – СПб. : Политехника, 2006. – 499 с.
2. Карнаухов А. П. Адсорбция. Текстура дисперсных и пористых материалов / А. П. Карнаухов. – Новосибирск : Наука ; Сиб. предприятие РАН, 1999. – 470 с.
3. Фляте Д. М. Свойства бумаги / Д. М. Фляте. – М. : Лесн. пром-ть, 1976. – 648 с.
4. Пузырёв С. А. Бумага и картон как фильтрующие материалы / С. А. Пузырёв. – М. : Лесная пром-ть, 1970. – 88 с.

Надійшла до редакції 07.01.2015

Movchaniuk O. M., Belinskaya H. O.

PRINCIPLES OF FORMING A POROUS STRUCTURE CELLULOSE FILTER MATERIALS

Published data about basic principles of the formation of the porous structure of cellulose filter media manufactured conventional papermaking process were analyzed and summarized. The influence of the main factors (type of pulp type and filler content, the mass grinding degree, the drying temperature, weight and density of 1 m² of material) on the parameters of the porous structure of the filter materials defining their productivity and selectivity was

studied. The impact of each factor on the total porosity, pore volume and range of filter paper and paperboard was estimated.

The descending average and maximum pore size of the different types of paper pulp are in a row: sulphate prehydrolysis cold refining – sulphate bleached viscose – bleached softwood sulfite – unbleached softwood sulphate – sulphate bleached aspen. The fine fibers contribute to the reduction the pores diamete, the best results are obtained by the use of glass fibers with a diameter less than 3 microns. Thin and short hardwood fibers are very useful for the formation of a finely porous structure of the paper. Almost all kinds of physical and chemical treatment of the cellulose fibers contribute to the formation of a highly porous structure because they are accompanied by the removal of residual lignin, hemicellulose and other low-molecular weight fractions. Particular place belongs to alkaline treatment of pulp that depends on swelling and shrinking of the fibers in specific drying conditions.

The impact of the pulp filling process on the porous structure of the paper is caused by the properties and the amount of filler. The filler particles fill the inter-fiber spaces, reducing the interfiber interactions and increasing porosity. The influence of the type and content of fillers on the parameters of the porous structure of paper with specific weight 70 g/m² and a density of 0.44 g/cm³, obtained from bleached softwood sulfite pulp, was displayed. The descending pore volume of the paper fillers are in a row: titanium dioxide – fine talc – kaolin – coarse talc.

The porous structure of the paper is also formed under the influence of variables manufacturing processes. The total surface area of the fibers increases at beating process and, due to this, the number of free hydroxyl groups increase which promotes interfibrillar interaction. The relative amount of small pores also increases with increasing beating rate, the overall porosity volume and the pore size of paper decrease. The average pore diameter has dropped at 4.7 times, the maximum – at 1.8 times, the pore volume – at 4 times with grinding level change from 15 to 60 °SR. The specific surface area doubled.

The existing mechanism of formation of the paper web results in the formation of the layered structure. The fibers in the paper are arranged mainly parallel to the surface and are interwoven with fibers which are located in another plane. With the densification of the paper web in the press and then drying part of the machine, the web structure gradually goes from the coagulation to the weave structure, where van der Waals force and weak frictional force between the surfaces of the fibers can act. This structure in the drying process is gradually transformed into a solid, adhesion growth structure in which the main forces of the fiber bonds are hydrogen ones, and the friction force is at its maximum value, especially in the manufacturing of paper with rough surface. Dry paper has structure irreversibly destroyable by mechanical forces.

Paper pressing and drying provide the conditions for convergence of the fibers, increasing the total contact area between them and the development of all types of interfibrillar interactions. The higher the pressure in the pressing, the lower the porosity of the paper. At low temperature drying processes prevail evaporation of water from the outer surface of the web, thus reducing the porosity. With increasing drying temperature, total volume and pore size for non-glued and glued paper samples increase. It is shown that with increasing drying temperature from 50 to 130 °C non-glued paper porosity goes up at 43 %, the maximum pore radius – at 25 %. When the similar temperature raise for sized paper at a adhesive rate 1.5 %, the porosity increases at 18 % and a maximum pore radius – at 9 %. The structure non-glued and glued paper samples is loosened with a simultaneous reduction of sizing degree at higher drying temperatures. It is advised to used forced drying mode to increase the porosity and moderate mode for paper closeness structure.

Materials with high mass of 1 m² have the largest retention capacity and service life. Data on change of the porous structure with an increase of paper weight from 70 to 250 g/m² were presented. It is shown that the average pore diameter increases at 2.9 times. For growing paper dencity, pore size has decreased. With increasing density from 0.3 to 0.5 g/cm³, the average pore diameter is reduced at 5,7 times., the maximum diameter – at 2.7 times.

Analysis of the main factors revealed that the predominant processes in the formation of the porous structure of the paper are beating, pressing and glazing of the paper web, as well as the type of pulp. When selecting raw materials for the production of large-filtering materials, it is recommended to give preference to softwood pulp over hardwood, sulphate over sulphite, refine over unrefined, to apply a short grinding and not to involved glazing in the technological process. For the formation of the small pore structure, semi-finished hardwood and other fine fibers must be use, cellulose has to be grinded to high degrees, paper must be glazed, fillers and high temperature drying must not be applied.

Keywords: cellulose, filler, beating rate, sizing degree, drying temperature, extrusion, glazing, paper weight, paper structure, porosity, pore radius, pore volume, specific surface of fiber.

References

1. Ostrerov, M.A. (2006), *Tehnologija celljulozno-bumazhnogo proizvodstva*. V. 3 t. T. 2. *Proizvodstvo bumagi i kartona*. Ch. 2. *Osnovnye vidy i svoystva bumagi, kartona, fibry i drevesnyh plit* [The technology of pulp and

- paper production. 3 v. V. 2. Manufacture of paper and paperboard. Part 2. Main types and properties of paper, cardboard, fiber and wood-based panels]. Politehnika, Saint Petersburg, Russia.
2. Karnauhov, A.P. (1999), *Adsorbciya. Tekstura dispersnyh i poristyh materialov* [Adsorption. The texture of dispersed and porous materials] Nauka. Sib. predpriyatje RAN, Novosibirsk, Russia.
 3. Fljate, D.M. (1976), *Svojsiva bumagi* [The properties of paper], Lesnaja promyshlennost', Moscow, Russia.
 4. Puzyrjov, S.A. (1970), *Bumaga i karton kak fil'trujushhie materialy* [Paper and paperboard materials as filter] Lesnaja promyshlennost', Moscow, Russia.

УДК 620.22

НУДЧЕНКО Л. А.¹, ст. викл.; СВИДЕРСЬКИЙ В. А.¹, д.т.н., проф.;
ОСАУЛЕНКО К. В.², здобувач; МЕРЕЖКО Н. В.², д.т.н., проф.

¹ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

² Київський національний торгово-економічний університет

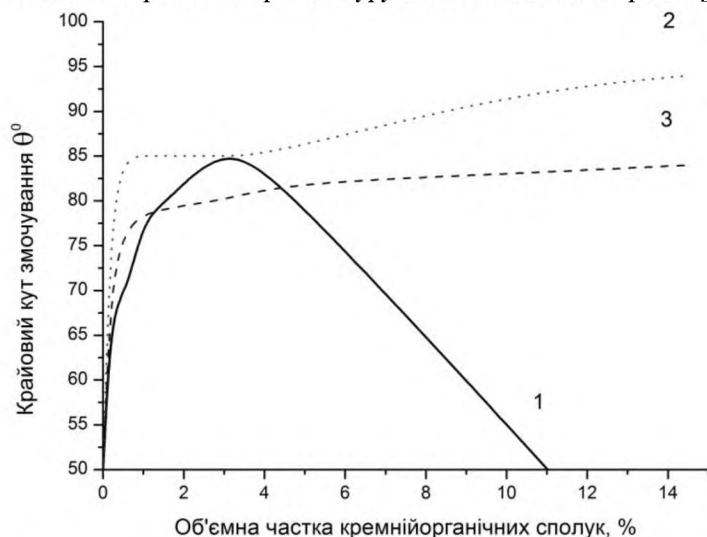
ЗАСТОСУВАННЯ КРЕМНІЙОРГАНІЧНИХ СПОЛУК ДЛЯ ЗАХИСТУ ЦЕЛЮЛОЗОВІСНИХ МАТЕРІАЛІВ

Досліджено вплив оброблення целюлозовісних матеріалів (паперу ЕН-70 і шаруватих фенопластів на його основі) кремнійорганічними сполуками різних класів.

Ключові слова: папір, шаруваті пластики, кремнійорганічні сполуки, змочування водою, фізико-механічні властивості, термостійкість.

© Нудченко Л. А., Свідерський В. А., Осауленко К. В., Мережко Н. В., 2015.

Постановка проблеми та аналіз попередніх досліджень. Сучасні композиційні матеріали завдяки своїм унікальним фізико-технічним властивостям широко застосовують у промисловості [1]. Водночас, їхнє використання обмежено недостатньою стійкістю їхніх складових під дією води, вологи й водних розчинів, сонячної радіації (особливо УФ-складової), мікроорганізмів, знакозмінних температур [2]. З огляду на це, актуальним є розроблення ефективних методів захисту композиційних матеріалів від дії згаданих факторів, зокрема шляхом застосування кремнеорганічних продуктів, що мають високу хімічну, тепло- й термостійкість та здатні зберігати колір і текстуру композиційних матеріалів [3].



1 – алкілсиліконати натрію; 2 – олігоалкілгідридсиліоксани;
3 – поліорганосиліоксани

Рис. 1 – Крайовий кут змочування водою поверхні паперу ЕН-70, просоченого кремнійорганічними сполуками

Метою статті є порівняльна оцінка водовідштовхувальної і зміцнювальної дії кремнійорганічних продуктів на намотувальний папір і шаруваті фенопласти на його основі.

Виклад основного матеріалу. Досліджували кремнійорганічні олігомери й полімери різного складу (табл. 1, 2), папір намотувальний ЕН-70 ГОСТ 1931-64 і композити на його основі. Силоксани наносили зануренням паперу й композитів у розчини різної концентрації з наступним сушінням за температури 80 °С. Змочуваність і зміцнювальну здатність оцінювали за методиками [4].

Установлено, що гідрофобність паперу ЕН-70 неоднозначно змінюється залежно від об'ємної частки й виду застосованих кремнійорганічних препаратів (рис. 1). Крайовий кут змочування θ найінтенсивніше зростає в діапазоні концентрацій до 1 % для олігоалкілгідридсиліоксанів і поліорганосиліоксанів і до 3 % для