

<https://doi.org/DOI:10.30857/1813-6796.2019.5.14>

УДК 677.494

БУДАШ Ю. О., СТУПА В. І., ЛУБСЬКА М. В.,
ПУШКАРЕНКО К. В., СИЛЕНКО І. П.

Київський національний університет технологій та дизайну

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТИНОК ГЛИНОПОРОШКІВ ЯК НАНОНАПОВНЮВАЧІВ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ

Мета. Порівняльний морфометричний аналіз різних типів і марок глиноporошків вітчизняного походження для обґрунтованого вибору наповнювача полімерних нанокомпозиційних матеріалів з поліпшеними властивостями.

Методика. Морфометричний аналіз частинок глиноземів проводили методом оптичної поляризаційної мікроскопії. Мікрофотографії частинок одержували за допомогою цифрового фотоапарата з адаптером. Для кількісної оцінки розмірів частинок використовували метод аналізу зображень у програмі ImageJ. Визначали площу, периметр та розраховували еквівалентний діаметр і показник форми частинок. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою програмних пакетів «Statistica» та «Excel».

Результати. В роботі виконано порівняльний морфометричний аналіз різних типів і марок глиноporошків вітчизняного походження, призначених для використання в якості нано­наповнювачів при виробництві полімерних композиційних матеріалів з поліпшеними експлуатаційними властивостями. Було встановлено, що характер розподілу частинок за еквівалентним діаметром в усіх досліджених зразках якісно подібний, але має певні відмінності в кількісних показниках. Розподіл частинок досліджених марок глиноporошків за показником форми, показав виражену асиметричність в бік його максимальних значень.

Наукова новизна. На підставі деталь­ного морфометричного аналізу частинок різних типів глиноporошків встановлені відмінності в кількісних характеристиках розподілу частинок за еквівалентним діаметром та показником форми.

Практичне значення. Отримані результати дозволять обґрунтовано підійти до вибору марки глиноporошку, що буде застосовуватись як наповнювач у виробництві полімерних нанокомпозиційних матеріалів.

Ключові слова: глиноporошок, нано­наповнювач, частинка, еквівалентний діаметр, морфометричний аналіз, показник форми.

Вступ. Бурхливий розвиток виробництва полімерних нанокомполі­тів пов'язаний з постійно виникаючими потребами в матеріалах зі специфічними властивостями. Використання нанорозмірних наповнювачів дозволяє створювати широкий спектр композиційних полімерних виробів з покращеними характеристиками, навіть за невеликого вмісту добавки в полімерній матриці [1-3].

Глини є широко розповсюдженими природними осадовими гірськими породами, що утворені частинками, одна з розмірних характеристик яких знаходиться в нано- або субнанометровому діапазоні. Їх використанню як мікро- та нанодисперсних мінеральних наповнювачів при одержанні полімерних композиційних матеріалів приділяється в останній час велика увага [4-6].

Введення глиноземів в полімерну матрицю дозволяє суттєво покращити та змінити ряд його властивостей, а саме: жорсткість, термо- та ударостійкість, газопроникність. Крім того, використання глини як наповнювачів має й важливий екологічний аспект за рахунок зменшення долі полімерної складової в композиті.

З іншої сторони, додавання нанорозмірних частинок глиноземів може бути досить ефективним методом регулювання структури полімер-полімерних композицій завдяки суттєвому впливу на величину міжфазної взаємодії [7,8]. Найкращі результати досягаються в сумішах різних за полярністю полімерів, що пов'язано з процесами міграції та локалізації частинок глини на межі поділу фаз в процесі приготування композиції [9,10]. Слід підкреслити, що в цьому випадку концентрація наповнювача може бути незначною (до 1,0 мас. %), а його полярність відіграє позитивну роль з точки зору забезпечення керованого перерозподілу частинок в полімерній дисперсії.

Глина як природний мінерал є досить складною багаторівневою структурною системою з великою різноманітністю форм в залежності від її походження. Загалом, у глинистих породах виділяють такі структурні елементи: первинні глинисті частинки, ультрамікроагрегати, мікроагрегати, агрегати, зерна, а також включення залишків мікрофауни і флори, мікрочисталів солей і рудних мінералів [11].

Первинні глинисті частинки представлені мікрочисталами мінералів у вигляді тонких пластин, лусок або трубок. Мінімальний розмір глинистих частинок (в одному з напрямків) визначається їх мінеральним складом, формою та варіюється від десятих долів нанометра (монтморилоніт) до декількох мікрометрів (каолініт) [12]. Окремі частинки в глинистих породах, як правило, об'єднані в ультрамікроагрегати і мікроагрегати. Перші являють собою асоціації з декількох частинок, що мають пластинчасту або лускоподібну форму. В залежності від походження глини, максимальний розмір ультрамікроагрегатів може коливатися в діапазоні від долей до декількох мікрометрів. Мікроагрегати є основним структурним елементом природних глин. Вони є відносно стійкими (за відсутності механічного впливу) асоціації глинистих частинок і ультрамікроагрегатів. Залежно від мінерального складу, форми і дисперсності первинних глинистих частинок і ультрамікроагрегатів, мікроагрегати можуть мати різну форму та розміри [12].

Внаслідок природного походження, хімічний склад, кристалічна форма, розмір частинок глин та їх агрегатів можуть суттєво різнитися. В свою чергу, це впливатиме на властивості композиційного полімерного матеріалу, що містить такі наповнювачі у своєму складі.

Постановка завдання. *Мета роботи* – порівняльний морфометричний аналіз різних типів і марок глинопорошків вітчизняного походження для обґрунтованого вибору наповнювача полімерних нанокомпозиційних матеріалів з поліпшеними властивостями.

Матеріали та методи дослідження. В роботі досліджені 5 марок монтморилонітових (зразки 1-5) та 2 марки палигорськітових (зразки 6,7) типів глин виробництва компанії «Дашбент», Дашуківське родовище Черкаської обл. (табл. 1). Родовище складається з п'яти шарів глин різного мінерального й хімічного складу, які мають промислове значення. На сьогодні найбільш інтенсивно розробляється другий продуктивний шар із монтморилонітових глин, що знаходять широке застосування в різних галузях. Зразки 2-5 були попередньо активовані кальцинованою содою з подальшим сушінням і подрібненням.

Таблиця 1.

Основні характеристики досліджених зразків глинопоршків

Номер зразка	Промислова марка	Масова частка вологи, %	Залишок на ситі №0071, %	Вміст Na ₂ CO ₃ , мас. %
1	С4Т ₂ К	8,7	2,1	-
2	П1Т ₁ КА	9,5	2,2	2,5
3	ПБА-18	11,1	3,0	2,5
4	ПБА-20	12,5	2,2	2,0
5	ПБА-22	12,6	2,1	2,0
6	ПП-5	17,6	2,0	-
7	ПП-4	18,0	2,0	-

Морфометричний аналіз частинок глиноземів проводили методом оптичної поляризаційної мікроскопії (мікроскоп марки МП-6). Мікрофотографії попередньо диспергованих в імерсійній рідині частинок одержували за допомогою цифрового фотоапарата з адаптером. Для кількісної оцінки розмірів частинок глиноземів використовували метод аналізу зображень у програмі ImageJ. Визначали площу (S_p), периметр (P_p) та розраховували еквівалентний діаметр ($D_e = (4S_p/\pi)^{0,5}$) і показник форми ($SF = 4\pi \cdot S_p/P_p^2$) частинок. Для різних зразків загальне число аналізованих частинок складало від 705 до 1164. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою програмних пакетів «Statistica» і «Excel».

Результати дослідження. На рис. 1 наведені мікрофотографії частинок досліджених зразків глини, з яких видно, що всі частинки мають достатньо широкий розподіл за розмірними показниками. Для них характерна виражена оптична анізотропія, що проявляється при спостереженні зразків в поляризованому світлі за схрещених поляроїдів.

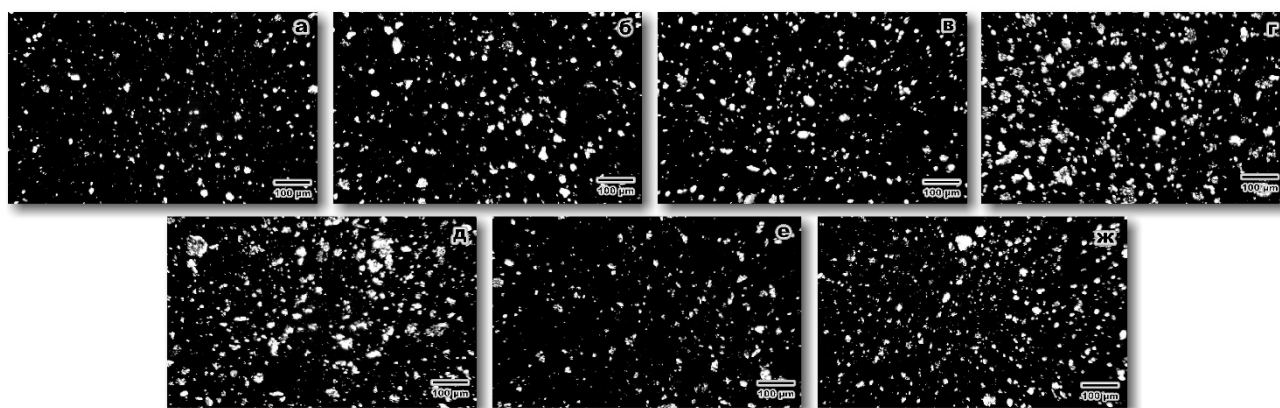


Рис. 1. Мікрофотографії в поляризованому світлі (поляроїди схрещені) частинок досліджених зразків глини (а-ж відповідають зразкам 1-7 (див. табл.1)

Детальний мікроскопічний аналіз окремих частинок зразків (рис. 2) показав, що поруч з основним компонентом зі специфічною лускоподібною структурою поверхні, в деяких зразках присутні частинки, які мають вид призматичних кристалів. Ймовірно, такі частинки можуть бути віднесені до кварцової породи, яка є супутньою (~1÷3 %) при промисловому добуванні глиноземів.

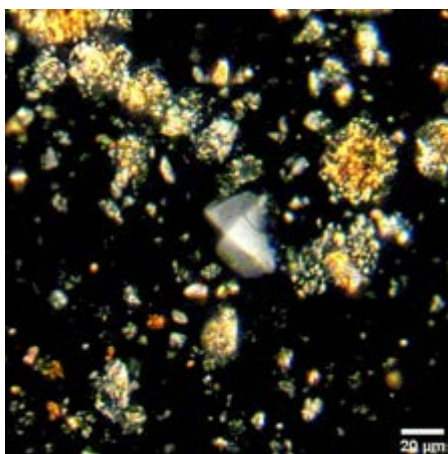


Рис. 2. Мікрофотографія в поляризованому світлі (поляроїди схрешені) частинок глини та кварцу (в середині). Зразок № 6

Результати статистичної обробки кількісного аналізу розмірних характеристик частинок досліджених зразків глин представлені на рис. 3,4 та в табл. 2. Можна бачити, що диференціальні криві емпіричного розподілу частинок за еквівалентним діаметром близькі до логнормального закону з довгим правим «хвостом». Це узгоджується з відомими закономірностями, які встановлені для розподілу частинок в процесі їх статистично випадкового подрібнення [13].

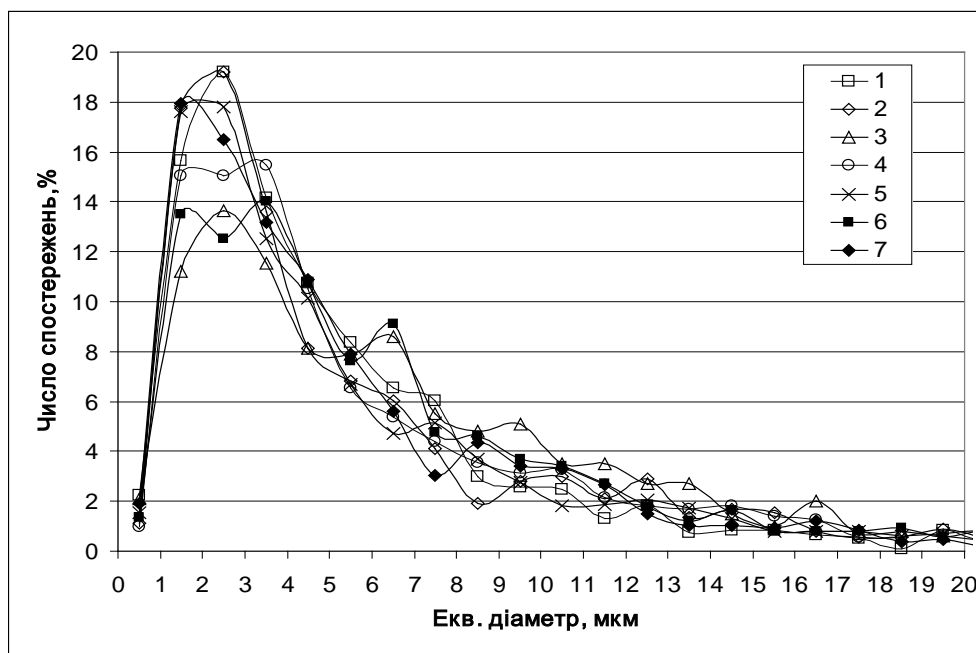


Рис. 3. Диференціальні криві емпіричного розподілу частинок за еквівалентним діаметром досліджених зразків (1-7, див. табл.1) глин

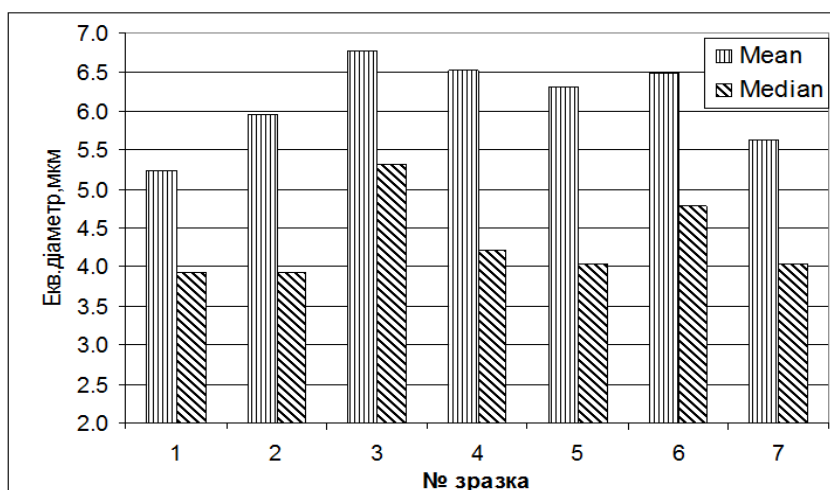


Рис. 4. Середньоарифметичні (Mean) та медіанні (Median) значення еквівалентного діаметру частинок досліджених зразків глин

Найбільше значення асиметричності розподілу (табл.2) спостерігається для зразку № 6 (3,46), а найменше - для № 3 (1,60). Для всіх досліджених глин основна доля частинок відповідає значенням D_e в діапазоні 1÷4 мкм. При цьому найбільша їх кількість з такими розмірами спостерігається для зразків № 2 (51%) та № 1,5 (49%), а найменша – для зразка № 3 (37%). Частинки з розмірами <1 мкм для всіх зразків складають всього 1÷2%, що може бути пов'язано з фізичним обмеженням методу оптичної мікроскопії. Доля частинок з відносно великими розмірами (>10 мкм) у всіх зразках помітно вища та коливається в доволі широкому інтервалі – від 11 % (зразок № 1) до 21 % (зразок № 3). Максимальне значення D_e окремих мікроагрегатів глин, що досліджувались, знаходилось в інтервалі 40÷64 мкм (зразки № 1 та 6 відповідно).

Таблиця 2.

Статистичні показники даних морфометричного аналізу частинок досліджених зразків глинопорошків

Показники	Число об'єктів	Середнє значення	Станд. похибка	Інт. -95%	Інт. +95%	Медіана	Асиметричність	Ексцес
1	2	3	4	5	6	7	8	9
№1								
Площа, мкм ²	932	35,8	2,4	31,0	40,5	12,1	7,1	90,7
Периметр, мкм	932	21,0	0,7	19,6	22,3	14,6	3,8	28,8
Екв. діаметр, мкм	932	5,2	0,1	5,0	5,5	3,9	2,2	7,7
Показник форми	932	0,7	0,0	0,7	0,7	0,8	-0,6	-0,1
№2								
Площа, мкм ²	896	52,0	3,8	44,6	59,5	12,1	5,5	44,5
Периметр, мкм	896	25,5	1,0	23,6	27,4	14,6	3,2	15,6
Екв. діаметр, мкм	896	6,0	0,2	5,6	6,3	3,9	2,1	6,2
Показник форми	896	0,7	0,0	0,7	0,7	0,7	-0,4	-0,5
№3								
Площа, мм ²	998	57,2	3,0	51,2	63,1	22,2	4,2	25,4
Периметр, мм	998	28,9	0,8	27,2	30,6	20,9	2,5	10,2
Екв. діаметр, мм	998	6,8	0,2	6,4	7,1	5,3	1,6	3,5

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Показник форми	998	0,7	0,0	0,6	0,7	0,7	-0,3	-0,5
№4								
Площа, мкм²	705	61,5	5,0	51,7	71,2	14,0	5,4	42,1
Периметр, мкм	705	27,8	1,2	25,5	30,1	15,8	2,9	12,9
Екв.діаметр, мкм	705	6,5	0,2	6,1	7,0	4,2	2,1	6,1
Показник форми	705	0,7	0,0	0,7	0,7	0,7	-0,6	-0,3
№5								
Площа, мкм²	1164	64,9	5,4	54,4	75,5	12,9	8,7	109,0
Периметр, мкм	1164	29,1	1,2	26,7	31,4	15,1	4,6	33,3
Екв.діаметр, мкм	1164	6,3	0,2	5,9	6,7	4,0	2,9	12,9
Показник форми	1164	0,7	0,0	0,7	0,7	0,7	-0,5	-0,4
№6								
Площа, мкм²	734	61,0	6,8	47,7	74,4	18,0	11,1	156,9
Периметр, мкм	734	29,0	1,3	26,3	31,6	17,5	5,1	40,3
Екв.діаметр, мкм	734	6,5	0,2	6,1	6,9	4,8	3,5	21,6
Показник форми	734	0,7	0,0	0,6	0,7	0,7	-0,4	-0,5
№7								
Площа, мкм²	1086	44,1	2,9	38,4	49,8	12,9	7,1	87,1
Периметр, мкм	1086	24,5	0,8	23,0	26,0	15,4	2,7	10,8
Екв.діаметр, мкм	1086	5,6	0,1	5,3	5,9	4,0	2,2	7,7
Показник форми	1086	0,7	0,0	0,6	0,7	0,7	-0,2	-0,6

Порівняння середніх значень еквівалентного діаметру частинок наведено на рис. 4. Враховуючи суттєву асиметричність розподілів, поряд із середньоарифметичними, використані й медіанні значення D_e . Відомо, що оцінка медіаною несиметричних розподілів з довгими «хвостами» може бути пріоритетним методом, що пояснюється її більшою робастністю.

Як можна бачити, для всіх зразків середньоарифметичне значення D_e суттєво перевищує медіану розподілу. Найбільші величини цих показників спостерігаються для зразка № 3 (6,8 та 5,3 мкм), а найменші - для № 1 (5,2 та 3,9 мкм).

Поряд з розмірними характеристиками частинок, не меншу роль відіграє й їх форма. Фактор форми суттєво впливає на ефективну площу контакту між частинками наповнювача та полімерною матрицею, а отже на величину міжфазної взаємодії в композиції. Крім того, певна анізотрія частинок обумовлює можливість утворення при переробці переважно орієнтованих структур, що впливає на кінцеві властивості композиційного матеріалу.

На рис. 5 представлені диференціальні криві емпіричного розподілу частинок глини за показником форми (SF). Їх розподіл, як і для значень D_e , є асиметричним, але має довгий лівий «хвіст» в бік мінімальних значень. Для всіх зразків глини основна кількість частинок

відповідає значенням SF в діапазоні $0,7 \div 0,9$. При цьому найбільша їх доля з такими величинами SF спостерігається для зразку № 1 (51%), а найменша – для зразку № 3 (35%). Частинки з вираженою анізотрією ($SF < 0,3$) всіх зразків складають всього $1 \div 3\%$. Частка частинок з показником форми, близької до круглої ($SF > 0,9$) коливається в інтервалі від 16% (зразок № 1) до 9% (зразок № 3).

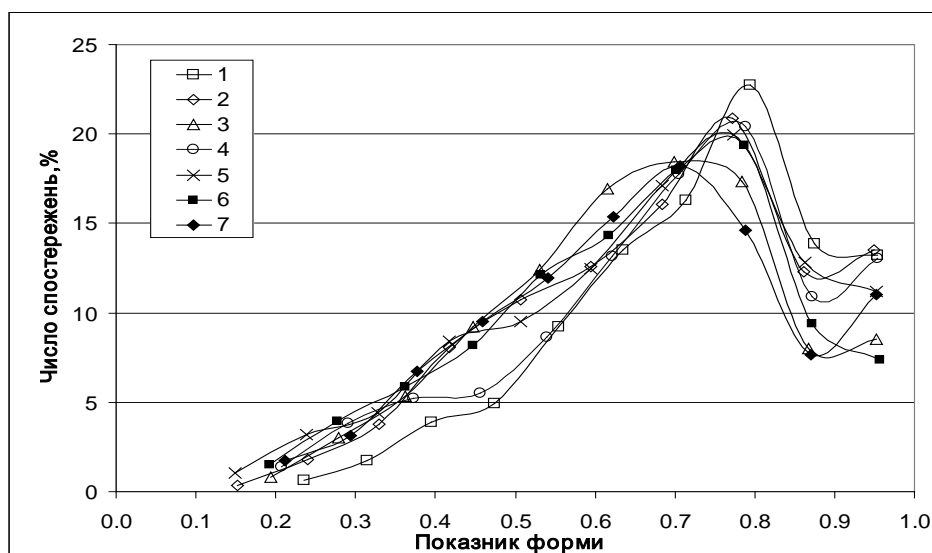


Рис. 5. Диференціальні криві емпіричного розподілу частинок за показником форми досліджених зразків (1-7, див. табл.1) глин

На рис. 6 представлена порівняльна характеристика досліджених глин за середньоарифметичними та медіанними значеннями показника форми частинок. Як можна бачити, для всіх зразків медіанні значення розподілу SF перевищують її середньоарифметичні величини, що може бути пов'язано з вказаною вище відмінністю в характері розподілу по SF і D_e . Найбільші значення середніх показників середньоарифметичних та медіанних значень SF спостерігаються для зразка № 1 (0,73 та 0,75), а найменші - для № 3 (~ 0,66). Слід зазначити, що близькі до мінімальних значень обох показників SF ($0,66 \div 0,68$) спостерігаються також для глинопорошків палигорськітового типу (зразки № 6, 7).

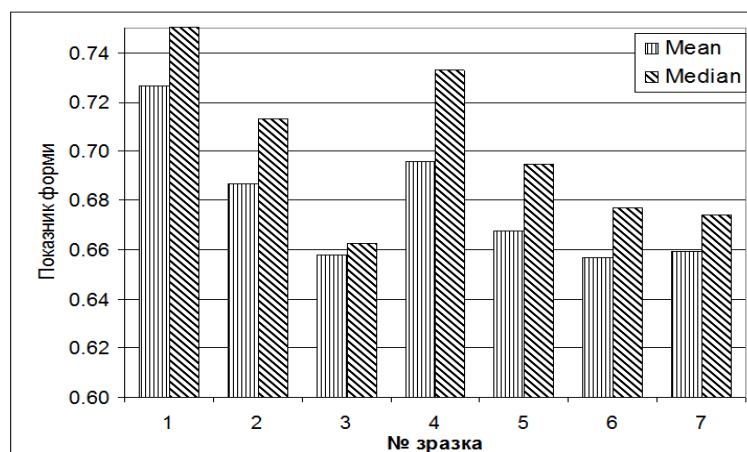


Рис. 6. Середньоарифметичні (Mean) та медіанні (Median) значення показника форми частинок досліджених зразків глин

Висновки. Виконано детальний морфометричний аналіз частинок різних типів і марок глинопорошків вітчизняного походження.

Встановлено, що характер розподілу частинок за еквівалентним діаметром (D_e) в усіх досліджених зразках якісно подібний, але має певні відмінності в кількісних показниках. Найбільші величини середньоарифметичних та медіанних значень D_e спостерігаються для зразків глин монтморилонітового типу марки ПБА-18 (6,8 та 5,3 мкм), а найменші - для марки С4Т₂К (5,2 та 3,9 мкм).

Показано, що розподіл частинок в досліджених зразках за показником форми (SF) демонструє суттєву асиметричність в бік максимальних значень. Найбільші середні показники середньоарифметичних та медіанних значень SF спостерігаються для зразка марки С4Т₂К (0,73 та 0,75), а найменші - для ПБА-18 (0,66). При цьому глинопорошки палигорськітового типу (марки ПП-4, ПП-5) близькі за SF (0,66÷0,68) до мінімальних значень частинок глин монтморилонітового типу.

Одержані результати дозволять обґрунтовано підійти до вибору марки глинопорошку, що буде застосовуватись у якості наповнювача при виробництві полімерних нанокмпозиційних матеріалів з поліпшеними властивостями.

Література

1. Thomas S., Shanks R., Joy J. Micro- and nanostructured polymer systems: from synthesis to applications. CRC Press. 2016. p. 348.
2. Leon A.C. de, Chen Q., Palaganas N.B., Palaganas J.O., Manapat J., Advincula R.C. High performance polymer nanocomposites for additive manufacturing applications. *Reactive and Functional Polymers*. 2016. Vol. 103. p. 141–155.
3. Будащ Ю.О., Резанова Н.М., Плаван В.П., Булах В.Ю. Структурообразование и реология нанонаполненных смесей полипропилен/ поливиниловый спирт. *Полимерные материалы и технологии*. 2017, том 3, № 1, с. 64-71.
4. Jlassi C., Khoulood M., Thomas S. Clay-Polymer Nanocomposites. Elsevier, 2017. 558 p.
5. Wypych F., Bergaya F., Schoonheydt R. A. From polymers to clay polymer nanocomposites. *Developments in Clay Science*. 2018. Vol. 9. p. 331–359.
6. Budash Y., Bereznenko N., Lishchuk V., Romanuk A., Forostovets N. Morphometric analysis of clay for polymer nanocomposite materials. - *Advanced polymer materials and technologies: theory and practice: multi-authored monograph / edited by V. P. Plavan, I. O. Liashok, O. V. Ishchenko*. – Kyiv: KNUTD, 2018, p.69-74.
7. Magalhaes N. F., Dahmouche K., Lopes G. K., Andrade C. T. Using an organically-modified montmorillonite to compatibilize a biodegradable blend. *Applied Clay Science*. 2013. Vol. 72. p. 1–8.
8. Chen R. S., Ahmad S., Gan S., Ab Ghani M. H., Salleh M. N. Effects of compatibilizer, compounding

References

1. Thomas S., Shanks R., Joy J. (2016) Micro- and nanostructured polymer systems: from synthesis to applications. CRC Press. p. 348.
2. Leon A.C. de, Chen Q., Palaganas N.B., Palaganas J.O., Manapat J., Advincula R.C. (2016) High performance polymer nanocomposites for additive manufacturing applications. *Reactive and Functional Polymers*. Vol. 103. p. 141–155.
3. Budash Yu., Rezanova N., Plavan V., Bulah V. (2007). Strukuroobrazovanie i reologiya nanopolnennyih smesey polipropilen/ polivinilovyy spirt [Structuring and rheology of nanofilled mixtures of polypropylene / polyvinyl alcohol]. *Polimernye materialy i tehnologii - Polymer materials and technologies*, Vol 3, №1. p. 64-71 [in Russian].
4. Jlassi C., Khoulood M., Thomas S. (2017) Clay-Polymer Nanocomposites. Elsevier, 558 p.
5. Wypych F., Bergaya F., Schoonheydt R. A. (2018) From polymers to clay polymer nanocomposites. *Developments in Clay Science*. Vol. 9. p. 331–359.
6. Budash Y., Bereznenko N., Lishchuk V., Romanuk A., Forostovets N. (2018) Morphometric analysis of clay for polymer nanocomposite materials. - *Advanced polymer materials and technologies: theory and practice: multi-authored monograph / edited by V.P. Plavan, I.O. Liashok, O.V. Ishchenko*. – Kyiv: KNUTD. p.69-74.
7. Magalhaes N.F., Dahmouche K., Lopes G.K., Andrade C.T. (2013) Using an organically-modified montmorillonite to compatibilize a biodegradable blend. *Applied Clay Science*. Vol. 72. p. 1–8.

method, extrusion parameters, and nanofiller loading in clay-reinforced recycled HDPE/PET nanocomposites. *Journal of Applied Polymer Science*. 2015. Vol. 132, № 29. p. 319–325.

9. Xiu H., Bai H. W., Huang C. M., Xu C. L., Li X. Y., Fu Q. Selective localization of titanium dioxide nanoparticles at the interface and its effect on the impact toughness of poly (L-lactide)/poly (ether) urethane blends. *Express Polym Lett*. 2013. Vol. 7. p. 261–271.

10. Trifkovic M., Hedegaard A. T., Sheikhzadeh M., Huang S., Macosko C. W. Stabilization of PE/PEO Cocontinuous Blends by Interfacial Nanoclays. *Macromolecules*. 2015. Vol. 48, № 13. p. 4631–4644.

11. Грабовска-Олышевска Б., Осипов В. И., Соколов В. Н. Атлас микроструктур глинистых пород. Варшава: Изд-во Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, 1984, с. 411.

12. Осипов В.И., Соколов В.Н., Румянцева Н.А. Микроструктура глинистых пород. М.: Недра, 1989. 211 с.

13. Isayev A. I. Encyclopedia of polymer blends. Vol.1. John Wiley & Sons, 2016. 313 p.

8. Chen R.S., Ahmad S., Gan S., Ab Ghani M. H., Salleh M.N. (2015) Effects of compatibilizer, compounding method, extrusion parameters, and nanofiller loading in clay-reinforced recycled HDPE/PET nanocomposites. *Journal of Applied Polymer Science*. Vol. 132, № 29. p. 319–325.

9. Xiu H., Bai H. W., Huang C. M., Xu C. L., Li X. Y., Fu Q. (2013) Selective localization of titanium dioxide nanoparticles at the interface and its effect on the impact toughness of poly (L-lactide)/poly (ether) urethane blends. *Express Polym Lett*. Vol. 7. p. 261–271.

10. Trifkovic M., Hedegaard A.T., Sheikhzadeh M., Huang S., Macosko C.W. (2015) Stabilization of PE/PEO Cocontinuous Blends by Interfacial Nanoclays. *Macromolecules*. Vol. 48, № 13. p. 4631–4644.

11. Grabovska-Olyishevskaya B., Osipov V., Sokolov V. (1984) Atlas mikrostruktur glinistyykh porod [Atlas of clayey microstructures]. Warsaw. p. 411 [in Russian].

12. Osipov V., Sokolov V., (1989) Rummyantseva N. Mikrostruktura glinistyykh porod [The microstructure of clay rocks]. Nedra. p. 211 [in Russian].

13. Isayev A.I. (2016) Encyclopedia of polymer blends. Vol.1. John Wiley & Sons. p. 313.

STUPA V.

ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-7312-7905>
Doctor of Technical science, Associate Professor,
Department of Applied Ecology, Technology of
Polymers and Chemical Fibers of the
Kyiv National University of Technologies and
Design

LUBSKA M.

mary.lubska@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6257-4518>
Department of Applied Ecology, Technology of
Polymers and Chemical Fibers of the
Kyiv National University of Technologies and
Design

BUDASH YURII

Scopus Author ID: 9134072100
Researcher ID: H-6012-2018
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8718-1577>
Department of Applied Ecology, Technology of Polymers and
Chemical Fibers of the
Kyiv National University of Technologies and Design

PUSHKARENKO K.

ktpthv@knutd.edu.ua
Department of Applied Ecology, Technology of Polymers
and Chemical Fibers of the
Kyiv National University of Technologies and Design

SILENOK I.

ktpthv@knutd.edu.ua
Department of Applied Ecology, Technology of Polymers
and Chemical Fibers of the
Kyiv National University of Technologies and Design

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТИЦ ГЛИНОПОРОШКОВ КАК НАНОПОЛНИТЕЛЕЙ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ БУДАШ Ю. А., СТУПА В. И., ЛУБСКАЯ М. В., ПУШКАРЕНКО К. В., СИЛЕНКО И. П.

Київський національний університет технологій і дизайну

Цель. Сравнительный морфометрический анализ различных типов и марок глинопорошков отечественного происхождения для обоснованного выбора наполнителя полимерных нанокомпозиционных материалов с улучшенными свойствами.

Методика. Морфометрических анализ частиц глиноземов проводили методом оптической поляризационной микроскопии. Микрофотографии частиц получали с помощью цифрового фотоаппарата с адаптером. Для количественной оценки размеров частиц использовали метод анализа изображений в программе ImageJ. Определяли площадь, периметр и рассчитывали эквивалентный диаметр и показатель формы частиц. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программных пакетов «Statistica» и «Excel».

Результаты. В работе выполнен сравнительный морфометрических анализ различных типов и марок глинопорошков отечественного происхождения, предназначенных для использования в качестве нанонаполнителей при производстве полимерных композиционных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами. Было установлено, что характер распределения частиц по эквивалентному диаметру во всех исследованных образцах качественно подобный, но имеет определенные отличия в количественных показателях. Распределение частиц исследованных марок глинопорошков по показателю формы, имеет выраженную асимметричность в сторону его максимальных значений.

Научная новизна. На основании детального морфометрического анализа частиц различных типов различных типов глинопорошков установлены различия в количественных характеристиках распределения частиц по эквивалентному диаметру и показателю формы.

Практическое значение. Полученные результаты позволяют обоснованно подойти к выбору марки глинопорошков, для применения в качестве наполнителя в производстве полимерных наноконпозиционных материалов.

Ключевые слова: глинопорошок, нанонаполнитель, частица, эквивалентный диаметр морфометрических анализ, показатель формы.

DETERMINATION OF DIMENSIONAL CHARACTERISTICS OF PARTICLES OF CLAY POWDERS AS NANOFILLERS OF POLYMER COMPOSITIONS BUDASH Y., STUPA V., LUBSKA M., PUSHKARENKO K., SILENOK I.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Comparative morphometric analysis of different types and brands of clay powders of domestic origin for the reasonable choice of filler of polymer nanocomposite materials with improved properties.

Method. Morphometric analysis of alumina particles was performed by optical polarization microscopy. Micrographs were obtained using a digital camera with an adapter. To quantify the size of clay particles, we used the image analysis method in ImageJ program. The area, perimeter were determined, and the equivalent diameter and particle shape index were calculated. Statistical processing of the experimental data was performed using the software packages "Statistica" and "Excel".

Results. A comparative morphometric analysis of various types and grades of clay powders of domestic origin, intended for use as nanofillers in the production of polymeric composite materials with improved properties, was performed. It was found that the nature of the distribution of particles of equivalent diameter in all the studied samples is qualitatively similar, but has certain differences in quantitative indicators. The distribution of particles of the studied brands of clay powders according to the shape indicator showed a pronounced asymmetry towards its maximum values.

Scientific novelty. On the basis of a detailed morphometric analysis of particles of different types of clay powders, differences in the quantitative characteristics of the particle distribution by the equivalent diameter and shape index were established.

Practical meaning. The results obtained will allow a reasonable approach to the selection of the brand of clay, which will be used as filler in the production of polymeric nanocomposite materials.

Keywords: clay powder, nanofiller, particle, equivalent diameter, morphometric, shape index.