

Вікторія Плаван¹, Наталія Тарасенко², Тетяна Дутчин³, Юрій Будаш⁴

¹доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри прикладної екології, технології полімерів і хімічних волокон

Київський національний університет технологій та дизайну (Київ, Україна)

E-mail: plavan.vp@knuutd.edu.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9559-8962>

ResearcherID: [I-5852-2015](https://orcid.org/0000-0001-9559-8962). SCOPUS Author ID: [6603130130](https://orcid.org/0000-0001-9559-8962)

²асистентка кафедри загальної та неорганічної хімії

Національний технічний університет КПІ ім. І. Сікорського (Київ, Україна)

аспірантка кафедри прикладної екології, технології полімерів і хімічних волокон

Київський національний університет технологій та дизайну (Київ, Україна)

E-mail: tarasenko.nv@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1062-5533>

ResearcherID: [J-7632-2017](https://orcid.org/0000-0003-1062-5533)

³магістрант кафедри прикладної екології, технології полімерів і хімічних волокон

Київський національний університет технологій та дизайну (Київ, Україна)

E-mail: ktpthv@knuutd.edu.ua

⁴доктор технічних наук, доцент, професор кафедри прикладної екології, технології полімерів і хімічних волокон

Київський національний університет технологій та дизайну (Київ, Україна)

E-mail: budash.yo@knuutd.edu.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8718-1577>

ResearcherID: [H-6012-2018](https://orcid.org/0000-0001-8718-1577). SCOPUS Author ID: [9134072100](https://orcid.org/0000-0001-8718-1577)

РЕГУЛЮВАННЯ СОРБЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ КОМБІНОВАНИХ ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ, НАПОВНЕНИХ ГЛИНИСТИМИ МІНЕРАЛАМИ

Представлені результати визначення сорбційних властивостей зразків комбінованих волокнистих матеріалів, просочених дисперсіями водорозчинних полімерів різних типів і концентрацій, наповнених глинистими мінералами, щодо барвника метиленового синього. Як волокнисту основу для композиційного матеріалу використали трикотажне полотно поверхневою щільністю 240 г/м². Найвищу ступінь поглинання метиленового синього з розчину демонструють зразки трикотажного матеріалу, оброблені 3%-вими дисперсіями полівінілового спирту та крохмалю. Отримані матеріали можуть використовуватись як зміцнювальна основа волокнистих сорбентів для їх подальшого застосування при очищенні стічних вод легкої промисловості від барвників та іонів важких металів.

Ключові слова: волокнисті матеріали; трикотажні полотна; сорбція; водорозчинні полімери; глинисті мінерали; модифікація; метиленовий синій.

Табл.: 2. Рис.: 3. Бібл.: 12.

Актуальність теми дослідження. Багато сучасних технологій вимагають матеріалів із незвичайними комбінаціями властивостей, яким не можуть задовольнити звичайні металеві сплави, кераміка та полімерні матеріали. Особливо це стосується матеріалів, які необхідні для аерокосмічних, підводних і транспортних застосувань. Наприклад, інженери дедалі частіше шукають матеріали, які мають низьку щільність, міцні, жорсткі, стійкі до стирання та ударів і не піддаються корозії. Це досить різне поєднання характеристик, оскільки дуже часто збільшення міцності або жорсткості призводить до зниження ударної в'язкості [1].

За порівняно короткий час композиційні матеріали перетворилися з матеріалів виключно стратегічного, військового призначення на матеріали широкого застосування, що використовуються практично в усіх галузях промисловості [2]. Нині найбільшого поширення набули полімерні композиційні матеріали, армовані волокнистим наповнювачем, застосування яких дає такі істотні переваги, як технологічність, зниження матеріаломісткості, поліпшення експлуатаційних характеристик, підвищення надійності [3]. В асортименті композиційних матеріалів в окрему групу можна виділити ті, в яких як армувальна основа використовуються текстильні елементи – волокна, нитки та пряжа, тканини, трикотаж і неткані матеріали [4]. Текстильні елементи в комбінованому матеріалі можуть надавати йому міцності та декоративні властивості, створювати незвичайну структуру, а також різні спеціальні властивості (вогне-, термостійкість, водо-, масло-, брудовідштовхування, антибактеріальні, сорбційні, теплозахисні, магнітні та інші) [5].

Постановка проблеми. Одним із недоліків волокнистих композиційних полімерних матеріалів і виробів із них є висока вартість, пов'язана з багатостадійністю і складністю технологічного процесу формування, необхідністю застосування спеціального дорогого обладнання і сировини, високою енергоємністю процесу формування [3]. Вибір компонентів залежить від галузі використання готового матеріалу й визначається необхідними функціональними вимогами, експлуатаційною надійністю, сумісністю компонентів, технологічністю переробки, доступністю та вартістю. Наші дослідження були спрямовані на вдосконалення сорбційних властивостей волокнистих матеріалів за допомогою модифікації глинистими мінералами, що мають вирішальне значення для ефективної сорбції, розділення та очищення стічних вод промислових підприємств. Введення в волокнисті матеріали високодисперсних частинок наповнювачів-адсорбентів дозволить поєднувати сорбційні і фільтрувальні властивості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні зростає інтерес дослідників до необхідності модифікації полімерних волокнистих матеріалів з метою надання їм додаткових експлуатаційних властивостей. Модифікацію волокон проводять на різних етапах виробництва, зокрема під час синтезу волокнистого полімеру. Відомі модифіковані поліефірні волокна у складі фільтрувальних матеріалів газових викидів металургійних підприємств [6]. Також у процесі переробки полімеру у волокно або нитку [7]; на стадії заключної обробки сформованого волокна або безпосередньо перед використанням готового волокна [8]. Поряд із мінеральними та органічними волокнами у виробництві композиційних матеріалів застосовуються волокнисті відходи текстильної промисловості – вторинні матеріальні ресурси. Авторами [9] розроблений спосіб модифікації полімерного композиційного матеріалу із сорбційними властивостями з волокнистих відходів текстильної промисловості на основі високооб'ємних комбінованих петельних ниток, що склалися з двох компонентів: волокон поліуретану 162С (лінійна густина 4,4 текс), та текстурованих волокон поліаміду 6.6 f20/1 (лінійна густина 3,3 текс). Вибір методу модифікації залежить від структури полімеру, економічних аспектів і призначення готового продукту.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Найбільш перспективним з погляду вимог до очищення стічних вод є метод фізичної (структурної) модифікації за допомогою введення у волокнисту основу різних типів твердих адсорбентів, що дозволить поєднувати сорбційні й фільтрувальні властивості матеріалів, забезпечить потрібну селективність.

Мета дослідження – визначення впливу типу та концентрації полімерної сполучної речовини та кількості введеного адсорбенту в комбінованих волокнистих матеріалах на їхні сорбційні властивості. Визначення кінетичних закономірностей сорбції (за метиленовим синім) комбінованих волокнистих матеріалів, просочених дисперсіями водорозчинних полімерів різних типів і концентрацій, наповнених глинистими мінералами.

Виклад основного матеріалу. Процес формування композиційних комбінованих матеріалів складається з таких основних етапів: нанесення розчину полімерної сполучної речовини на основу; дифузія розчину полімерної сполучної речовини в структуру полотна, пряжі, ниток, одиночних волокон; утворення адгезійної взаємодії полімерна сполучна 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 сполучного (в'язкість, змочувальна здатність); параметрами формування (температура, тривалість). При виборі виду полімерного сполучного важливим фактором є його малотоксичність та екологічність. Нині перевага надається полімерним сполучним, у яких як розчинник або дисперсійне середовище використовується вода.

У результаті наших попередніх досліджень було визначено, що кращі сорбційні властивості мають неткані матеріали, наповнені глиною монтморилонітового типу Дашуківського родовища [10]. Тому для подальших досліджень використали саме цю глину. Для підсилення механічної міцності нетканого матеріалу, його скріплювали голкопробивним методом з трикотажем, а для поліпшення сорбційних властивостей нетканних матеріалів було вирішено змінити спосіб введення та закріплення мінерального адсорбенту.

Як волокнисту основу для композиційного матеріалу використали трикотажне полотно поверхневою щільністю 240 г/м², яке було виготовлено платованим переплетенням із використанням бавовняної пряжі з лінійною щільністю 25 текс та поліетиленових комплексних ниток лінійною щільністю 16,5 текс на однофонтурній кругов'язальній машині типу МС. Спочатку готували водні розчини полімерних сполучних речовин різних концентрацій, у які вводили глинисті мінерали, а потім отриману дисперсію наносили раке-льним ножом на поверхню трикотажного матеріалу.

Досліджували сорбційну здатність зразків трикотажного матеріалу, на які нанесли дисперсії водорозчинних полімерів різної концентрації (від 0,5 до 3 %), наповнені глинистими мінералами (табл. 1). Як водорозчинні полімери обрали полівініловий спирт (ПВС), крохмаль (КР), карбоксиметильований крохмаль (КМК) і карбоксиметилцелюлозу (КМЦ).

Таблиця 1

Результати нанесення дисперсії водорозчинного полімеру з наповнювачем на поверхню трикотажного матеріалу

№ зразка	Полімерна сполучна речовина (ПСР)	Концентрація водного розчину ПСР, %	Маса введеного адсорбенту в розчин ПСР, г	Якісна характеристика в'язкості дисперсії *	Фактичний приріст маси зразка, %
1	КР	3	2,30	3	44,75
2	ПВС	3	3,30	4	58,37
3	КМЦ	3	1,30	2	36,43
4	КМК	3	0,20	1	11,27
6	КР	2	2,50	3	39,00
7	ПВС	2	3,10	2	47,65
9	КР	1	3,10	4	47,71
10	ПВС	1	2,90	1	45,24
11	КР	0,5	3,50	4	50,41
12	ПВС	0,5	3,20	3	42,30
13	КМЦ	2	4,50	4	35,92
14	КМЦ	1	5,00	4	44,43
15	КМЦ	0,5	6,00	4	54,06
16	КМК	2	2,00	1	36,93
17	КМК	1	3,50	3	40,46
18	КМК	0,5	5,00	4	48,88
19	КР	3	7,00	4	60,12
20	ПВС	3	8,00	4	78,74

Примітка. Якісна характеристика в'язкості дисперсії вказується в балах від 1 до 4, де 4 – розчин за консистенцією ідеальний, 3 – нормальний, 2 – в'язкий, 1 – дуже в'язкий. Стійкість фіксації частинок адсорбенту в матеріалі для всіх зразків становила 5 балів (за 5-бальною шкалою).

Джерело: розроблено авторами.

Після нанесення наповненої дисперсії водорозчинного полімеру на поверхню трикотажного матеріалу візуально оцінювали стан зразків: рівномірність нанесення наповнювача, міцність його утримування зразком матеріалу, пористість структури. Результати оцінювання зразків наведені в табл. 1. Для визначення сорбційної здатності за барвником метиленовим синім, обрали зразки з найбільшою кількістю введеного адсорбенту, яку визначили за величиною фактичного приросту маси, %.

З наповнених трикотажних полотен шляхом багаторазового складання та скручування матеріалу й укладання в пластиковий корпус були виготовлені свого роду «касети» (рис. 1), які занурювались у розчин барвника метиленового синього так, щоб вони рівномірно омивались розчином з усіх боків. Під час обводнення відбувалось набухання наповненого трикотажного матеріалу.



Рис. 1. «Касета» із зразком наповненого трикотажного матеріалу
Джерело: розроблено авторами.

Сорбційні властивості зразків визначали за поглинанням барвника метиленового синього, вимірювали зміну оптичної густини на спектрофотометрі UNICO 2150 E, довжина хвилі 600 нм, кювета 10 мм. Розраховували ступінь поглинання барвника з розчину через 24, 48 і 72 години обробки [7]. Отримані результати наведені в табл. 2 і на рис. 2.

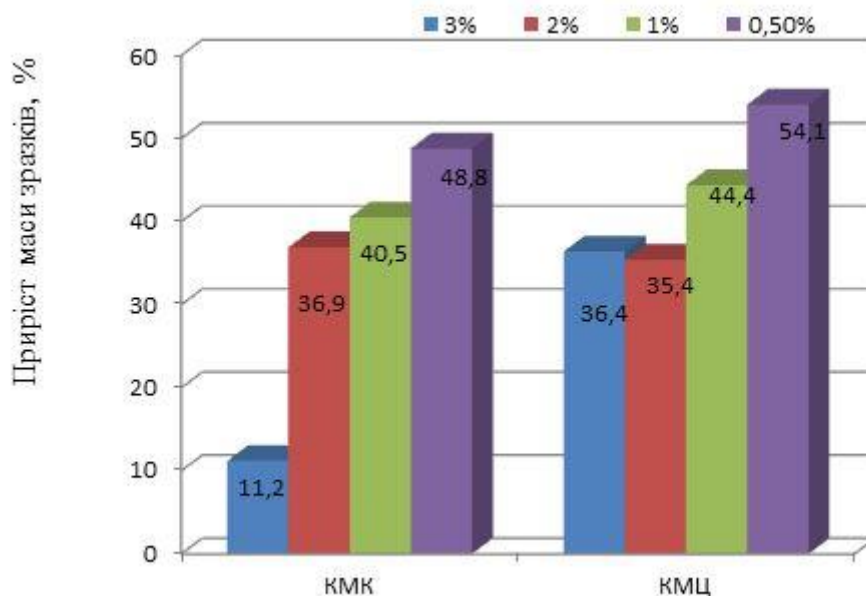


Рис. 2. Залежність кількості введеного глинистого адсорбенту від концентрації дисперсії КМК і КМЦ

Джерело: розроблено авторами.

Таблиця 2

Результати визначення сорбційної здатності за метиленовим синім зразків наповненого трикотажного матеріалу

Зразок	C_k мг/л 24 год	Ступінь поглинання метиленового синього, %	C_k мг/л 48 год	Ступінь поглинання метиленового си- нього, %	C_k мг/л 72 год	Ступінь погли- нання метиле- нового си- нього, %
КМЦ 0,5%	40,95	18,09	39,86	20,26	44,57	10,85
КМЦ 1%	48,39	3,21	61,09	-22,18	56,38	-12,77
КМЦ 2%	30,45	39,09	23,01	53,96	53,43	-6,86
КМК 0,5%	33,29	33,41	22,79	54,40	77,50	-55,01
КМК 1%	36,24	27,50	30,01	39,96	33,73	32,52
КМК 2%	37,89	24,21	37,45	25,08	39,10	21,79
ПВС 3%	20,71	58,57	10,76	78,47	9,77	80,44
КР 3%	18,30	63,38	11,41	77,16	17,87	64,24

Джерело: розроблено авторами.

Як видно з наведених даних, більший приріст маси зразків за рахунок введення більшої кількості глинистого адсорбенту спостерігається для зразків, оброблених дисперсіями КМЦ і КМК меншої концентрації (рис. 2). Тому для подальших досліджень сорбційної здатності за метиленовим синім використали зразки, оброблені дисперсіями КМК і КМЦ з концентрацією від 0,5 до 2 %, і 3 %-і дисперсії ПВС і крохмалю. Результати визначення сорбційної здатності цих зразків за метиленовим синім наведені в табл. 2 і на рис. 3. Як видно з наведених даних, зі збільшенням тривалості сорбції до 48 годин, ступінь поглинання метиленового синього підвищується для зразків усіх матеріалів. При подальшому збільшенні тривалості сорбції до 72 годин спостерігається підвищення концентрації метиленового синього у розчині і, відповідно, зниження ступеню поглинання метиленового синього до від'ємних значень для зразків матеріалів, оброблених дисперсіями КМК і КМЦ, що ймовірно пов'язано з десорбцією барвника. Тобто можна зробити висновок про те, збільшення тривалості сорбції вище за 48 годин не раціональне.

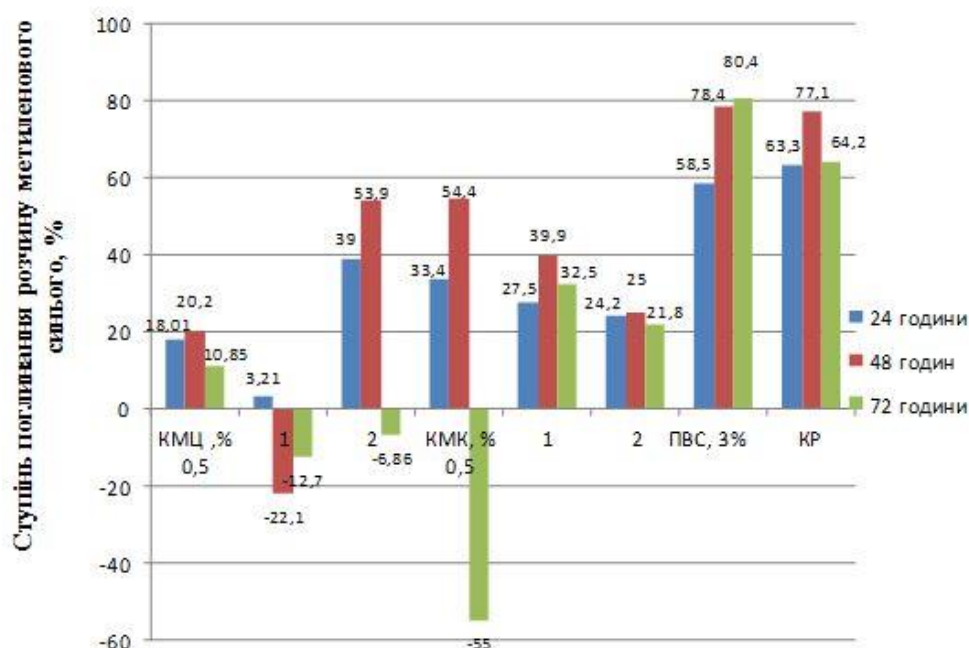


Рис. 3. Залежність ступеня поглинання розчину метиленового синього від тривалості сорбції

Джерело: розроблено авторами.

Найвищий ступінь поглинання метиленового синього демонструють зразки трикотажного матеріалу, оброблені 3%-ми дисперсіями ПВС і крохмалю, 78,4 і 77,1 % відповідно. Ймовірно це пояснюється тим, що ці зразки характеризуються найвищим вмістом глинистого адсорбенту (табл. 2), приріст маси для цих зразків після введення глинистого адсорбенту становив 78,7 і 60,1 % відповідно.

Модифікація природними глинистими мінералами суттєво підвищує сорбційну здатність волокнистих матеріалів за рахунок збільшення площі питомої поверхні зразка, а також завдяки явищу хемоадсорбції на катіонних центрах глинистих мінералів [11]. Зростання сорбційної здатності зразків при проведенні кінетичних досліджень може бути пояснене явищем багатошарової сорбції метиленового синього частинками глинистих мінералів [12].

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок про те, що для підсилення міцності нетканних матеріалів з сорбційними властивостями доцільно використати трикотажну основу. Додаткова обробка трикотажної основи 3%-ми дисперсіями ПВС і крохмалю, наповненими глинистими мінералами, сприяє підвищенню сорбційної здатності отриманих матеріалів. Про що свідчить вищий ступінь поглинання метиленового синього із розчину. Із збільшенням тривалості сорбції до 48 годин, ступінь поглинання метиленового синього підвищується для зразків усіх матеріалів. При подальшому збільшенні тривалості обробки до 72 годин спостерігається зниження ступеню поглинання метиленового синього до від'ємних значень для зразків матеріалів, оброблених дисперсіями КМК і КМЦ, що, ймовірно, пов'язано з десорбцією барвника. Тобто можна зробити висновок про те, збільшення тривалості сорбції вище 48 годин не раціональне. Сорбційні матеріали, модифіковані глинистими мінералами, можуть бути в подальшому використані для очистки стічних вод підприємств легкої і хімічної промисловості від іонів важких металів.

Використання як адсорбентів глинистих мінералів є технологічно ефективним, екологічно безпечним та економічно вигідним в умовах України, оскільки наявна потужна вітчизняна сировинна база покладів глинистих мінералів. У зв'язку з цим удосконалення наявних, створення нових, екологічно безпечних волокнистих матеріалів з сорбційними властивостями сприятиме підвищенню ефективності водоочищення. У подальшому можливість різноманітної модифікації глинистих мінералів у складі волокнистих сорбційних матеріалів дозволить покращити їх селективність, сорбційні та іонообмінні характеристики.

Список використаних джерел

1. Moy S. Advanced fiber-reinforced polymer (FRP) composites for civil engineering applications [Electronic resource] / Moy S. // *Developments in Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Composites for Civil Engineering* : Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering. – 2013. – Pp. 177-204. – Access mode: <https://doi.org/10.1533/9780857098955.2.177>.
2. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технологии : учеб. пособие / М. Л. Кербер, В. М. Виноградов, Г. С. Головкин и др. ; под ред. А. А. Берлина. – СПб. : Профессия, 2008. – 592 с.
3. Спорягин Е. О. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. / Е. О. Спорягин, К. Є. Варлан. – Донецьк : Вид-во ДНУ, 2012. – 188 с.
4. Михайлин Ю. А. Волокнистые полимерные композиционные материалы в технике / Ю. А. Михайлин. – СПб. : Научные основы и технологии, 2013. – 752 с.
5. Аналіз теплофізичних властивостей волокнистих нетканних матеріалів різного складу [Електронний ресурс] / Є. В. Кучеренко, В. П. Плавач, Ю. О. Будащ, О. О. Романюк // *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки.* – 2019. – № 134(3). – С. 94-101. – Режим доступу: <https://doi.org/10.30857/1813-6796.2019.3.10>.
6. Пелик Л. В. Пріоритетне використання термостійких волокон у фільтрувальних текстильних матеріалах [Електронний ресурс] / Л. В. Пелик // *Вісник Хмельницького національного університету.* – 2014. – № 211(2). – С. 89-92. – Режим доступу: http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/2014_2/18.pdf.

7. Marcincin A. Modification of fiber-forming polymers by additives [Electronic resource] / A. Marcincin // *Progress in Polymer Science*. – 2002. – № 27(5). – Pp. 853-913. – Accede mode: [https://doi.org/10.1016/S0079-6700\(02\)00002-3](https://doi.org/10.1016/S0079-6700(02)00002-3).
8. Surface modification of fiber reinforced polymer composites and their attachment to bone simulating material [Electronic resource] / M. P. Hautamäki, M. Puska, A. J. Aho, H. M. Kopperud, P. K. Vallittu // *J Mater Sci Mater Med*. – 2013. – № 24(5). – Pp. 1145-1152. – Accede mode: <https://doi.org/10.1007/s10856-013-4890-9>.
9. Дослідження хемосорбційних властивостей волокнистих сорбентів для очищення стічних вод від іонів Fe^{3+} [Електронний ресурс] / Н. В. Тарасенко, В. П. Плаван, Ю.О. Будащ, М. К. Коляда, О. В. Рачинська // *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія Технічні науки*. – 2019. – № 138 (5). – С. 150-159. – Режим доступу: <https://doi.org/10.30857/1813-6796.2019.5.17>.
10. Дослідження сорбційних властивостей волокнистих матеріалів, модифікованих глинистими мінералами [Електронний ресурс] / Н. В. Тарасенко, В. П. Плаван, Ю. О. Будащ, І. М. Ткаченко // *Технології та інжиніринг*. – 2021. – № 140(3). – С. 70-78. – Режим доступу: <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2021.3.7>.
11. Anbia M. Removal of methylene blue from aqueous solution using nanoporous SBA-3 [Electronic resource] / M. Anbia, S. A. Hariri // *Desalination*. – 2010. – № 261(1–2). – Pp. 61-66. – Accede mode: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.05.030>
12. Anirudhan T. S. Adsorptive removal of basic dyes from aqueous solutions by surfactant modified bentonite clay (organoclay): kinetic and competitive adsorption isotherm [Electronic resource] / T. S. Anirudhan, M. Ramachandran // *Process Safety and Environmental Protection*. – 2015. – Vol. 95. – Pp. 215-225. – Accede mode: <http://doi.org/10.1016/j.psep.2015.03.003>.

References

1. Moy, S. (2013). Advanced fiber-reinforced polymer (FRP) composites for civil engineering applications. In *Developments in Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Composites for Civil Engineering by Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering* (pp. 177-204). <https://doi.org/10.1533/9780857098955.2.177>.
2. Berlin, A. A. (Ed.). (2008) *Polimernye kompozicionnye materialy. Struktura. Svoistva. Tekhnologii [Polymer composite materials. Structure. Properties. Technologies]*. Professia.
3. Sporiahin, E. O., & Varlan, K.Ye. (2012). *Teoretychni osnovy ta tekhnolohiia vyrobnytstva polimernykh kompozytsiinykh materialiv [Theoretical bases and technology of production of polymeric composite materials]*. Vydavnytstvo DNU.
4. Mihailin, Yu.A. (2013). *Voloknistye polimernye kompozicionnye materialy v tekhnike [Fibrous polymer composite materials in technology]*. Nauchnye osnovy i tekhnologii.
5. Kucherenko, Ye.V., Plavan, V.P., Budash, Yu. O., & Romaniuk, O.O. (2019). Analiz teplofizychnykh vlastyvostei voloknistykh netkanykh materialiv riznoho skladu [Analysis of thermophysical properties of fibrous nonwovens of different composition]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. Serii Tekhnichni nauky – Bulletin of Kyiv National University of Technology and Design. Technical Sciences Series, 134(3)*, 94-101. <https://doi.org/10.30857/1813-6796.2019.3.10>.
6. Pelyk, L.V. (2014). Priorityetne vykorystannia termostiikykh volokon u filtruvalnykh tekstylnykh materialakh [Priority use of heat-resistant fibers in filter textiles]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of Khmelnytsky National University, 211(2)*, 89-92. http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/2014_2/18.pdf.
7. Marcincin, A. (2002). Modification of fiber-forming polymers by additives. *Progress in Polymer Science, 27(5)*, 853-913. [https://doi.org/10.1016/S0079-6700\(02\)00002-3](https://doi.org/10.1016/S0079-6700(02)00002-3).
8. Hautamäki, M.P., Puska, M., Aho, A.J., Kopperud, H.M., & Vallittu, P.K. (2013). Surface modification of fiber reinforced polymer composites and their attachment to bone simulating material. *J Mater Sci Mater Med, 24(5)*, 1145-1152. <https://doi.org/10.1007/s10856-013-4890-9>.
9. Tarasenko, N.V., Plavan, V.P., Budash, Yu.O., Koliada, M.K., & Rachynska, O.V. (2019). Doslidzhennia khemosorbtsiinykh vlastyvostei voloknistykh sorbentiv dlia ochyshchennia stichnykh vod vid ioniv Fe^{3+} [Investigation of chemisorption properties of fibrous sorbents for wastewater treatment from Fe^{3+} ions]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. Serii Tekhnichni nauky – Bulletin of Kyiv National University of Technology and Design. Technical Sciences Series, 138(5)*, 150–159. <https://doi.org/10.30857/1813-6796.2019.5.17>.

10. Tarasenko, N.V., Plavan, V.P., Budash, Yu.O., & Tkachenko, I.M. (2021). Doslidzhennia sorbttsiynykh vlastyivostei voloknystykh materialiv, modyfikovanykh hlynystymy mineralamy [Investigation of sorption properties of fibrous materials modified with clay minerals]. *Tekhnolohii ta inzhynirynh – Technology and engineering*, 140(3), 70-78. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2021.3.7>.

11. Anbia M., & Hariri, S. A. (2010). Removal of methylene blue from aqueous solution using nanoporous SBA-3. *Desalination*, 261(1–2), 61–66. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.05.030>.

12. Anirudhan, T. S., & Ramachandran, M. (2015). Adsorptive removal of basic dyes from aqueous solutions by surfactant modified bentonite clay (organoclay): kinetic and competitive adsorption isotherm. *Process Safety and Environmental Protection*, 95, 215–225. <http://doi.org/10.1016/j.psep.2015.03.003>.

Отримано 05.12.2021

UDC 677.494

Viktoriia Plavan¹, Natalia Tarasenko², Tatiana Dutchin³, Yurii Budash⁴

¹Doctor of Technical Sciences Professor, Head of Department of Applied Ecology, Technology of Polymers and Chemical Fibers

Kyiv National University of Technologies and Design (Kyiv, Ukraine)

E-mail: plavan.vp@knuud.edu.ua. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9559-8962>

Researcher ID: [I-5852-2015](https://orcid.org/0000-0001-9559-8962). SCOPUS Author ID: [6603130130](https://orcid.org/0000-0001-9559-8962)

²Assistant, Department of General and Inorganic Chemistry

Chemistry National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” (Kyiv, Ukraine)

PhD Student from the Department of Applied Ecology, Technology of Polymers and Chemical Fibers

Kyiv National University of Technologies and Design (Kyiv, Ukraine)

E-mail: tarasenko.nv@ukr.net. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1062-5533>

Researcher ID: [J-7632-2017](https://orcid.org/0000-0003-1062-5533)

³Muster's Student of the Department of Applied Ecology, Technology of Polymers and Chemical Fibers

Kyiv National University of Technologies and Design (Kyiv, Ukraine)

E-mail: ktphv@knuud.edu.ua

⁴Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Applied Ecology,

Technology of Polymers and Chemical Fibers

Kyiv National University of Technologies and Design (Kyiv, Ukraine)

E-mail: budash.yo@knuud.edu.ua. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8718-1577>

Researcher ID: [H-6012-2018](https://orcid.org/0000-0001-8718-1577). SCOPUS Author ID: [9134072100](https://orcid.org/0000-0001-8718-1577)

REGULATION OF SORPTION CAPACITY OF COMBINED FIBER MATERIALS FILLED WITH CLAY MINERALS

The results of determining the sorption properties of samples of combined fibrous materials impregnated with dispersions of water-soluble polymers of different types and concentrations filled with clay minerals in relation to the methylene blue dye are presented. The rational composition of dispersions of water-soluble polymers filled with clay minerals is determined. The obtained materials can be used as a reinforcing base of fibrous sorbents for their further use in the treatment of light industry wastewater from dyes and heavy metal ions.

The aim of the work is to determine the kinetic regularities of sorption (by methylene blue) of combined fibrous materials impregnated with dispersions of water-soluble polymers of different types and concentrations filled with clay minerals. As a fibrous basis for the composite material used knitted fabric with a surface density of 240 g/m², which was made of plaited weave using cotton yarn with a linear density of 25 Tex and polyethylene complex threads with a linear density of 16.5 Tex on a single-font circular knitting machine type MS. First, a dispersion of the clay mineral was prepared in an aqueous solution of a polymeric binder, which was then applied with a squeegee knife to the surface of the knitted material. The sorption properties of the samples were determined by the methylene blue dye, the change in optical density was measured on a UNICO 2150 E spectrophotometer, wavelength 600 nm, cuvette 10 mm. Calculated the degree of absorption of the dye from the solution after 24, 48 and 72 hours of treatment. It was determined that increasing the duration of sorption above 48 hours is not rational. The highest degree of absorption of MS is shown by samples of knitted material treated with 3% dispersions of PVA and starch, 78.4 and 77.1 %, respectively. This is probably due to the fact that these samples are characterized by the highest content of clay adsorbent, the weight gain for these samples after the introduction of clay adsorbent was 78.7 and 60.1 %, respectively. In the case of the use of filled dispersions of CMC and CMS, a larger amount of clay adsorbent is characterized by samples treated with dispersions of CMC and CMC of lower concentration.

Keywords: fibrous materials; knitted fabrics; sorption; water-soluble polymers; clay minerals; modification; methylene blue.

Table: 2. Fig.: 3. References: 12.