

УДК 677.494

¹ПЛАВАН В. П., ¹ІЩЕНКО О. В., ¹ТИТАРЕНКО С.,
¹СІДЕЛЬНИКОВ Я., ²ТАРАСЕНКО Н. В.

¹Київський національний університет технологій і дизайну, Україна

²Національний технічний університет КПІ ім. І. Сікорського, Україна

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ВОЛОКНИСТИХ ОСНОВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ СОРБЦІЙНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Мета дослідження – порівняльний аналіз двох типів волокнистих основ для виготовлення композиційних матеріалів із сорбційними властивостями шляхом просочення волокнистої основи наповненими дисперсіями водорозчинних полімерів.

Методика. Як волокнисті основи для отримання сорбентів в роботі були використані: 1) голкопробивний нетканий матеріал з поверхневою щільністю 227 г/м² (ПУ/ПА-6.6), отриманий з відходів поліуретан-поліамідних хімічних волокон. Складається з комплексних волокон Lycra 162C (лінійна густина 4,4 текс) (ПУ), та волокон Nylon 6.6 f20/1 (лінійна густина 3,3 текс) (ПА-6,6) у співвідношенні 70/30 мас. %; 2) нетканий матеріал з поліефірних мікрОВОЛОКОН, отриманих аеродинамічним методом з поверхневою щільністю 178 г/м² (ПЕТФ). Для просочення волокнистої основи були використані наповнені дисперсії водорозчинних полімерів ПВС і крохмалю. Як адсорбент до складу дисперсії вводили порошок глини монтморилонітового типу в кількості від 5 до 10% від загальної маси. Досліджували вплив концентрації полімерних розчинів та кількість введеного адсорбенту на вологопоглинання та паропроникність матеріалів згідно ISO 20158:2018 та ISO 15496:2018, механічну міцність матеріалів при розтягуванні визначали на розривній машині типу РМ-30, відповідно стандарту ДСТУ ISO 9073-3:2003.

Результати. Доведено, що підвищення концентрації полімерного зв'язуючого призводить до ущільнення структури волокнистої основи і, як наслідок, до зростання її поверхневої щільності. Також на величину поверхневої щільності впливає кількість мінерального сорбенту: введення 5% глини призводить до зростання поверхневої щільності волокнистої основи ПЕТФ більше ніж у 2 рази, а з 10% глини поверхнева щільність зростає ще майже вдвічі. Із підвищенням концентрації водорозчинних полімерів і вмісту глини в дисперсії, вологопоглинання всіх типів нетканих матеріалів децю знижується. Фізико-механічні властивості волокнистих матеріалів залежать від типу вихідного волокна, типу та концентрації полімерного зв'язуючого і кількості введеного глинистого адсорбенту. Підвищення концентрації розчину ПВС призводить до підвищення міцності просоченої волокнистої основи як ПУ/ПА-6.6, так і ПЕТФ, але викликає зменшення показника відносного видовження при розриванні. Втрата еластичності матеріалів відбувається в результаті структурування, причому ступінь структурування в разі застосування наповнених дисперсій ПВС вища.

Наукова новизна дослідження полягає у використанні двох різних типів нетканих матеріалів з різною структурою та складом, просочених наповненими дисперсіями водорозчинних полімерів, як волокнистих основ для отримання в подальшому волокнистих композиційних матеріалів з сорбційними властивостями.

Практична значимість. Композиційні матеріали з сорбційними властивостями можуть бути в подальшому використані для очистки стічних вод підприємств легкої і хімічної промисловості від іонів важких металів.

Ключові слова: волокнисті відходи; поліуретан-поліамідні волокна; поліефірні мікрОВОЛОКНА; монтморилоніт; фізико-механічні властивості; сорбційні властивості.

Вступ. Одним з основних завдань на шляху до досягнення цілей сталого розвитку є забезпечення доступності та сталого управління водними ресурсами [1] зокрема через зменшення обсягів скидання неочищених стічних вод, у першу чергу з використанням інноваційних технологій водоочищення. Тому створення ефективних та екологічно безпечних методів очищення води від іонів важких металів є одним з найважливіших завдань. Один із перспективних напрямків є використання волокнистих відходів як основи для створення

сорбційних матеріалів, що стає екологічно обґрунтованим та сприяє утворенню більш сталого підходу до вирішення проблеми забруднення навколишнього середовища.

Одним з перших кроків у створенні композиційних матеріалів із сорбційними властивостями є вибір відповідних базових матеріалів. Базовий матеріал виступає як носій для хемосорбенту, який в свою чергу взаємодіє з забруднюючими речовинами і утримує їх на своїй поверхні. Ці матеріали мають бути стійкими до хімічних реакцій та забезпечувати велику площу поверхні для взаємодії з розчиненими речовинами. Текстильні матеріали, зокрема волокнисті відходи, можуть служити хорошими базовими матеріалами для створення сорбційних композиційних матеріалів [2].

Авторами розроблений спосіб отримання полімерного композиційного матеріалу із сорбційними властивостями з відходів поліуретан-поліамідних хімічних волокон, причому для підвищення сорбційної здатності застосували просочення дисперсіями водорозчинних полімерів, наповнених глинистими мінералами [3], перевірена їх сорбційна здатність на метиленовому синьому [4]. Для зміцнення волокнистого сорбційного матеріалу застосували трикотажну основу, а для підсилення сорбційної здатності глинистих мінералів застосували їх кислотну обробку [5].

Процес формування композиційних комбінованих матеріалів складається з наступних основних етапів [6]: одержання волокнистої основи; нанесення розчину полімерної зв'язуючої речовини на волокнисту основу; дифузія розчину полімерної зв'язуючої речовини в структуру одиночних волокон, ниток чи полотна; утворення адгезійної взаємодії полімерна зв'язуюча речовина – волокнистий матеріал; фіксація полімерної речовини у волокнистому матеріалі. У свою чергу повнота та ефективність протікання основних процесів, що супроводжують формування комбінованих текстильних/нетканих матеріалів, визначається властивостями текстильних компонентів (природа волокнистого матеріалу, структура та пористість); властивостями полімерного зв'язуючого (в'язкість, змочувальна здатність); параметрами формування (температура, тривалість обробки) [7]. При виборі виду полімерної зв'язуючої речовини важливим фактором є її малотоксичність та екологічність. На сьогоднішній день перевага надається полімерним зв'язуючим речовинам, в яких як розчинник або дисперсійне середовище використовується вода.

Постановка завдання. Мета дослідження – порівняльний аналіз двох типів волокнистих основ для виготовлення композиційних матеріалів із сорбційними властивостями шляхом просочення волокнистої основи наповненими дисперсіями водорозчинних полімерів.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання:

- визначення впливу концентрації розчинів водорозчинних полімерів та кількості введеного глинистого адсорбенту на вологопоглинання, паропроникність волокнистих основ, просочених наповненими дисперсіями полімерів;

- визначення впливу концентрації розчинів водорозчинних полімерів та кількості введеного глинистого адсорбенту на фізико-механічні характеристики матеріалів.

Методологія дослідження. Як основа для отримання основ волокнистих сорбентів в роботі були використані:

- 1) голкопробивний нетканий матеріал з поверхневою щільністю 227 г/м² (ПУ/ПА-6,6), отриманий з відходів поліуретан-поліамідних хімічних волокон. Складається з комплексних волокон Лусга 162С (лінійна густина 4,4 текс) (ПУ), та волокон Nylon 6.6 f20/1 (лінійна густина 3,3 текс) (ПА-6,6) у співвідношенні 70/30 мас. %.

- 2) нетканий матеріал з поліефірних мікрОВОЛОКОН, отриманих аеродинамічним методом поверхневою щільністю 178 г/м² (ПЕТФ).

Для підсилення сорбційної здатності до волокнистих основ вводили порошок глини монтморилонітового типу. В результаті попередніх досліджень було визначено, що кращі

сорбційні властивості мають неткані матеріали, наповнені глиною монтморилонітового типу [3]. Тому для подальших досліджень використали саме цю глину.

Монтморилоніт (MMT) – це шаруватий силікат із загальною формулою $(Ca,Na)(Al,Mg,Fe)_2(OH)_2[(Si,Al)_4O_{10}] \cdot nH_2O$. Хімічний склад мінералу: SiO_2 – 51,9%, Al_2O_3 – 17,10%, Fe_2O_3 – 7,92 %, MgO – 1,18%, Na_2O , K_2O і CaO до 2% і H_2O – 8,78%. Монтморилонітова глина – це глина формовочна вогнестійка маломіцна за межею міцності при стисканні у вологому стані та малов'язка у сухому стані. Основні характеристики використаного глинопорошку наведені в табл.1

Таблиця 1

Основні характеристики глинопорошку монтморилоніту

Зразок		MMT
Масова частка води, %		11,1
Залишок на ситі №0071, %*		3,0
Вміст Na_2CO_3 , мас. %		2,5
Межа міцності при стисканні, Па, не менше	Вологий стан	$1,961 \cdot 10^4$
	Сухий стан	14,710

*Примітка: Згідно ДСТУ Б В.2.7-89-99.

В роботі досліджували властивості нетканих матеріалів з поліефірних мікрОВОЛОКОН (ПЕТФ) та відходів поліуретан-поліамідних хімічних ВОЛОКОН ПУ/ПА-6.6, просочених розчинами крохмалю (КР) та полівінілового спирту (ПВС) різної концентрації з додаванням 5–10% глини. Вибір ПВС і крохмалю, як водорозчинних полімерів для просочення ВОЛОКНИСТОЇ ОСНОВИ, обумовлений їх доступністю, екологічністю, високою розчинністю у воді, стійкістю до мікробіологічних уражень. Визначення ВОЛОГОПОГЛИНАННЯ та ПАРПРОНИКНОСТІ в неізотермічних умовах проводили згідно ISO 20158:2018 [8] та ISO 15496:2018 [9]; визначення характеристик механічних властивостей нетканих матеріалів при розтягуванні на розривній машині типу РМ-30, проводили відповідно до стандарту [10].

Результати дослідження. В табл. 2–3 наведені характеристики зразків ВОЛОКНИСТИХ ОСНОВ, на які нанесли дисперсії водорозчинних полімерів різної концентрації (від 1 до 3%), наповнені монтморилонітом. Спочатку готували водні розчини полімерних зв'язуючих речовин різних концентрацій, в які при постійному перемішуванні додавали глинисті мінерали, а потім на поверхню ВОЛОКНИСТИХ ОСНОВ ракульним ножом наносили отриману дисперсію.

Як видно із наведених даних, підвищення концентрації полімерного зв'язуючого призводить до ущільнення структури ВОЛОКНИСТОЇ ОСНОВИ і, як наслідок, до зростання її поверхневої щільності. Також на величину поверхневої щільності впливає кількість мінерального сорбенту, нанесеного на ВОЛОКНИСТУ ОСНОВУ у складі дисперсії водорозчинних полімерів. Зокрема, якщо поверхнева щільність поліефірної ОСНОВИ, просоченої дисперсією крохмалю 1% без мінерального сорбенту становить 89 г/м², то введення 5% глини призводить до зростання поверхневої щільності більше ніж у 2 рази (238 г/м², таблиця 2), а з 10% глини поверхнева щільність зростає ще майже вдвічі (421 г/м²).

Спостерігається безпосередній зв'язок між поверхневою щільністю матеріалів і кількістю внесеної глини, про що свідчить значення фактичного приросту маси зразка, %. Зокрема, якщо поверхнева щільність ВОЛОКНИСТОЇ ОСНОВИ ПУ-ПА6.6, просоченої розчином ПВС 2% без мінерального сорбенту становить 253 г/м², то введення 5% глини призводить до зростання поверхневої щільності майже у 2 рази (493 г/м²), а з 10% глини (табл. 4) поверхнева щільність зростає ще більше ніж вдвічі (593 г/м²).

Збільшення концентрації розчину ПВС також призводить до незначного зростання поверхневої щільності: для ВОЛОКНИСТОЇ ОСНОВИ ПУ-ПА6.6, просоченої розчином ПВС 2% без

мінерального сорбенту поверхнева щільність становить 253 г/м², а у разі застосування для просочення 3% розчину ПВС поверхнева щільність становить 285 г/м².

Таблиця 2

**Результати нанесення наповнених дисперсій водорозчинних полімерів
на волокнисту основу ПЕТФ**

№	Полімерна зв'язуюча речовина (ПЗР)	Конц. вод. розчину, %	Кількість ММТ в дисперсії, %	Фактичний приріст маси, %	Поверхнева щільність основи, г/ м ²
1	Кр	1	0	39,2	89
2	Кр	2		39,6	90
3	Кр	3		37,1	93
4	ПВС	2		78,9	116
5	ПВС	3		132,4	151
6	Кр	1	5	269,2	238
7	Кр	2		360,5	295
8	Кр	3		400,0	316
9	ПВС	2		342,0	284
10	ПВС	3		357,5	311
11	Кр	1	10	549,3	421
12	Кр	2		538,9	421
13	Кр	3		599,6	446
14	ПВС	2		496,7	384
15	ПВС	3		599,6	449

Таблиця 3

**Результати нанесення наповнених дисперсій водорозчинних полімерів
на волокнисту основу ПУ/ПА-6.6**

№	ПЗР	Конц. вод. розчину, %	Кількість ММТ в дисперсії, %	Фактичний приріст маси, %	Поверхнева щільність матеріалу, г/ м ²
1	Кр	1	0	16,9	234
2	Кр	2		13,9	240
3	Кр	3		13,5	245
4	ПВС	2		41,1	253
5	ПВС	3		59,0	285
6	Кр	1	5	68,6	347
7	Кр	2		80,4	374
8	Кр	3		107,8	383
9	ПВС	2		146,3	493
10	ПВС	3		190,2	525
11	Кр	1	10	137,3	449
12	Кр	2		139,8	467
13	Кр	3		159,1	486
14	ПВС	2		231,5	593
15	ПВС	3		258,4	863

Аналогічні залежності спостерігаються і для волокнистої основи ПЕТФ. Збільшення як кількості введеної глини, так і концентрації розчинів ПВС і крохмалю, призводить до

підвищення поверхневої щільності волокнистої основи ПЕТФ. Однак загалом поверхнева щільність ПЕТФ основи нижча ніж волокнистої основи ПУ-ПА6,6, хоча загальна кількість введеного адсорбенту вища, про що свідчить більший приріст маси зразка.

Результати визначення показників фізико-механічних властивостей волокнистих основ, просочених наповненими дисперсіями крохмалю і ПВС, наведені в табл. 4–5. Результати визначення вологопоглинання і паропроникності основ з поліефірних волокон та ПУ/ПА-6,6 нетканого матеріалу, просочених розчинами крохмалю та ПВС різної концентрації з додаванням 5–10% глини наведені на рис. 1–2.

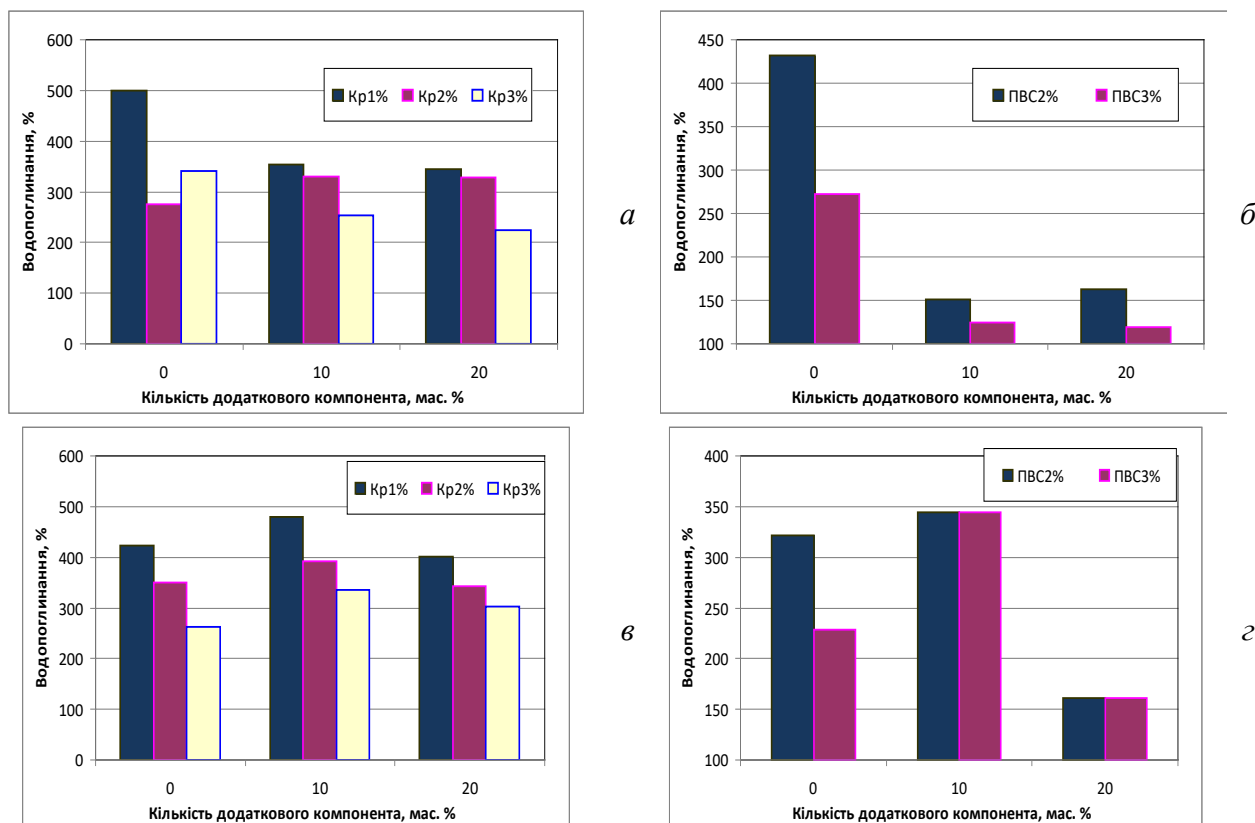


Рис. 1. Результати визначення вологопоглинання нетканних матеріалів, просочених наповненими дисперсіями ПВС і крохмалю: а-б) ПЕТФ; в-г) ПУ/ПА-6,6

Як видно з наведених даних, із підвищенням концентрації водорозчинних полімерів і вмісту глини в дисперсії, вологопоглинання всіх типів нетканних матеріалів дещо знижується. Ці дані чітко корелюються із величиною поверхневої щільності зразків нетканних матеріалів і можна пояснити зменшенням пористості волокнистих основ яке відбувається при їх набуханні в процесі обводнення в разі нанесення більш концентрованих дисперсій з вищим вмістом глини.

Результати визначення показників фізико-механічних властивостей волокнистих матеріалів наведені в табл. 4–5.

Як видно із наведених даних (табл. 4), для зразків нетканого матеріалу на основі волокнистих відходів ПУ/ПА-6,6 в результаті просочення наповненими дисперсіями ПВС спостерігається підвищення розривного навантаження майже втричі (з 49,0 Н/5см до 140,14 Н/5 см). Із збільшенням кількості введеної глини відбувається зниження розривного навантаження майже вдвічі (140,14 Н/5 см проти 76,44 Н/5см). Підвищення концентрації розчину ПВС призводить до підвищення міцності просоченої волокнистої основи (202,37 Н/5 см проти 76,44 Н/5 см).

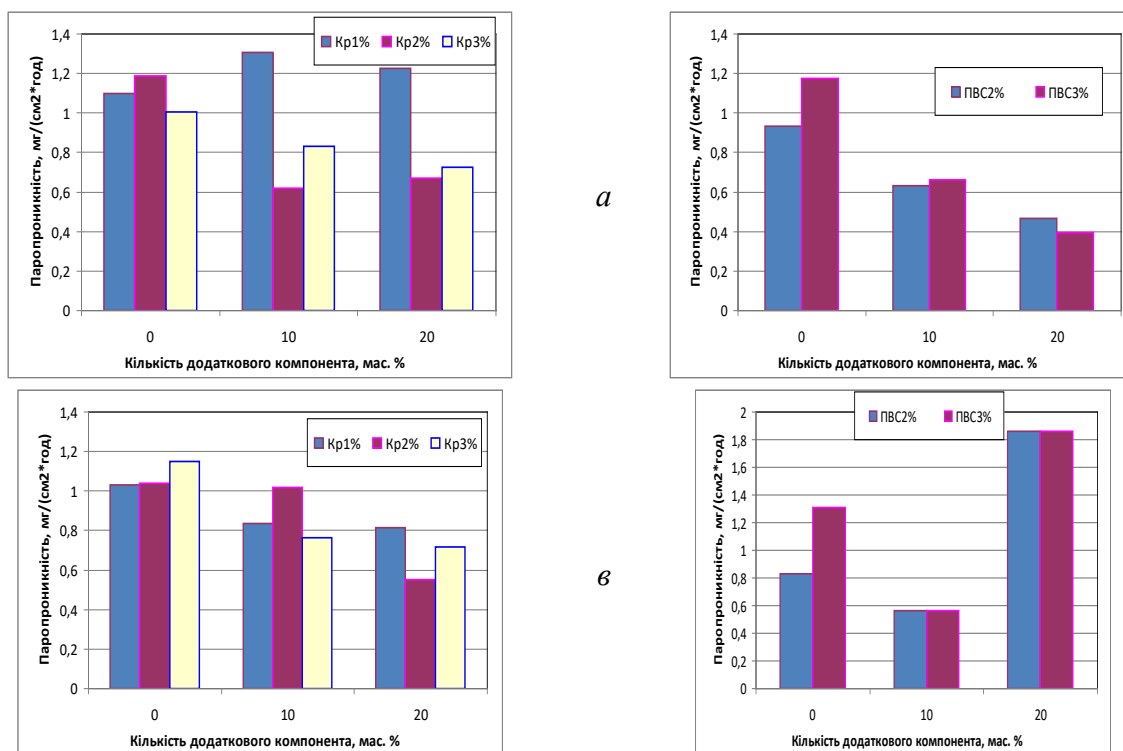


Рис. 2. Результати визначення паропроникності нетканних матеріалів, просочених наповненими дисперсіями крохмалю і ПВС а-б) ПЕТФ; в-г) ПУ/ПА-6.6

Таблиця 4

Результати визначення фізико-механічних властивостей волокнистих матеріалів на основі ПУ/ПА-6.6

Додатковий компонент мас. %	Розривне навантаження			Відносна міцність, Н·м/г	Розривне видовження, %	Поверхнева щільність, г/м²
	Н	Н/5 см	Н/м			
Вихідний нетканний матеріал ПУ/ПА-6.6	9,36	46,80	935,90	4,12	46	227
2% ПВС чистий	9,80	49,00	980,00	3,44	13,0	253
2% ПВС 5% ММТ	28,03	140,14	2802,80	5,69	64,2	493
2% ПВС 10% ММТ	15,29	76,44	1528,80	1,71	63,3	593
3% ПВС чистий	15,68	78,40	1568,00	6,20	9,4	285
3% ПВС 5% ММТ	45,67	228,34	4566,80	8,70	37,8	525
3% ПВС 10% ММТ	40,47	202,37	4047,40	6,10	50,0	664
1% Кр 5% ММТ	13,72	68,60	1372,00	3,95	120	347
1% Кр 10% ММТ	12,74	63,70	1274,00	2,84	102	449
2% Кр 5% ММТ	13,72	68,60	1372,00	3,67	120	374
2% Кр 10% ММТ	12,74	63,70	1274,00	2,73	85	467
3% Кр 5% ММТ	12,08	60,42	1208,34	3,15	86	383
3% Кр 10% ММТ	10,45	52,23	1044,68	2,15	80	486

В результаті нанесення наповнених дисперсії крохмалю і ПВС, відносна міцність зразків волокнистої основи ПУ/ПА-6,6, яку розраховували з урахуванням поверхневої щільності зразків, очікувано знижується. Початкове підвищення міцності зразків, яке відбувається в результаті просочення волокнистої основи наповненими дисперсіями

крохмалю і ПВС супроводжується зростанням показника відносного видовження при розриванні майже втричі (з 46 до 120% для крохмалю та з 13 до 64,2% для ПВС). По мірі збільшення кількості введеної глини, відносне видовження при розриванні знижується, що пов'язано з втратою еластичності матеріалів в результаті структурування, причому ступінь структурування в разі застосування наповнених дисперсій ПВС вища. Про це свідчить зменшення величини показника відносного видовження (табл. 4).

Як видно із наведених даних (табл. 5), для зразків нетканого матеріалу з волокон ПЕТФ в результаті просочення наповненими дисперсіями ПВС спостерігається спочатку підвищення розривного навантаження (з 60,27 Н/5см до 91,14 Н/5 см), але потім з підвищенням кількості введеної глини цей показник знижується більше ніж удвічі до 40,67 Н/5см. Підвищення концентрації розчину ПВС призводить до підвищення міцності просоченої волокнистої основи ПЕТФ (50,47 Н/5 см проти 40,67 Н/5 см).

Таблиця 5

Результати визначення фізико-механічних властивостей волокнистих матеріалів на основі ПЕТФ

Додатковий компонент мас. %	Розривне навантаження			Відносна міцність, Н·м/г	Відносне видовження, %	Поверхнева щільність, г/м ²
	Н	Н/5 см	Н/м			
Вихідний нетканий матеріал ПЕТФ	19,31	96,53	1930,60	10,85	38	178
2% ПВС чистий	12,05	60,27	1205,4	10,39	23	116
2% ПВС 5% ММТ	18,23	91,14	1822,8	6,42	16	284
2% ПВС 10% ММТ	8,13	40,67	813,4	2,12	5	384
3% ПВС чистий	7,45	37,24	744,8	4,93	30	151
3% ПВС 5% ММТ	11,37	56,84	1136,8	3,66	13	311
3% ПВС 10% ММТ	10,09	50,47	1009,4	2,25	9	449
1 % Кр чистий	4,24	21,22	424,34	4,77	109	89
1% Кр 5% ММТ	7,51	37,53	750,68	3,15	104	238
1% Кр 10% ММТ	6,20	31,02	620,34	1,47	73	421
2% Кр чистий	4,24	21,22	424,34	4,71	69	90
2% Кр 5% ММТ	5,88	29,40	588,00	1,99	60	295
2% Кр 10% ММТ	5,55	27,73	554,68	1,32	29	421
3% Кр чистий	6,53	32,63	652,68	7,02	71	93
3% Кр 5% ММТ	5,88	29,40	588,00	1,86	35	316
3% Кр 10% ММТ	6,53	32,63	652,68	1,46	39	446

Відносна міцність зразків волокнистої основи ПЕТФ, яку розраховували з урахуванням поверхневої щільності зразків, очікувано знижується в результаті нанесення наповнених дисперсій крохмалю і ПВС. Підвищення міцності зразків, яке відбувається в результаті нанесення наповнених дисперсій крохмалю на поверхню волокнистої основи ПЕТФ викликає зростання показника відносного видовження при розриванні майже втричі – з 38 до 109%. В результаті нанесення наповнених дисперсій ПВС на поверхню волокнистої основи ПЕТФ відбувається зниження показника відносного видовження з 23 до 16%. По мірі збільшення кількості введеної глини, відносне видовження при розриванні ще більше знижується, що пов'язано з втратою еластичності матеріалів в результаті структурування. Зменшення величини показника відносного видовження (табл. 5) свідчить про те, що в разі застосування наповнених дисперсій ПВС ступінь структурування вища.

Збільшення як кількості введеної глини, так і концентрації розчинів ПВС і крохмалю, призводить до підвищення поверхневої щільності волокнистої основи ПЕТФ. Однак

поверхнева щільність ПЕТФ основи нижча ніж волокнистої основи ПУ-ПА6.6, хоча загальна кількість введеного адсорбенту вища, про що свідчить більший приріст маси зразка. Загалом, результати визначення механічної міцності зразків волокнистої основи ПЕТФ мають зворотній корелюючий зв'язок з кількістю введеного глинистого адсорбенту.

Менша еластичність волокнистої основи ПЕТФ з одного боку ускладнює практичне застосування матеріалу, але з іншого боку, можливість введення більшої кількості мінерального адсорбенту в структуру волокнистої основи може сприяти підвищенню сорбційної здатності волокнистих композитів на ПЕТФ основі в цілому.

Остаточні висновки щодо можливості застосування волокнистої основи з поліефірних волокон для одержання волокнистих сорбентів шляхом просочення волокнистої основи наповненими дисперсіями водорозчинних полімерів, можна буде зробити після визначення сорбційної здатності волокнистих композитів на ПЕТФ основі.

Висновки. В ході досліджень було встановлено, що підвищення концентрації ПВС і крохмалю призводить до ущільнення структури волокнистих основ обох типів і, як результат, до зростання їх поверхневої щільності. Також на величину поверхневої щільності впливає кількість мінерального адсорбенту, нанесеного на волокнисті основи у складі дисперсій водорозчинних полімерів.

Встановлено, що із підвищенням концентрації водорозчинних полімерів і вмісту глини в дисперсії, волопоглинання всіх типів нетканих матеріалів дещо знижується. Підвищення концентрації розчину ПВС призводить до підвищення міцності просоченої волокнистої основи як ПУ/ПА-6.6 (з 76,44 до 202,37 Н/5 см), так і ПЕТФ (з 40,67 до 50,47 Н/5 см), але викликає зменшення показника відносного видовження при розриванні. Втрата еластичності матеріалів відбувається в результаті структурування, причому ступінь структурування в разі застосування наповнених дисперсій ПВС вища.

За результатами досліджень визначили, що поверхнева щільність ПЕТФ основи нижча, ніж волокнистої основи ПУ-ПА6.6, хоча загальна кількість введеного адсорбенту вища, про що свідчить більший приріст маси зразка. Менша еластичність волокнистої основи ПЕТФ з одного боку ускладнює практичне застосування матеріалу, але з іншого боку, можливість введення більшої кількості мінерального адсорбенту в структуру волокнистої основи може сприяти підвищенню сорбційної здатності волокнистих композитів на ПЕТФ основі в цілому.

Остаточні висновки щодо можливості застосування волокнистої основи з поліефірних волокон для одержання волокнистих сорбентів шляхом просочення волокнистої основи наповненими дисперсіями водорозчинних полімерів, можна буде зробити після визначення сорбційної здатності волокнистих композитів на ПЕТФ основі.

References

Література

1. Pro Tsili staloho rozvytku Ukrayiny na period do 2030 roku: Ukaz Prezydenta Ukrayiny vid 30.09.2019 № 722/2019 [On the Sustainable Development Goals of Ukraine for the period up to 2030: Decree of the President of Ukraine dated September 30, 2019 No. 722/2019]. *Ofitsiynyy visnyk Prezydenta Ukrayiny = Official Gazette of the President of Ukraine*, No. 21, P. 17, Art. 890.
1. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019. *Офіційний вісник Президента України*. 2019. № 21. С. 17. Ст. 890.
2. Sharma, K. et al. (2020). Cotton based composite fabric reinforced with waste polyester fibers for improved mechanical properties. *Waste Management*, Vol. 107, P. 227–234. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.04.011>.
2. Sharma K. et al. Cotton based composite fabric reinforced with waste polyester fibers for improved mechanical properties. *Waste Management*. 2020. Vol. 107. P. 227–234. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.04.011>.
3. Tarasenko, N. V., Plavan, V. P., Budash, Yu. O., Tkachenko, I. M. (2021). Doslidzhennia sorbtsiinykh vlastyvostei voloknystykh materialiv, modyfikovanykh
3. Тарасенко Н. В., Плаван В. П., Будащ Ю. О., Ткаченко І. М. Дослідження сорбційних властивостей волокнистих матеріалів,

hlynystymy mineralamy [Study of sorption properties of fibrous materials modified with clay minerals]. *Tekhnolohii ta inzhynirynh = Technologies and engineering*, No. 3, P. 70–78. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2021.3.7> [in Ukrainian].

4. Plavan, V. P., Tarasenko, N. V., Dutchny, T., Budash, Yu. O. (2021). Rehuliuvannia sorbttsiinoi zdatnosti kombinovanykh voloknystykh materialiv, napovnenykh hlynystymy mineralamy [Regulation of the sorption capacity of combined fibrous materials filled with clay minerals]. *Tekhnolohii ta inzhynirynh = Technologies and engineering*, No. 4 (26), P. 113–120. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2021-4\(26\)-113-120](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2021-4(26)-113-120) [in Ukrainian].

5. Plavan, V. P., Ishchenko, O. V., Tarasenko, N. V., Budash, Yu. O., Kolodiy, A. I. (2023). Zastosuvannya napovnenykh dyspersiy vodorozchynnykh polimeriv dlya funktsionalizatsiyi voloknystykh materialiv [Study of influence and concentration of polymer binder and amount of adsorbent on rheological and physico-mechanical properties]. *Tekhnolohii ta inzhynirynh = Technologies and engineering*, No. 1 (12). P. 73–85. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2023.1.7> [in Ukrainian].

6. Rezanova, N. M., Budash, Yu. O., Plavan, V. P. (2017). Innovatsiyi tekhnolohiyi khimichnykh volokon: navchal'nyy posibnyk [Innovative technologies of chemical fibers: a study guide]. Kyiv: KNUVD. 239 p. [in Ukrainian].

7. Kogan, A. G. Yasinskaya, N. N., Skobova, N. V., Medvetskii, S. S. (1999). Same possibilities for expanding the assortment of chemical fibres and filaments of new structures. *Fibre Chemistry*, No. 31 (2), P. 102–104.

8. ISO 20158:2018. Tekstyl'. Vyznachennya chasu vodopohlynnannya ta vodopohlynal'noyi zdatnosti tekstyl'nykh materialiv [Textile. Determination of water absorption time and water absorption capacity of textile materials] [in Ukrainian].

9. ISO 15496:2018. Tekstyl'. Vymiryuvannya paropronyknosti tekstylyu z metoyu kontrolyu yakosti [Textile. Measurement of vapor permeability of textiles for the purpose of quality control] [in Ukrainian].

10. DSTU ISO 9073-3:2003. Materialy Tekstyl'ni. Metody vyprovuvannya netkanykh materialiv. Chastyna 3. Vyznachennya rozryval'noho navantazhennya ta vydovzheniya pid chas rozryvu [Textile materials. Methods of testing non-woven materials. Part 3. Determination of breaking load and elongation at break]. URL: http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page?id_doc=94935 [in Ukrainian].

модифікованих глинистими мінералами. *Технології та інжиніринг*. 2021. № 3. С. 70–78. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2021.3.7>.

4. Плаван В. П., Тарасенко Н. В., Дутчин Т., Будащ Ю. О. Регулювання сорбційної здатності комбінованих волокнистих матеріалів, наповнених глинистими мінералами. *Технічні науки та технології*. 2021. № 4 (26). С. 113–120. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2021-4\(26\)-113-120](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2021-4(26)-113-120).

5. Плаван В. П., Іщенко О. В., Тарасенко Н. В., Будащ Ю. О., Колодій А. І. Застосування наповнених дисперсій водорозчинних полімерів для функціоналізації волокнистих матеріалів. *Технології та інжиніринг*. 2023, № 1 (12). С. 73–85. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2023.1.7>.

6. Резанова Н. М., Будащ Ю. О., Плаван В. П. Інноваційні технології хімічних волокон: навчальний посібник. К.: КНУТД, 2017. 239 с.

7. Kogan A. G. Yasinskaya N. N., Skobova N. V., Medvetskii S. S. Same possibilities for expanding the assortment of chemical fibres and filaments of new structures. *Fibre Chemistry*. 1999. № 31 (2). С. 102–104.

8. ISO 20158:2018. Текстиль. Визначення часу водопоглинання та водопоглинальної здатності текстильних матеріалів.

9. ISO 15496:2018. Текстиль. Вимірювання паропроникності текстилю з метою контролю якості.

10. ДСТУ ISO 9073-3:2003. Матеріали текстильні. Методи випробування нетканих матеріалів. Частина 3. Визначення розривального навантаження та видовження під час розриву. URL: http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page?id_doc=94935.

PLAVAN VIKTORIIA

Doctor of Technical Sciences. Professor,
Head of Department of Chemical Technologies and
Resource Saving, Kyiv National University of
Technologies and Design, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9559-8962>
Scopus Author ID: [6603130130](#)
[Researcher ID: I-5852-2015](#)
E-mail: plavan.vp@kntud.edu.ua

TITARENKO SERHIY

Master's student, Department of Chemical Technologies
and Resource Saving, Kyiv National University of
Technologies and Design, Ukraine
E-mail: sergey.titarenko@ravagochemicals.com

TARASENKO NATALIA

Assistant, Department of General and Inorganic
Chemistry, National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-1062-5533>
Researcher ID: J-7632-2017
E-mail: tarasenko.nv@ukr.net

ISHCHENKO OLENA

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Department of Chemical Technologies and Resource
Saving, Kyiv National University of Technologies and
Design, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9510-6005>
SCOPUS Author ID: 57200013816
Researcher ID: GYV-0809-2022
E-mail: ishhenko.ov@kntud.com.ua

SYDELNIKOV YAROSLAV

Master's student, Department of Chemical Technologies
and Resource Saving, Kyiv National University of
Technologies and Design, Ukraine
E-mail: ktphv@kntud.edu.ua

¹PLAVAN V. P., ¹ISHCHENKO O. V., ¹TITARENKO S.,

¹SYDELNIKOV Ya., ²TARASENKO N. V.

¹Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

²National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine

**COMPARATIVE ASSESSMENT OF FIBER BASES FOR THE MANUFACTURE
OF COMPOSITE MATERIALS WITH SORPTION PROPERTIES**

Purpose. Comparative analysis of two types of fibrous bases for the production of composite materials with sorption properties by impregnation of the fibrous base by filled dispersions of water-soluble polymers.

Methodology. As a basis for obtaining the fibrous sorbents, the following fibrous bases were used in the work: needle-punched non-woven material with a surface density of 227 g/m² (PU/PA-6.6), obtained from waste polyurethane-polyamide chemical fibers. It consists of Lycra 162C complex fibers (linear density 4.4 tex) (PU) and Nylon 6.6 f20/1 fibers (linear density 3.3 tex) (PA-6.6) in a ratio of 70/30 by weight. %. Non-woven material from polyester microfibers obtained by the aerodynamic method with a surface density of 178 g/m² (PET). Montmorillonite-type clay powder was added to the composite materials in the range of 5 to 10% of the total mass of the material. Filled dispersions of water-soluble polymers of PVA and starch were used to impregnate the fibrous base. The influence of the concentration of polymer solutions and the amount of introduced adsorbent on the moisture absorption and vapor permeability of materials was studied in accordance with ISO 20158:2018 and ISO 15496:2018, and the characteristics of the mechanical properties of nonwoven materials when stretched on a tearing machine type RM-30 were determined, in accordance with the DSTU standard ISO 9073-3:2003.

Findings. It was established that an increase in the concentration of the polymer binder leads to a compaction of the structure of the fibrous base and, as a result, to an increase in its surface density. Also, the surface density is affected by the amount of mineral sorbent: the introduction of 5% clay leads to a more than twice increase in surface density, and with 10% clay, the surface density increases almost twice. With an increase in the concentration of water-soluble polymers and the content of clay in the dispersion, the moisture absorption of all types of non-woven materials decreases somewhat. The physical and mechanical properties of fibrous materials depend on the type of initial fiber, the type and concentration of the polymer binder, and the amount of clay adsorbent introduced. An increase in the concentration of the PVA solution leads to an increase in the strength of the impregnated fibrous base of both PU/PA-6.6 and PET, but causes a decrease in the relative elongation at break. The loss of elasticity of materials occurs as a result of structuring, and the degree of structuring is higher in the case of the use of filled PVA dispersions.

Originality. The use of two different types of non-woven materials with different structure and composition, impregnated with filled dispersions of water-soluble polymers, which can later be used to obtain fibrous composite materials with sorption properties.

Practical value. Composite materials with sorption properties, based on fibrous waste, can be used in the future for the purification of wastewater from light and chemical industry enterprises from heavy metal ions.

Keywords: fibrous waste; polyurethane-polyamide fibers; polyester microfibers; montmorillonite; physical and mechanical properties; sorption properties.